



Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Atliekų panaudojimas pridėtinės vertės produktų gamybai

Aida Bradauskaitė (Valstybinis mokslinių tyrimų institutas, Gamtos
tyrimų centras)

Dr. Vijolė Bradauskienė (Klaipėdos valstybinė kolegija)

2025 m.



Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Kodėl atliekos?

Produktų gamybai pasitelkiant atliekas:

- **Taupomi ištekliai;**
- **Kovojama prieš klimato atšilimą;**
- **Taupoma energija;**
- **Mažinami sąvartynai;**
- **Sutaupoma pinigų.**



Biomasė

Biomasė tai:

- Medienos ruošos bei apdirbimo metu gaunamos atliekos;
- Šiaudai, rapsai ar kviečiai, kurie žemės ūkyje yra įvardijami kaip atliekos;
- Atliekos gautos gyvulininkystėje: paukščių ar gyvulių ekskrementai;
- Organinės atliekos, gaunamos maisto pramonėje;
- Organinės medžiagos, kurios yra susikaupusios nutekamųjų vandenų dumble;
- Atrinktos organinės atliekos iš gaunamų komunalinių atliekų.

Dažniausiai biomasė naudojama gaminant įvairius energetikos produktus: bioetanolį, biodyzeliną, briketus, metano dujas.



Būdai iš biomasės gauti bioenergiją

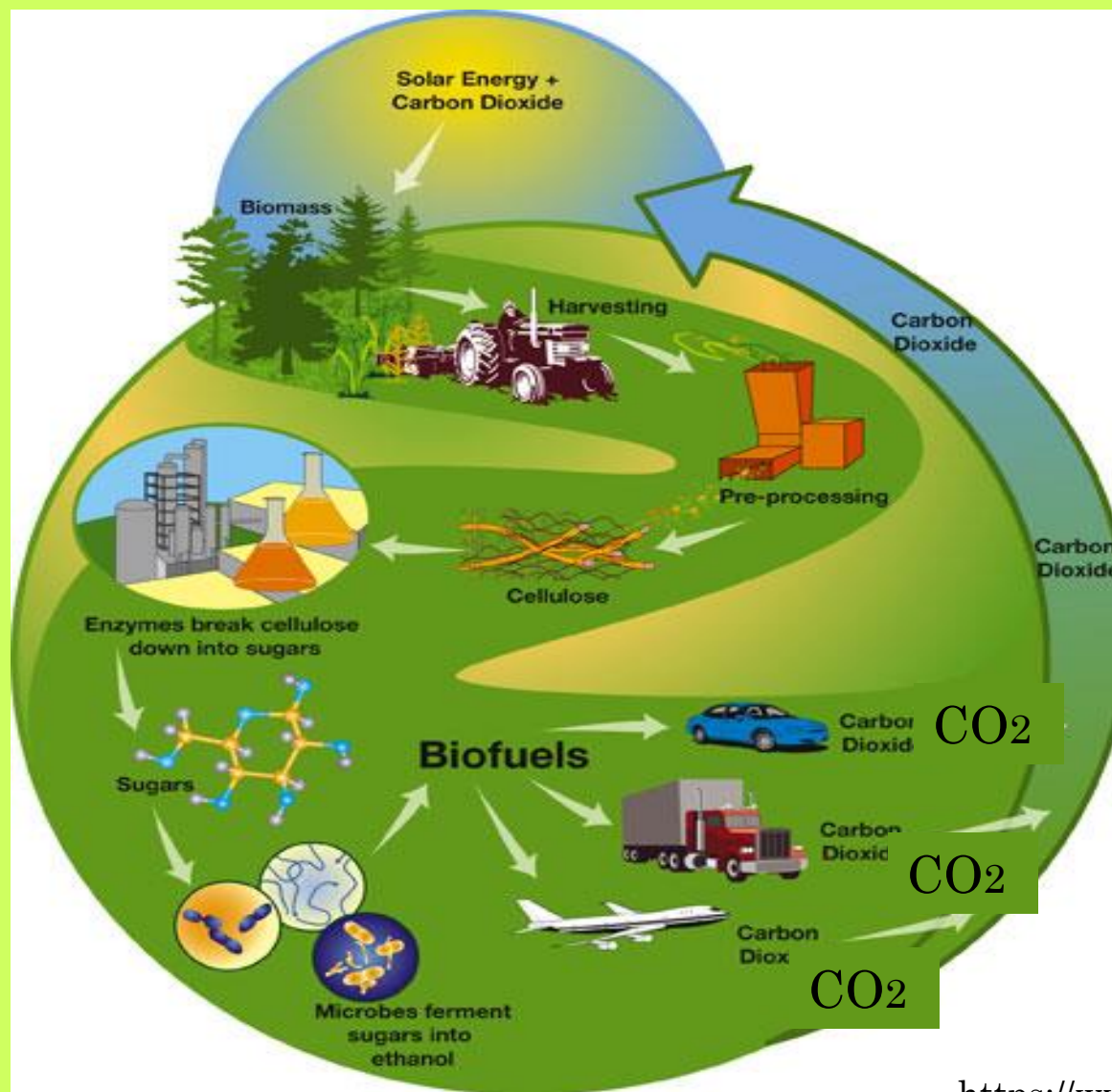
- **Tiesioginis deginimas.** Kai kurios atliekos gali būti tiesiogiai deginamos: drožlės, pjuvenos, žievė, šiaudai, kietosios komunalinės atliekos ir maisto pramonės atliekos.
- **Termocheminiai procesai.** Kaitinant įvairius biomasės mišinius 200-300 °C temperatūroje, gaminami briketai, granulės ir t.t.
- **Biocheminiai procesai.** Energijai gaminti (biodujoms, etanoliui) naudojamos biomasę skaidančios mikroorganizmų kultūros. Dar skirstoma į:
 - **Fermentacija;**
 - **Anaerobinis skaidymas.**



Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Iš biomasės gaminamas
etanolis

Fermentacija



<https://www.savaitgalis.lt/renginy/biomase-ateities-kuras/>



Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Anaerobinis skaidymas

1

Hidrolizė

Netirpūs organiniai polimerai suskaidomi fermentais, kuriuos gamina hidrolizės bakterijos.

2

Acidogenezė

Acidogeninės bakterijos paverčia iš hidrolizės gautus monomerus į lakiąsias riebalų rūgštis.

3

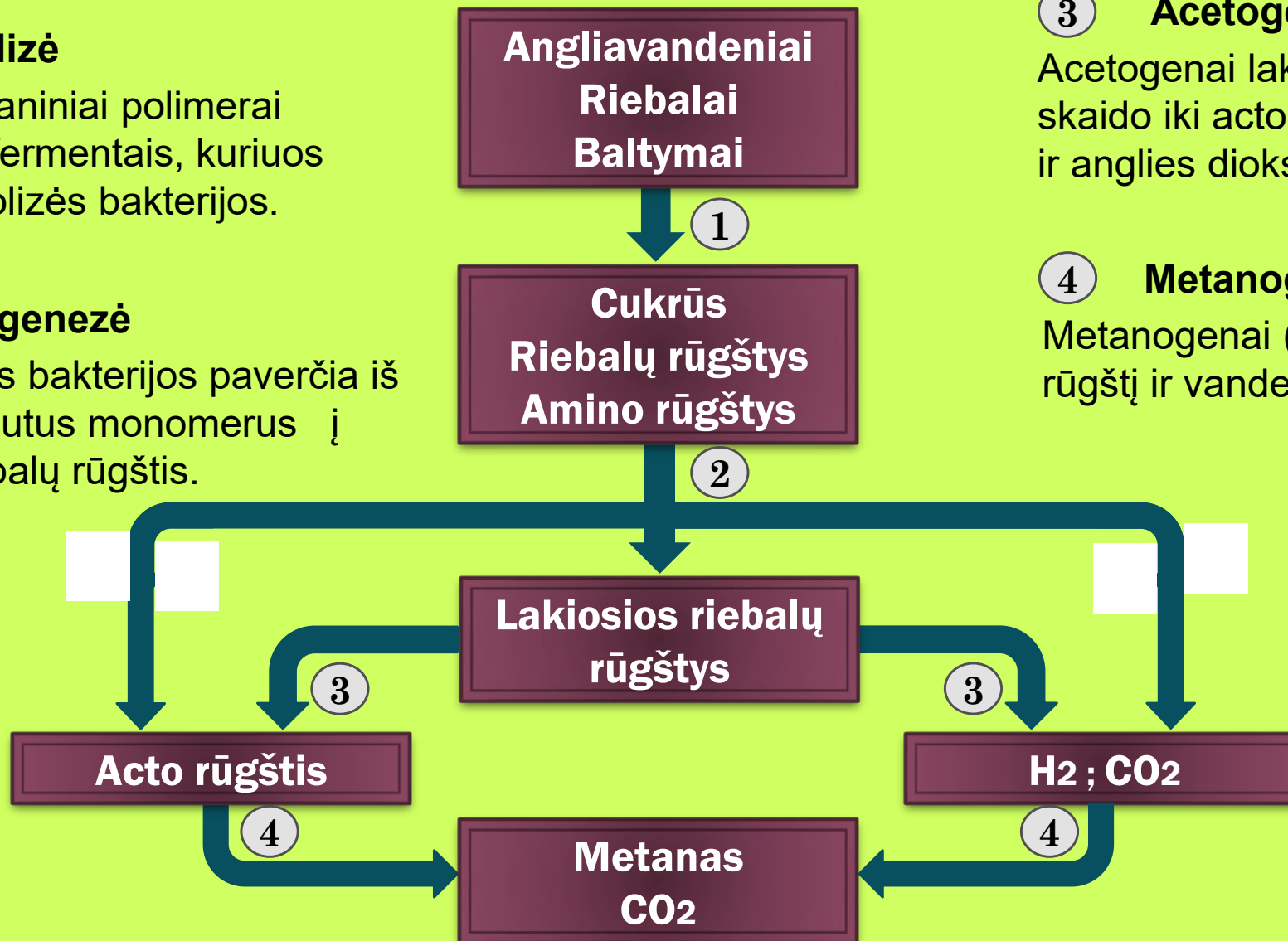
Acetogenezė

Acetogenai lakiąsias riebalų rūgštis skaido iki acto rūgšties, vandenilio ir anglies dioksido.

4

Metanogenezė

Metanogenai (archėjų rūšis) acto rūgštį ir vandenilį verčia metanu.





Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Digestras

Ekskrementai,
maisto atliekos

Dujų išėjimo
anga

Organinės trąšos

Biodujos
(suslėgtos)

Ekskrementai
(mikroorganizmai
anaerobiškai skaido
organines medžiagas)

Kietos atliekos

**Balansavimo
tankas**

Svogūnų atliekos – biocukrus, kvercetas

Svogūnų atliekos, gaunamos iš pramoniniu būdu perdirbtų svogūnų, gali būti panaudojamos pridėtinės vertės turintiems produktams- *bio-cukrui* ir *kvercetinui* išgauti. Tam pasitelkiami fermentai. Optimalus fermentinės biokonversijos iš svogūnų atliekų į *bio-cukrų* veiksmingumas (didesnis nei 95%) pasiekiamas naudojant celiulazės, ksilanazės ir pektinazės mišinį. *Kvercetino* ekstrakcija atliekama po fermentinės hidrolizės.

Kvercetas- antioksidantas, naudojamas kaip maitos papildas.



Panaudoti kavos tirščiai – bioetanolis, d-manozė (cukraus monomeras)

2017m. kavos likučiai yra pripažinti vienu naudingiausių išteklių pasaulyje biokurui ir biologinėms medžiagoms gaminti.

Etanolio ir d-manozės gavimo etapai:

- Fermentacijos procesas yra griežtai kontroliuojamas tam, kad mielės skaidytų gliukozę ir galaktozę, o manozė liktų nepakitusi;
- Apdirbant druskos rūgštimi pašalinami fenoliniai junginiai bei rudieji degimo produktai (kaip akrilamidas)
- Etanolio ir manozės atskyrimas garinant.



Klaipėdos
valstybinė
kolegija

D-manozė naudojama kaip maisto papildas, apsaugo nuo šlapimo takų infekcijų. Taip pat yra įrodymų, jog apsaugo nuo salmoneliozės.



Kiti kavos tirščių panaudojimo būdai:

- Kavos tirščių ekstraktai pasižymi stipriomis antioksidacinėmis savybėmis ir gali būti naudojami kaip natūralus antioksidantas mėsos pramonėje.
- Defektuotos (pažeistos) kavos pupelės tinka aktyvintos anglies ir biodyzelio gaminiui.



Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Obuoliai – polifenoliai, vitaminai, pektinas

Obuoliai yra bene labiausiai žmonių vartojami vaisiai, tačiau susidarantys obuolių atliekų kiekiai yra ne ką mažesni. Obuoliai yra gausus A, B, C ir E vitaminų šaltinis ir daug jų slypi vaisiaus atliekose. Daugiausia Vitamino E slypi obuolių sėklose, o obuolių žievelės yra geriausias fenolio rūgščių šaltinis. Šios medžiagos gali būti naudojamos maisto pramonėje arba kaip papildai.

Pektinas, vienas iš pagrindinių obuolių išspaudose esančių maistinių skaidulų, yra tirpi ir klampi skaidula, dažnai naudojama kaip stingdiklis maisto pramonėje.

Skaiciuojama, kad per metus Lietuvoje gamybos ir prekybos sektoriuose prarandama virš 1 100 tonų obuolių.





Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Vaisių žievelės – bio „oda“

Citrusiniai vaisiai yra perspektyvi žaliava veganiškos odos gamybai. Kuriant gamtai draugiškos odos alternatyvą iš vaisių žievelių galima ne tik prisidėti prie atliekų mažinimo, bet kartu mažinti gyvūnų odos, arba sintetinės odos (iš plastikų) naudojimą.



Pasitelkiant mikrogrybus ar mieles ant augalinės odos galima sukurti skaidulinį tinklą, kuris imituoja gyvūnų odos struktūrą.

Veganiška oda gali būti gaminama ir iš kitų daržovių ar net juodosios ir žaliosios arbatos lapų.

Daržovių atliekos– pigmentai (karotenoidai ir chlorofilai)

Daržovėse yra natūralių pigmentų, suteikiančių joms ryškias spalvas. Jie ne tik suteikia maistui patrauklumo, bet ir teikia naudos sveikatai, dėl antioksidacinio ir priešuždegiminio poveikio.

Pigmentai gali būti išgaunami žaliosios ekstrakcijos metodais naudojant aplinkai nekenksmingus tirpiklius, tokius kaip glicerolis, etanolis, vanduo ar augaliniai aliejai (pvz., sojų, rapsų).

Pigmentai gali būti naudojami kaip natūralūs maisto konservantai, dažikliai arba maisto papildai. Natūralių pigmentų trūkumas yra jų didesnis jautrumas aplinkos veiksniams, dėl ko, esant nepalankioms sąlygoms, jie mažiau stabilūs ir lengviau degraduoja.





Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Maisto ir žemės ūkio atliekos – biologiškai skaidus plastikas

Jungtinių Tautų maisto ir žemės ūkio organizacijos duomenimis, kiekvienais metais maždaug trečdalis žmonėms skirta maisto (~1,3 milijardo tonų) yra išmetama.

Pasitelkiant technologijas organines atliekas galima paversti polimeru polihidroksialkanoatu (PHA). Pradžioje gaminimo procesui naudojamos maisto ir agrokultūrų atliekos, panaudotas popierius bei kartonas. Jie yra paverčiami į maisto žaliavą natūraliai atsirandančioms bakterijoms, kurios, vartodamos šią organinę žaliavą, paverčia ją į PHA. Paskutinis etapas - PHA išdžiovinamas ir perdirbamas.

Šis bioplastikas gali būti labai plačiai panaudotas: nuo vienkartinės indų iki automobilio dalių. Be to, jis yra draugiškas gamtai dar ir dėl to, kad suyra vandenyje, nedarydamas žalos aplinkai. Toliau PHA taip pat gali būti vėl rūšiuojamas ir tapti žaliava minėtoms bakterijoms.



Elektronikos atliekos – vertingieji metalai

Neretai sąvartynuose atsiduria elektronikos prietaisai, kuriuose galima aptikti vertingųjų metalų. Pavyzdžiui, mobiliuosiuose telefonuose, kompiuteriuose ir televizoriuose randamos spausdintinės plokštės, kuriose yra vertingų metalų, tačiau jos sudarytos iš pavojingų medžiagų ir dažnai yra netinkamai perdirbamos.

Randami metalai: cinkas, auksas, sidabras, aliuminis, paladis ir kt.

Vertingus metalus galima ištraukti pasitelkiant biologinį išplovimą. Šis procesas pagrįstas mikrobų gebėjimu oksiduoti arba panaudoti organinį ir neorganinį substratą, taip ištirpinant metalus, kuriuos vėliau galima lengvai išgryninti.

Biologiniam išplovimui galima pasitelkti grybus. Vienas tokių - *Aspergillus niger* gali gaminti kai kurias organines rūgštis (citrinos rūgštį). Šie grybų metabolitai yra naudojami kaip medžiagos metalams tirpinti.





Žuvų perdirbimo šalutiniai produktai – kolagenas

Šiais laikais kolagenas daugiausiai išgaunamas iš karvių ir kiaulių odų. Tačiau toks kolagenas, dėl religinių įsitikinimų, yra netinkamas žydams, musulmonams ir induistams. Alternatyva yra gaminiui pasitelkti plačiai prieinamus žuvies perdirbimo šalutinius produktus: kaulus, odą, žvynus ir pelekus.

Kolageno išgavimo procesas:

- Iš pradžių šios atliekos susmulkinamos ir iš jų su NaCl pašalinamos priemaišos;
- Naudojant NaOH pašalinami nekolageniniai baltymai;
- Kolagenas ekstrahuojamas pasitelkiant acto rūgštį ir pepsiną.



Klaipėdos
valstybinė
kolegija

Apibendrinimas

Pasitelkiant biotechnologijas iš atliekų galima sukurti labai įvairių, pridėtinę vertę turinčių produktų. Tam gali būti naudojami gyvi organizmai, fermentai.

Šias technologijas galima taip pat labai plačiai pritaikyti: maisto pramonėje, farmacijoje, medicinoje, elektronikoje, kosmetikoje, bioplastikų gamyboje ir t.t.

Nors kai kuriais atvejais atliekų naudojimas pridėtinės vertės produktų gamybai gali atsieiti brangiau nei įprastinių medžiagų naudojimas, tačiau vienas didžiausių pranašumų yra tai, jog prisidedama prie žiedinės ekonomikos.

Šaltiniai:

- Choi, I. S., Cho, E. J., Moon, J. H., & Bae, H. J. (2015). Onion skin waste as a valorization resource for the by-products quercetin and biosugar. *Food chemistry*, 188, 537-542.
- Kim, H. M., Choi, Y. S., Lee, D. S., Kim, Y. H., & Bae, H. J. (2017). Production of bio-sugar and bioethanol from coffee residue (CR) by acid-chlorite pretreatment. *Bioresource technology*, 236, 194-201.
- Kim, Ji-Hee ; Ahn, Dong ; Eun, Jong ; Moon, Sun. (2016). Antioxidant Effect of Extracts from the Coffee Residue in Raw and Cooked Meat.
- Ramzan, K., Zehra, S. H., Balciunaitiene, A., Viskelis, P., & Viskelis, J. (2025). Valorization of fruit and vegetable waste: An approach to focusing on extraction of natural pigments. *Foods*, 14(8), 1402.
- Rimantho, D., Chaerani, L., & Sundari, A. S. (2024). Initial mechanical properties of orange peel waste as raw material for vegan leather production. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 10, 100786.
- Nguyen, Q., Cho, E., Trinh, L., Jeong, J., & Bae, H. (2017). Development of an integrated process to produce d-mannose and bioethanol from coffee residue waste. *Bioresource Technology*, 244(P1), 1039-1048.
- B. A. Oyofo, j. R. Deloach, D. E. Corrier, j. O. Norman, r. L. Ziprin, h. H. Mollenhauer, Prevention of *Salmonella typhimurium* Colonization of Broilers with D-Mannose, *Poultry Science*, Volume 68, Issue 10, October 1989, Pages 1357–136.
- Selmi, H., Presutto, E., Totaro, M., Spano, G., Capozzi, V., & Fragasso, M. (2025). Apple Waste/By-Products and Microbial Resources to Promote the Design of Added-Value Foods: A Review. *Foods*, 14(11), 1850.
- Aqilah, N. M. N., Rovina, K., Felicia, W. X. L., & Vonnice, J. M. (2023). A review on the potential bioactive components in fruits and vegetable wastes as value-added products in the food industry. *Molecules*, 28(6), 2631.
- Nuoroda į elektroninį puslapį: <http://www.fao.org/3/T1804E/t1804e06.htm>
- Nuoroda į elektroninį puslapį: <https://www.springwise.com/new-process-turns-food-waste-biodegradable-plastics/>
- Awasthi, A.K., Zeng, X. & Li, J. *Environ Sci Pollut Res* (2016) 23: 21141. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7529-9>
- Nuoroda į elektroninį puslapį: <http://projektavimas-statyba.lt/bioduju-gamybos-procesas/>
- <https://www.carbonbrief.org/food-waste-makes-up-half-of-global-food-system-emissions/>
- <https://www.mantinga.lt/en/news/the-initiative-saved-flavors-started>