Euroopan unionin osarahoittama

samk

SATAKUNTALIITTO
Regional Council of Satakunta

Hävikkitaikinan hyödyntämismahdollisuudet

Case: Kivikylän pizzatehdas, Eura

Katri Juva (Satafood) & Kati Nordlund (Satakunnan ammattikorkeakoulu)

2025

Satafood

KiDi

Satakunnan Biolaakso

Hävikkitaikinan hyödyntämismahdollisuudet

Case: Kivikylän pizzatehdas, Eura

Katri Juva & Kati Nordlund

Pori 2025

Satakunnan ammattikorkeakoulu

Pori 2025

Satakunnan ammattikorkeakoulu.
Sarja D, Muut julkaisut 16/2025
ISSN 2323-8372

Tämä teos, jonka tekijät ovat Katri Juva ja Kati Nordlund, on lisensoitu Creative Commons BY 4.0 lisenssillä. Tarkastellaksesi lisenssin ehtoja, käy osoitteessa https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fi

This work by Katri Juva and Kati Nordlund is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Julkaisija:
Satakunnan ammattikorkeakoulu
PL 1001, 28101 Pori
www.samk.fi

Graafinen suunnittelu: Kati Nordlund
Taitto: Kati Nordlund
Kuvat: Tekijä mainittu kuvan yhteydessä
Kansikuva: Elsa Penttilä / Satakunnan Biolaakso, kuvauspaikka Kivikylä, Eura

Satakunnan ammattikorkeakoulun julkaisut ilmaiseksi ladattavissa: theseus.fi.

Tiivistelmä

Kivikylän Kotipalvaamo Oy:n (myöhemmin Kivikylä) pizzatehdas Eurassa oli kiinnostunut selvittämään, miten linjastolla syntyvää hävikkitaikinaa voisi hyödyntää. Tässä työssä etsittiin uusia hyödyntämisratkaisuja hävikkitaikinalle jätehierarkian eli etusijajärjestyksen mukaisesti. Tuotantoprosessin muuttamista pohdittiin yhtenä hävikkitaikinan määrää vähentävänä ratkaisuna, mutta ratkaisun käytännön toteutusmahdollisuuksia ei lähdetty tarkemmin selvittämään. Myös pizzan muotoa muuttamalla voidaan vaikuttaa syntyvän hävikkitaikinan määrään. Muodon vaihtaminen ei kuitenkaan täysin eliminoisi hävikin syntyä.

Hävikkitaikinan hyödyntäminen sellaisenaan uusissa tuotteissa on taikinan uudelleenkäyttöä. Hävikkitaikinasta kehitettiin leipomotuotteita erillisessä projektissa yhteistyössä WinNovan elintarvikeopiskelijoiden kanssa. Hävikkitaikina toimi kokeiluissa hyvin. Selvityksessä tarkasteltiin myös taikinan yksittäispakastamista myyntiin kuluttajille tai yrityksille, mutta tämä vaatisi lisäinvestointeja tuotantolinjaan.

Uusiokäytöllä tarkoitetaan hävikin käyttämistä toisen prosessin raaka-aineena. Selvityksessä tarkasteltiin taikinan käyttöä solumaatalouden raaka-aineena. Tarkasteltujen tutkimusten mukaan taikina soveltuu solumaatalouden käyttöön hyvin, mutta vaatii jonkin verran esikäsittelyä. Aihe tarvitsee kuitenkin lisää tutkimusta. Myös taikinan käyttöä rehuna selvitettiin. Tulosten valossa rehukäyttö ei ole mielekästä.

Lopuksi tarkasteltiin hävikkitaikinan energiakäyttöä. Tarkasteltuja vaihtoehtoja olivat hyödyntäminen nestemäisten biopolttoaineiden valmistuksessa ja biokaasun raaka-aineena. Biokaasukäsittely on Kivikylän hävikkitaikinan nykyinen hyödyntämisratkaisu. Muutamat suomalaiset leipomot toimittavat hävikkinsä bioetanolin raaka-aineeksi. Lähimmät bioetanolia valmistavat laitokset sijaitsevat Ruotsissa. Syntyvän hävikkitaikinan pienen volyymin takia kuljetus niin kauas ei ole järkevä ratkaisu.

Abstract

Kivikylän Kotipalvaamo Oy's pizza factory in Eura was interested in finding out how the waste dough generated on the production line could be utilized. This work looked for new use cases for waste dough in accordance with the waste hierarchy. Changing the production process was considered as one solution to reduce the amount of waste dough, but the practical feasibility of this solution was not investigated in detail. Changing the shape of the pizza can also affect the amount of waste dough produced. However, changing the shape would not eliminate waste.

Utilizing waste dough as is in new products is a form of reuse. New bakery products were developed from the surplus dough in a separate project carried out in collaboration with WinNova's baker-confectioner students. The dough performed well in trials. The study also examined the possibility of ready-to-use dough portions for sale to consumers or businesses, but this would require additional investment in the production line.

Reuse refers to utilizing waste as such in new products. The study examined the use of dough as raw material in cell agriculture. According to the studies reviewed, dough is well suited for use in cell culture agriculture but requires some pre-treatment. The topic also requires further research. The use of dough as animal feed was also investigated. Based on the results, its use as feed is not feasible.

Recycling refers to the use of waste as raw material in another process. The study examined the use of dough as raw material in cell agriculture. According to the studies examined, dough is well suited for use in cell agriculture but requires some pre-treatment. However, the subject requires further research. The use of dough as animal feed was also investigated. Based on the results, its use as animal feed is not feasible.

Finally, the energy use of waste dough was examined. The options examined were its use in the production of liquid biofuels and as a biogas feedstock. Biogas processing is the current solution for utilizing Kivikylä's waste dough. A few Finnish bakeries deliver their waste as raw material for bioethanol production. The nearest bioethanol production plants are in Sweden. Due to the small volume of generated waste dough, transporting it so far is not a reasonable solution.

Translated with DeepL.com (free version), proofread and edited by authors.

Sisällys

Tiivistelmä 1
Abstract 2
1. Johdanto 4
2. Hävikkitaikinan synty ja nykyinen käsittely 6
3. Hävikkitaikinan synnyn minimointi 8
4. Hävikkitaikinan uudelleenkäyttö 10
4.1. Uudet leipomotuotteet 10
4.2. Pakastetut pizzapohjat 10
4.3. Tyhjiöpakatut pizzapohjat 11
5. Hävikkitaikinan uusiokäyttö 12
5.1. Solumaatalous 12
5.2. Rehukäyttö 15
6. Energiahyödyntäminen 16
6.1. Nestemäiset biopolttoaineet 16
6.2. Biokaasu 17
7. Yhteenveto, pohdinta ja jatkotoimenpide-ehdotukset 18
Lähteet 21

1. Johdanto

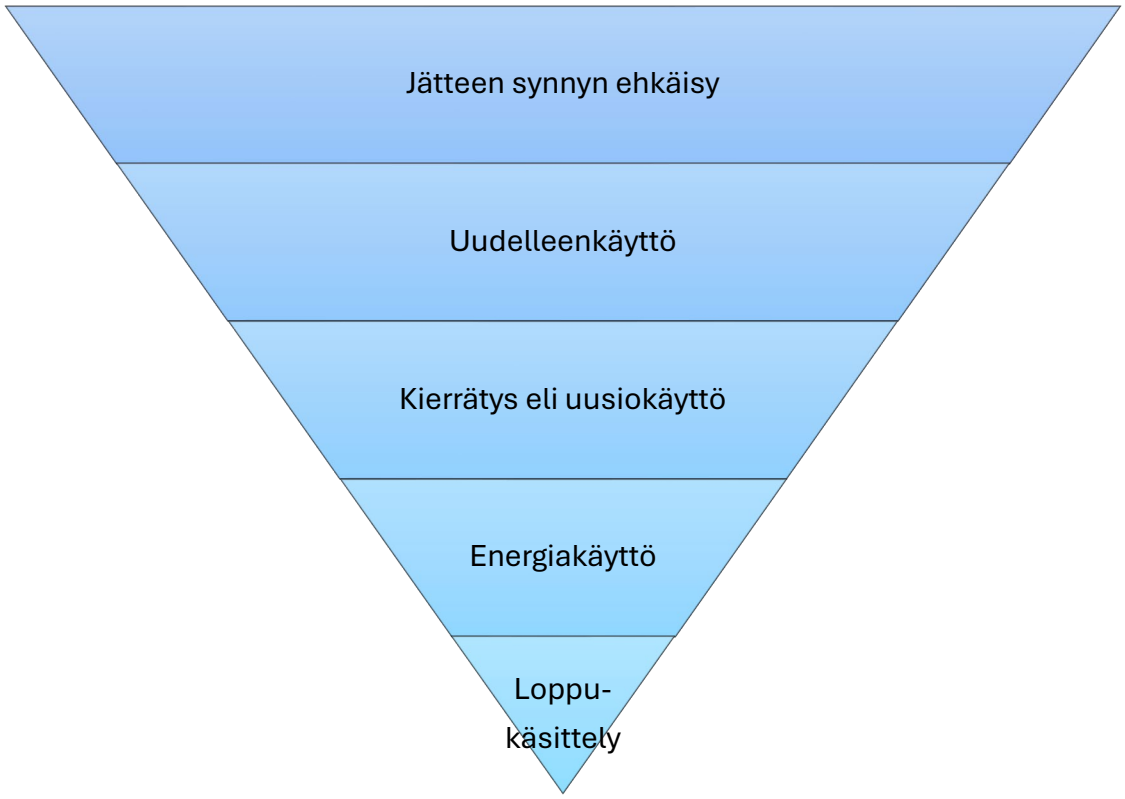
Leipomo- ja muussa teollisessa taikinankäsittelyssä syntyy väistämättä jonkin verran taikinahävikkiä. Hävikkiä muodostuu linjastolla, kun taikinaa leikataan tiettyyn muotoon. Myös sekoitusastioihin, kuljettimiin ja muotteihin saattaa jäädä taikinaa. Taikinahävikki päätyy nykyään harvemmin jätteeksi, sillä Suomessa on vuonna 2016 tullut voimaan orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto. Biojätteet käsitellään yleisesti joko kompostointi- tai biokaasulaitoksissa tai ne päätyvät bioetanolin raaka-aineeksi. Myös tällä tavoin käsiteltävästä hävikkitaikinasta koituu usein suoria kustannuksia hävikin tuottajalle jätteen keräys- ja käsittelymaksujen kautta. Lisäksi hävikkitaikinan valmistukseen käytetyt raaka-aineet ja energia ovat pelkkää kustannusta, eikä niistä saada tuottoa.

Yritykset pyrkivätkin yhä useammin muuttamaan tällaiset vähäarvoiset sivuvirrat uusiksi raaka-aineiksi. Tavoitteena on yleensä pienentää kustannuksia tai saada lisätuloja uusista sivuvirtapohjaisista tuotteista tai raaka-aineista sekä hyödyntää käyttöön otetut resurssit (luonnonvarat ja energia) tehokkaasti. Suoran taloudellisen hyödyn lisäksi yritys voi saada sivuvirran hyödyntämisestä imagollista hyötyä. Kiertotalousajattelun mukainen resurssien tehokas käyttö on osa vastuullista yritystoimintaa, joka nähdään tärkeänä sekä kuluttajien, kaupan että rahoittajien näkökulmista katsottuna.

Tässä raportissa keskitytään tarkastelemaan case-esimerkkinä Eurassa sijaitsevan Kivikylän pizzatehtaan tuotantolinjastolla syntyvää hävikkitaikinaa ja sen hyödyntämismahdollisuuksia. Tämä selvitystyö tehtiin kahden hankkeen, Teknologisesti vihreämpi ja vireämpi Etelä-Satakunta ja Kiertotalous ja digitalisaatio satakuntalaisen elintarviketeollisuuden vahvuutena, yhteistyönä.

Kivikylän tehtaalla hävikkitaikina koostuu loppupäivän aikana linjastolla leikattavista kanttipaloista, joita ei ehditä palauttamaan prosessiin, koska tuotantolinja suljetaan illalla. Hävikkitaikinaa syntyy vaihtelevasti 200–250 kg päivässä. Tietty määrä ylijäämästä voidaan sekoittaa seuraavan päivän ensimmäiseen taikinaan. Merkittävä määrä hävikkitaikinaa päätyy kuitenkin biojätteeksi ja siitä edelleen biokaasulaitokselle.

Vaikka jätehierarkia koskee ensisijaisesti jätehuollon toimijoita, sen periaate jätteen synnyn ehkäisystä ja materiaalien uudelleenkäytöstä ennen energiahyödyntämistä ohjaa myös muita toimijoita resurssien mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Raportissa esitetäänkin uudet ratkaisut taikinahävikin käsittelylle jätehierarkian mukaista järjestystä noudattaen.



Kuva 1. Jätehierarkia (mukaillen Bröckl ym. 2021).

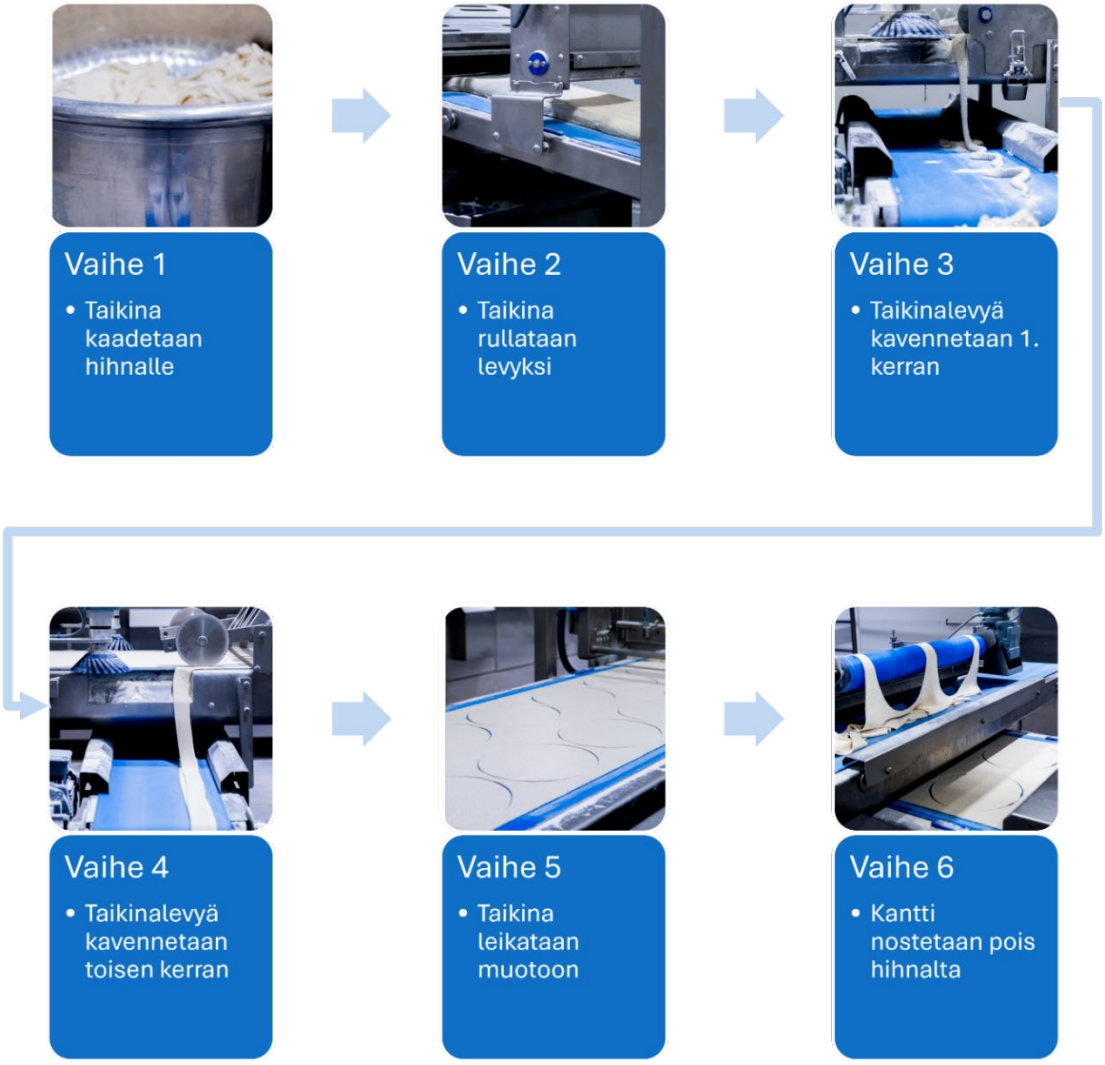
Ensisijaisena vaihtoehtona tarkasteltiin mahdollisuutta ehkäistä ylijäämän syntymistä tuotantoprosessia optimoimalla. Yhtenä tarkastelun kohteena oli mahdollisuus hyödyntää edellisen päivän hävikkitaikinaa seuraavan päivän tuotannossa esimerkiksi valmistamalla siitä vedellä ohennettua vesi-taikinaseosta eli slurrya. Toinen tarkasteltu vaihtoehto oli hävikin vähentäminen vaihtamalla tuotteen muotoa.

Hävikkitaikinan hyödyntäminen sellaisenaan uusien tuotteiden raaka-aineena on taikinan uudelleenkäyttöä. Taikinan uudelleenkäytön mahdollisuuksia pilotoitiin oppilaitosyhteistyön avulla: opiskelijat pääsivät ideoimaan ja toteuttamaan uusia leipomotuotteita yli jäävästä pizzataikinasta. Tässä raportissa nostetaan esille vain pilotin tärkeimmät havainnot. Merkittävänä taikinan uudelleen käytön haasteena on sen säilytys ja varastointi, joihin esitetään raportissa mahdollisia ratkaisuja. Ratkaisuehdotuksissa huomioidaan lähialueen yritysten toiminnot ja mahdolliset raaka-ainetarpeet.

Raportissa tarkastellaan myös mahdollisuuksia hyödyntää hävikkitaikinaa jonkin toisen prosessin raaka-aineena (fermentointi ja rehukäyttö, luku 5). Näistä ratkaisuista etsittiin tietoa kirjallisuudesta, tutkimuksista sekä mm. elintarvike- ja biojalostusteollisuudesta löytyneistä esimerkeistä. Energiahyödyntämisen prosesseja on esitelty luvussa 6.

2. Hävikkitaikinan synty ja nykyinen käsittely

Kivikylän pizzalinjastosta syntyy hävikkitaikinaa jokaisen tuotantopäivän päätteeksi, kun linjasto pysäytetään viimeisen työvuoron lopuksi. Päivällä linjaston käydessä taikinan leikkuupalat, eli kantit, kierrätetään uuteen taikinaan, jolloin tätä hävikkiä ei synny. Illan viimeisiä kanttipaloja syntyy vaihtelevasti 200–250 kg päivässä. Osa edellisen illan ylijäämästä voidaan käyttää seuraavan päivän ensimmäisessä taikinassa. Uudelleen käytettävä taikina on säilöttävä siten, että hiivan toiminta pysähtyy eivätkä muut mikrobit pääse lisääntymään. Käytännössä tämä tarkoittaa esimerkiksi pakastamista. Kuvassa 2 on esitetty pizzalinjan ne kohdat, joissa kanttipalaa syntyy.



Kuva 2. Kanttipalojen syntyminen pizzalinjaston eri kohdissa. (Kuvat: Elsa Penttilä, Kivikylän Euran pizzalinjastosta)

Kanttipaloja syntyy prosessissa kolmessa kohdassa: kaksi kertaa, kun taikinalevyä on kavennettava levyksi rullauksen yhteydessä (vaiheet 3 ja 4) ja viimeisen kerran, kun taikinalevy leikataan muotoon ja väliin jäävä osa nostetaan pois hihnalta (vaihe 6).

Syntyvät kanttipalat kiertävät prosessissa, kunnes päivän viimeisestä taikinasta jäävä hävikki menee biojätteeseen, jonka alueellinen jätehuoltoyhtiö toimittaa biokaasulaitokselle. Jätteen keräys sisältyy yrityksen vuokrasopimukseen, joten hävikkitaikinan hävittämisestä ei synny ylimääräisiä kustannuksia.

Päivittäin syntyvän hävikkitaikinan määrä vastaa kuitenkin jopa noin 1000 pizzapohjaa, jos yhden pizzataikinan painoksi arvioidaan 200–300 grammaa. Hävikin rahallista arvoa voi hahmottaa seuraavasti: tekoälyn tekemän karkean arvion mukaan yhden pizzapohjan raaka-aineet maksavat keskimäärin noin 0,33 €. Pizzataikinan raaka-aineiden kuluttajahintojen perusteella laskettuna yhden pizzapohjan hinnaksi tulee noin 0,45–0,6 € käytettävistä tuotteista riippuen. Koska nämä ovat kuluttajahintaan perustuvia arvioita, on teollisessa mittakaavassa pizzataikinan yksikköhinta todennäköisesti alhaisempi. Siitä huolimatta päivittäin hävikkiin menevän taikinan arvo voi olla noin 100–200 euroa. Raaka-aineiden lisäksi hävikkitaikinan valmistukseen on kulunut myös energiaa, mikä osaltaan kasvattaa hävikin kustannuksia.

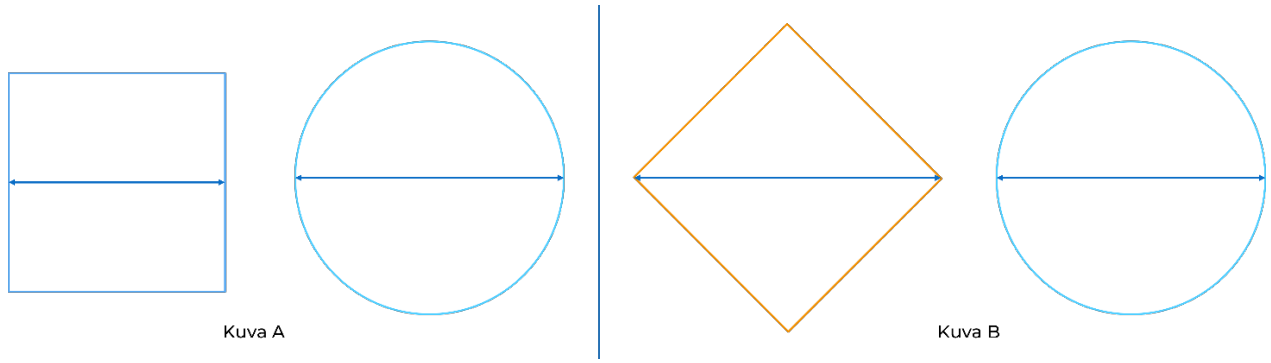
3. Hävikkitaikinan synnyn minimointi

Projektin aluksi pohdittiin mahdollisuuksia vähentää hävikin syntyä. Laitevalmistajan mukaan syntyvä taikinakantti voisi teoriassa kiertää prosessissa vesi-taikinaseoksena. Tällä tavoin optimoidussa prosessissa vesi-taikinaseos korvaisi veden seuraavassa taikinaerässä, eikä hävikkiä ideaalitilanteessa syntyisi. Kuvatun prosessin toteutus vaatisi varmasti muutoksia reseptiikkaan ja linjastoon. Ratkaisun edistäminen edellyttäisi merkittäviä lisäselvityksiä, joita ei tämän työn yhteydessä lähdetty tekemään, vaikka hävikin vähentäminen olisi jätehierarkian mukaan ensisijaisesti tavoiteltava ratkaisu (Bröckl ym. 2021).

Myös pizzojen haluttu muoto vaikuttaa syntyvän taikinahävikin määrään. Pyöreitä paloja leikatessa syntyy enemmän kanttipalaa kuin suorakaiteen muotoiseksi leikattaessa. Myös suorakaiteen muotoon leikattaessa palojen väliin on jätettävä tyhjä väli, etteivät pizzat kiinnity toisiinsa kypsennettäessä. Pizzojen väliin jäävän kantin on kummassakin tapauksessa oltava riittävän paksu, ettei se katkea, kun se nostetaan koneellisesti pois pizzalinjalta (ks. Kuva 2, vaihe 6). Suorakaiteen muotoista pizzaa kannattaisi hävikin vähentämisen kannalta suosia. Erityisesti päivän viimeinen erä kannattaisi leipoa suorakaiteen muotoon.

Tuotantopäätöksiä ei kuitenkaan tehdä pelkästään hävikin minimoimiseksi. Kuluttajien mieltymyksillä on ensisijainen vaikutus tuotantopäätöksiin ja pizzan pyöreä muoto saattaa olla kuluttajille merkittäväkin ostopäätökseen vaikuttava tekijä. Kuluttajien mieltymyksiä käsitteleviä tutkimuksia etsittiin Google Scholarista erilaisin hakusanoin. Käytettyjä hakusanoja olivat esimerkiksi: "Pizza shape" AND consumer behavior, "Consumer preferences pizza shape" ja “food shape" AND "buying behavior”.

Yksi löydetyistä tutkimuksista käsitteli ihmisten kykyä arvioida yksinkertaisten muotojen, kuten neliöiden, suorakaiteiden ja ympyröiden, pinta-alaa ja tämän arvion vaikutusta maksuvalmiuteen. Yksi tutkimuksessa toteutetuista kokeista selvitti, miten paljon asiakkaat ovat valmiit maksamaan eri muotoisista pizzoista. Koehenkilöille kerrottiin, että uusi pizzeria haluaa selvittää kyselyn avulla, millaisia tuotteita sen kannattaa tarjota. Koehenkilöille näytettiin kuvassa 3 esitetyistä kuvista joko A tai B ja heitä pyydettiin kertomaan, kumpi kuvan muodoista on isompi. Samalla kysyttiin, paljonko koehenkilö on valmis maksamaan esitetyistä ”pizzoista”. Koe asetelmassa esitetyt muodot ovat pinta-alaltaan samat, mutta sitä ei koehenkilöille kerrottu.



Kuva 3. Krider ym., 2001 kokeen 3 koejärjestely (perustuen Krider ym., 2001).

Koehenkilöt, joille näytettiin kuva B, olivat valmiit maksamaan neliön muotoisesta pizzasta enemmän kuin pyöreästä. Ne, joille näytettiin kuva A, olivat valmiit maksamaan neliön ja ympyrän muotoisesta pizzasta suunnilleen saman verran. Krider ym., (2001) tutkimushypoteesin mukaan tämä johtuu kuluttajien tavasta havainnoida muotojen kokoa, eli tässä tapauksessa pinta-alaa. Kuluttajat valitsevat ensin yhden selkeimmin havainnoitavan dimension, kuten neliön sivun tai ympyrän halkaisijan ja perustavat pinta-alaan ja tilavuuteen liittyvät päätelmänsä voimakkaasti tähän dimensioon. Kun koehenkilöille esitetään kulmalleen käännetty neliö, jonka diagonaali on kuvan 3b tavoin merkitty, he yliarvioivat kyseisen muodon pinta-alan. Verrattaessa ympyrään, jonka pinta-ala on matemaattisesti sama, koehenkilö havaitsee ensimmäisenä ympyrän halkaisijan olevan hieman lyhyempi kuin neliön diagonaalin ja siksi tulkitsevat ympyrän pinta-alaltaan neliötä pienemmäksi. (Krider ym., 2001).

Tässä tutkimuksessa ei varsinaisesti selvitetty, miten pizzan muoto vaikuttaa kuluttajan ostopäätökseen. Tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin päätellä, että kuluttajien maksuvalmiuteen vaikuttaa ainakin heidän tulkintansa pizzan pinta-alasta. Joissain tapauksissa neliön muotoinen pizza tulkitaan jopa pyöreää pizzaa suuremmaksi, vaikka ne olisivat todellisuudessa pinta-alaltaan yhtä suuret.

4. Hävikkitaikinan uudelleenkäyttö

Hävikkitaikinan uudelleenkäytöllä tarkoitetaan tässä taikinan käyttämistä sellaisenaan uusien leipomotuotteiden valmistuksessa. Taikinan hyödyntäminen sellaisenaan ei vaatisi sivuvirran merkittävää prosessointia syntypaikalla. Haasteena tässä on kuitenkin taikinan säilyvyys. Taikina on säilytettävä kylmässä.

Seuraavissa luvuissa tarkastellaan, millaisia tuotteita hävikkitaikinasta voi valmistaa ja mitä taikinan säilöminen ja myynti eteenpäin vaatisi Kivikylältä. Alustavasti arvioidaan myös Kivikylän pizzatehtaan lähialueella toimivien yritysten mahdollista kiinnostusta kyseessä olevaan raaka-aineeseen.

4.1. Uudet leipomotuotteet

Rinnakkain tämän selvitystyön kanssa toteutettiin tuotekehitysprojekti yhteistyössä WinNovan leipurikondiittori opiskelijoiden kanssa. Projektissa tutkittiin, millaisten leipomotuotteiden valmistukseen hävikkitaikina soveltuisi.

Projektin aikana hävikkitaikinasta leivottiin useita suolaisia ja makeita tuotteita. Taikinan havaittiin hyvin soveltuvan esimerkiksi voitaikinan valmistukseen ja esitaikinaksi perusvehnätaikinoihin. Hävikkitaikinan todettiin soveltuvan myös esimerkiksi korppujen valmistukseen. Nämä voisivat soveltua salaattien tai keittojen lisukkeiksi. Mikäli taikina saataisiin tuotantoon seuraavana päivänä sen valmistamisesta, ei pakastaminen välttämättä olisi tarpeen, vaan säilytys jääkaappilämpötilassa olisi riittävä. Tällaisessa konseptissa vältettäisiin logistiikkakustannukset ja pakastamiseen kuluva energia.

4.2. Pakastetut pizzapohjat

Hävikkitaikinan myynti pakastettuina pizzapohjina on yksi mahdollinen hyödyntämisratkaisu. Sekä tukku- että päivittäistavaraliikkeet myyvät pakastettuja pizzapohjia taikinapalloina. Esimerkiksi Wihuri Metro-tukussa myytävien, pakastettujen pizzataikinapallojen massa vaihtelee välillä 150–300 g (Wihuri Oy, n.d.). Myynnissä on myös eri kokoisia pakastettuja pizzataikinalevyjä. Ajatellen Kivikylän tuotantoprosessia, taikinan muokkaaminen taikinapalloiksi olisi todennäköisesti helpommin järjestettävissä kuin muokkaaminen taikinalevyiksi.

Kun päivittäin muodostuvasta hävikkitaikinasta pyöritetään taikinapalloittajalla massaltaan noin 200–300 g pizzataikinapalloja, saadaan noin 1000 taikinapalloa päivässä.

Tehokkaalla taikinapalloittajalla 1000 taikinapallon tekemiseen kuluisi noin puoli tuntia aikaa (GGM Gastro International GmbH, n.d-a.). Taikinanpalloittajasta tulevat taikinapallot tulisi pakata myyntipakkauksiin, eli palloittajan lisäksi tarvitaan lyhyt pakkauslinjasto. Pakkaamisen jälkeen taikinapallot tulisi toimittaa pakastettavaksi ja tässä voisi hyödyntää esimerkiksi tuotantolaitoksen lähellä sijaitsevaa pakkasvarastoa.

Jos yhdestä pizzataikinapohjasta saisi myyntituottoa esimerkiksi 0,8 € päivässä, olisi päivittäinen myyntituotto yhteensä 800 €. Ratkaisun kannattavuutta arvioitaessa tulee huomioida myös taikinan tuotteistamisesta aiheutuvat muuttuvat ja kiinteät kustannukset sekä investointikustannukset. Kustannuksia aiheutuu esimerkiksi laitehankinnoista (taikinapalloittaja ja pakkauslinjasto), tilainvestoinneista, energiankulutuksesta, pakkaustyöstä ja -materiaaleista, logistiikasta sekä pakastamisesta. Näiden kustannusten suuruutta ei tässä selvityksessä tarkemmin arvioitu.

4.3. Tyhjiöpakatut pizzapohjat

Päivittäistavarakaupoissa myydään tyhjiöpakattuja, valmiita pizzataikinoita, joita ei ole pakastettu. Tuotteita säilytetään viileässä, ja ne säilyvät tyypillisesti 2–4 viikkoa. Pakkauksessa on venttiili, joka päästää taikinassa muodostuvan hiilidioksidin ulos, mutta pitää hapen ulkona pakkauksesta. Yksi mahdollisuus pidentää taikinan säilyvyyttä ilman pakastusta olisi pakata hävikkitaikinaa tällaisiin tyhjiöpakkauksiin. Myös ns. MAP-teknologia (Modified Athmosphere Packaging), jossa pakkauskaasujen (typpi, hiilidioksidi) avulla estetään mikrobien ja homeen kasvu on mahdollinen säilyvyysaikaa pidentävä ratkaisu. Myös näissä ratkaisuissa kustannuksia muodostuisi muun muassa pakkausteknologia- ja tilainvestoinneista, pakkaustyöstä ja -materiaaleista, energiankulutuksesta sekä logistiikasta. Näitä kustannuksia ei tämän työn yhteydessä ollut mahdollista tarkemmin selvittää.

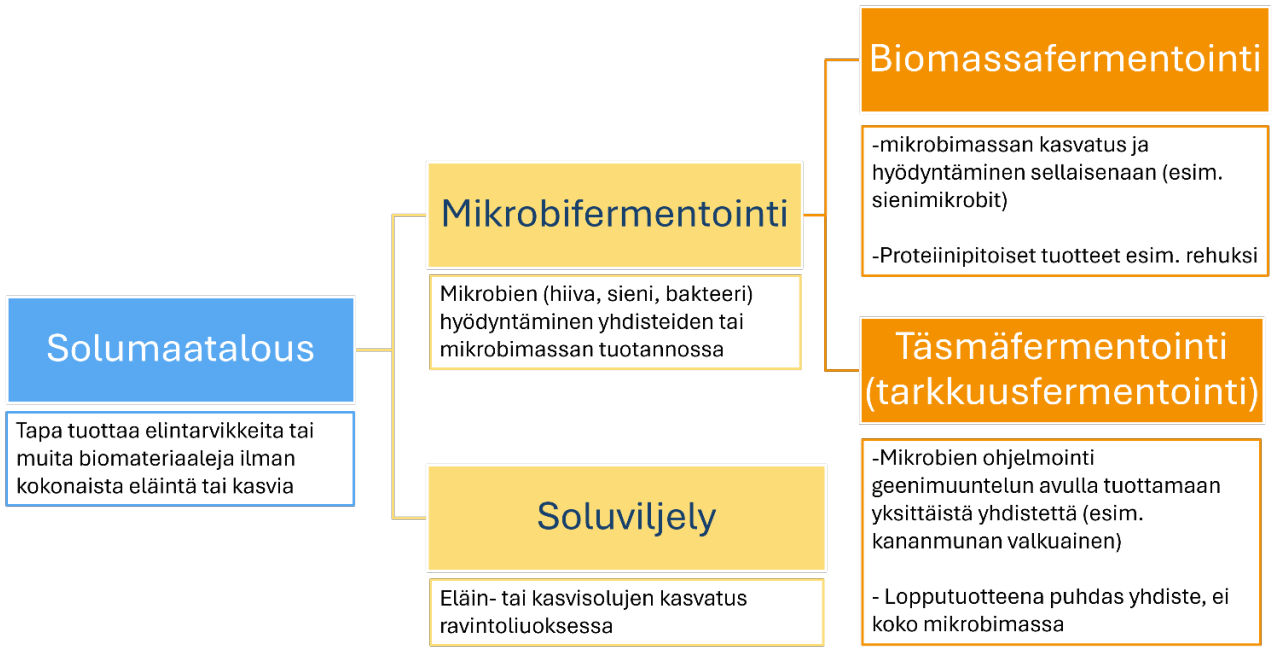
5. Hävikkitaikinan uusiokäyttö

Uusiokäytöllä tarkoitetaan jätteiden tai sivuvirtojen kierrätystä takaisin tuotannon raaka-aineeksi (Tieteen termipankki, n.d). Elintarviketeollisuudessa tämä on esimerkiksi sokerijuurikasleikkeen hyödyntämistä rehuna, biojätteiden kompostointia lannoitteeksi tai orastavana tulevaisuuden ratkaisuna sivuvirtojen hyödyntämistä mikrobifermentoinnin syötteenä. Tässä luvussa tarkastellaan mikrobifermentointia ja rehukäyttöä.

5.1. Solumaatalous

Solumaataloudella tarkoitetaan solujen, esimerkiksi eläin-, sieni-, mikrobi- ja leväsolujen ja bioreaktorien hyödyntämistä ruuantuotannossa. Soluissa voidaan tuottaa esimerkiksi proteiineja ja rasvoja. Solumaatalous mahdollistaa useiden sivuvirtojen hyödyntämisen ja arvonlisän. Hyödyntää voidaan joko kasvatettuja soluja kokonaisuudessaan tai niiden tuottamaa tuotetta. Nämä myydään yleensä elintarviketeollisuuden tai rehuteollisuuden käyttöön eikä suoraan kuluttajille. (Nordlund, 2025)

Fermentointi on vanha elintarvikkeiden säilömisessä käytetty prosessi, jolla tuotetaan nykyisinkin esimerkiksi viinejä, olutta, jugurttia, juustoa ja hapankaalia. Mikrobit muuttavat ruoka-aineen ominaisuuksia, kuten koostumusta ja makua ja parantavat säilyvyyttä. Ne hajottavat hiilihydraatteja ja muita ravintoaineita tuottaen orgaanisia happoja, kuten maitohappoa tai etikkahappoa. (Martinovic ym., 2022) Solumaataloudessa fermentointi nähdään laajemmin: sillä tarkoitetaan mikrobien hyödyntämistä monenlaisten yhdisteiden ja ravintoaineiden tuotannossa. Solumaataloudessa fermentointi on jaettu biomassafermentointiin ja täsmäfermentointiin kuvan 4 mukaisesti.



Kuva 4. Mikrobifermentointi on yksi solumaatalouden muoto. Mikrobifermentoinnissa voidaan hyödyntää elintarviketeollisuuden sivuvirtoja mikrobien ravintona. (perustuen Seisto, ym. 2025)

Biomassafermentoinnissa käytetään nopeasti kasvavia soluja, jotka itsessään ovat haluttu tuote. (Nordlund, 2025; Martinovic ym., 2022) Suomalaisia esimerkkejä tästä ovat Eniferin sieniproteiini ja Solar Foodsin Solein (Enifer, n.d; Solar Foods, n.d). Täsmäfermentoinnissa solut (hiivat, sienet, levät, bakteerit tai muut alkueliöt) tuottavat haluttua tuotetta, kuten tiettyä proteiinia, entsyymiä tai muuta kemiallista yhdistettä. Joskus solut ohjelmoidaan tähän geenimuuntelulla, jotkut tekevät haluttua tuotetta luonnostaan. (Caldeira ym., 2020). Esimerkki tästä on VTT-lähtöinen OnegoBio (Onego Bio, n.d). Edellä mainituista yrityksistä vain Enifer kertoo suoraan käyttävänsä elintarviketeollisuuden sivuvirtoja prosessinsa raaka-aineena (Enifer, n.d). Useimmat fermentointiin tähtäävät yritykset ovat vielä nuoria startup yrityksiä, jotka etsivät rahoitusta ja kumppaneita ensimmäisen pilottilaitoksensa tai ensimmäisen teollisen mittakaavan laitoksensa rakentamiseen. Fermentoreja on kuitenkin jo kaupallisesti saatavissa (BioMush, n.d; Alfa Laval, n.d)

Fermentoreissa kasvatettavat mikrobit tarvitsevat ravinnokseen sokeripitoisia biomassoja. Monet elintarviketeollisuuden sivuvirrat soveltuvatkin hyvin mikrobien ravinnoksi. Hävikkitaikinan soveltuvuutta mikrobifermentaation raaka-aineeksi arvioidaan seuraavassa tutkimustietoon ja alan asiantuntijoilta saatuun informaatioon perustuen. Tutkimuksia hävikkitaikinan käytöstä mikrobifermentoinnin syötteenä ei löytynyt kovin montaa, joten myös hävikkileipään ja muihin viljatuotteiden sivuvirtoihin liittyviä tutkimuksia päätettiin hyödyntää tässä raportissa. Hävikkileipä on useilta ominaisuuksiltaan erilaista kuin hävikkitaikina, mutta kemiallisesti niissä on paljon samaa.

Saba ym. (2024) tutkivat Yhdysvalloissa useita erilaisia elintarviketeollisuudessa syntyviä sivuvirtoja. Näiden joukossa oli hävikkitaikina, hävikkipizzat ja vesi-taikinaseos. He tutkivat jokaisen sivuviran kemiallisia ominaisuuksia ja pyrkivät tulosten perusteella arvioimaan, mikä jalostustapa soveltuu parhaiten kullekin sivuvirralle. Verrattuja jalostustapoja olivat fermentointi, mädätys, pyrolyysi ja kemialliset erotusmenetelmät. Hävikkitaikinan kemiallinen koostumus vaihtelee tietenkin käytetyn reseptiikkaan mukaan, mutta tutkimuksen tuloksista voi ottaa suuntaa. Hävikkitaikina koostui pääosin tärkkelyksestä (60 %). Hiilen ja typen välinen suhde oli yli 15. Alkuaineanalyysin mukaan hävikkitaikinassa oli natriumia, rikkiä fosforia, kaliumia ja kalsiumia havaittavasti. Piitä taikina ja vesi-taikinaseos sisälsivät hyvin vähän, muita mitattuja alkuaineita (minor elements) ei havaittu ollenkaan. Karakterisoinnin perusteella taikina ja vesi-taikinaseos soveltuvat parhaiten mikrobifermentoinnin syötteeksi sillä tärkkelys on bakteereille ja hiivoille helposti hajotettavaa ravintoa. (Saba, ym., 2024)

Kirjallisuuskatsauksessaan Kumar ym. (2023) käyvät läpi useita tutkimuksia hävikkileivän käyttömahdollisuuksista mikrobifermentoinnissa. Raportin mukaan hävikkileipä sisältää tyypillisesti 50–70 % tärkkelystä. Ennen käyttöä hävikkileipä yleensä hydrolysoitiin, jotta tärkkelys saatiin hajotettua glukoosiksi. Sen jälkeen syntynyttä massaa käytettiin heidän löytämissään tutkimuksissa täsmäfermentoinnin syötteenä ja siten valmistettiin sukkiinihappoa eli meripihkahappoa, maitohappoa, etanolia ja 2,3-butaaniedinolia. Useimmat Kumar ym., 2023 löytämistä tutkimuksista olivat laboratoriomittaluokassa tehtyjä kokeita. Vain yksi tutkimuksista käsitteli pilottikoon laitosta. (Kumar ym., 2023) Laboratoriokokeiluiksi luokitellaan kokeet, joissa fermentoriin mahtuu 1–10 kg syötettä. Pilottitason laitokseen syötettä mahtuu 10–100 kg. Teollisesta mittaluokasta puhutaan, kun syötettä kuluu satoja kiloja. (Caldeira ym., 2020) Kivikylän päivittäin syntyvä hävikkitaikinan määrä riittäisi helposti pilottikoon laitoksen syötteeksi. Teoriassa se voisi toimia myös osana teollisen laitoksen syötevirtaa. Laitoksen sijoittuminen mahdollisimman lähelle syötteen, tässä tapauksessa hävikkitaikinan, syntypaikkaa minimoi kuljetuskustannukset. Kuljetuskustannuksilla on huomattava merkitys sivuvirtoja hyödyntävien laitosten taloudellisessa kannattavuudessa (Caldeira ym., 2020).

Huomattava vaikutus kannattavuuteen on myös mikrobifermentoimalla tuotettujen tuotteiden taloudellisella arvolla. Jotta pienen kapasiteetin laitos on taloudellisesti kannattava, on tuotteesta saatava hyvä hinta tai syötteestä on valmistettava useampaa tuotetta. (Caldeira ym., 2020) Mikrobifermentointi voi tulevaisuudessa muodostua merkittäväksi ratkaisuksi elintarviketeollisuuden sivuvirtojen hyödyntämiseen. Suomalaiset alan yritykset ovat vielä start-up-vaiheessa, mutta potentiaali on merkittävä: VTT on arvioinut solumaatalouden vientipotentiaaliksi Suomelle jopa 500–1000 miljoonaa euroa vuoteen 2035 mennessä (Seisto, ym., 2025, s. 41). Erilaisten sivuvirtojen, kuten

esimerkiksi hävikkitaikinan, hyödyntäminen mikrobifermentoinnin raaka-aineena voi tarjota sekä taloudellisia että tutkimuksellisia mahdollisuuksia.

5.2. Rehukäyttö

Erilaisia elintarviketeollisuuden sivujakeita käytetään yleisesti sikojen tai lehmien ruokinnassa. Ylijäämätaikina on kosteaa ja voisi siten koostumuksensa puolesta soveltua osaksi nestemäisenä jaettavaa rehua. Esimerkiksi lihasikojen ruokinnassa nestemäisten rehujen käyttö on yleistä; puhutaan ns. liemiruokinnasta. Liemirehun raaka-aineina käytetään mm. täysrehua, viljoja, perunarehua sekä erilaisia elintarviketeollisuuden sivuvirtoja (Terraviestintä Oy, 2010). Yleisesti liemirehuissa käytettyjä sivuvirtoja ovat ohravalkuainen ja hera (A-tuottajat, n.d.).

Taikinan käytöstä sikojen liemi- tai kuivaruokinnassa ei löytynyt case-esimerkkejä. Sen sijaan leipomohävikin käyttöä sikojen rehuissa on tutkittu jonkin verran. Leipomohävikissä on usein mukana vanhentuneita leipiä, korppuja, keksejä ja kakkuja, mutta myös yli jäänyttä taikinaa. Tutkimuksissa on tarkasteltu koko leipomohävikin ravitsemuksellista koostumusta, eikä taikinan erityispiirteitä tai vaikutuksia ole erikseen huomioitu. (mm. Thaler & Holden, 2010 ja Hartinger ym., 2024). Mikäli taikinaa haluttaisiin käyttää sikojen ruokinnassa suurempia määriä, pitäisi huomioida ainakin sen sisältämän hiivan vaikutukset (käyminen) ja taikinan korkea suolapitoisuus.

Leipomohävikin käytöstä siipikarjan ja kalojen rehuna löytyi vain yksittäisiä tutkimuksia. Näissä tutkittu hävikki on koostunut kypsistä leipomotuotteista (Penkov & Chobanova, 2020, Damron ym., 1965, Al-Tulaihan ym. 2004, Siddiqui ym. 2021, Mo ym., 2020). Hyönteistaloudessa erilaisten elintarviketeollisuuden sivuvirtojen rehukäyttö on yleistä, mutta taikinan sitkeä olomuoto aiheuttaa haasteita automaattisissa ruokintalaitteistoissa. Taikinan sitkeä olomuoto on todennäköisesti haaste myös kotieläinpuolella kuivarehun jakeluun tarkoitetuissa laitteistoissa.

Yleisesti ottaen haasteena voi olla myös taikinan säilyvyys ja logistiikka. Päivittäin muodostuvan hävikkitaikinan määrä on rehukäyttöä ajatellen pieni, jolloin logistisesti mielekkään kuljetuserän tuottaminen edellyttäisi hävikkitaikinan varastointia tehtaan tontilla. Varastointi tarkoittaisi taikinan säilömistä esimerkiksi happokäsittelyllä. Uusien varastointiratkaisujen lisäksi tämä tarkoittaisi mahdollisesti myös uusia lupa- ja turvallisuuskäytäntöjä. Nämä seikat huomioiden hävikkitaikinaa ei todennäköisesti muodostu riittävästi mielekästä rehukäyttöä ajatellen.

6. Energiahyödyntäminen

Suuret suomalaiset leipomot lähettävät ylijäävän taikinan biopolttoaineiden tuotantoon. Esimerkiksi Fazerin isojen leipomoiden taikinahävikki menee Gasumille, jossa siitä tuotetaan biokaasua. Linkosuon hävikkitaikina kuljetetaan muualle ja siitä jalostetaan bioetanolia. Vaasanin hävikki viedään Kotkaan ja sieltä Ruotsiin Lantmännenin biojalostamoon. (Teerijoki, 2024) Hävikin käsittelyn kustannuksista artikkelissa ei ollut mainintaa.

6.1. Nestemäiset biopolttoaineet

Useista biomassoista voidaan valmistaa fossiilisia polttoaineita korvaavia biopolttoaineita. Biopolttoaineet jaetaan kolmeen sukupolveen käytetyn raaka-aineen, ympäristökestävyyden tai valmistusteknologian kypsyyden mukaan (ks. Kuva 5). (Motiva, 2025b) Sukupolvijako ei ole täysin vakiintunut, ja sama tuote voidaan käytetyn määritelmän mukaan luokitella eri sukupolviin (Berni, ym., 2013. s. 28).

1. sukupolvi	2. sukupolvi	3. sukupolvi
•Öljy- ja sokeri kasvit •Kilpailu ruoantuotannon kanssa	•Kasvi- ja puupohjainen selluloosa ja elintarvikehävikki •Ei kilpaile ruoan tuotannon kanssa	•Uudet raaka-aineet, kuten levä •Vetytuotanto •Ei kilpaile ruoan-tuotannon kanssa •Teknologia ei ole kypsä

Kuva 5. Biopolttoaineiden sukupolvet raaka-aineen mukaan. (perustuen Motiva, 2025b & Berni ym, 2013)

Pohjoismaissa bioetanolia elintarviketeollisuuden sivuvirroista valmistavat St1 Biofuels Göteborgissa ja Lantmännen Biorefineries Norrköpingissä. (St1, n.d & Lantmännen Biorefineries, n.d) Neste valmistaa rasvapitoisista elintarvikealan sivuvirroista biodieseliä (Neste, n.d-a). St1 omisti kaksi biopolttoaineita elintarvikealan sivuvirroista valmistavaa laitosta, Vantaalla ja Lahdessa, mutta ne lakkautettiin taloudellisesti kannattamattomina vuonna 2023 (Rönty, 2023).

Biopolttoaineita voidaan valmistaa usealla eri tavalla. Öljypitoisille kasvi- ja eläinperäisille rasvoille ja selluloosalle soveltuu vetykäsittely. Siinä öljyihin tai rasvoihin lisätään vetykaasua noin 300–350 °C lämpötilassa ja 35 baarin paineessa. (Hilbers ym., 2015) Syntynyt tuote tunnetaan nimellä HVO (Hydrogenated vegetable oil). (Berni, ym., 2013. s. 29, 38). Neste käyttää vetykäsittelyä NEXBTL™-biodieselinsä valmistuksessa (Neste, n.d-b).

Toinen valmistustapa on aiemmin mainittu mikrobifermentointi. Se on 1. sukupolven valmistusprosessi, mutta sitä on kehitetty myös 2. sukupolven raaka-aineiden jalostukseen. 2. sukupolven raaka-aineet vaativat ennen fermentointia enemmän esikäsittelyä kuin 1. sukupolven raaka-aineet. Ennen fermentointia biomassa hydrolysoidaan, jolloin biomassan hiilihydraatti- eli sokeriketjut pilkkoutuvat pienemmiksi. Tietyt mikrobit ja hiivat käyttävät näitä pilkottuja hiilihydraatteja ravintonaan ja tuottavat polttoaineita, kuten etanolia. (Berni, ym., 2013. s. 34–38)

Ujor ym. (2014) tutkivat eri sivuvirtojen käyttöä butanolin tuotannossa. Näitä olivat syömäkelvoton taikina (inedible dough), leivityskuorrute (breading) ja taikinaneste (batter liquid). Syötteisiin lisättiin vettä ja prosessi suoritettiin pienissä (150 ml) astioissa. Tehtyjen kokeiden perusteella tärkkelyspitoiset sivuvirrat tuottivat suuremman solumäärän kuin glukoosi ja maissitärkkelys, joihin tuloksia verrattiin. (Ujor ym., 2014). Artikkelissa ei ollut mainintaa siitä, sisälsivätkö syötteet valmiiksi hiivaa. Leivityskuorrute ja taikinaneste olivat pakastetuotteita valmistavalta yritykseltä, joten niissä sitä todennäköisesti ei ollut. Myös Su ym. (2024) valmistivat taikinasta butanolia fermentoimalla. He tutkivat, onko kahden syötteen yhtaikaisesta fermentoinnista butanolin saannon kannalta hyötyä ja käyttivät taikinan lisäksi okaraa. Tulokset olivat positiivisia, sillä butanolia syntyi huomattavasti enemmän, kuin pelkästä taikinasta. (Su ym., 2024)

6.2. Biokaasu

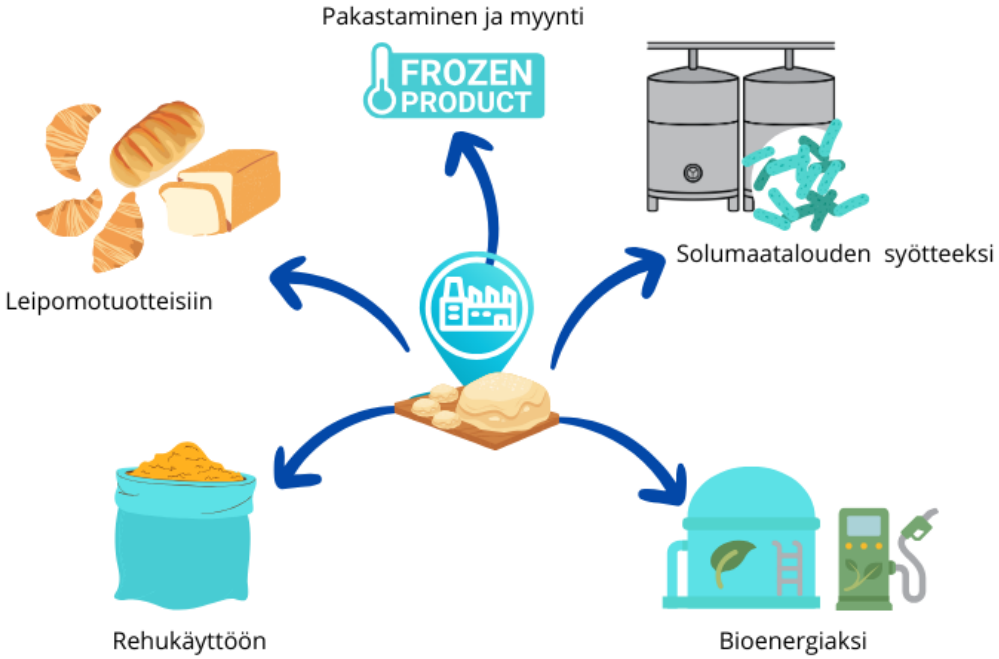
Biokaasua syntyy orgaanisen massan hajotessa bakteerien toimesta hapettomissa olosuhteissa. Tätä kutsutaan mädätykseksi. Prosessin tuotteena syntyvä kaasu on prosessista ja syötteestä riippuen 50–70 % metaania ja loput hiilidioksidia ja pieniä määriä muita kaasuja. Jotta biokaasua voidaan käyttää liikenteen polttoaineena, on metaanin pitoisuutta kaasussa kasvatettava ja poistettava siitä hiilidioksidia ja muita kaasuja. (Motiva, 2025a).

Laitoksen nykyisessä ratkaisussa hävikkitaikina menee yhteiskerättyyn biojätteeseen. Satakunnan alueella toimivat jätehuoltoyhtiöt toimittavat biojätteen biokaasulaitoksiin (Lounais-Suomen jätehuolto, n.d. & Pukkila, 2024.). Biokaasulaitokset perivät yleisesti porttimaksuja sinne toimitettavista biomassoista. Jos yritys kuljettaisi taikinan itse laitokselle, se lisäisi kustannuksia verrattuna nykyiseen ratkaisuun. Nykyinen ratkaisu on järkevin, kun tarkastellaan hävikkitaikinan hyödyntämistä energiaksi. Biokaasutuotanto on myös jätehierarkian näkökulmasta hyvä energiahyödyntämisen ratkaisu: biokaasuprosessissa sivuvirroista tuotetaan energian lisäksi kierrätyslannoitteena hyödynnettävää mädätysjäännöstä.

7. Yhteenveto, pohdinta ja jatkotoimenpide-ehdotukset

Kivikylän pizzatehtaan tuotantolinjastolla syntyy biojätteeksi päätyvää taikinaa jokaisen työvuoron päätteeksi. Yritys oli kiinnostunut ideoimaan hävikkitaikinalle käyttökohteita, jotka tuottaisivat parempaa lisäarvoa ja vähentäisivät jätteen määrää. Tässä selvityksessä on tarkasteltu useita leipomosivuvirroille soveltuvia hyödyntämisratkaisuja (kuva 6) sekä myös mahdollisuuksia pienentää muodostuvan sivuvirran määrää.

Tarkastelu osoittaa, että hävikkitaikinan nykyiselle käsittelylle on löydettävissä vaihtoehtoja. Jätehierarkian mukaisesti ensisijainen ratkaisu olisi hävikkitaikinan synnyn vähentäminen tuotantoprosessia optimoimalla. Näin biojätteeksi päätyvän taikinan määrää voitaisiin saada pienennettyä. Selvityksessä ei perehdytty tarkemmin laitetoimittajan esittämään taikina-vesiseosratkaisuun, mutta sen jatkotarkastelu voisi soveltua esimerkiksi automaatiota opiskelevan ja elintarvikealaa opiskelevan opiskelijan yhteiseksi opinnäytetyöksi.



Kuva 6. Visuaalinen yhteenveto tutkituista hävikkitaikinan käyttömahdollisuuksista.

Taikinasta voidaan myös kehittää uusia leipomotuotteita. Hävikkitaikinan tuotteistaja voisi hyödyntää markkinoinnissaan hävikistä herkuksi -brändäystä, joka saattaisi lisätä kysyntää ainakin tietyissä asiakasryhmissä ja mahdollistaa korkeamman hinnoittelun.

Oppilaitosyhteistyössä toteutetut kokeilut osoittavat, että taikinan käyttö uusien tuotteiden raaka-aineena on mahdollista. Uusia leipomotuotteita voisi valmistaa esimerkiksi Kivikylän omassa tehtaassa. Tuotantovolyymin arvioidaan kuitenkin jäävän suhteellisen pieneksi, jolloin tuotetta kannattaisi myydä lähinnä Kivikylän omissa myymälöissä.

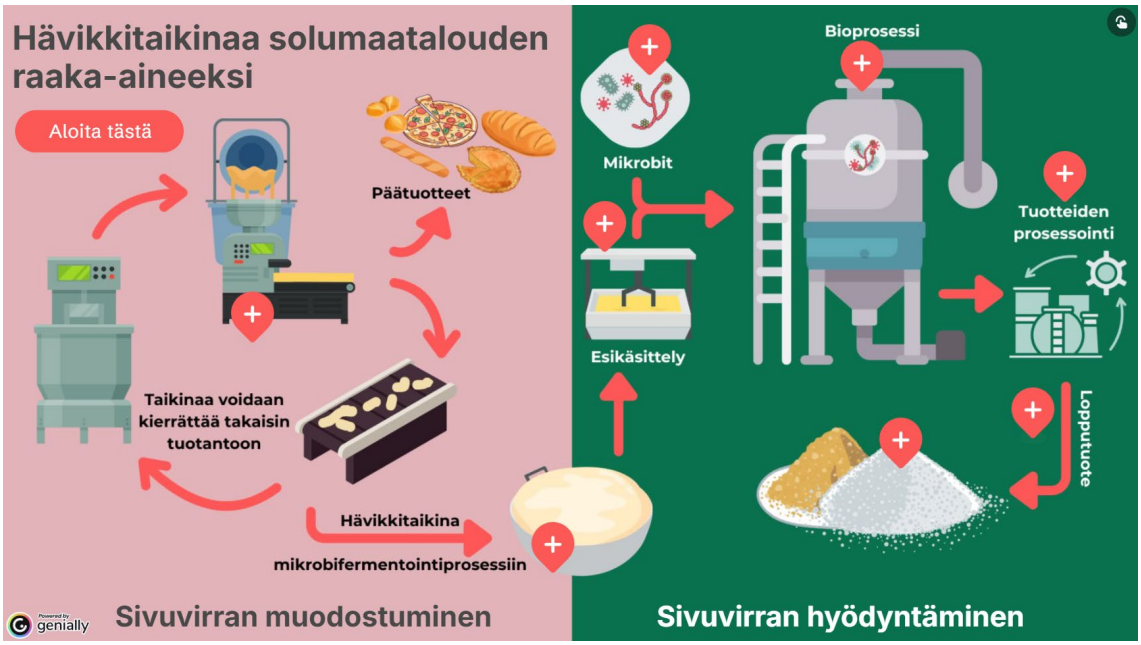
Selvityksessä tarkasteltiin myös mahdollisuutta myydä taikinaa toiselle yritykselle. Potentiaalisina taikinaa hyödyntävinä yrityksinä nähtiin joko huomattavia määriä pizzataikinan tyyppistä vehnäjauhotaikinaa käsittelevä leipomotuotteita valmistava tehdas, joka pystyisi sekoittamaan koko hävikin päivittäiseen tuotantoonsa tai pienempi leipomo, jonka tuotantovolyymeihin hävikkitaikina sopii osaraaka-aineeksi. Pohdittiin myös, että jokin lounassalaatteja valmistava yritys voisi käyttää osan hävikistä krutonkien tai leipätikkujen raaka-aineena.

Hävikkitaikina voitaisiin myydä pakastettuina tai tyhjiöpakattuina pizzapohjina tukku- tai päivittäistavaraliikkeisiin. Myös pakastettujen pizzapohjien myynti Kivikylän omassa tehtaanmyymälässä voisi olla yksi vaihtoehto. Ratkaisu vaatisi investointeja taikinan käsittelyyn ja pakkauslinjastoon.

Hävikkitaikinan muuntaminen uusiksi leipomotuotteiksi tai pizzapohjiksi edellyttäisi pakastusta ja katkeamatonta kylmäketjua tai tyhjiöpakkaamista. Näistä aiheutuu kustannuksia mm. uusien laiteinvestointien ja lisääntyvän energiankulutuksen kautta. Tässä vaiheessa ei arvioitu tarkemmin prosessoinnin kustannuksia tai tuotteista saatavia tuloja, joten ratkaisun toteuttamiskelpoisuuden arviointi edellyttäisi tarkempia kannattavuuslaskelmia.

Kolmanneksi tarkasteltiin taikinan käyttämistä muiden prosessien raaka-aineena. Taikina soveltuisi todennäköisesti hyvin mikrobifermentoinnin raaka-aineeksi. Mikrobifermentoinnissa terästankissa kasvatettavia mikrobeja ruokitaan ravinnepitoisilla biomassoilla, kuten esimerkiksi elintarviketeollisuuden sivuvirroilla. Mikrobien avulla voidaan tuottaa proteiinia tai muita arvotuotteita. Mikrobifermentointi saattaa tulevaisuudessa tarjota kiinnostavia mahdollisuuksia erilaisten elintarviketeollisuuden sivuvirtojen hyödyntämiselle.

Selvityksen aikana kerättiin tietoa mikrobifermentoinnin prosessista sekä sivuvirtojen hyödyntämisestä prosessissa. Tätä korkeamman jalostusasteen hyödyntämisratkaisua on havainnollisetettu Sivuvirtapörssi-sivuston Esimerkit-osiossa interaktiivisen kuvan avulla, joka sisältää yksityiskohtaista tietoa mikrobifermentointiprosessista. Kuvakaappaus kyseisestä kuvasta on esitetty kuvassa 6. Sivustolla kuva on interaktiivinen ja sisältää huomattavasti enemmän tietoa kuin tässä esitetty kuvakaappaus.



Kuva 7. Visuaalinen prosessikuvaus hävikkitaikinan hyödyntämisestä mikrobifermentoinnin raaka-aineena. Esitys on kuvakaappaus interaktiivisesta kuvasta, joka sisältää yksityiskohtaista tietoa sekä hävikkitaikinan syntyprosessista että mikrobifermentoinnista. Kuva katsottavissa osoitteessa https://sivuvirtaporssi.fi/solumaatalous-biosivuvirtojen-hyodyntajana (Sivuvirtapörssi, 2025).

Taikinan hyödyntäminen eläinten rehuna ei selvityksen perusteella ole potentiaalinen vaihtoehto. Taikinan rehukäytöstä ei löytynyt merkittävää tutkimustietoa eikä käytännön kokemuksia. Hävikkitaikinan määrä arvioitiin myös liian pieneksi mielekästä rehukäyttöä ajatellen. Energiakäytön osalta voidaan todeta, että hävikkitaikina hyödynnetään jo tällä hetkellä energiantuotannossa, eikä selvityksessä löydetty energiahyödyntämisen osalta mielekkäitä vaihtoehtoja nykyiselle ratkaisulle.

Selvityksen myötä on tunnistettu useita vaihtoehtoisia tapoja hyödyntää hävikkitaikinaa. Selvitys ei kuitenkaan anna vastausta siihen, mitkä ratkaisuista ovat taloudellisesti ja käytännössä toteuttamiskelpoisia. Jatkossa olisikin tarpeen arvioida vaihtoehtojen kannattavuutta, logistiikkaa ja tarvittavia yhteistyökumppaneita. Erityisesti uudelleenkäytön ja uusiokäytön ratkaisujen osalta tulisi selvittää, millaisia kustannuksia ja yhteistyörakenteita hävikkitaikinan muuttaminen kaupalliseksi tuotteeksi tai raaka-aineeksi edellyttää. Tuotantoprosessin optimointi ja taikinan palauttaminen seuraavan päivän tuotantoon nähdään luontevana seuraavana toimenpiteenä, jota voisi lähteä edistämään esimerkiksi opinnäytetyön aiheeksi, kuten ylempänä on esitetty.

Lähteet

A-tuottajat Oy. (n.d.). Sika. Atria Alkutuotanto – Vastuullisuus. Haettu 12.9.2025 osoitteesta https://www.atriatuottajat.fi/vastuullisuus/sika/

Al-Tulaihan, A., Najib, H. & Al-Eid, S. (2004). The Nutritional Evaluation of Locally Produced Dried Bakery Waste (DBW) in the Broiler Diets. Pakistan Journal of Nutrition. https://doi.org/10.3923/pjn.2004.294.299

Alfa Laval. (n.d). Cellular agriculture processing. Haettu 23.10.2025 osoitteesta https://www.alfalaval.com/industries/food-dairy-beverage/food-processing/protein-processing/cellular-agriculture-processing/

Berni, M.D., Dorileo, I.L., Prado, J.M. & Forster-Carneiro, T. & Meireles, M.A.A. (2013). Chapter 2: Advances in Biofuel Production. Kirjassa Babu, Vikash, et al. Biofuels Production. John Wiley & Sons, Incorporated. ss 25 – 60.

BioMush. (n.d). Technology. Haettu 18.9.2025 osoitteesta https://biomush.fi/technology

Bröckl, M., Kiuru, H., Heads, S., Kämäräinen, K., Patronen, J., Luoma-aho, K., ... & Semkin, N. (2021). Jätteenpolton kiertotalous- ja ilmastovaikutuksiin vaikuttaminen eri ohjauskeinoin. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-093-6

Caldeira, C., Vlysidis, A., Fiore, G., De Laurentiis, V., Vignali, G., Sala, S. (2020). Sustainability of food waste biorefinery: A review on valorisation pathways, techno-economic constraints, and environmental assessment. Bioresource Technology. 312/2020. S. 123575

Damron, B. L., Waldroup, P. W., Harms, R. H. (1965). Evaluation of dried bakery products for use in broiler diets. Poultry Science. https://doi.org/10.3382/ps.0441122

Enifer. (n.d.). Our Technology. Enifer. Haettu 15.8.2025 osoitteesta https://enifer.com/technology

GGM Gastro International GmbH. (n.d.-a). Taikinapalloittaja - Painoalue: ~20-1000 g. GGM Gastro Suomi. Haettu 25.8.2025 osoitteesta https://www.ggmgastro.com/fi-fi-eur/taikinapalloittaja-painoalue-20-1000-g-tamk15

Hartinger K., Vötterl J. C., Koger S., Klinsoda J., Sharma S.,, Verhovsek D. & Metzler-Zebeli B. U. (2024). Feeding of bakery products as replacement of cereal grains alter fecal microbiome and improve feed efficiency in fattening pigs. Frontiers in Sustainable Food Systems. https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1448608

Hilbers, T. J., Sprakel, L. M. J., van den Enk, L. B. J., Zaalberg, B., van den Berg, H. & van den Ham, L. G. J. (2015). Green Diesel from Hydrotreated Vegetable Oil Process Design Study. Chemical Engineering & Technology 38.4. ss 651–657.

Krider, R. E., Raghubir, P., & Krishna, A. (2001). Pizzas: π or Square? Psychophysical Biases in Area Comparisons. Marketing science. https://doi.org/10.1287/mksc.20.4.405.9756

Kumar, V., Brancoli, P., Narissety, V., Wallace S., Charalampopoulos, D., Dubey, B.K., Gopalakrishnan, K., Bhatnagar, A., Bhatia, S.K., Teherzadeh, M.J. (2023). Bread waste: A potential feedstock for sustainable circular biorefineries. Bioresource Technology. 369/2023. S. 128449

Lantmännen Biorefineries. (n.d.). Biorefineries Norrköping. Haettu 3.9.2025 osoitteesta https://www.lantmannenbiorefineries.com/about-us/production-facilities/biorefineries-norrkoping/

Lounais-Suomen jätehuolto. (n.d.). Biojätteen erilliskeräys. Haettu 14.4.2025 osoitteesta https://lsjh.fi/nain-kiinteistosi-jatehuolto-hoidetaan/tietoa-biojatteen-kerayksesta/

Martinović, A., Zammit, O., Savion, O., Everloo, E. (2022). Precision fermentation: A Guide for Endless Opportunities to Reshape Traditional Foods Using Microbial Factories. PeakBridge VC. Haettu 30.6.2025 osoitteesta https://peakbridge.vc/precision-fermentation-a-guide-for-endless-opportunities-to-reshape-traditional-foods-using-microbial-factories/

Mo, W. Y., Choi, W.M., Man, K.Y. & Wong, M.H. (2020). Food waste-based pellets for feeding grass carp (Ctenopharyngodon idellus): Adding baker's yeast and enzymes to enhance growth and immunity. Science of The Total Environment. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134954

Motiva. (2025a). Biokaasu. Haettu 25.9.2025 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/biokaasu

Motiva. (2025b). Nestemäiset biopolttoaineet. Haettu 15.9.2025 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/nestemaiset_biopolttoaineet 8.9.2025

Neste. (n.d.-a). Uusiutuvat raaka-aineet valikoimassamme. Neste. Haettu 15.8.2025 osoitteesta https://www.neste.com/fi-fi/tuotteet-ja-innovaatio/raaka-aineet/uusiutuvat-raaka-aineet

Neste. (n.d.-b). NEXBTL™-teknologia muuntaa uusiutuvia rasvoja ja öljyjä huippuluokan tuotteiksi. Neste. Haettu 25.9.2025 osoitteesta https://www.neste.com/fi-fi/tuotteet-ja-innovaatio/innovaatio/nexbtl-teknologia

Nordlund, Emilia. (9.4.2025). Kestävää kasvua solumaatalouden arvoketjuista: Toimenpidesuunnitelma Suomelle. VTT Uutiset https://www.vttresearch.com/fi/uutiset-ja-tarinat/solutehtaat-antavat-vauhtia-suomen-ruokaviennille-selvitys-listaa-kahdeksan

Onego Bio. (n.d.). Bioalbumen. Onego Bio. Haettu 15.8.2025 osoittesta https://www.onego.bio/product

Penkov, D. & Chobanova, S. (2020). Metabolizable energy and true digestibility of the protein of extruded of bakery by - products (bread wastes) in balanced experiments with poultry. Journal of Central European Agriculture. https://doi.org/10.5513/JCEA01/21.3.2658

Pukkila, Tapio. (10.1.2024) Porin seudun omakotitaloissa syntyy tonnikaupalla biojätettä – pian jäte muuttuu Honkajoella biokaasuksi ja lannoitteiksi. Yle. https://yle.fi/a/74-20068460

Rönty, Heikki. (11.10.2023). ST1 lopettaa etanolin tuotannon Kajaanissa, Lahdessa ja Vantaalla. Yle. https://yle.fi/a/74-20054693

Saba, B., Bharathidasan, A. K., Ezeji, T. C., Cornish, K. (2023). Characterization and potential valorization of industrial food processing wastes. Science of the Total Environment. 868/2023. s. 161550

Seisto, A., Ritala, A., Suominen, A., Nordlund, E., Vahvaselkä, M., Kahala, M., Kaukovirta, A., & Sandell, M. (2025). Kestävää kasvua solumaatalouden arvoketjuista: Toimenpidesuunnitelma Suomelle. VTT Technical Research Centre of Finland. https://doi.org/10.32040/2025.CellAg.fi

Siddiqui, Z., Hagare, D., Jayasena, V., Swick, R., Rahman, M. M., Boyle, N. & Ghodrat, M. (2021). Recycling of food waste to produce chicken feed and liquid fertiliser. Waste Management. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.06.016

Sivuvirtapörssi (2025). Solumaatalous biosivuvirtojen hyödyntäjänä. Haettu 31.10.2025 osoitteesta https://sivuvirtaporssi.fi/solumaatalous-biosivuvirtojen-hyodyntajana

Solar Foods. (n.d.). Science. Solar Foords. Haettu 15.8.2025 osoitteesta https://solarfoods.com/science/

St1. (n.d.). Nestemäiset biopolttoaineet: Kestävä energiaratkaisu. Haettu 3.9.2025 osoitteesta https://st1.fi/tietoa-meista/vastuullisuus/energiasiirtyma/nestemaiset-biopolttoaineet

Su, G., Wang, C., Tan, J. K., Zhang, C., & He, J. (2024). Enhanced butanol production from dough and okara waste through co-fermentation. Renewable energy. https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.121157

Teerijoki, Elina. (2024). Kriisi vauhditti leipomoalan energiasiirtymää. Kehittyvä Elintarvike. 3/2024. s. 20–21.

Terraviestintä Oy. (2010). Sikojen liemirehujen säilöntä. Haettu 12.9.2025 osoitteesta https://www.farmit.net/kotielain/lihasika/ruokinta/liemiruokinta/liemirehun-sailonta

Tieteen termipankki. (n.d.). Uusiokäyttö. Haettu 22.9.2025 osoitteesta https://tieteentermipankki.fi/wiki/Ymp%C3%A4rist%C3%B6tieteet:uusiok%C3%A4ytt%C3%B6

Thaler, B. & Holden, P. (2010). By-product Feed Ingredients for Use in Swine Diets. U.S. Pork Center of Excellence. Haettu 12.9.2025 osoitteesta https://porkgateway.org/resource/by-product-feed-ingredients-for-use-in-swine-diets/

Ujor, V., Bharathidasan, A.K., Cornish, K. & Ezeji, T.C. (2014). Feasibility of producing butanol from industrial starchy food wastes, Appl. Energy 136. s. 590–598.

Wihuri Oy. (n.d.). Leivät ja leivonnaiset. Wihuri Metro-tukku. Haettu 28.8.2025 osoitteesta https://www.metrotukku.fi/fi/EUR/tuotteet/leivat-ja-leivonnaiset/taikinapakasteet/pizzataikinat/c/0000000791