



Ravinteiden talteenotto elintarviketeollisuuden jätevesistä: sienibiomassan mahdollisuudet

Danielle Bansfield, TKT — Vastuullisuusasiantuntija, EnviPro Oy
Biovahva-webinaari | Prizztech Oy | 13.5.2025

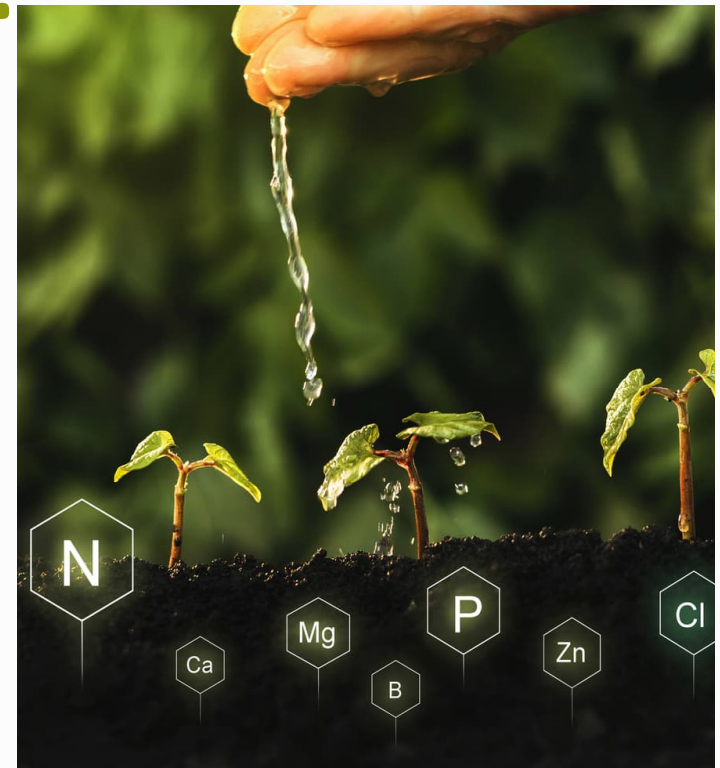


Sisältö

1. Elintarviketeollisuuden jätevedet – ongelma vai mahdollisuus?
2. Miksi sienet? Biologinen ratkaisu ravinteiden talteenottoon
3. Tutkimukseni: testatut sivuvirrat ja sienilajit
4. Keskeiset tulokset – parhaat syöte- ja sienilajit
5. Biomassan potentiaalit sovellukset
6. Tutkimusten rajoitteet
7. Laboratoriosta teollisuuteen – toimivia esimerkkejä
8. Mahdollisuudet suomalaisille elintarvikealan yrityksille

Elintarviketeollisuuden jätevedet: ongelma vai mahdollisuus?

- Elintarviketeollisuus tuottaa suuria määriä ravinnerikasta jätevettä (n. 126 500 m³/tuotettu elintarviketonne)
- Sisältää arvokkaita ravinteita: orgaaninen hiili, typpi ja fosfori
- Nykyinen käsittely on kallista ja ravinteet menetetään
- Perinteinen puhdistus kuluttaa energiaa ja tuottaa lietettä
- Ydinviesti: jätevedet ovat hyödynnettävissä olevia resursseja



Miksi sienet? Biologinen ratkaisu ravinteiden talteenottoon



Vertailu muihin mikro-organismeihin

- **Bakteerit:** tehokas poisto, vähäarvoinen liete
- **Mikrolevät:** epäorgaaniset ravinteet, rajallinen käyttö elintarvikejätevesissä
- **Sienet:** paras soveltuvuus → korkea orgaaninen kuorma, kerättävä biomassa

Miksi sienet? Biologinen ratkaisu ravinteiden talteenottoon

Sienibiomassa on arvokasta

- Proteiinit ja aminohapot
- Rasvahapot ja bioaktiiviset yhdisteet

Lisäsovellus: rihmastoiset sienet voivat flokkuloida* mikroleviä kemikaaleja käyttämättä → sienipohjainen avustettu flokkulaatio

*Flokkulointi = pienten hiukkasten tai solujen yhdistyminen suuremmiksi paakuiksi, jotka voidaan erottaa vedestä helpommin.



Tutkimukseni: mitä tein ja mitä löysin



1

2

3






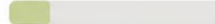


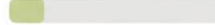

4

5

Testatut jätevesivirrat

- 1 = Juustohera
- 2 = Makeis- ja leipomoteollisuuden jätevedet
- 3 & 4 = Mallastuksen nestemäiset sivuvirrat
- 5 = Kiertovesikalakasvatuksen lieju

Keskeiset tutkimustulokset

	1	2	3	4	5
					
	Juustohera	Makeis- ja leipomoteollisuuden jätevedet	Mallastus: ohra liotusvesi	Mallastus: härkävavun liotusvesi	Kiertovesi- kalakasvatuksen lieju
 Sienten kasvu (biomassatuotanto)	 Erittäin korkea Paras kasvualue	 Korkea Hyvä kasvualue	 Kohtalainen Kohtalainen kasvu	 Kohtalainen Rajoitetumpi kasvu	 Alhainen Heikoin kasvu
 Ravinteiden poisto potentiaali (N ja P)	 Erittäin korkea Paras poisto	 Korkea Hyvä poisto	 Kohtalainen Kohtalainen poisto	 Alhainen-kohtalainen Rajoitettu poisto	 Alhainen Heikoin poisto
 Yleinen soveltuvuus sieniviljelyyn	★★★★★ Erittäin soveltuva	★★★★☆ Hyvin soveltuva	★★★☆☆ Kohtalaisesti soveltuva	★★☆☆☆ Vähän soveltuva	★☆☆☆☆ Heikosti soveltuva



Ydinhavainto: Juustohera tukee sienten kasvuja ja ravinteiden poistoa selvästi parhaiten. Makeis- ja leipomoteollisuuden jätevedet osoittautuivat toiseksi parhaaksi vaihtoehdoksi.

Keskeiset tutkimustulokset

Parhaat sienilajit eri sovelluksiin:

- ✓ *Penicillium corylophilum* - suurin biomassatuotanto ja ravinteiden poisto (N = 35 %, P = 41 %)
- ✓ *Geotrichum candidum* - korkein proteiini- (42% DW) ja aminohappopitoisuus (~37%)
- ✓ *P. corylophilum* - edullinen rasvahappoprofiili biodieseliin sekä kosmetiikka- ja farmaseuttisiin sovelluksiin
- ✓ Lisäsovellus: tehokkain mikrolevien keräys (87% 1 tunnissa) = *Pleurotus ostreatus*

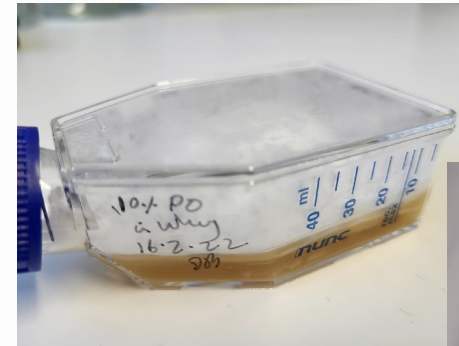
Biomassan potentiaaliset sovellukset

- orgaaninen lannoite
- rehulisä
- biodieselin raaka-aine
- kosmetiikka- ja farmaseuttiset sovellukset

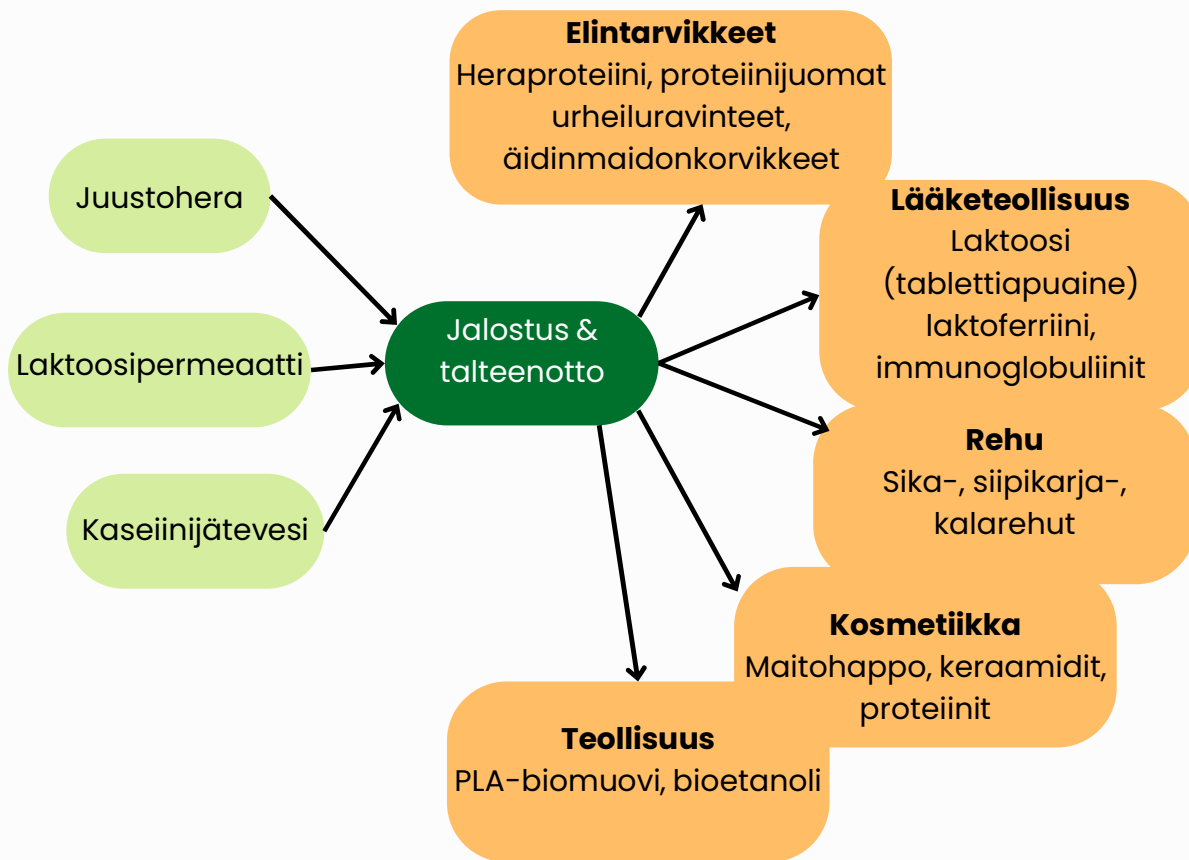


Laboratoriotutkimuksen rajoitteet

- Sterilointi saattoi heikentää laktoosia hyödyntävien lajien kasvua → menetelmällinen huomio, ei perustavanlaatuisen ongelma
- Laboratorioprosessi oli rajoitettu → teolliset bioreaktorit mahdollistavat paremman prosessin hallinnan ja suuremman biomassatuotannon
- Eräprosessi, ei jatkuva → jatkuvat reaktorit parantavat saantoja merkittävästi
- Vain laboratoriomittakaava (20 - 400 ml) → skaalaus ja pilotointi tarpeen
- Lajien EU-säätelyasema vaihtelee → lajivalinta tehtävä sääntelypolku mielessä
- Viesti: tunnettuja rajoitteita, ei perustavanlaatuisia esteitä



Herasta arvotuotteiksi



Markkinakonteksti

- Hera muuttui 1970-luvun jäteongelmasta miljardien eurojen globaaliksi ainesosamarkkinaksi.
- Maitoala on harjoittanut kiertotaloutta vuosikymmeniä.

Enifer: suomalainen esimerkki kaupallisesta sienibiomassasta



- VTT-spin-off Enifer kasvattaa *Paecilomyces variotii*-sientä Valion laktoosisivuvirrassa
- Prosessissa kierrätetään maitoalan sivuvirtojen ravinteita uudeksi proteiiniraaka-aineeksi
- PEKILO®-mykoproteiini sisältää noin 60–70 % proteiinia
- Sovellukset: kala-, lemmikki- ja ihmisravinto
- 33 M€ tehdasinvestointi Kirkkonummelle
- Yhteistyöt: Skretting (kalarehuyhtiö), Purina ja Valio
- Laajentumissuunnitelmat: Yhdysvallat ja Singapore

Tutkimuksesta käytäntöön — miten yrityksenne voi hyötyä?

Mitä tutkimus osoittaa?

- elintarviketeollisuuden sivuvirrat sisältävät arvokkaita ravinteita
- sienipohjainen ravinteiden talteenotto toimii teknisesti

Lopputuotteen arvo riippuu:

- syöttövirrasta
- sienilajista
- käyttökohteesta

Korkeamman lisäarvon sovellukset:

- rehu- ja elintarvikeraaka-aineet
- kosmetiikan bioaktiiviset yhdisteet
- farmaseuttiset sovellukset

Matalamman lisäarvon sovellukset:

- biokaasu
- biodiesel
- lannoitteet



EnviPro Oy voi tukea yrityksiä:

- kiertotalous- ja sivuvirtaselvityksissä
- jäte- ja vesihuollon ratkaisuissa
- ympäristöluvituksessa ja ilmoituksissa
- vastuullisuus- ja ympäristöstrategiassa
- pilotointi- ja hankesuunnittelussa



[Varata kokous](#)

Kiitos! Kysymyksiä?

Danielle.Bansfield@envipro.fi | +358 50 3233919 | www.envipro.fi



Lähteet

- Bansfield, D., Spilling, K., Mikola, A. & Piiparinen, J. (2022). *Bioflocculation of Euglena gracilis via direct application of fungal filaments: a rapid harvesting method*. Journal of Applied Phycology, 34, 321–334. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02651-5>
- Bansfield, D., Spilling, K., Mikola, A. & Piiparinen, J. (2023). *Growth of fungi and yeasts in food production waste streams: a feasibility study*. BMC Microbiology, 23, 328. <https://doi.org/10.1186/s12866-023-03083-6>
- Bansfield, D., Spilling, K., Mikola, A. & Piiparinen, J. (2024). *An investigation into the ability of three fungi and one yeast to grow and capture nutrients in cheese whey*. Bioresource Technology Reports, 26, 101854. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2024.101854>
- Bansfield, D., Spilling, K., Mikola, A. & Piiparinen, J. (2024). *Fungal cultivation in a dairy side stream: valorisation potential of whey into added-value biomass and byproducts*. Bioresource Technology Reports, 26, 101854. <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2024.101854>
- Bansfield, D. (2025). *Pioneering circular pathways: Improved recycling of nutrients in industrial wastewater into value-added products*. [Doctoral thesis](#), Aalto University.
- Bansfield, D. & Spilling, K. (2026). *Microalgae Harvesting Using Fungal Mycelia in Suspension*. In: Biofuels from Algae: Methods and Protocols (2nd ed.). Springer Protocols.
- Enifer. (2025). Enifer Bio Ltd. Available at: <https://www.enifer.com/> (Accessed 30 April 2026).
- Enifer. (2025). PEKILLO® mycoprotein. Available at: <https://www.enifer.com/pekilo/> (Accessed 30 April 2026).