

## ŠIAUDŲ TVARKYMO GEROSIOS PRAKTIKOS

Žmogaus maistui, gyvūnų ir paukščių pašarams, pluoštų gamybai ir kitiems tikslams auginamų augalų fitomasė apima valgomą arba gamyboje naudojamą dalį bei atliekas, kurios žiedinėje ekonomikoje paverčiamos šalutiniais augalininkystės produktais ir naudojamos kaip vertinga žaliava. Priklausomai nuo auginamos kultūros, atliekos gali būti žiedai, stiebai, lapai, varpos, burbuolės, ūgliai, įvairių vaisių bei riešutų medžių liekanos ir pan. Didžiausią pasėlių liekanų dalį Lietuvoje sudaro šiaudai, todėl išsamiau aptarsime jų panaudojimo žiedinėje ekonomikoje galimybes ir gerąsias praktikas.

### Atliekų prevencija ir kokybė

Nors šalys dažniausiai nerenka itin išsamios statistikos apie pavienių pasėlių liekanas, patikimiausiu būdu laikomas derliaus indeksas, įvertinantis santykį tarp pasėlio derliaus ir bendros antžeminės kultūros fitomasės (Smil, 1999), arba liekanų ir pasėlio gamybos santykis (Scarlat it kt., 2010). Šie rodikliai yra itin svarbūs pasėlių veislės parametrai, kuriuos dar praėjusiame amžiuje buvo bandyta reguliuoti, išvedant naujas pasėlių veisles. Mokslininkų svarbiausias tikslas buvo derlingumo didinimas, mažinant atliekas. Pavyzdžiui, kviečių derliaus indeksas nuo praėjusio amžiaus pradžios iki pabaigos išaugo nuo 0,25 iki beveik 0,50; pokytis įvyko dėl sumažėjusio stiebo ir padidėjusio derliaus (Smil, 1999).

Žiedinės ekonomikos paradigma reikalauja iš esmės keisti požiūrį į augalininkystės atliekas. Siūloma atsiriboti nuo išskirtinio dėmesio sutelkimo į derlingiausias kultūrų veisles ir susikoncentruoti į aukščiausią bendrą viso augalo kiekybę ir kokybę, kadangi derliaus indekso augimo potencialas yra ribotas dėl stabilaus stiebo svarbos derliui (de Boer ir van Ittersum, 2018). Tai reiškia, kad praėjusiame amžiuje aktualius tikslus papildė poreikis turėti aukštos kokybės reikalingą kiekį šiaudų, lapų ir stiebų, kurie turėtų pageidautiną kiekį sausos medžiagos, maistinių medžiagų, mineralų ir vitaminų, bei būtų lengvai virškinami (de Boer ir van Ittersum, 2018). Tokiu būdu galėtų būti mažinami pašarams auginamų kultūrų plotai, minimizuojamos atliekos, ir visas augalas būtų įtraukiamas į žmogaus maisto grandinę (suvartojant tiesiogiai ar per gyvulininkystės produktus). Žiedinė ekonomika meta iššūkį atsirasti optimalioms augalų veislių savybėms, kurios užtikrintų aukštą atliekos kokybę ir pakartotinį panaudojimą skirtingose ekonomikos srityse.

Pasėlių liekanų kiekio susidarymui šalyje įtakos turi daug veiksnių. Vienas iš svarbiausių lemiančių parametrų yra pasirinkta veislė. Tačiau galutiniam atliekų kiekiui susidaryti įtakos gali turėti oro sąlygos (ypač krituliai ir temperatūra) ir laukų laistymo galimybė, žemės savybės, taikomas ūkininkavimo būdas, naudojama technika ir kiti veiksniai. Susidarančiam pasėlių liekanų kiekiui itin

didelę įtaką daro ūkininkai, kurie sprendžia, kaip paskirstyti ūkio žemės plotus pagal pasirinktas veisles, bei ūkyje taikomi rotacijos sprendimai. Ne mažiau svarbi yra ir bendroji žemės ūkio politika, kuri gali daryti įtaką ūkininkų sprendimams, skiriant paramą arba nustatant ribojimus.

### **Šiaudų panaudojimas dirvožemio charakteristikoms valdyti**

Prioritetinis pasėlių liekanų panaudojimo būdas žiedinėje ekonomikoje turėtų būti jų gražinimas į žemę, siekiant palaikyti pageidautinas dirvožemio charakteristikas, nes žemė yra svarbus žemės ūkio sistemos funkcionavimo elementas. Pasėlių liekanų poveikis dirvožemiui yra daugialypis ir apima įvairių *erodijos formų valdymo galimybes, žemės derlingumo gerinimą* (didinant humusą ir maistines medžiagas) bei *vandens išlaikymą*.

Remiantis Scarlat ir kt. (2010) tyrimu, iki šiol nėra bendros nuomonės apie tai, kokia dalis pasėlių liekanų turėtų būti paliekama laukuose, siekiant užtikrinti dirvožemio problemų valdymą. Liekanų normos priklauso ne tik nuo auginamos kultūros, skiriasi ir mokslininkų siūlomos tvaraus panaudojimo kitiems žiedinės ekonomikos tikslams nustatytos normos. Pavyzdžiui, skirtingi tyrimai rodo, kad kviečiams, miežiams, rugiams ir avižoms tvari liekanų nuėmimo norma svyruoja nuo 15 proc. iki 60 proc. Tai reiškia, kad laukuose turėtų likti apie 40–85 proc. pasėlių liekanų, kukurūzams tvari nuėmimo norma svyruoja nuo 25 proc. iki 82 proc., saulėgrąžoms – nuo 30 proc. iki 60 proc., rapsams – nuo 30 proc. iki 50 proc. (Scarlat ir kt., 2010). Pažymėtina, kad šiaudų palikimas laukuose, taikant skirtingas ūkininkavimo technologijas, sprendžia įvairias problemas.

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro tyrimai rodo, kad šiaudų poveikį ne visada galima vertinti vienareikšmiškai, nes jis priklausys ir nuo dirvožemio struktūros, ir nuo taikomų technologinių sprendimų. Pavyzdžiui, Tolekienės ir kt. (2020) tyrimas rodo, kaip keičiasi šiaudų skaidymasis ir organinių medžiagų stabilizavimas priklausomai nuo dirvožemio tipo, įterpimo gylio bei taikomo mišinio. Nacionalinės mokslo programos projektas „Agrotvara“ tyrė maisto elementų kiekį viršutiniame dirvos sluoksnyje ir išryškino reikšmingus skirtumus, įterpiant šiaudus, kurie priklauso nuo dirvožemio savybių ir taikomų žemės dirbimo būdų. Šio projekto rezultatai rodo, kad šiaudų įterpimas gali turėti skirtingą poveikį šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijai, nes dirvožemio struktūra ir taikomos žemės dirbimo technikos yra itin svarbios.

Apibendrinant galima teigti, kad šiaudų gražinimas į dirvožemį yra itin svarbus, nes jis leidžia valdyti humuso ir anglies kiekį dirvožemyje, gerinti dirvožemio struktūrą. Tačiau Lietuvos ūkių dirvožemio savybės ir taikomos žemės dirbimo praktikos skiriasi, o tai daro įtaką šiaudų įterpimo poveikiui, tai yra vandens sulaikymui, maistinių medžiagų kaupimui augalui prieinamame dirvožemio sluoksnyje bei ŠESD emisijai. Dėl šios priežasties labai svarbu išskirti šiaudų panaudojimo ir dirvožemio charakteristikų valdymo tikslus ir atsižvelgti į mokslininkų rekomendacijas.

## Šiaudų panaudojimas organinių trąšų gamyboje

Šiaudai ir kitų pasėlių liekanos po derliaus nuėmimo yra plačiai naudojami organinių trąšų gamyboje. Tokių atliekų apdorojimui dažniausiai taikomi kompostavimas ir anaerobinis skaidymas biodujų jėgainėje.

Šiaudai yra tinkami *kompostavimui*, tačiau jų skaidymo procesui yra būtinas azotas, nes orientacinis C:N santykis yra 80:1, o kompostavimui vertingiausi augalai pasižymi ne didesniu kaip 35 C:N santykiu (Staugaitis ir kt., 2011). Kompostavimui idealiai tinka augalai, turintys didžiausią azoto kiekį (pavyzdžiui, ankštinių augalų liekanos). Dėl savo savybių šiaudai dažnai panaudojami kaip struktūrinė medžiaga, didinanti oro pralaidumą, dumblo kompostui (Sweco BKG, 2006), gali papildyti vaisių ir daržovių kompostą, kompensuojant sausųjų medžiagų trūkumą, papildoma turinčias daugiau azoto alaus ir salyklo gamybos atliekas arba mėšlą (Staugaitis ir kt., 2011) ir pan. Dėl ilgo natūralaus šiaudų skaidymo laiko kompostuojami šiaudai gali būti susmulkinami bei dažnai papildomi mikroorganizmais, padedančiais paspartinti šios medžiagos ardymą (Staugaitis ir kt., 2011). Šiaudai taip pat gali būti naudojami kaip celiuliozę turinti medžiaga, būtina vermikompostavimo proceso palaikymui (Staugaitis ir kt., 2011).

Šiaudai ir kitos pasėlių liekanos gali būti panaudotos, gaminant trąšas *anaerobinio skaidymo* būdu. Ši medžiaga būtų tvarus sprendimas, kuris leistų panaudoti žmogaus maisto grandinės atliekas. Kadangi šiaudai sunkiai ardomi, dažnai taikomi fiziniai, biologiniai arba cheminiai papildomo apdorojimo metodai, kurie padeda gauti lengviau bioskaidomą medžiagą ir padidinti biodujų gamybos veiksmingumą. Rinkoje taip pat yra biodujų jėgainės, kurių technologiniai procesai pritaikomi veiksmingiausiai energijos ir biodujų gavimui būtent iš šios medžiagos.

Lietuvos biodujų jėgainėse šiaudų ir pasėlių liekanos yra apdorojamos kaip sudėtinė substrato dalis. Pavyzdžiui, šiaudai dažnai nurodomi kaip tinkama substratą papildanti žaliava veikiančiose biodujų jėgainėse, kurios apdoroja gyvulių mėšlą. Svarbu pabrėžti, kad anaerobinis skaidymas leidžia apdoroti ir jau panaudotus gyvulininkystės ūkyje šiaudus. Po anaerobinio skaidymo saugus substratas gali būti grąžintas į laukus kaip trąša.

## Šiaudų panaudojimas gyvulininkystėje

Vienas iš svarbiausių šiaudų panaudojimo būdų yra jų grąžinimas į žmogaus maisto grandinę per *gyvulių pašarus*. Gyvuliai suvirškina šiaudus ir tampa vertingais maisto produktais bei grąžina dalį maistinių medžiagų į žemę (kai mėšlas naudojamas tręšimui). Šiaudai turi didelį skaidulų kiekį, tačiau nepasižymi geromis kitų maistinių medžiagų savybėmis (pavyzdžiui, turi mažai baltymų ir stokoja mineralų), todėl jie naudojami kaip būtinų kalorijų ir skaidulų poreikį užtikrinantis pašarų papildas, nes 1 kg šiaudų yra 4400 kcal (Zootechniko..., 2020).

Dėl sunkaus šiaudų virškinimo ši medžiaga dažniausiai įtraukiama tik į atrajotojų dietas, nes jų didžiajame skrandyje gyvenantys mikroorganizmai sugeba gaminti fermentus, būtinus celiuliozės skaidymui. Pažymėtina, kad atrajotojų gebėjimas suvirškinti Lietuvoje auginamų kultūrų šiaudus skiriasi, todėl šiaudų paklausa pašarams priklauso nuo gyvūnų populiacijos struktūros pokyčių. Pavyzdžiui, galvijų racioną dažniau papildo miežiniai arba avižiniai šiaudai, arklių – avižiniai šiaudai.

Šiaudai pasižymi puikia absorbcija, todėl dažnai naudojami kaip *kraikas*. Toks kraikas absorbuoja ir pristabdo maistinių medžiagų nutekėjimą. Po panaudojimo šiaudai su mėšlu gali būti kompostuojami arba apdorojami kitais būdais ir vėliau tapti vertingomis organinėmis trąšomis.

Šiaudų granulės taip pat gali būti naudojamos kaip kraikas dėl itin aukšto drėgmės sugeriamumo ir sugebėjimo išlaikyti kvapus. Kita vertus, gamybos procesas numato pradinės medžiagos apdorojimą karščiu, todėl toks natūralus kraikas neturėtų kelti gyvuliams alerginių reakcijų. Po panaudojimo tokios granulės gali būti kompostuojamos arba naudojamos kaip trąša.

### **Šiaudų panaudojimas grybų auginimo substratui gaminti**

Dar viena galimybė gražinti šiaudus į žmogaus mitybos grandinę yra šiaudų panaudojimas grybų auginimo substratams. Pažymėtina, kad Lietuvoje gerai žinomų auginamų pievagrybių ir austrių grybų baltymų kiekis yra didesnis negu daržovių, be to, grybai yra svarbių žmogaus organizmui amino rūgščių šaltinis.

Pramoninė grybų gamyba nereikalauja didelių žemės plotų, nes auginant grybus naudojami specialūs grybų substratai, kurie gali įtraukti į gamybą augalininkystės ir gyvulininkystės atliekas. Grybų substratų sudėtis priklauso nuo grybų rūšies. Pavyzdžiui, austrių grybams auginti užtenka tik pasterizuoto ar sterilizuoto šieno. Pievagrybiams naudojamas sudėtingesnis substratas, kurį sudaro šiaudai, mėšlas, durpės ir kitos organinės medžiagos. Panaudotas substratas tampa atlieka, kurią vėl galima gražinti į maisto grandinę kaip trąšą arba jos sudėtinę dalį.

Panaudotame pievagrybių substrate yra 1,7 karto didesnis azoto ir 2,5 karto didesnis fosforo kiekis negu galvijų mėšle, o maistinių medžiagų savikaina yra žemesnė negu mineralinių trąšų (Šiaudinis ir Repšienė, 2016). Grybų substrato teigiamas poveikis dirvožemiui gali tęstis keletą metų, pagerėja dirvožemio savybės, nes šiaudai yra itin vertingi humuso formavimui. Grybų substratas yra lengvai transportuojamas, tačiau jo kiekiai nėra pakankamai dideli, nes Lietuvai būdingi nedideli grybų gamybos kiekiai, o atstumas tarp ūkio ir grybų auginotojų irgi yra svarbus tokios trąšos savikainos veiksnys.

Atlikti tyrimai rodo teigiamą tokios trąšos poveikį agurkų (Polat ir kt., 2009), rapsų (Staugaitis ir kt., 2011; Gong ir kt., 2012), žieminių rugių, vasarinių kviečių (Staugaitis ir kt., 2011), bulvių (Šiaudinis ir Repšienė, 2016) derliui. Grybų substrato panaudojimas tręšimui didina javų žaliąją masę ir šiaudų išeigą, didėja kalio ir jūdros fosforo kiekiai (Staugaitis ir kt., 2011).

2017–2019 m. Kauno miškų ir aplinkos inžinerijos kolegija kartu su ūkininkais vykdė projektą „Panaudoto grybų substrato naudojimo skatinimas, siekiant gerinti produkcijos kokybę daržininkystės ūkiuose“, kuris parodė grybų substrato veiksmingumą, tręšiant smirdus ir kopūstus.

### **Šiaudų panaudojimas daržininkystėje ir sodininkystėje**

Pastaruoju metu populiarumą įgyja judėjimas, siūlantis išbandyti daržovių auginimą šiaudų ryšuliuose. Toks augalų auginimas reikšmingai mažina žemės poreikį, piktžolių kiekį ir pesticidų poreikį, ilgai išlaiko drėgmę, palaiko augalams svarbią šilumą. Toks šiaudų panaudojimo būdas tinka, kai daržininkystė yra hobis, nes šiaudų ryšuliai atrodo gana estetiškai, o pasibaigus auginimo sezonui, jie gali būti kompostuojami ir ateityje tapti puikia trąša.

Tokiems šiaudų ryšuliams dažniausiai naudojami javų šiaudai. Auginami agurkai, salotos, morkos, pomidorai, paprikos, pupos, melionai, moliūgai, bulvės ir kitos daržovės. Tokia daržininkystė puikiai tinka vietovėms, kur žemė užteršta arba netinkama auginimui (pavyzdžiui, miestuose). Lietuvoje šis judėjimas dar nėra itin populiarus, todėl šiaudų poreikis šiai sričiai nėra didelis.

Šiaudai naudojami pramoninėje daržininkystėje ir sodininkystėje. Jų paskirtis gali būti labai įvairi: žemės drėgmės kiekiui valdyti, tręšti, apsaugant augalus nuo šalčio arba purvo, mulčiuoti ir pan.

### **Šiaudų panaudojimas popieriaus gamyboje**

Prieš keletą amžių augalinis pluoštas buvo pagrindinė popieriaus gamybos medžiaga. XIX a. jį pakeitė pramoninė popieriaus gamyba iš medienos pluošto, o tai leido reikšmingai atpiginti popieriaus savikainą. Popieriaus prieinamumas didino jo paklausą ir iškirštų miškų plotus, naikinant natūralius ŠESD absorbentus ir vertingas ekosistemas.

Augant susirūpinimui dėl klimato kaitos, vėl grįžtama prie idėjos naudoti perteklinius pasėlių likučius popieriaus gamybai. Išskirtinis dėmesys buvo skirtas labiausiai paplitusių maistui naudojamų pasėlių atliekų (kviečių, sorgų, ryžių, nendrių ir pan.) perdirbimui ir joms skirtų technologijų kūrimui bei tobulinimui. Šių medžiagų augimo ciklas, palyginti su medžiais, trumpesnis, o ŠESD emisijos siejamos su maisto gamyba. Tačiau popieriaus gamyba iš šiaudų gali kelti didesnę neigiamą aplinkosauginį poveikį, palyginti su popieriaus gamyba iš medienos, dėl didesnės energijos ir chemijos naudojimo (Sun ir kt., 2018), todėl šiam tikslui taikomos technologijos yra svarbios. Pavyzdžiui, projektas ECOPULPING siūlo alternatyvų popieriaus iš šiaudų gamybos metodą (Valorising the straw..., 2020), kuris sunaudoja 50 proc. mažiau energijos negu standartinė gamyba, 95 proc. sumažina vandens sąnaudas, nes vyksta pakartotinis vandens ir chemikalų panaudojimas, atpigina patį gamybos procesą (We are innovators..., 2020).

Popieriaus gamyba iš šiaudų yra perspektyvi, nes leidžia gauti kokybišką įvairių tipų popierių ir kartoną, tokio popieriaus naudojimas yra saugus servetėlių, higieninio popieriaus ir cigarečių gamybai. Daug žadanti panaudojimo kryptis yra susijusi su ES siekiais mažinti plastiko naudojimą, kadangi popierius gali pakeisti dalį šios nišos produktų.

Šiaudų panaudojimas popieriaus gamybai priklauso nuo taikomų technologijų ir galutinio produkto. Pavyzdžiui, jis gali svyruoti nuo 1,5 iki 2,7 t žaliavos 1 t popieriaus. Jei gamyklos metinis pajėgumas yra 60,0 tūkst. t celiuliozės, atsižvelgiant į maksimalų poreikį gali prireikti apie 162,0 tūkst. t šiaudų (Возможности..., 2020). Dirbančios popieriaus gamyklos dažniausiai orientuojasi į vietines žaliavas, kurios pasiekiamos 100–150 km atstumu, nes tai leidžia sumažinti žaliavos kainą.

Lietuvoje kviečiai stabiliai užima reikšmingą javų struktūros dalį, nuimti plotai gana stabilūs, o derlius rodo, kad šiaudų susidaro daug. Tačiau šiaudų statistika pagal apskritis rodo, kad žaliava šalyje pasiskirsto nevienodai ir dominuoja apskritys, kuriose bendras šiaudų kiekis nesiekia net metinio tokios gamyklos poreikio. Šiaulių, Kauno, Panevėžio ir Marijampolės apskrityse auginamų kviečių kiekių galėtų užtekti tokios gamyklos funkcionavimui. Tačiau neįvertinamos kitos šiaudų panaudojimo galimybės šiose apskrityse, tai yra gyvulininkystės, daržininkystės, grybų augintojų, atsinaujinančios energetikos ir pan. Galima konkurencija tarp potencialių šiaudų vartotojų. Labai tikėtina, kad popieriaus gamyklos atsiradimas galėtų paskatinti nepageidautinus rotacijos pokyčius ir mažesnę šios medžiagos grąžinimą į dirvožemį. Kita vertus, šios praktikos įgyvendinimui būtinas investicijų pritraukimas.

### **Šiaudų panaudojimas atsinaujinančioje energetikoje**

Šiaudai gali būti naudojami atsinaujinančios energijos gamybai, siekiant sumažinti priklausomybę nuo iškastinio kuro. Šiaudų poveikis aplinkai, palyginti su iškastinio kuro naudojimu, yra mažesnis. Remiantis Europos Parlamento ir Tarybos direktyva (ES) 2018/2001 dėl skatinimo naudoti atsinaujinančiųjų išteklių energiją, šiaudų biomasės ŠESD emisija iki jų surinkimo prilyginama nuliui. Šiaudai gali būti naudojami kietojo biokuro, transporto biodujų ir pažangių degalų gamybai. Tačiau toks panaudojimas neturėtų konkuruoti su šiaudų panaudojimu maisto sistemoje, tai yra išsaugant pageidautinas dirvožemio savybes bei užtikrinant gyvulininkystės ir augalininkystės poreikius.

### **Šiaudų panaudojimas kuro gamyboje**

Kietojo kuro gamybai puikiai tinka populiariausios Lietuvoje auginamos kultūros: kviečių, kvietrugių, žieminių rugių, miežių, rapsų, avižų, grikių, varpinių kultūrų mišinių šiaudai, kai kurios pašarinės žolės ir stambiasiebiai žoliniai augalai (Biekša ir kt., 2007). Kietojo kuro gamybos

produktai galėtų būti supresuotų šiaudų ryšuliai arba ritiniai, šieno briketai arba granulės. Siekiant palankesnės ekonominės situacijos, gamintojai dažniausiai orientuojasi į vietinę žaliavą (50–60 km atstumu), todėl šio verslo plėtojimas visose Lietuvos apskrityse nėra racionalus. Patraukliausios yra apskritys, kuriose yra didžiausi kietojo kuro gamybai naudojamų kultūrų plotai.

Remiantis Biekša ir kt. (2007), mažiausiai imli investicijoms yra supresuotų šiaudų ryšulių ir ritinių gamyba, tačiau ši produkcija pasižymi aukštesniu drėgmės lygiu, reikalauja didelių sandėliavimo plotų ir aukštų transportavimo kaštų. Tokiai produkcijai reikalingos didelės jėgainės arba katilinės, kurios privalės stebėti kietojo kuro drėgmės situaciją ir gali dažnai susidurti su optimalių kūrenimo sąlygų iššūkio valdymu. Tokių kuro deginimo sistemų diegimas tikslingas tik tuo atveju, jei pakanka sandėliavimo plotų ir yra nuolatinė vietinio kuro pasiūla.

Drėgmės, saugojimo plotų ir transportavimo išlaidų problemos sprendžiamos sudėtingesniu šiaudų perdirbimo procesu, kai supresuoti šiaudai sutankinami, gaminant briketus ar granules. Tokia gamyba reikalauja daugiau investicijų. Po tokio perdirbimo padidėja energijos kiekis tūrio vienetu, mažiausias yra supresuotų šiaudų, didžiausias šilumos kiekis yra šiaudų granulėse (Biekša ir kt., 2007). Granulės gali būti naudojamos ir didelėse katilinėse, ir individualių namų šildymui, jos tinka automatizuotoms sistemoms (Biekša ir kt., 2007). Šiaudų granulės lengviau transportuojamos, gali būti patrauklus produktas eksportui. Briketai dažniausiai naudojami neautomatizuotose šildymo sistemose vietinėje rinkoje (Biekša ir kt., 2007).

Kietojo kuro deginimas priskiriamas prie mažiau veiksmingų energijos gavimo būdų negu iš biodujų jėgainės gauta energija, tačiau šis verslas reikalauja mažiau investicijų. Lietuvoje minėta geroji praktika jau yra taikoma. Pavyzdžiui, UAB „Pakruojis altergrana“ gamina granules kraikui iš vietinės kilmės šiaudų, UAB „Pamario altergrana“ gamina šieno pašarinės granules. Bendrovių įranga leidžia pagaminti granules, kurios tinka šildymo sistemoms. Kuriai gaminti dažniausiai panaudojami nekokybiški šiaudai ir žolė. Kita vertus, jei katilai yra ūkyje, tokio kuro pelenai gali būti naudojami kaip trąša, o granulės naudojamos kaip kraikas arba pašarai.

### **Šiaudų panaudojimas biodegalų gamyboje**

Plėtojant atsinaujinančią energetiką, Lietuva pradėjo gaminti biodegalus. *Bioetanolio* dalies benzine augimas leidžia mažinti automobilių ŠESD emisiją ir daro poveikį dūmingumui. Nuo 2020 m. Lietuvoje įmaišomos dalies kartelė pakilo iki 10 proc. Tačiau bioetanoliiui gaminti dažniausiai naudojami grūdai, auginami plotuose, kurie galėtų būti naudojami maistui gaminti.

Siekiant išvengti šios problemos ateityje, Europos Sąjunga (ES) siūlo orientuotis į transporto biodujų ir pažangiųjų biodegalų gamybą, pagal galimybę naudojant žemės ūkio atliekas arba šalutinius produktus (pavyzdžiui, biologines atliekas, gyvulių mėšlą ir nuotekų šlamą, šiaudus, cukranendrių išspaudas, riešutų kevalus, burbuolių kotus, nuo kurių pašalinamos kukurūzų

sėklos ir pan.). Europos Parlamento ir Tarybos direktyva (ES) 2018/2001 dėl skatinimo naudoti atsinaujinančiųjų išteklių energiją numato didinti pažangiųjų biodegalų gamybą iki 2030 m.

Kviečių šiaudai gali būti naudojami bioetanolio gamybai, taikant hidrolizę ir fermentaciją, tačiau gamybos kaštai yra itin aukšti, o tai stabdo šios veiklos paplitimą versle (Talebnia ir kt., 2010). Kita vertus, tokia gamyba įmanoma tik dideliu kviečių derliumi pasižyminčiose apskrityse. Pažymėtina, kad bioetanolio gamintojai konkuruos ne tik su šiaudų panaudojimu maisto sistemos funkcionavimui, bet ir su jau įsitvirtinusiiais kietąjį biokurą, pašarų ir kraiko granules gaminančiais verslais.

Šienas gali būti naudojamas kaip sudėtinė anaerobiškai skaidomo biologinio substrato dalis biodujų jėgainėse. Tokio šieno panaudojimo produktais galėtų būti šiluma ir elektros energijos generavimas arba biodujos (metanas), kurios galėtų būti naudojamos kaip transporto kuras. Pavyzdžiui, Verbio AG sukūrė antros kartos biodegalų gamybos technologiją iš šiaudų ir bioetanolio gamybos atliekų. ES finansavo atsiradimą inovatyvios technologijos, kuri leidžia gauti biometaną iš 100 proc. šiaudų. Biometanas apie 90 proc. sumažina anglies dioksido emisiją, o atidirbtas substratas gali būti panaudotas kaip trąša (Verbiogas, 2020).

### **Šiaudų panaudojimas statybose**

Pastaruoju metu grįžo susidomėjimas šiaudų panaudojimu statybos tikslams. Šiaudinių namų statymas laikomas aplinkai draugiška alternatyva, kuri padeda sumažinti ŠESD emisijos kiekį, susijusį su pastatais. Mažėja alternatyvių statybinių medžiagų išgavimo ir jų gamybos pramonės energijos poreikis ir su tuo susijęs neigiamas poveikis aplinkai. Mažėja ŠESD statant ir griauinant namus, o po namo nugriovimo nelieka pavojingų atliekų, nes statyboms naudotos medžiagos susiskaido per keletą metų. Ne mažiau svarbios mažesnės energijos sąnaudos, apšildant tokius namus, nes mažesnis kuro poreikis mažina ir ŠESD emisijos kiekį ateityje.

Šiaudinių namų statybai naudojamos skirtingos technologijos. Dažniausiai statybinėmis medžiagomis tampa presuoti šiaudų ryšuliai, suspausti šiaudų skydai, stambūs šiaudų blokai arba palaidi, su moliu sumaišyti šiaudai. Ypatingas dėmesys skiriamas statybinės medžiagos kokybei, ypač drėgmei ir sudėčiai. Didžiojoje Britanijoje komercinį pritaikymą surado ModCell® blokai iš medienos ir šiaudų. Šiaudai taip pat gali būti naudojami statybose kaip ekologiška ir saugi apšiltinimo medžiaga. Tačiau tenka pripažinti, kad šiaudų panaudojimas statyboje nėra paplitęs Lietuvoje.

Šiaudinių namų registre įvairios paskirties šiaudinių objektų skaičius buvo 210, iš jų gyvenamosios paskirties – 158 (Šiaudinių..., 2020). Pažymėtina, kad informacijos teikimas šiam registrui yra savanoriškas, o registravimas vyko seniai, todėl šiandien tokių objektų skaičius gali būti didesnis. Vis dėlto tikėtina, kad tokių namų statyba nedarys reikšmingos įtakos šiaudų paklausai, nes šiaudų poreikis priklausys nuo konkretaus objekto statybų ir neturės nuolatinio pobūdžio.



## Kitas šiaudų panaudojimas

Šiaudai gali būti panaudoti *polimerų mišinių gamybai*. Remiantis Pucciariello ir kt. (2004) tyrimu, po derliaus liekantys šiaudai gali būti panaudoti lignino miltelių gamybai, kurie naudojami žemo ir aukšto tankio polietileno, aukšto tankio polietileno ir polistireno gamybai. Šie polimerų mišiniai gaminami taikant tradicines termoplastiko gamybos technologijas, o ligninas yra stabilizuojanti medžiaga, apsauganti žemo ir aukšto tankio polietileną bei polistireną nuo ultravioletinės radiacijos. Šiaudai taip pat gali būti pasitelkiami kaip vienas iš augalinės kilmės komponentų, kurie naudojami plastiko gamybai, siekiant specifinių plastiko savybių. Pavyzdžiui, El Messiry ir El Deeb (2016) siūlo gaminti hibridinius polimerus iš kviečių šiaudų, linų pluošto ir džiuoto audinio, Mittal ir Sinha (2018) tiria polimerus, pagamintus iš kviečių šiaudų ir cukranendrių išspaudų.

Įgyvendinant ES finansuotą projektą OPTISO-CHEM, buvo sukurta perdirbimo technologija, leidžianti iš šiaudų gauti *bio izobuteną*. Izobutenas vėliau gali būti transformuojamas į oligomerus ir polimerus bei naudojamas tepalų, gumos, kosmetikos, tirpiklių, plastikų ir biokuro gamyboje (How to..., 2019).

Lietuvoje šiaudus naudoja amatininkai, pavyzdžiui, bamblių, avilių, žaislų, skrybėlių, namų apyvokos daiktų pynimui. Tačiau ši verslo sritis negeneruoja didelės ir nuolatinės šiaudų paklausos. Šiaudai gali būti naudojami meno dirbinių arba baldų gamybai.

## Literatūra

1. Biekša ir kt., 2007. Šiaudų kuro naudojimo technologijų įvertinimas ir rekomendacijų tolimesniam jų naudojimui bei biokuro briketų iš smulkių šiaudų ir žolinių augalų paruošimo technologijos parengimas: studijos ataskaita. Vilnius: UAB „Cowi Baltic“. 50 p.
2. De Boer I. J. M., van Ittersom M.K., 2018. Circularity in Agricultural Production [interaktyvus]. Wagenigen University & Research. [Žiūrėta 2020-03-29]. Prieiga per internetą: <[https://www.wur.nl/upload\\_mm/7/5/5/14119893-7258-45e6-b4d0-e514a8b6316a\\_Circularity-in-agricultural-production-20122018.pdf](https://www.wur.nl/upload_mm/7/5/5/14119893-7258-45e6-b4d0-e514a8b6316a_Circularity-in-agricultural-production-20122018.pdf)>.
3. El Messiry M., El Deeb R., 2016. Analysis of the Wheat Straw/Flax Fiber Reinforced Polymer Hybrid Composites. *Journal of Applied Mechanical Engineering* 5(6): 1–5.
4. Gong Z. et al., 2012. Application Effect of Organic Fertilizer Made by Spent *Flammulina Velutipes* Substrate on Oilseed Rape. *Edible Fungi of China* 5: 42–44.
5. How to convert wheat straw waste into green chemicals [interaktyvus]. 2019. [Žiūrėta 2020-03-29]. Prieiga per internetą: <<https://cordis.europa.eu/article/id/124991-how-to-convert-wheat-straw-waste-into-green-chemicals>>.
6. Mittal V., Sinha S., 2018. Mechanical, thermal, and water absorption properties of wheat straw/bagasse-reinforced epoxy blended composites. *Advancies in Polimer Technology* 37(7): 2497–2503.

7. Polat E. et al., 2009. Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in greenhouses. *African Journal of Biotechnology* 8(2): 176–180.
8. Pucciariello R. et al., 2004. Physical properties of straw lignin-based polymer blends. *Polymer* 45(12): 4159–4169.
9. Scarlat N. et al., 2010. Assessment of the availability of agricultural crop residues in the European Union: Potential and limitations for bioenergy use. *Waste Management* 30: 1889–1897.
10. Smil V., 1999. Crop Residues: Agriculture's Largest Harvest. *BioScience* 49(4): 299–308.
11. Staugaitis 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.
12. Sun M. et al., 2018. Environmental performance of straw-based pulp making: A life cycle perspective. *Science of the Total Environment* 616–617: 753–762.
13. Sweco BKG. 2006. Investicinė programa dumblo tvarkymui Lietuvoje: galimybių studija. II tomas [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per internetą: <<https://www.yumpu.com/lt/document/read/15735930/investicin-programa-dumblo-tvarkymui-lietuvoje>>.
14. Šiaudinis G., Repšienė R., 2016. Šiaudų ir kitų fermentuotų organinių medžiagų panaudojimas bulvių tręšimui ir dirvožemio savybių gerinimui. Dekoratyviųjų ir sodo augalų asortimento, technologijų ir aplinkos optimizavimas. *Mokslo darbai* (7)12: 87–95.
15. Šiaudinių namų registras [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per internetą: <[http://www.siaudunamai.lt/lt/siaudiniu\\_namu\\_registras](http://www.siaudunamai.lt/lt/siaudiniu_namu_registras)>.
16. Talebnia F. et al., 2010. Production of bioethanol from wheat straw: An overview on pretreatment, hydrolysis and fermentation. *Bioresource Technology* 101(13): 4744–4753.
17. Toleikiene M. et al., 2020. The decomposition of standardised organic materials in loam and clay loam arable soils during a non-vegetation period. *Soil & Water Research* 15: 181–190.
18. Valorising the straw waste stream through a novel bio-mechanical process which converts 100% of the waste into three high value products including bleached paper pulp [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per internetą: <<https://cordis.europa.eu/project/id/729172>>.
19. Verbiogas [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per internetą: <<https://www.verbio.de/en/products/verbiogas/>>.
20. We are innovators in nature [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per internetą: <<https://www.nafici-research.com/>>.
21. Zootechniko žinynas [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per internetą: <[https://gi.lsmuni.lt/files/info/Zootechniko\\_zinynas.pdf](https://gi.lsmuni.lt/files/info/Zootechniko_zinynas.pdf)>.
22. Возможности переработки соломы для производства целлюлозы в Украине [interaktyvus]. [Žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per internetą: <[https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/4fd15110-3b89-44dc-aa96-630426d5cb5c/Straw\\_to\\_Cellulose\\_in+Ukraine\\_rus\\_2013\\_web.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kss.FUR](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/4fd15110-3b89-44dc-aa96-630426d5cb5c/Straw_to_Cellulose_in+Ukraine_rus_2013_web.pdf?MOD=AJPERES&CVID=kss.FUR)>.