

Biohiilen ja biomuovin (PHA) markkina-analyysiraportti

Alexandra Maksheeva

Tämä markkinaselvitys on toteutettu osana Ympäristöministeriön rahoittamaa Puhdistamolietteen arvokomponentit (PULINA) -hanketta, jonka keskeisenä tavoitteena on edistää puhdistamolietteen sisältämien arvokkaiden resurssien hyödyntämistä. Hankkeen aikana kehitettävän biojalostamokonseptin päätuotteita ovat puhdistamolietteestä tuotettu biohiili ja PHA-muovi, joita tämä markkinaselvitys koskee.

Lisätietoja hankkeesta: <https://lab.fi/fi/projekti/puhdistamolietteen-arvokomponentit>

Biohiili

Biohiili on korkeahiilinen materiaali, joka syntyy kuumentamalla orgaanista ainetta hapettomassa tilassa. Pyrolyysiksi kutsuttu prosessi sitoo hiiltä kiinteään muotoon sen sijaan, että se sitoutuisi happeen ja vapautuisi ilmaan. (Klein 2022). Biohiilen tarkoitus on luoda hiilinielu, joten sitä ei voida polttaa, mikä muuttaa hiilen käyttötarkoitusta verrattuna puuhileen. Biohiilimarkkinoiden kasvu laajenee 11,14 %:n vuotuisella kasvuvauhdilla vuoteen 2032 mennessä: Globaalien biohiilimarkkinoiden odotetaan kasvavan 11,14 %:n vuotuisella kasvuvauhdilla ennustejaksolla 2023–2032. Orgaanisten tuotteiden kasvava merkitys lisää biohiilen kysyntää globaaleilla biohiilimarkkinoilla. Biohiilen markkinahinta vuonna 2023 oli noin 1200–1300 €/tonni. (NASDAQ OMX's News Release Distribution Channel, 2023)

Biohiiltä voidaan käyttää parantamaan maaperän ilmavuutta, vedenpidätyskykyä ja rakennetta sekä nostamaan pH-arvoa, mikä vaikuttaa ravinteiden liukoisuuteen. Biohiilen huokosiin sitoutuneet ravinteet vapautuvat hitaasti kasvien käyttöön, mikä vähentää niiden huuhtoutumista vesistöihin. Muita käyttökohteita ovat esim. biokaasun tuotannossa tehostamaan metaanin tuottoa, kompostoinnissa, tai sitomaan ravinteita biokaasulaitoksen rejektivesistä. Tutkimusta on tehty myös mm. biohiilen käytöstä bitumin tai betonin raaka-aineena. Pyrolyysin sivutuotteena syntyy kaasuja, jotka voidaan nesteyttää tai polttaa lämpöenergiaksi. Nesteille ei tällä hetkellä juuri ole käyttökohteita, joten energiahyödyntäminen on yleisempi käytäntö.

Lisäarvoa voidaan luoda kaupallistamalla hiilensidonta hiilikrediiteiksi, jotka tunnetaan myös nimellä päästöyksiköt. Ne ovat yrityksille ja yksityisille henkilölle myytäviä lupia, joiden avulla omistaja voi päästää tietyn määrän hiilidioksidia tai muita kasvihuonekaasuja. Yksi päästöyksikkö sallii yhden CO₂ ekvivalentti tonnin verran päästöjä. Tämä vapaaehtoinen päästökompensaatio on kehitetty valtioiden välisen päästökaupan rinnalle. Hiilikrediittien hinnat vaihtelevat sijainnin ja markkinoiden mukaan, joilla niillä käydään kauppaa.

Alalta puuttuu kuitenkin myös talouspohjaista tutkimusta. Vaikka tietyt sovellukset tuottaisivat merkittäviä etuja, niitä ei ehkä siltikään oteta käyttöön kannattavuuden puutteen vuoksi. Siksi lisätutkimuksista tarvitaan myös taloudellisista näkökulmista. Koska tämä ei keskittynyt tiettyihin sovelluksiin, lisäaiheisiin on sisällytettävä biohiilisovelluksiin perustuva markkinatutkimus. (Kurniwan ym. 2023.)

Toimialan yleiskatsaus

Kasvavasta trendistä huolimatta biohiilen tarjoajien markkinat ovat kyllästymässä joka vuosi. Tässä on lista yrityksistä maailmanlaajuisesti (Klein 2022):

- Pacific Biochar (Kalifornia, USA) muuttaa käytöstä poistettuja biomassavoimaloita biohiilen tuotantolaitoksiksi. Se kerää orgaanista materiaalia korkean palopotentiaalisen metsistä, mikä vähentää metsäpaloariskiä, ja jakaa sitten syntyneen biohiilen maataloustoimittajille ja kompostipihoille. Yritys myy 1 500 tonnia hiilidioksidipäästöjä Microsoftille tänä vuonna, joka tulee olemaan kolmannen osapuolen auditoima ja European Biochar Certificationin sertifioima.
- Rainbow Bee Eater (Australia) Echo2-teknologia – teollinen prosessi, joka tuottaa biomassasta synteettistä kaasua, joka voi tuottaa uusiutuvaa lämpöä ja energiaa samalla kun luo biohiiltä hiilen sitomiseksi. Yritys käyttää kiertovirtauksia biohiilen valmistamiseen käyttämällä vähäarvoista orgaanista jätettä, kuten

ruohonleikkuujätteitä, leikattuja oksia ja muita metsäjätteitä, rakentamisen puujätettä ja sadon jäänteitä, kuten viljan olkia. Sen jälkeen se myy biohiiltä lannoitteeksi ja rehuksi yhdessä prosessin aikana syntyvän energian kanssa. Rainbow Bee Eater on myynyt päästöoikeuksia Shopifille ja Microsoftille, ja sillä on pilottilaitos toiminnassa Melbournen lähellä.

- Carbon Cycle (Saksa) perinteinen biohiilen tuotantopanossektori ja uudet hiilidioksidipäästöihin perustuvat markkinat. Yritys tuottaa hakkeesta korkealaatuista biohiiltä, jota se myy maataloudelle ympäri Eurooppaa. Sen verkkosivuilla kerrotaan, kuinka sen biohiili on parantanut maaperän laatua ja eläinten kasvatusta. Yritys on listannut päästöoikeuksia Puro.earth -markkinapaikalle ja myynyt 400 tonnia hiilikrediittejä Microsoftille.
- Ecoera (Ruotsi) Ruotsin ensimmäinen laajamittainen biohiilen tuottaja. Yritys valmistaa myös synteettistä kaasua lämmitykseen. Ecoera on osa Carbon Valley -pilottiohjelmaa, joka on ilmastomyönteisen maatalousjärjestelmän luominen. Yritys käyttää maatalouden tähteitä luodakseen runsaasti hiiltä sisältävän pelletin, joka sitten kuumennetaan biohiilen luomiseksi. Shopify on ostanut yhtiöltä päästöoikeuksia toivoen investoinnin poistavan pullonkauloja biohiilen toimitusketjusta.
- Bioeconomy Institute Carbon Removal (Iowa, USA) -tiimi kehitti pienen laboratoriomittakaavan pyrolyysilaitteiston, tuottamaan biohiiltä ja bioöljyä. Instituutilla on myös suurempi laitteisto biohiilen tuotantoa varten BioCentury Research Farmilla Amesin ulkopuolella, Iowassa.

Lisäksi markkinat ovat Suomessa hyvin edustettuina seuraavilla yrityksillä:

- Carbofex (Suomi). Laitos pystyy tuottamaan kuusihakkeesta 700 tonnia biohiiltä ja 600 tonnia korkealaatuista pyrolyysiöljyä (tunnetaan myös nimellä bioöljy) vuodessa. Yhtiö on ottanut talteen 9 800 000 kiloa hiilidioksidia vuodesta 2017, verkkosivunsa mukaan. Carbofex oli 60 parhaan finalistin joukossa Carbon XPRIZEN 100 miljoonan dollarin hiilenpoistokilpailussa, joka alkoi huhtikuussa 2021. Shopify ja Microsoft ovat kumpikin tehneet ostoksia Carbofexilta kestävän kehityksen aloitteitaan varten.
- Carbo Culturen (Suomi) patentoitu "karbolyysi"-prosessi, rikki yleisestä pyrolyysiprosessista, joka käyttää painetta yhdessä lämmön kanssa muuttaakseen orgaanisen materiaalin takaisin biohiileksi. Viime vuonna startup ilmoitti, että ilmastokonsultti South Pole on ostanut etukäteen sen hiilenkrediitit.
- PUHI (Suomi) integroi pyrolyysin, jossa sivuvirrat hyödynnetään biohiilen, hiilikompensaation ja energian tuottamiseksi. Tällä hetkellä päästöoikeuksien tuotanto ja myynti on ennakkotilausvaiheessa, koska biohiilen tuotannon on tarkoitus alkaa vuoden 2024 toisella neljänneksellä.

Sijoittajaryhmät ovat suuria teknologiayrityksiä, jotka kompensoivat hiilidioksidipäästöjä ostamalla hiilidioksidipäästöjä biohiilen tuottajilta.

Kohdemarkkinat

Markkinoiden koko

Biohiilen hinta vaihtelee tällä hetkellä voimakkaasti, koska sen potentiaalia ei ole vielä täysin tutkittu ja markkinat eivät ole vielä täysin vakiintuneet (Dai et al. 2019)

Sijainti

Euroopassa on kehittyneet ja erittäin kilpaillut lannoitevalmisteiden markkinat, joilla on suuri ja kasvava luomusektori ja kasvava määrä biohiilen tuottajia, jotka täyttävät vapaaehtoisen standardin, European Biochar Certificate. European Biochar Certificate on yksi kahdesta maailmanlaajuisesti tunnustetusta biohiilen standardista. Suurin este biohiilen viennille Eurooppaan maanparannusaineena on logistiikkakustannukset (European Biochar Certificate (EBC), nd). Siksi, jos yritetään päästä Euroopan markkinoille, on suositeltavaa viedä vientiin lisäarvotuotteita, kuten biolannoitteita tai rehulisäaineita tai jauhettua tai pelletoitua biohiiltä. Näille lisäarvotuotteille voi kuitenkin olla teknisiä kaupan esteitä, koska vaaditaan huomattavaa tietämystä määräyksistä, standardeista ja kauppatariffeista.

Trendit

Ainoastaan Euroopassa biohiilen markkinat kasvoivat noin 80 % vuonna 2021, ja kaikki näyttää viittaavan trendin kasvuun. (GRK-tiedot 2022)

Kilpailu

Sisäänkäynnin esteet

1. Euroopan biohiilen sertifikaatti. European Biochar Certificate (EBC) biohiilen sertifiointisäännöt, jotka edellyttävät kestävästi tuotettua tuotetta. (Willems 2023). EBC on kehitetty rajoittamaan biohiilen käytön riskejä parhaan tieteellisen tietämyksemme mukaan ja auttamaan biohiilen käyttäjiä ja tuottajia ehkäisemään tai ainakin vähentämään terveydelle ja ympäristölle aiheutuvia riskejä biohiilen tuotannon ja käytön aikana. (European Biochar Certificate 2023)
2. Näitä ohjeita antaessaan Ithaka-instituutti aikoo ottaa käyttöön viimeisimpään tutkimukseen ja käytäntöihin perustuvan arviointimekanismin. Edellyttämällä tämän arviointijärjestelmän käyttöä European Biochar Certificate (EBC) mahdollistaa ja takaa kestävän biohiilen tuotannon, käsittelyn ja myynnin. Sen tarkoituksena on tarjota asiakkaille luotettava laatustandardi ja samalla antaa tuottajille mahdollisuus todistaa, että heidän tuotteensa täyttävät tarkasti määritellyt ja tunnustetut laatustandardit. Lisäksi sen tavoitteena on tarjota vankka uusimman tekniikan tiedon siirto vakaaksi pohjaksi tulevalle lainsäädännölle (esim. EU:n lannoitesäännökset tai hiilinielusäännökset). Tällä hetkellä European Biochar Certificate on vapaaehtoinen alan standardi Euroopassa. Sveitsissä se on kuitenkin pakollinen kaikille maatalouskäyttöön myytävälle biohiilelle. Useat muut maat ovat yhdenmukaistaneet biohiileen liittyviä määräyksiään EBC:n kanssa. (European Biochar Certificate 2023)
3. Biohiilen tuotantoa ja myyntiä säätelevät useat määräykset ja yksityiset standardit. Biohiili sisältyy vuonna 2022 voimaantuneeseen. EU:n lannoitevalmisteasetukseen (EU) 2009/1009, joka asettaa vaatimuksia EU-lannoitevalmisteina markkinoitaville tuotteille. Delegoitu asetus (EU) 2021/2088 asettaa syötemateriaaleille, jalostusprosessille ja tuotteen laadulle ehtoja, jotka takaavat biohiilen turvallisuuden ja tehokkuuden viljelykäytössä. Säännöksen mukaan biohiilen on täytettävä ainesosaluokan CMC14 "Pyrolyysissa ja kaasutuksessa muodostuvat materiaalit" vaatimukset. EU:n luomuviljelyssä kasviperäisistä materiaaleista saadun biohiilen käyttö maanparannusaineena on sallittu täytäntöönpanoasetuksella (EU) 2021/1165, kunhan kasvimateriaalit käsitellään sadonkorjuun jälkeen sallituilla materiaaleilla. Epäpuhtauksien raja-arvot (EU) 2009/1009 ovat voimassa. (Heinrich ym. 2023)
4. REACH-asetuksen (kemikaalien rekisteröinti, arviointi, lupa ja rajoittaminen, (EY) N:o 1907/2006) mukaan biohiilen tuottajien on kerättävä tietoja hiilen kemiallisista aineista ja

- toimitettava asiakirjat Euroopan kemikaalivirastolle, jos tuotantomäärä ylittää 1 tonnin vuodessa. Biohiili voidaan rekisteröidä puuhiiliaineistoon (EC / List no.: 240-383-3). Rekisteröimisestä aiheutuu kustannuksia, ja mikro-, pk-yritysten osalta sovelletaan alennettua maksua (EY) N:o 340/2008). (Heinrich ym. 2023)
5. Lisäksi sääntelyesteet voivat aiheuttaa ylimääräistä taloudellista ja ajallista taakkaa. Erityisesti EU:n rinnakkain voimassa olevan lannoitustuotteita koskevan asetuksen virheellinen linjaus voi lisätä täytäntöönpanon vaivaa ja epävarmuutta. (Heinrich ym. 2023)

Hinnoittelu ja ennuste

Nykyinen biohiilen hinta maanparannusaineena Suomen markkinoilla on noin 225-250€ kuutiometriltä (300 kg) (EIT Climate KC 2020). Eurooppalaisten standardien mukaan sertifioidun biohiilen markkinahinta vaihteli 600–700 dollarin välillä tonnilta (Kurniwan ym. 2023.). Biohiilen arvostaminen ja sen käyttö maaperän parannus- ja adsorbenttipohjaisena katalyyttinä ovat tarjonneet kaupallisia mahdollisuuksia biomassavaroista saataville hiilipitoisille materiaaleille. (Kurniwan ym. 2023). Tuore tutkimus (Juvan 2023) osoittaa, että biohiilen hinta tonnista vuonna 2023 oli 1200-1300 euron välillä. Tutkimusta varten haastateltu tutkija Esko Salo arvioi, että tällä hetkellä laskennassa voi käyttää yhden hiilikrediitin arvona 100–150 €. Hiilikrediittien myynnistä saatavaa tuottoa arvioitiin käyttämällä yhden hiilikrediitin arvona 100 €. Yhden biohiilitonnin tuotannolla voidaan tuottaa keskimäärin noin kolme hiilikrediittiä. (Juva 2023.)

Liiketoiminnan malli

Biohiili toimii maanparannusaineena ja lisäksi hiilinieluna hilliten siten ilmastonmuutosta. Yksi tonni biohiiltä sisältää 3,7 tonnia hiilidioksidia. Biohiili on tärkeä Pariisin ilmastosopimuksen (Carbons 2023) tavoitteiden saavuttamisessa.

Biohiilen tuotannossa syntyy myös pyrolyysiöljyä, jota voidaan käyttää ja energiantuotannossa. Biohiilen tuotanto on nopea prosessi, joka voi olla myös taloudellisesti kannattava prosessissa saadun lopputuotteen arvon vuoksi. Lisäksi sillä on muita mahdollisia hyötyjä, kuten maaperän hedelmällisyyden parantaminen, siementen itämisen edistäminen, kasvien kasvun lisääminen, maaperän taudinkestävyyden parantaminen, myrkyllisten saasteiden imeytyminen ja maan vedenpidätyskyvyn parantaminen. Lisäksi sitä voidaan käyttää myös lääketeollisuudessa, jossa se voi tehokkaasti poistaa myrkyllisiä aineita. Tulevaisuudessa se voi olla erittäin potentiaalinen hyödyke useille teollisuudenaloille. (Gabnane ym. 2020).

Raaka-aineen saatavuus ja koostumus ovat tärkeimpiä tekijöitä biohiilen tehokkaan ja taloudellisen tuotannon kannalta. Vaikka raaka-aineita on valtavasti saatavilla, niiden asianmukainen luokittelu ja luonnehdinnat ovat olennaisia sen asianmukaisen käytön kannalta. Biohiilen tuotantoon käytetään monenlaisia raaka-aineita, jotka sisältävät maatalousjätteitä, yhdyskuntajätteitä, paperijätettä, puubiomassaa, vesibiomassaa, eläinten ja ihmisten eritteitä, teollisuusjätteitä, ruoka- ja keittiöjätteitä, meijeri- ja paperitehdasjätteitä sekä siipikarjajätteitä. (Gabnane ym. 2020).

Biomuovi (PHA-muovi)

Biomuovit ovat materiaaleja, joilla voidaan korvata perinteiset öljypohjaiset muovit kestävässä elintarvikepakkauksissa. Biomuoveina pidetään uusiutuvista luonnonvaroista peräisin olevia materiaaleja ja biohajoavia polymeerejä, kuten PLA, PHA, PBAT ja tärkkelys. (Harknarsujarit et al. 2021.) Polyhydroksyalcanoatit eli PHA:t ovat tärkeä polymeeriperhe, jota on tutkittu jo jonkin aikaa ja joka on nyt kaupallisesti saatavilla, ja tuotantokapasiteetin odotetaan kasvavan seuraavan viiden vuoden aikana (Ibrahim ym. 2021). Niitä voidaan tuottaa esim. maissitärkkelyksestä, sokeriru'osta tai leivistä, mutta myös jäte- ja sivuvirroista, kuten puhdistamolietteestä.

Toimialan yleiskatsaus

Parhaat yritykset globaaleilla biomuovimarkkinoilla

- Novamont SPA (Italia)
- Teijin Limited (Japani)
- Toray Industries Inc. (Japani)
- Toyota Tsusho Corporation (Japani)
- Avantium (Alankomaat)
- PTT MCC Biochem Co. Ltd. (Thaimaa)
- An-Phat Holdings (Vietnam)
- NatureWorks LLC (USA)
- Saudi Basic Industries Corporation (Saudi-Arabia)
- BASF SE (Saksa)
- Futerro Sa (Belgia)
- Trinseo SA (USA)
- Braskem (Brasilia)
- Total Corbion PLAIR (Alankomaat)
- SUPLA (Kiina)

(Vantage Market Research 2023)

Markkinoiden ajurit

Uusiutuvien luonnonvarojen, biomassan ja biopohjaisten materiaalien, kuten tärkkelyksen ja kasvien johdannaisten, käyttö vie globaalia biomuoviteollisuutta eteenpäin. Käytettävissä olevien tietojen mukaan biopohjaiset biomuovit muodostivat enemmistön, yli 80 %, globaaleista biomuovimarkkinoista. Biomuovien sisällyttäminen monenlaisiin käyttökohteisiin, mukaan lukien pakkaukset ja kotitaloustuotteet, on mahdollistanut muovinvalmistajille vähentää riippuvuuttaan öljyperäisistä muoveista. Lisäksi kuluttajien kasvava kysyntä ympäristöystävällisille pakkauksille muuttaa merkittävien muovinvalmistajien ja pakkaustoimittajien prioriteetteja kohti biomuovipakkausratkaisuja. Lisäksi tarve noudattaa hallituksen määräyksiä pakottaa nämä myyjät kiinnittämään huomionsa biomuovin tuotantoon ja suunnittelemaan tuotteidensa asemointia globaaleilla vientimarkkinoilla. (Vantage Market Research 2023.)

Markkinamahdollisuudet

Viime vuosina merkittävät muoviyrietykset ovat kasvattaneet yhä enemmän tarjontaansa ympäristön kannalta kestävämpien vaihtoehtojen osalta. Tämä vastaa trendejä monilla muilla aloilla, mukaan lukien energia, maatalous ja polttoaineet. Yrietykset palkkaavat kestäväen kehityksen asiantuntijoita

integroimaan ympäristötietoisia käytäntöjä tuotanto- ja hankintatoimintoihinsa. Esimerkki on Coca-Cola, joka esitteli Plant Bottle -muovipullopakkauksen, joka sisältää 30 % kasviperäisiä materiaaleja. Samaan tapaan biomuovien valmistajat luovat uusia formulaatioita, jotka eivät vain täytä, vaan usein ylittävätkin perinteisen muovin asettamat suorituskyvyn vertailuarvot. Tämä kehitys avaa erilaisia mahdollisuuksia laajentaa biomuoviteollisuutta. (Vantage Market Research 2023.)

Kohdemarkkinat

Markkinoiden koko

Vantage Market Researchin mukaan globaalien biomuovimarkkinoiden arvon arvioidaan olevan 19,2 miljardia dollaria vuoteen 2030 mennessä, ja sen odotetaan osoittavan 11,1 %:n CAGR:n vuosina 2023–2030. Globaalit biomuovimarkkinat kasvoivat 8,4 miljardiin dollariin vuonna 2022. (Vantage) Markkinatutkimus 2023.)

Sijainti

Global production capacities of bioplastics in 2022 (by region)



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2022). More information: www.european-bioplastics.org/market and www.bio-based.eu/markets

Alueellisen kapasiteetin kehittämistä silmällä pitäen Aasia vahvasti edelleen asemaansa merkittävänä tuotantokeskuksena, sillä yli 41 % biomuovista valmistetaan tällä hetkellä alueella. Tällä hetkellä hieman yli neljännes tuotantokapasiteetista sijaitsee edelleen Euroopassa. Euroopan ja muiden maailman alueiden osuus kuitenkin pienenee merkittävästi seuraavan viiden vuoden aikana. Sitä vastoin Aasian tuotantokapasiteetin ennustetaan kasvavan lähes 63 prosenttiin vuoteen 2027 mennessä. (European Bioplastics 2023.)

Trendit

Biomuovit auttavat vähentämään hiilidioksidipäästöjä verrattuna perinteisiin muoveihin, koska ne on valmistettu uusiutuvista luonnonvaroista. Tämä hiilijalanjäljen pieneneminen on merkittävä tekijä biomuovien käyttöönotossa. Esimerkiksi Plastics Industry Trade Associationin mukaan Yhdysvaltojen bionalouden osuus on noin 369 miljardia dollaria, samalla kun se säästää yli 300 miljoonaa gallonaa öljynkäsittelyssä vuosittain. Lisäksi eri puolilla maailmaa hallitukset säätelevät aktiivisesti säädöksiä edistääkseen biomuovien käyttöönottoa. Tämän tavoitteen mukaisesti Ranskan

maatalousministeriö käynnisti strategisen aloitteen vuoden 2005 maatalouspolitiikan lain mukaisesti biomuovin puolustamiseksi. Merkittävä tavoite oli varmistaa, että kaikki muoviset kantokassit siirtyvät biohajoaviin vaihtoehtoihin vuoteen 2015 mennessä. (Vantage Market Research 2023.)

Lisäksi on tärkeä mainita EU:n kiertotalousstrategia. Se on osa Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa, ja sen tavoitteena on luoda kestävämpi ja kilpailukykyisempi Eurooppa. Strategia keskittyy tuotteiden koko elinkaaren hallintaan, edistää kiertotalousprosesseja ja kannustaa kestäväan kulutukseen. Tavoitteena on vähentää luonnonvarojen käyttöä ja varmistaa, että käytetyt resurssit pysyvät EU:n taloudessa mahdollisimman pitkään. (European Commission 2020.) Myös EU:n muovidirektiivi (2019/94), joka tunnetaan myös nimellä kertakäyttömuovidirektiivi, pyrkii vähentämään tiettyjen muovituotteiden ympäristövaikutuksia ja edistämään siirtymistä kiertotalouteen. Direktiivi kieltää markkinoilta kertakäyttömuovituotteet, joille on saatavilla kestävämpiä vaihtoehtoja, ja asettaa tiukkoja vaatimuksia muovijätteen vähentämiseksi. (European Union 2019.)

Kilpailu

Sisään pääsyn esteet

Useiden biomuovien luokkien kohdalla on edelleen lukuisia haasteita, joihin on puututtava. Biomuovit tulee suunnitella huolellisesti käyttöiän päättymismenetelmiä varten kestäväan kehityksen ylläpitämiseksi ja integroitumiseksi kiertotalouteen. Esimerkiksi yleisin kokonaan biopohjainen muovimateriaali, PLA, voidaan teollisesti kompostoida. Tämä käytäntö ei kuitenkaan tuota merkittäviä hyötyjä kompostille, mikä johtaa rajoitettuun sitoutumiseen teollisuudessa. Lisäksi PLA:n kierrätys, toisin kuin drop-in biopohjainen PET, vaatii erikoistuneen infrastruktuurin, joka on suhteellisen niukka ja joka aiheuttaa huomattavia käyttöönottokustannuksia. Näin ollen merkittävä osa PLA:sta on taipumus olla väärin hoidettua tai päätyä kaatopaikoille. (Vantage Market Research 2023.) Tuotantokustannusten alentaminen on ollut pullonkaula markkinoiden laajentumiselle. (Wang ym. 2022)

Hinnoittelu ja ennuste

PHA-muovin markkinahinnaksi on arvioitu 3,5-4,5 €/kg (Kashani 2022). Vuonna 2022 tehdyn selvityksen mukaan puhdistamolietteestä tuotetun PHA:n yksikkökustannus Suomessa on eri skenaarioissa 3,40-3,76 €/kg PHA:ta, joten se voidaan arvioida taloudellisesti kannattavaksi (Sharbaf, 2022).

Johtopäätökset

Tämän raportin tavoitteena oli tarjota tarvittavia tietoja sekä biohiilen että biomuovin (PHA-pohjaisen) markkinakuvausanalyysistä. Se tarjoaa lyhyen näkemyksen molemmista markkinoista sekä tärkeistä kilpailijoista ja markkinoille pääsyn esteistä. Lisäksi se ennustaa markkinoiden kehitystä, näyttää viimeaikaiset trendit ja tarjoaa taloudellisia ennusteita yksikköhinnasta ja markkina-arvosta.

Biohiilen arvo perustuu sen käyttöön maanparannusaineena ja hiilinieluna. Teollisuudesta löytyy myös muita mahdollisia käyttösovelluksia, joiden odotetaan yleistyvän tulevaisuudessa. Biohiilen maailmanmarkkinoiden arvo vuonna 2022 oli 184,90 miljoonaa dollaria ja sen on odotettu kasvavan 450,58 miljoonaan dollariin vuoteen 2030 mennessä. (Fortune Business Insights 2023).

Tulevaisuuden biohiilimarkkinoilla merkittävä rooli tulee oletettavasti olemaan päästökompensatioilla, joita yritykset ja yksityiset henkilöt voivat ostaa. Investoijat ovat tyypillisesti suuria tekniikan alan yrityksiä, jotka ostavat päästöoikeuksia. Suomessa toimii tällä hetkellä useita biohiiltä valmistavia yrityksiä. Alalla on kasvavaa kilpailua ja EBC-standardin ehdot täyttäviä yrityksiä tulee jatkuvasti lisää. Euroopassa biohiilimarkkina kasvoi 80 % vuonna 2021 ja sen on ennustettu kasvavan edelleen. Markkinoille pääsy edellyttää lisäarvon luomista tuotteelle esim. lannoitekäytön kannalta. EBC-standardi on useimmissa maissa vapaaehtoinen, mutta se toimii takuuna kestävästä ja turvallisesta tuotteesta ja lisää luotettavuutta kuluttajien näkökulmasta. Tämän lisäksi tuotannossa ja liiketoiminnan kehittämisessä on huomioitava sekä kansalliset että kansainväliset säädökset mm. sallittujen raaka-aineiden ja lopputuotteen laatuvaatimusten osalta. Kustannuksia huomattavasti nostava REACH-menettely koskee kaupallisia toimijoita, joiden tuotanto ylittää 1000 kg vuodessa. Liiketoiminnan kannattavuuteen vaikuttaa olennaisesti myös raaka-aineiden saatavuuden ja laadun varmistaminen. Pyrolyysilaitosten investointikustannusten arviointi on yksi suurimmista haasteista toimialalla ja taloustutkimusta aiheesta tarvitaan lisää.

Biomuoveilla (esim. PLA, PHA, PBAT) voidaan korvata fossiilista raaka-aineista valmistettuja muoveja lukuisissa eri käyttötarkoituksissa, kuten pakkausmateriaalina ja kodintarvikkeissa. Polyhydroksyalcanoateista (PHA) valmistettuja muovituotteita on jo markkinoilla saatavilla, ja tuotannon odotetaan kasvavan lähitulevaisuudessa. Kehityksen tärkeimpiä vaikuttavia tekijöitä ovat erilaisten uusiutuvien raaka-aineiden saatavuus, käyttömahdollisuudet ja kasvava kysyntä ympäristöystävällisille pakkausmateriaaleille sekä EU:n kiertotalousstrategian mukaiset tavoitteet, kuten muovidirektiivi. Viime vuosina yhä useammat yritykset ovat siirtyneet käyttämään kasvipohjaisia muoveja tuotteidensa pakkausmateriaaleina. Kestävyyskriteerien täyttymisen kannalta tuotteiden kehittämisessä on olennaisen tärkeää huomioida materiaalin kierrätsmahdollisuudet käytöstä poistamisen jälkeen. Globaalilla tasolla biomuovimarkkinoiden koko oli 8,4 miljardia dollaria vuonna 2022, ja sen odotetaan kasvavan 19,2 miljardiin dollariin vuoteen 2030 mennessä. Tällä hetkellä koko maailman biomuovituotannosta noin neljännes sijoittuu Eurooppaan, mutta tulevaisuudessa tuotannon ennustetaan painottuvan Aasian maihin. Puhdistamolietteen käyttö PHA:n raaka-aineena on arvioitu taloudellisesti kannattavaksi Suomessa.

mahdollisuuksia maatalajajuiseen toteutukseen. Kestävä tuotanto ja kulutus, 37, 256–267. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.02.019>

Ibrahim, NI, Shahar, FS, Sultan, MTH, Shah, AUM, Safri, SNA ja Mat Yazik, MH (2021). Yleiskatsaus biomuovin käyttönotosta ja sen sovelluksista tuotepakkauksissa. *Coatings*, 11(11), 1423. Lainattu 18. joulukuuta 2023, saatavana osoitteessa <https://www.mdpi.com/2079-6412/11/11/1423>

Juva, K. 2023. Maatilanmittakaavan biohiilituotannon mahdollisuus ja kannattavuus. HAMK AMK opinnäytetyö. Lainattu 16.5.2024. Saatavilla osoitteessa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202304175408>

Kashani, JS 2022. Polyhydroksialkanoaattien (PHA) tuotanto jätevesistä Lahden seudulla: Tekniso- taloudellinen arvio. Pro gradu tutkielma. Käytetty 26.10.2023. Saatavilla osoitteessa: https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/164215/Sharbaf_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kenton, W. 2023. Hiilidioksidipäästöt ja kuinka ne voivat kompensoida hiilijalanjälkeäsi. Investopedia. Käytetty 22. marraskuuta 2023. Saatavilla osoitteessa: https://www.investopedia.com/terms/c/carbon_credit.asp

Klein, J. 2022. Seitsemän biohiilyritystä, jotka sinun pitäisi tietää. GreenBiz. [Käytetty 12. lokakuuta 2023] Saatavilla osoitteessa: <https://www.greenbiz.com/article/seven-biochar-companies-you-should-know>

Kurniawan, TA, Othman, MHD, Liang, X., Goh, HH, Gikas, P., Chong, K.-K., & Chew, KW (2023). Biohiilen haasteita ja mahdollisuuksia edistää kiertotaloutta ja hiilineutraaliutta. *Journal of Environmental Management*, 332, 117429–117429. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117429>

Sharbaf, J. 2022. Production of Polyhydroxyalkanoates (PHA) from wastewater in Lahti Region: A Techno-economic Assessment. Diplomityö. Lappeenrantaan-Lahden teknillinen yliopisto, LUT School of Energy Systems. Lahti. Käytetty 3.9.2024. Saatavissa <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2022053141259>

Valonia. 2020. Katsaus päästökompensaatiopalveluihin. <https://valonia.fi/materiaali/katsaus-paastokompensaatiopalveluihin/>

Vantage markkinatutkimus. 2023. Biomuovimarkkinoiden koko ja osuus ylittää 19,2 miljardia dollaria vuoteen 2030 mennessä | Vantage markkinatutkimus. Yahoo Finance. Lainattu 18. joulukuuta 2023. Saatavilla osoitteessa <https://finance.yahoo.com/news/bioplastics-market-size-share-surpass-114800152.html>

Wang, Hobby, AM, Chen, Y., Chio, A., Jenkins, BM ja Zhang, R. (2022). Polyhydroksialkanoaattien (PHA) teollisen mittakaavan tuotantojärjestelmän teknoekonominen analyysi juuston sivutuotteista, by Halophiles. *Prosessit*, 10(1), 17–. <https://doi.org/10.3390/pr10010017>

Willems, M. 2023. Miksi biohiilen sijoitustila tarvitsee kipeästi uutta pääomaa. Net Nolla -sijoittaja. Käytetty 12. lokakuuta 2023. Saatavilla osoitteessa: <https://www.netzeroinvestor.net/news-and-views/why-the-biochar-investment-space-is-in-urgent-need-of-fresh-capital>

Y. Dai, N. Zhang, C. Xing, Q. Cui, Q. Sun. 2019. Biohiilen adsorptio, regenerointi ja tekniset sovellukset orgaanisten epäpuhtauksien poistamiseen: katsaus. *Chemosphere*, 223 (2019), s. 12–27