

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Kemian tekniikan osasto
Biokemian ja mikrobiologian laboratorio

Hunajan teknologiaselvitys

Trang Nguyen

Ossi Pastinen

6.7.2007

SISÄ-SAVON
SEUTUYHTYMÄ
ELINKEINO- JA KEHITTÄMISPALVELUT



KARTTULA
RAUTALAMPI
SUONENJOKI
TERVO
VESANTO



Tiivistelmä

Tässä työssä selvitettiin hunajan tuottoa, ominaisuuksia ja sovellutuksia teollisuudessa. Hunajaa tuotetaan mehiläisfarmeilla, joilla hunaja kerätään mehiläispesistä. Hunajaa syntyy, kun mehiläiset kuivattavat kukista ja kasveista keräämänsä meden. Hunajaa on käytetty jo pitkään makeuttajana juomissa ja ruoissa. Sitä on käytetty myös haavojen parantumisen nopeuttamiseen ja flunssan oireiden lievittämiseen. Hunajan sovellutukset teollisuudessa ovat hunajan käyttö muroissa, marinadeissa, leivonnaisissa, makeisissa ja juomissa. Hunajan olomuoto on venyvä ja liimamainen, sen pH on noin 5,0. Hunaja sisältää noin 80 % hiilihydraatteja joista vallitsevat sokerit ovat fruktoosi (noin 32%) ja glukoosi (noin 32%). Hunaja sisältää pieniä määriä myös entsyymejä, orgaanisia happoja, mineraaleja ja vitamiineja. Hunajan fysikaalisiin ominaisuuksiin kuuluu korkea viskositeetti ja voimakas hygroskooppinen luonne. Hunajan uusia sovellutuksia ovat mm. hunajan kuivaaminen, geeliyttäminen tai kapseloiminen helpommin käsiteltävään olomuotoon.

Hunajaa prosessoidaan suhteellisen vähän ennen sen käyttämistä verrattuna muihin ruoka-aineisiin. Suuri osa hunajasadosta käytetään melkein samanlaisena kuin se tulee hunajakannoista. Kirjallisuudessa on käsitelty hunajan kuivaamiseen liittyvää teknologiaa, ja kuivaustekniikoista on tehty useampiakin patenteja. Kuivaaminen parantaa yleisesti ottaen hunajan käsiteltävyyttä. Teollisen käytön kannalta tällä hunajan olomuodolla on huomattavaa merkitystä. Kaupallisen laadun pysyvyydellä on merkitystä myös hunajan tuottajille, sillä huoneen lämpötilassa hunajaan muodostuu spontaanisti kiteytynyttä sokeria ja samalla juoksevuusominaisuudet menetetään. Tätä ongelmaa on pyritty poistamaan indusoidulla kiteytyksellä, jossa muodostetaan niin pieniä kiteitä, että hunajan juoksevuus pysyy. Maailman laajuinen hunajan vuosituotanto on noin 1,3 miljoonaa tonnia. Suomessa hunajan vuosituotanto on 1,7 miljoonaa kiloa.

Sisällysluettelo	
1	Johdanto..... 3
2	Hunajan ominaisuudet 4
2.1	Kemiallinen koostumus 4
2.2	Fysikaaliset ominaisuudet..... 6
3	Hunajan tuotto 8
4	Hunajan käsittely 9
4.1	Hunajan sekoitus..... 9
4.2	Hunajan kuivaus..... 10
4.2.1	<i>Hunajan kuivaus ohuella filmikalvolla 10</i>
4.2.2	<i>Hunajan kuivaus ekstruuderilla..... 12</i>
4.2.3	<i>Hunajan kuivaus jauheeksi 13</i>
4.2.4	<i>Hunajan kuivaus mikroaalloilla 14</i>
4.3	Hunajan kapselointi 14
4.4	Hunajan geelitytys..... 15
4.6	Hunajan hygroskooppisuuden vähentäminen 16
5	Hunajan laadunvalvonta ja analysointimenetelmät 17
5.1	Hunajan sterilointi..... 17
5.2	Terveysriskin aiheuttajia hunajassa 18
6	Hunajan käyttökohteet..... 18
6.1	Hunajan käyttö leivonnassa 19
6.2	Hunajan käyttö marinadeissa 20
6.3	Hunajan käyttö muroissa..... 20
6.4	Hunajan käyttö makeisissa..... 21
6.5	Hunajan käyttö juomissa..... 21
6.6	Muut mahdolliset käyttökohteet 23
7	Yhteenveto 24
8	Lähdeluettelo 25
9	Läpikäyty materiaali 29

1 Johdanto

Hunaja on mehiläisten tuottama luonnontuote, joka syntyy kukkien medestä ja mehiläisten tuottamista entsyymeistä, kun mehiläiset ovat kuivattaneet seoksen hunajaksi. Suomen kauppa- ja teollisuusministeriön mukaan *"Hunaja on luonnosta peräisin olevaa makeaa ainetta, jonka hunajamehiläinen on tuottanut kasvien medestä tai kasvien elävien osien eritteistä tai kasvien elävillä osilla elävien kasveja imevien hyönteisten eritteistä, joita mehiläiset keräävät, muuttavat yhdistämällä omia tiettyjen itsestään peräisin olevien aineiden kanssa, luovuttavat hunajakennoon, haihduttavat liiallisen veden, varastoivat ja jättävät kehittymään ja kypsymään hunajakakkuihin."* Hunaja on luonnontuote, joten asetus kieltää lisäaineiden lisäämisen valmiiseen hunajaan tai poistamasta hunajasta muuta kuin suurimmat roskat, esim. vahapalaset. Hunaja on makeudeltaan noin 1-1,5 -kertainen kidesokeriin verrattuna.

Hunajaa voidaan tuottaa monesta eri kukkalajikkeesta ja sen hyödylliset vaikutukset ovat jo pitkään tunnettuja. Tyypillisimmät hunajalajit Suomessa ovat kanerva- ja horsmahunaja sekä monikukkahunajalajit. Hunajaa tuotetaan Suomessa noin 1 700 tonnia vuodessa. Maailmanlaajuisesti hunajaa tuotetaan 1 268 000 tonnia/a. Hunaja toimii makeuttajana ruoissa ja juomissa. Sillä on todettu olevan antimikrobinen vaikutus ja se toimii jopa prebioottina eräille bakteereille. Hunajan tuotanto perustuu paljolti mehiläistenhoitoon ja mehiläisfarmeihin. Hunaja sisältää noin 82 % hiilihydraatteja ja sen olomuoto on venyvä ja liimamainen. Sen viskositeetti on suuri ja se on myös fysikaaliselta ominaisuudeltaan hyvin hygroskooppinen. Näiden syiden takia hunajan prosessointi on vaikeaa ja suuria tuotantovolyymeja ei olla pystytty toteuttamaan.

Hunajaa käytetään teollisuudessa mm. murojen päällysaineena, leivonnassa ja marinadeissa. Uusia sovellutuksia hunajalle pyritään löytämään koko ajan.

2 Hunajan ominaisuudet

Hunajan ominaisuudet vaihtelevat kukkatyypin, ilmaston ja myös mehiläishoitajien mukaan. Väri voi vaihdella tummasta vaaleaan, esim. kanervasta valmistettu hunaja on hyvin tummaa. Hunaja myös tummuu varastoimisen aikana. Värin tummuminen johtuu Maillardin reaktiosta aminohappojen ja pelkistävien sokereiden välillä, sekä HMF-pitoisuudesta. Tämän takia hunajan värin mittaamiseen käytetään HMF(hydroksimetyylifurfuraali)-pitoisuutta (mg/kg). HMF-yhdistettä syntyy, kun yksinkertaiset sokerit hunajassa, kuten glukoosi ja fruktoosi hajoavat. Hunajan makuun vaikuttavat hunajan sisältämät orgaaniset hapot sekä polyfenolit. Hunajan pH on lievästi hapan, noin pH 5. Arvo vaihtelee kuitenkin hunajatyypin mukaan.

2.1 Kemiallinen koostumus

Hunaja sisältää suurimmaksi osaksi sokereita, joiden pitoisuudet vaihtelevat hunajalaadun mukaan. Kolmas pääkomponentti on vesi, jota pyritään vähentämään hunajan säilyvyyden parantamiseksi. Hunaja sisältää noin 32 % fruktoosia ja saman verran glukoosia. Hunaja sisältää myös pienen määrän sakkaroosia (1%), oligosakkarideja ja disakkarideja mm. maltoosia, ja isomaltoosia. Hunajan tyypillinen maku tulee sen happamista yhdisteistä. Hunaja sisältää suuren määrän erilaisia orgaanisia happoja. Suurin osa hunajan hapoista on glukonihappoa, joka syntyy glukoosioksidiaasin reagoidessa glukoosin kanssa. Muita happoja ovat mm. voihappo, maitohappo ja sitruunahappo. Hunaja sisältää myös vitamiineja, joista C-

vitamiinipitoisuus on korkein. Muita vitamiineja ovat pantoteenihappo, riboflaviini ja tiamiini. Hunaja sisältää pienen määrän mineraaleja, joista kaliumin pitoisuus on korkein.

Hunaja sisältää myös pienen määrän erilaisia entsyymejä, joita ovat diastaasi, invertaasi ja glukoosioksidaasi. Glukoosioksidaasilla on hunajassa aktiivisuuden lisäksi antimikrobinen vaikutus, mikä perustuu siihen, että se hapettaa glukoosin glukonihapoksi ja samalla syntyy vetyperoksidia. Nämä kaksi komponenttia vaikuttavat hunajassa antimikrobisesti ja pidentävät hunajan säilymistä hyvälaatuisena. Invertaasia tulee hunajaan, kun mehiläiset prosessoivat meden ja kuivattavat sitä. Hunaja sisältää myös amylaasia, jonka tarkoitusta hunajassa ei ole vielä kyetty selvittämään, sillä hunaja ei sisällä tärkkelystä. Hunaja sisältää pienen määrän myös muita entsyymejä mm. katalaasia sekä fosfataasia. Taulukossa 1 on lueteltu erilaiset hunajan sisältämät entsyymit ja niiden katalysoimat reaktiot. Hunajassa on lisäksi osmofiilisiä hiivoja, jotka voivat fermentoida hunajan sokereita sopivissa olosuhteissa. Fermentaation voi estää pitämällä vesipitoisuuden alle 17 % sekä säilytyslämpötilan alle 11°C. Taulukossa 2 on esitettyä hunajan sisältämät erilaiset ainesosat ja niiden pitoisuudet.

Taulukko 1. Hunajan sisältämät entsyymit.

Entsyymi	Kemiallinen merkitys
Diastaasi	Tärkkelyksen hydrolyysi
Glukoosioksidaasi	Hapettaa glukoosin glukonihapoksi ja samalla syntyy vetyperoksidia
Katalaasi	Muuttaa vetyperoksidin vedeksi ja hapeksi
Hapan fosfataasi	irrotta fosfaattiryhmiä
Proteaasi	Hydrolysoi proteiinit ja polypeptidit
Esteraasi	Hydrolysoi estereitä
β -glukosidaasi	Hydrolysoi sellobioosia glukoosiksi
Invertaasi	Sakkaroosin hydrolyysi monosakkarideiksi

Taulukko 2. Hunajan eri aineiden pitoisuudet 100 grammassa.

energiapitoisuus	304 kcal
kosteuspitoisuus	17,1 g
fruktoosi	38,5 g
glukoosi	31 g
maltoosi	7,2 g
valkuaisaineet	0,3 g
vitamiinit	
c-vitamiini	0,5 mg
tiamiini	0,01 mg
riboflaviini	0,3 mg
niasiini	0,3 mg
mineraalit	
kalsium	4,8 mg
rauta	0,25 mg
kalium	50 mg
fosfori	5 mg
magnesium	2 mg
seleeni	0,01 mg
kupari	0,02 mg
kromi	0,15 mg
mangaani	0,2 g

2.2 Fysikaaliset ominaisuudet

Hunajan olomuoto on venyvä ja liimamainen. Sen fysikaaliset ominaisuudet ovat hyvin paljolti riippuvaisia sen sokeri- ja vesipitoisuudesta. Korkean fruktoosipitoisuuden on todettu tekevän hunajan olomuodon nestemäisemmäksi. Hunajalla on korkea viskositeetti ja tiheys. Hunaja on ns. newtonfluidi, joten sen viskositeetti pysyy vakiona myös sekoituksen aikana. Hunajan viskositeetti on kuitenkin riippuvainen lämpötilasta: alemmilla lämpötiloilla sen viskositeetti on suurempi kuin korkeilla. Hunajan viskositeetin ja lämpötilan välinen riippuvuus on todettu noudattavan parhaiten Cox-Merzin lakia. (Bhandari *et al.*, 2004) Hunajan viskositeettiin vaikuttaa myös sen vesipitoisuus. Taulukossa 3 on hunajan viskositeettiarvoja eri lämpötiloissa.

Taulukko 3. Hunajan viskositeettiarvoja eri lämpötiloissa.

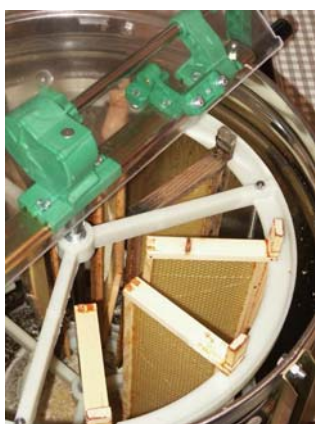
Lämpötila (°C)	Viskositeetti (1/10 Pa*s)
13,7	600
29	68,4
39,4	21,4
48,1	10,7
71,1	2,6

Hunaja on ominaisuudeltaan hyvin hygroskooppinen ja se imee kosteutta esim. ilmasta tehokkaasti. Hunajan hygroskooppinen luonne johtunee sen korkeasta fruktoosipitoisuudesta. Fruktoosin on todettu olevan luonteeltaan hygroskooppisin kaikista hiilihydraateista. Kuiva fruktoosi imee aluksi kosteutta hyvin hitaasti, mutta kosteus, joka absorboituu jää fruktoosiin hyvin tiukasti. Absorbointinopeus kasvaa sitä mukaa, kun fruktoosi imee kosteutta ja liukenee (Browne,1922). Amorfinen fruktoosi on huomattavasti hygroskooppisempaa kuin kiteinen. Hunajan hygroskooppinen luonne tulee ottaa huomioon prosessoitaessa hunajaa. Hunajan nesteytyminen estetään säilyttämällä hunajaa kuivissa olosuhteissa.

Hunaja kiteytyy luonnollisesti ja sen kiteytymiseen vaikuttavat hunajan sisältämä glukoosi ja meletsitoosi, trisakkaridi, jota tavataan harvoin hunajasta. Glukoosin luonteeseen kuuluu spontaani kiteytyminen. Kiteytymiseen vaikuttavat hunajan sokerikoostumus, lämpötila, siitepölyhiukkaset, vesipitoisuus, kidealkioiden määrä ja säilytysaika. Kiteytyminen tapahtuu vasta hunajan kennosta poistamisen jälkeen, kun lämpötila laskee. Kiteytymisen alkamiseen vaikuttavat myös kidealkioiden syntyminen tai joutuminen hunajaan esim. laitteistosta, ilmasta tai pakkauksista. Kiteytymiseen voidaan vaikuttaa sekoittamalla, jolloin kiderakenne säilyy tarpeeksi hienorakenteisena.

3 Hunajan tuotto

Hunajaa syntyy, kun mehiläiset keräävät mettä kukista ja erittävät siihen entsyymiä, invertaasia, joka muuttaa suurimman osan sakkaroosista fruktoosiksi ja glukoosiksi. Meden kosteuspitoisuus on noin 30-60 % ja alenee kuivauksen jälkeen noin 17-19 %:iin. Mehiläiset erittävät myös glukoosioksidaasia, joka alentaa pH:n noin 3,9:än ja säilyttää näin hunajan hyvälaatuisena. Hunaja on mehiläispesän kennoissa, joiden päälle mehiläiset ovat erittäneet vaha. Vaha säilöö hunajan ja hunaja on tarpeen tullen mehiläisten käytettävänä. Hunaja kerätään talteen pesistä kesän lopussa. Hunaja otetaan talteen ottamalla hunajakkeno pois pesästä, kuorimalla vaha hunajan päältä pois ja irrottamalla hunaja kennoista kennolingolla. Linkoja on erikokoisia ja erimallisia. Kuvassa 1 on esitetty tähtimallinen hunajalinko. Kennoja lingotaan muutamaan otteeseen, jotta kaikki hunaja irtoaa. Linkouksen jälkeen hunaja siivilöidään suurimpien vahakappaleiden poistamiseksi ja purkitetaan. Suuremmassa tuotannossa hunaja tuodaan tehtaalle heti linkouksen jälkeen ja hunaja sijoitetaan lämpöhuoneeseen, missä ne ovat muutaman päivän isoissa selkeytysastioissa. Lämpötila on selkeytysastioissa 38-40 °C. Selkeytyksen aikana vahamuruset nousevat pintaan. Tämän jälkeen hunaja siivilöidään ja jäähdytetään, jonka jälkeen se pakataan purkkeihin. Hunaja voidaan käsitellä vielä sekoittamalla ja lisäämällä ”ymppihunajaa”.



Kuva 1. Tähtihunajalinko, missä hunajakkenoja sisällä.

4 Hunajan käsittely

Hunajaa käsitellään suhteellisen vähän verrattuna muihin ruoka-aineisiin ja sitä käytetään melkein samanlaisena kuin se tulee hunajakannoista. Hunajaa käsitellään kuitenkin hieman, jotta se on käyttökelpoinen. Siitä poistetaan mm. suurimmat vahapalat ja se voidaan tarpeen tullen steriloida.

4.1 Hunajan sekoitus

Hunaja pyrkii kiteytymään säilytyksen aikana spontaanisti ja olisi tärkeää sekoittaa hunajaa jos haluaa välttää kovan kiderakenteen muodostumista. Hunajan sekoitus on aloitettava heti, kun kiteytyminen alkaa, jolloin se on vielä helppoa käsitellä. Hunajan sekoitus tulee tapahtua hellävaraisesti ja on varottava, ettei ilmaa tule hunajaan liian paljon. Hunajaa voidaan sekoittaa vatkaimen tapaisilla sekoittajilla. Kuvassa 2 on esitettynä Beba mischtechnik-yhtiön hunajasekoittaja. Hunajan suurten kiteiden muodostuminen voidaan estää käyttämällä ns. ymppeihunajaa, joka sisältää pieniä glukoosikiteitä. Sekoittaessa näitä kiteitä hunajaan nopeuttaa tämä hunajan kiteytymistä. Muodostuneet kiteet ovat kuitenkin hyvin pieniä ja hunaja pysyy juoksevana.



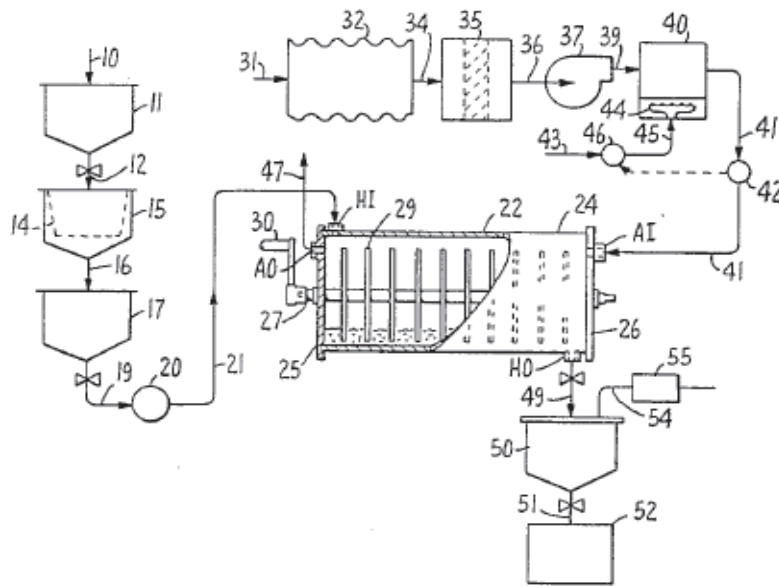
Kuva 2. Beba Mischtechnikin hunajasekoittaja.

4.2 Hunajan kuivaus

Hunajan kuivaus helpottaa hunajan käsittelyä huomattavasti. Hunajan juokseva ja liimamainen rakenne on ollut ongelmana ruoka- ja kosmetiikkateollisuudessa. Hunaja voidaan kuivatussa muodossa lisätä helposti erilaisiin seoksiin mm. ruoka-aineisiin tai juomiin. Vesipitoisuuden aleneminen vaikuttaa hunajan sisältämän fruktoosin rakenteeseen. Fruktoosi on suurin syy hunajan hygroskooppiselle luonteelle. Hunajan kuivattaminen muuttanee fruktoosin olomuodon amorfisesta kiteiseen ja alentanee näin hunajan hygroskooppista luonnetta. Hunajaa voidaan kuivata ohuella filmikalvolla, ekstruuderilla tai mikroaaltomenetelmällä alipaineessa. Kuivattu hunaja on lastumainen ja se voidaan käyttää näin tai jauhaa edelleen hienoksi jauheeksi.

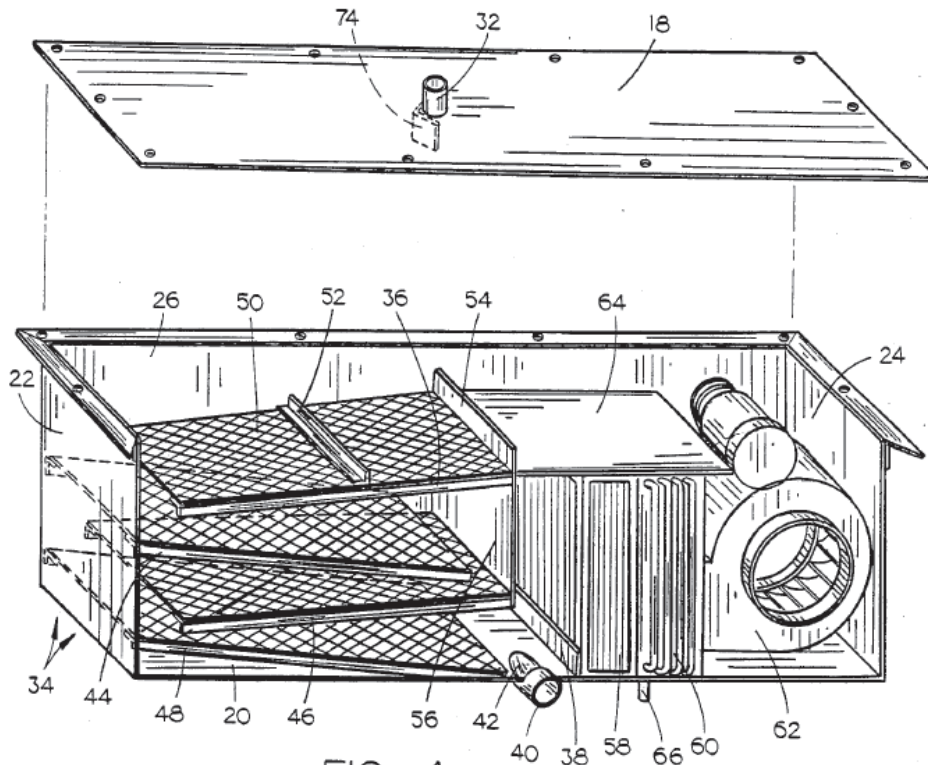
4.2.1 Hunajan kuivaus ohuella filmikalvolla

On olemassa monta erilaista tapaa kuivattaa hunaja filmikalvolla, mutta periaate on niissä kaikissa sama. Ellis *et al.* (1984) patentissa hunaja kuivatetaan filmikalvolla lämpimän ilman avulla. Hunaja sivellään filmikalvon päälle ja annetaan sen kuivua lämpimän ilman vaikutuksesta. Viipymäaika hunajalle on noin 1-6 tuntia. Ilman lämpötila on tällöin välillä 40-75°C. Sisääntulevan ilman kosteuspitoisuuden täytyy olla pieni. Filmikalvon paksuus voi vaihdella 0,5-5 mm. Olosuhteet ovat ei-turbulentit. Ilman nopeuden tulisi olla alle 5 m/s ja ihanteellinen ilmannoisuus on alle 2 m/s. Systeemi voi olla joko panos- tai jatkuvatoiminen. Kuvassa 3 on esitetty keksinnön mukaisen laitteiston rakenne. Bateson *et al.* (1990) tekemässä patentissa hunaja kuivataan filmikalvolla alhaisessa paineessa. Kuivauksen jälkeen hunaja jäähdytetään pyörivässä rummussa, jonka sisäosa on jäähdytetty.



Kuva 3. Hunajan kuivaus filmikalvolla. (Ellis *et al.* 1984)

Kuehlin (1987) keksinnössä on rakennettu laite, jonka yläkulmassa on sisääntuloaukko ja alakulmassa ulosmenoaukko. Hunaja lasketaan yläportista sisään ja se kulkee monen ritilämäisen tason läpi, jotka on asetettu limittäin siksak-maisesti toisiinsa nähden. Laitteessa on tuuletin, joka kuljettaa ilmaa evaporaattorikelan ja kuumentajan läpi, jotka kuivattavat ja lämmittävät ilmaa. Kuiva ilma imee kosteuden hunajasta ja kuivunut hunaja liukuu hiljalleen ulos laitteesta. Hunajan lämpötila, kun se tulee laitteeseen on noin 32,2°C, ilman nopeus 300 m³/min ja lämpötila 48,9°C. Hunaja virtaa noin 6,85 dm³/min laitteen läpi ja sen kosteusprosentti laskee noin 20 %:sta 18,5 %:iin. Kuvassa 4 on esitetty ko laite.



Kuva 4. Hunajan kuivaukseen käytettävä laite. (Kuehl, 1987)

4.2.2 Hunajan kuivaus ekstruuderilla

Hunajan kuivaus ekstruuderilla tapahtuu ekstruuderin toimintaperiaatteiden mukaisesti. Ekstruuderit voivat olla yksi- tai kaksiruuvinen. Hunaja voi sisältää tärkkelystä tai se voidaan ajaa ilman gelatisoivaa ainetta. Ekstruuderin voi tarpeen tullen sijoittaa jäähdytysjärjestelmään, mutta hunajan tullessa ulos ekstruuderista lämpötila laskee hyvin nopeasti ja erillinen jäähdytysjärjestelmä ei ole välttämätön. Ekstruuderin lämpötila säädetään välille 100-200°C. Tärkkelyksenä voidaan käyttää esim. maissi-, riisi- tai tapiocajauhetta ja niiden suhde märkäaineeseen voi vaihdella 5-30%. Keksinnössä nestemäistä seosta, joka sisälsi 30,4% hunajaa, 29,9% maissisiirappia, 27,6% vehnätärkkelystä, 2,3 % soijajauhoa ja 0,5 % hydratoitunutta lesitiiniä, syötettiin

jatkuvasti ekstruuderiin. Kuivunutta hunajaa kerättiin sitä mukaa, kun sitä tuli laitteesta ulos. Ekstruuderina toimi yksiruuvinen ekstruuderi ja sen puristuvuussuhde oli 4:1. Ekstruuderilla oli kolme eri lämpötilavyöhykettä: syötössä 132-182°C , keskellä 165,5-193°C ja lopussa 165,5-193°C . Ekstruuderin ruuvien kierrosnopeus oli 76 rpm. Kuivattu tuote oli lastumainen tullessaan ulos ekstruuderista. (Bateson *et al.*,1990)

4.2.3 Hunajan kuivaus jauheeksi

Hunaja voidaan kuivattaa jauheeksi, jolloin se säilyy kauemmin ja sitä voi lisätä helposti erilaisiin elintarvikkeisiin. Szejtli *et al.* (1985) keksinnössään hunajaan lisätään tärkkelystä ja syklodekstriiniä, jolloin seoksesta tulee homogeeninen. Suhteet olivat seoksessa hunaja:tärkkelys:syklodekstriini, 1 : 0,8 : 0,1-0,3. Hunajaseosta kuumennetaan 100°C:een ja annetaan olla tässä lämpötilassa 20 min. Tämän jälkeen seos kuivataan lämpötilassa 50-55°C 10-50 tuntia. Seokseen lisätään kolloidisilikaattia tai alkalistearaattia (0,01-1 massa-%), jonka jälkeen kuivunut hunaja jauhetaan hienoksi jauheeksi. Vaihtoehtoisesti kuivattuun hunajaan voidaan myös lisätä kuumaa, kyllästettyä, nestemäistä syklodekstriiniä suhteessa 1 hunajaa: 6 syklodekstriiniä, kuivapakastaa se ja lisätä vasta tämän jälkeen kolloidisilikaattia tai alkalistearaattia (0,01-1 massa-%) ja jauhaa seos. Menetelmän etuna on, että hunajan aromit ovat myös jauheessa samat kuin nestemäisessä muodossa syklodekstriinin avulla. Syklodekstriinin kyky sitoa aromiaineita perustuu sen huokoisuuteen. Parkin (2005) keksinnössään 5-95 massa-% hunajaan on lisätty 5-95 massa-% lisäainetta, joka voi olla mm. glukoosiisomeraasia, maissi- tai perunatärkkelystä, maltodekstriiniä tai syklodekstriiniä. Seos kuivataan tyhjiökuivauksella, mikroalloilla, kylmäkuivauksella tai ”stripataan” kaasulla tai kuumalla ilmalla. Kuivattu hunaja tyhjiöpakataan kosteuden absorboinnin estämiseksi.

4.2.4 Hunajan kuivaus mikroaalloilla

Patentin CN1820629 (Chen Xizhe, 2006) abstraktin mukaan hunajaa voidaan kuivata seuraavalla tavalla: Eri lähteistä tulevat hunajaerät esilämmitetään 20-35 °C:een juoksevuuden varmistamiseksi ja seos kuumennetaan vesihauteessa 50 – 55 °C:een samalla sekoittaen. Seos suodatetaan (suodattimen huokoskoko 100 -150 mesh) vakuumia käyttäen vahapalojen ja muiden kiinteiden epäpuhtauksien poistamiseksi. Suodoksen konsentraatio mitataan oikeiden parametrien säätämiseksi mikroaalto vakuumikuivaimen. Kuivauslämpötila asetetaan 35-50 °C:een ja paine -0,8 - -0,9 MPa. Kuivauksessa pyritään veden pitoisuus pudottamaan 2-8 %:iin. Jäähdytetään tuote ja murskataan sopivasti vakuumipakkausta varten.

4.3 Hunajan kapselointi

Hunaja voidaan kapseloida gelatiinikapseliin. Tällöin noin 50 % kapselin sisällöstä on nestemäistä hunajaa. Fischer *et al.* (1987) patentissa kapselin materiaali valmistettiin keittämällä 48 kg gelatiinia, 16 kg glyserolia ja 36 kg vettä. Tämän jälkeen siihen lisätään 10 kg mikrokiteistä selluloosaa ja 14 kg glyserolia. Syntyvästä materiaalista valmistetaan pehmeitä kapseleita, jotka täytetään 85 % hunajalla ja 15 % glyserolilla. Kapselit ovat täysin varastointikelpoisia ja stabiileja. Keksintö perustuu lisäaineen käyttöön kapselin kuoressa, joka pystyy absorboimaan vettä 10 % omasta painostaan. Tuloksena on stabiili kuori, jota voidaan käyttää vesiliukoisille ja hygroskooppisille aineille. Carlone *et al.*, (2004) patentissa kapseli on tehty hydroksimetyyliselluloosasta (92%) ja vedestä (8%) ja se on täytetty hunajalla. Kapseli on muotoiltu pallon muotoon ja sitä on tarkoitus käyttää erilaisten kuumien juomien makeuttajana. Hydroksimetyyliselluloosakuori liukenee kuumaan nesteeseen ja vapauttaa näin hunajan.

4.4 Hunajan geelilytys

Hunaja voidaan valmistaa geeliksi, jolloin se on helpompi käsitellä. Hunajaa voidaan käyttää geelimäisessä muodossa esim. leivän päällä, kosmetiikassa tai lääkevoiteena. Hubbelin (1998) patentissa noin 80-89 massa-% nestemäistä hunajaa, jonka lämpötila on 71,1°C, sekoitetaan hellävaraisesti seosta, joka sisältää 0,05-0,16 massa-% vedetöntä natriumsitraattia, 0,10-0,30 massa-% gellan kumia ja 10-19 massa-% vettä. Seos on kuumennettu 100°C:seen. Patentissa tuloksena on geelimäinen seos, jota on helppo levittää. Seokseen voidaan lisätä myös aromiaineita esim. kaneliöljyä. Lundmarkin (2001) patentissa hunajaan on sekoitettu polyglyseryylimetyyliakrylaattia suhteessa 8:1 tai 1:2 polyglyseryylimetyyliakrylaattia. Seoksesta tulee homogeeninen ja geelimäinen. Seosta käytetään kosmetiikassa iholle tai hiuksiin. Hunajasta voidaan valmistaa myös voidemaista ainetta lääkevoiteeksi. Tällöin noin 80 massa-% steriloitua hunajaa sekoitetaan hypoallergeenisia vahoja, jotka tekevät hunajasta helpommin käsiteltävän. Markkinoilla on jo Medihoney-nimistä lääkevoidetta, jota käytetään haavojen tai herpes-rakkuloiden hoidossa.(Blaser *et al.* 2006)

Gellan kumi on polysakkaridi, jota tuottaa *Sphingomonas pausimobilis* -bakteeri. Sitä käytetään gelatisoivana aineena ja se on vesiliukoinen (Martins, 1994). Gellan kumin ja gelatinoivan aineen sekoitusta käytetään ruoka-aineissa kiinteyttäjänä. Esim. erilaisiin vanukasjälkiruokiin tai lemmikkiruokiin laitetaan gellan kumi-seosta.(Clark *et al.*, 1988)

4.5 Hunajan kiteyttäminen

Hunaja sisältää pääkomponentteina glukoosia ja fruktoosia. Näiden monosakkaridien liukoisuusominaisuuksista johtuen seoksesta voidaan kiteyttää glukoosia. Kiteyttämällä glukoosia saadaan hunajan joukkoon pienikokoisia kiteitä. Tällä tavoin pienenevät haitat, joita aiheutuu huoneen lämpötilassa spontaanista kiteytymisestä, ja saadaan hunajan kaupallinen laatu säilymään paremmin. Kiteytymisen indusoiminen voidaan

saada aikaan sekoittamalla hunajan joukkoon hyvin pienikiteistä siemenkidettä sisältävää hunajaa. Hyvin pienet kiteet toimivat kiteytymiskeskuksina kontrolloidun kiteytyksen aikana. Siemenkiteiden määrä on yleensä noin 10 % kiteytettävän hunajan määrästä, kun hunajan vesipitoisuus on alle 18,5 % ja glukoosi/vesi suhde on korkeampi kuin 1,8. Siemenkiteiden lisäyksen jälkeen hunajaa sekoitetaan hiljalleen välttämällä ilmakuplien muodostumista. Kiteytyminen on täydellistä 3 – 20 päivää siemenkiteen lisäyksen jälkeen.(Cavia *et al.*, 2002)

4.6 Hunajan hygroskooppisuuden vähentäminen

Hunajan hygroskooppisuuden pienentämiseksi on kehitetty menetelmä, jossa sokerit tai hunaja tai proteiini tai edellisten seos käsitellään alkalilla ja hapolla. Sawhillin (1993) tekemässä keksinnössä alkalioksidia tai hydroksidia sekoitetaan niin, että kalsium- tai magnesiumoksidin massa-% on noin 2 - 4 % koko seoksesta. Menetelmälle on tyypillistä, että vettä sisältävään ravintoaineeseen, jossa kiintoaineen määrä on vähintään 40 paino-% joko sokereita, hunajaa, proteiinia tai edellisten seosta, lisätään alkaalista lisäainetta kuten kalsiumoksidia, magnesiumoksidia tai vastaavia hydroksideja 0,05 – 3,0 painoprosenttia oksideina laskettuna. Seokseen lisätään happoa joko fosforihappoa tai rikki- kloorivety- tai etikkahappoa 0,03 – 2,0 paino-%. Tämän jälkeen seoksesta haihdutetaan vettä niin, että veden määrä on alle 12 paino-%:a. Emäsluos lisätään hunajaan ja sekoitetaan hitaasti noin 5 minuutin ajan. Liuoksen pH täytyy olla välillä 3,5-6,5, jolloin sen on parhaiten todettu säilyttävän arominsa ja vähentävän-hygroskooppisuutta. Patentin esimerkissä 200 mg hunajaa sekoitettiin liuosta, jossa oli 2 tai 4 mg CaO (lisätään 20 m-%:sena lioksena). Kuivauksen jälkeen voidaan valmistaa rakeista tuotetta. Käyttötarkoituksesta riippuen seos voidaan muotoilla haluttuun muotoon ennen kuivausta.

5 Hunajan laadunvalvonta ja analysointimenetelmät

Hunajan laadulle voidaan asettaa erilaisia kriteerejä, jotka vaihtelevat maittain. Hunajan laatua voidaan määrittää sokerikoostumuksen, värin tai sen sisältämien mineraalien mukaan. Hunajan sokerikoostumuksen analysoimiseen voidaan käyttää HPLC-RI-laitetta ja HMF-pitoisuuteen HPLC-UV-laitetta (Ferreira *et al.*, 1997). Hunajan entsyymi- ja proteiinipitoisuudet voidaan määrittää hunajasta hydrofiilisilla mikrosuodattimilla (Barhate *et al.*, 2003).

5.1 Hunajan sterilointi

Hunaja sisältää yli 14 erilaista osmotoleranttista hiivakantaa mm. *Saccharomyces*-, *Schizosaccharomyces*- ja *Torula* -kannoista, ja sopivissa olosuhteissa hiivat voivat kasvaa ja käyttää hunajassa olevan glukoosin etanoliksi. (Holderna-Kedzia *et al.*, 2000) Hunaja voi sisältää myös *Clostridium botulinum* -bakteerin itiöitä, jotka ovat erityisen vaarallisia alle 1-vuotiaille, sillä heidän immuunisysteeminsä on vielä epätäydellinen. Jotta hunaja säilyisi, täytyy sen kosteuspitoisuuden pysyä alhaisena (noin alle 17 %). Myös säilytyslämpötila täytyy olla alle 11°C. Hunaja voidaan tarpeen tullen käsitellä lämpökäsittelyllä tai säteilyllä, jotka eliminoivat hunajan sisältämät pilaajamikrobit. Säteilykäsittelyssä hunajaa käsiteltiin gammasäteilyllä (5 ja 10 kGy) ja tämän todettiin alentavan bakteerien ja homeen määrää hunajassa. Säteily ei vaikuttanut hunajan viskositeettiin, mutta tehtyjen kokeiden perusteella säteilyttämätön hunaja maistui paremmalta kuin säteilytetty hunaja (Matsuda *et al.*, 2004). Hunajan lämpökäsittelyssä hunaja altistettiin korkealle lämpötilalle (75,5°C, 5 min) ja tämä eliminoi suurimman osan hiivoista ja homeista, mutta ei kuitenkaan itiöitä. Aikaisemmin on ollut ongelmana korkean lämpötilan vaikutus hunajan koostumukseen. Liian korkean lämpötilan on todettu vaikuttavan hunajan väriin ja makuun. Hoeghin (2006) patentissa on kuitenkin todettu, että jos hunaja altistetaan alle sekunnin ajan korkealle lämpötilalle, korkea lämpötila ei vaikuta hunajaan negatiivisesti. Lyhyt altistusaika on kuitenkin riittävä

eliminoimaan bakteeri-itiöt hunajasta. Keksinnössä hunaja altistettiin noin 1-1000 ms ajan 110-170°C:lle. Tämän todettiin alentavan *C. botulinum* -bakteerin itiöiden määrää huomattavasti hunajassa.

5.2 Terveysriskin aiheuttajia hunajassa

Hunaja sisältää muutamia kemiallisia komponentteja, joiden vaikutusta ei tarkoin tunneta mutta, jotka voivat olla potentiaalisia riskitekijöitä ihmisen terveydelle. Hunaja saattaa sisältää bisfenoleja, A- ja F-muotoa, joita kulkeutuu hunajaan valmistuksen aikana esim. pakkausmateriaalista. Aikaisemmin bisfenolia ei ole pystytty detektoimaan kunnolla ruoka-aineista, mutta kehitetyn menetelmän avulla se on nyt pystytty tarkoin erottamaan ruoka-aineesta. Työkaluna käytetään käänteisfaasinestekromatografiaa ja hunajanäytteet valmistetaan kiinteäfaasiuutolla. (Inoue *et al.*, 2002)

Hunaja saattaa sisältää myös jäänteitä antibiooteista, joita käytetään mehiläisten hoidossa. Tetrasykliiniä ja oksitetrasykliinia käytetään mm. USA:ssa mehiläisten antibiootteina ja niiden jäänteitä saattaa olla hunajassa. Tetrasykliiniyhdisteiden detektoimiseen käytetään HPLC-laitetta ja UV-detektoria tai kemiluminesenssimenetelmää. Hunajanäytteiden puhdistus tetrasykliiniyhdisteistä tapahtuu parhaiten voimakkaalla kationivaihtajalla. (Garriques *et al.*, 2006)

6 Hunajan käyttökohteet

Hunajaa käytetään teollisuudessa runsaasti erilaisissa ruoka-aineissa. Suurimmat käyttökohteet löytyvät leipomo-, makeis ja muroteollisuudessa. Hunajaa käytetään myös erilaisissa lihamarinadeissa ja juomissa makeuttajina.

6.1 Hunajan käyttö leivonnassa

Hunajaa voidaan käyttää leivonnassa kuten sokeria. Hunajassa on kuitenkin vesipitoisuus huomattavasti korkeampi kuin kidesokeri. Tämä tulisi muistaa ja lisätä taikinaan vähemmän vettä, kun käyttää hunajaa. Hunajaa lisätään taikinaan nestemäisenä veden yhteydessä, jolloin suurin osa hunajasta liukenee veteen. Myös kuivattua tai hunajajauhetta käytetään leivontateollisuudessa. Tällöin hunajan voi lisätä kuiva-aineiden yhteydessä. Hunajan on todettu syventävän leivonnaisten väriä ja aromia. Sitä on tutkittu terveellisempien ja vähärasvaisempien leivonnaisten valmistamisessa. Hunajan hygroskooppisen luonteen takia se säilyttää kosteuden pidempään ja tätä on tutkittu mahdollisuutena rasvan vähentämiselle kakuista. Korvattaessa sokeri kokonaan hunajalla todettiin kuitenkin kakkujen ilmavuuden kärsivän. Kakut, joihin käytettiin pelkästään hunajaa olivat hyvin tiiviitä. Hunajasta aiheutui myös sivuaromeita kakkuihin.

Hunajan optimaalinen pitoisuus erilaisissa leivonnaisissa on määritetty. Se on noin 40 % kaikesta käytettävästä makeutusaineista kakuissa. Käytettäessä hunajaa kekseissä, säilyttivät ne rapeutensa ja hunaja syvensi samalla niiden väriä. Optimaaliset hunajapitoisuudet olivat sokerikekseissä (5%), inkiväärikekseissä (30%) ja hedelmäpatukoissa (66,6%). Hunajan on todettu myös kasvattavan taikinan sidosvoimaa. Vaikutus kasvaa jos taikinassa on laktoosia. (Conforti *et al.*, 2004)

Hunajaa käytetään myös pakkasleivonnaisissa. Sen on todettu parantavan pakkasleivonnaisten laatua, kun nestemäistä hunajaa lisättiin enemmän kuin 8 % kaikista makeutusaineista taikinaan. Se alensi nostatusaikaa, kasvatti taikinan ilmavuutta ja alensi murujen kiinteyttä. Hunajan on todettu suojaavan taikinaa pakastuksen aikana. Kuivaa ja nestemäistä hunajaa käytettiin pakkasleivonnassa tutkittaessa sen vaikutusta. Suojausmekanismi vaikuttaisi johtuvan hunajan hygroskooppisesta luonteesta. Suurimmat vahingot pakkasleivonnassa tapahtuvat, kun pakastuksen aikana jäätyneet vesimolekyylit vahingoittavat hiivasoluja ja taikinan proteiiniverkkoa. Hunajan hygroskooppisen luonteen takia se voisi vetää

vesimolekyylejä puoleensa, jolloin ne kerääntyvät hunajan ympärille, eivätkä vahingoita muita ainesosia taikinassa.

6.2 Hunajan käyttö marinadeissa

Hunajaa käytetään runsaasti erilaisissa marinadeissa, sillä se kasvattaa muiden aromiaineiden makua. Hunajan on todettu myös säilyttävän lihan mehukkuuden paremmin paistettaessa kuin ilman hunajaa olevat marinadit. Liha ei menettänyt niin paljon nestettä käytettäessä hunajaa. Hunajan hygroskooppisella luonteella saattaa olla tässä vaikutusta. Lihalla oli myös kiiltävämpi ja kosteampi pinta, sen aromiaineet olivat vahvemmin esillä ja sen koostumus oli myös pehmeämpi. (Hashim *et al.*, 1999) Hunajalla on antioksidatiivisia vaikutuksia, se hidastaa lihan hapettumista ja pidentää näin lihan säilyvyyttä.

Hunajan on todettu alentavan heterosyklisten aromaattisten amiinien muodostumista lihassa paiston aikana. Mainittujen yhdisteiden on todettu olevan haitallisia terveydelle. Parhaimmat tulokset saavutettiin, kun hunajapitoisuus marinadissa oli 30 massa-% veden määrästä. (Shin *et al.*, 2004)

6.3 Hunajan käyttö muroissa

Hunajaa käytetään murojen päällystämiseen tai suoraan murotaikina-aineeseen sekoitettuna. Nestemäinen hunaja sekoitetaan suoraan taikinaan, jonka jälkeen taikinaan lisätään muut aineet ja se muotoillaan haluamaan muotoon. (Bohdan *et al.*, 1966) Murot voidaan päällystää myös hunaja-siirappiseoksella esim. suihkuttamalla seosta murojen päälle tai sekoittamalla murot seokseen. Murojen kuivaus on tämän jälkeen hyvin tärkeää, jotteivät murot jälkeinpäin tarttuisi toisiinsa. (Johnston *et al.*, 1976)

6.4 Hunajan käyttö makeisissa

Hunajaa käytetään makeisissa maun- ja värinantajana yhdessä muiden makeutusaineiden kanssa. Sitä voi lisätä makeisten tekovaiheessa niin nestemäisenä kuin jauheenakin. Hunajalla ei kuitenkaan korvata kokonaan sokeria vaan hunajapitoisuus kokonaisuudessaan vaihtelee eri makeisissa hyvin paljon. Hunajan lisäys makeiseen nostaa hieman sen terveysarvoa hunajan sisältämien antioksidanttien takia ja pidentää makeisten säilyvyyttä, sillä hunaja sisältää antimikrobisia ainesosia. Straubin (1956) patentissa valmistettiin sitruunan kuoria sisältävää makeista ja hunajan todettiin parantavan sitruunan kuorten makua ja rakennetta. Hunaja mm. lisäsi sitruunapartikkeleiden kosteutta hygroskooppisen luonteensa takia, teki niistä pehmeämpiä ja makeutti enemmän kuin ruokosokeri. Nestemäistä hunajaa lisättiin makeismassaan vain noin 8 %, mutta jo se riitti vaikuttamaan sitruunan kuorten koostumukseen korostaen myös sitruunan kuorten makua.

Erityisesti USA:ssa, missä ylipaino ja 2. tyypin diabetes ovat leviämässä on pyritty löytämään muita makeutusvaihtoehtoja sakkaroosin tilalle. Hunajalla on alhainen glykeeminen taso korkean fruktoosipitoisuutensa takia. Tämän takia se sopii erityisen hyvin diabeetikoille, sillä fruktoosin imeytyminen kehoon ei vaadi insuliinia. Sitä on suositeltu myös pienten lasten ravintoaineena. Sen makeutusominaisuus on myös voimakkaampi kuin sakkaroosilla, joten sitä voidaan lisätä vähemmän makeisiin ja muihin ruoka-aineisiin, jolloin niiden energiapitoisuus alenee.

6.5 Hunajan käyttö juomissa

Hunajaa voidaan käyttää juomien makeuttajana kuten sokeria ja Suomessa hunajaa käytetään laajasti makeuttamaan esim. simaa. Siman valmistukseen tarvitaan vettä, hunajaa, hiivaa ja maun antajana sitruunan kuoria. Simajuoman annetaan käydä noin viikon, jolloin siihen on syntynyt hiivan metaboliatuotteena pieni määrä etanolia ja

hiidioksidia. Hunajaa käytetään myös alkoholijuomissa makeuttajana ja aromin antajana. Hunajalla ei kuitenkaa korvata kokonaan sokeria. Von Sterling-Krugheimin (1979) patentissa 1 kilogrammaan hunajaan sekoitettiin 0,8-2 g askorbiinihappoa ja 5-15 g sitruunahappoa. Syntyvää tuotetta voitiin käyttää joko suoraan leivän päällysteenä tai sekoittaa veteen, jolloin siitä syntyi virkistävää juomaa.

Dukin (2004) keksinnössä hunajaa on käytetty kahviuomassa. Hunaja korosti cappuccino-juoman makua ja lisäsi sen terveellisyyttä. Patentin mukaisessa seoksessa on 10,8-20,5 massa-% kahvia, johon sekoitettiin 30-39,7 massa-% hunajaa, 23,8 massa-% kerman korviketta, 23,8 massa-% rasvatonta maitoa, emulgaattoria ja saostajaa. Emulgaattori sisälsi hydratoitunutta soijaöljyä ja mono- ja diglyserideja konsentraatiosuhteessa 0,3 %. Saostajassa oli ksantaanikumia konsentraatiosuhteessa 0,1%.

Taulukossa 3 ja 4 on esitetty hunajan funktionaalisia ominaisuuksia erilaisissa ruoka-aineissa.

Taulukko 3. Hunajan ominaisuudet, jotka vaikuttavat ruoka-aineisiin.

ominaisuudet	toiminto	leivonta	juomat	murot	makeiset	maitotuotteet
antimikrobiset ominaisuudet	viivyttää pilaantumista	X				X
hiilihydraattien koostumus	maun korostaja		X			
väri	antaa väriä	X				X
kiteytyminen	rakenne				X	
maku	maun antaja	X	X	X	X	X
kosteus	lisää kosteutta	X				
hygroσκοoppisuus	säilyttää kosteuden		X			
alhainen jäätymispiste	alentaa jäätymispistettä		X			
sekoitettavuus	vesiliukoinen	X				
Maillardin reaktion prekursorit	antioksidatio					
ravitsemus	terveysvaikutus	X	X	X	X	X
pH-tasapaino	inhiboi bakteerien kasvua		X	X		X
säilytys	hidastaa väljähtymistä	X				
proteiinit	selkiyttäminen			X		
pelkistävät sokerit	nostattaa ruskettumista	X				
viskositeetti	sitovuustekijä		X	X		
veden aktiivisuus	pidentää varastointiaikaa	X		X		

Taulukko 4. Hunajan ominaisuuksia, jotka vaikuttavat ruoka-aineissa.

ominaisuudet	toiminto	leivonta	juomat	murot	makeiset
antimikrobiset ominaisuudet	viivyttää pilaantumista	X			
hiilihydraattien koostumus	maun korostaja		X		
väri	antaa väriä	X			
kiteytyminen	rakenne				X
maku	maun antaja	X	X	X	X
kosteus	lisää kosteutta	X			
hygroσκοoppisuus	säilyttää kosteuden		X		
alhainen jäätymispiste	alentaa jäätymispistettä		X		
sekoittavuus	vesiliukoinen	X			
maillairdin reaktion prekursorit	antidioksideatio				
ravitsemus	terveysvaikutus	X	X	X	X
pH-tasapaino	inhiboi bakteerien kasvua		X	X	
proteiinit	selkiyttäminen			X	
pelkistävät sokerit	kasvattaa ruskettumista	X			
viskositeetti	sitovuustekijä		X	X	
veden aktiivisuus	pidentää varastointiaikaa	X		X	

6.6 Muut mahdolliset käyttökohteet

Fackrell *et al.* (1994) keksinnössään hunajasta on valmistettu ”hunajavoita” hunajasta ja maitovalmisteesta. Tuloksena on syntynyt levite, joka on rasvapitoisuudeltaan alhainen ja voidaan luokitella kevytuotteeksi. Keksinnössään pastöroitua hunajaa on esikäsitelty lisäämällä siihen piimaata, joka absorboi joitain mineraaleja ja entsyymejä hunajasta. Piimaa poistetaan hunajasta suodattamalla. Seokseen lisätään stabilointiainetta, lesitiiniä. Tämän jälkeen seos homogenisoidaan, jäähdytetään, vatkataan ja pakataan.

Hunaja sisältää runsaasti erilaisia oligosakkarideja, jotka voivat toimia probioottien ravintona, prebiootteina. Tämän takia hunajan lisäys erilaisiin hapanmaitotuotteisiin voi kasvattaa niissä olevien bakteerien (esim. bifidobakteerien) kasvua ja elävyyttä.

Hunajasta voidaan valmistaa etanolia, sillä hunaja sisältää runsaasti sakkariideja. Hunajassa on jo valmiiksi fermentoivia hiivoja, mutta seokseen lisätään kuitenkin lisää hiivasoluja, jotta fermentointi tapahtuisi nopeasti. Hunajaan lisätään vettä, jotta

kosteuspitoisuus alenee alle 88 %. Liian korkea sokeripitoisuus inhiboi hiivojen kasvua. Tämän jälkeen pH säädetään noin viiteen. Ammoniumsulfaattia ja fosfaattia lisätään seokseen, jotta hiivasolut saavat siitä tarvitsemansa typen- ja fosforilähteen. Menetelmän etuna on monien eri prosessiaskelten eliminoiminen verattuna etanolin tuotantoon viljasta.(Gregory, 1994)

Hunaja sisältää erilaisia antioksidantteja ja sitä onkin tutkittu mahdollisena rohdosaineena. Hunajasta on valmistettu voidetta, joka edistää mm. palohaavojen ja haavojen parantumista (Abashidze *et al.*, 2005).

7 Yhteenveto

Hunajan käyttö makeuttajana ruoka-aineissa ja juomissa on ollut jo pitkään tunnettua. Hunajan tuottomahdollisuudet ovat mehiläisfarmien varassa ja suuret tuotantovolyymit eivät ole olleet ihanteellisia toteuttaa. Hunajaa tuotetaan kuitenkin noin 1 268 000 tonnia/a maailmassa, joten se on saanut aseman jokapäiväisenä kulutushyödykkeenä. Hunajan uusia käyttömahdollisuuksia syntyy koko ajan. Sen terveydelliset ominaisuudet ovat kiistattomat. Sitä käytetään mm. lievittämään flunssan oireita. Sillä on huomattavasti enemmän hyödyllisiä ominaisuuksia ihmiselle kuin tavallisella kidesokerilla, joten sitä olisi suositeltavaa käyttää makeuttajana sokerin sijaan. Sen lääketieteellisiä ominaisuuksia ja sovelluskohteita ei ole vielä tutkittu tarpeeksi ja hunajalla hoitaminen perustuu pitkälti kansanperinteisiin. Tulevaisuudessa voitaisiin tuottaa hunajaa helposti käsiteltävässä olomuodossa esim. lastuina ja jauheena ja saada sille näin enemmän käyttömahdollisuuksia myös kotitalouksiin. Luonnonmukaiset hoidot ovat olleet kasvavassa suosiossa lääketieteessä ja hunajalla voisi olla tässä tärkeä asema.

8 Lähdeluettelo

Abashidze, G., Maglakelidze, K. ja Kadagishvili, E., Medicament on the basis of honey, preparation and the use thereof, *Pat. Coop. Treat.* GE2004/000004, 28.7.2004.

Bateson, G., Heuer, G.C. ja Morris, C.A., Methods for drying honey and molasses, *Us. Pat.* 4,919,956, 24.4.1990.

Barhate R.S., Hebbar, H.U., Nandini, K.E. ja Subramanian, R., Processing of honey using polymeric microfiltration and ultrafiltration membranes, *J. Food Eng.* **60** (2003) 49-54.

Bhandari, B., Caffin, N., D'arcy, B.R., Halley, P.J. ja Sopade, P. A., Dynamic and steady-state rheology of Australian honeys at subzero temperatures, *J. Food Proc. Engin.* **27** (2004) 284-309.

Blaser, G., Bode, U., Fleischack, G., Simon, A., Sofka, K. ja Wiszniewsky, G., Wound care with antibacterial honey (Medihoney) in pediatric hematology–oncology, *Sup. Car. Can.* **14** (2006) 91-97.

Bohdan, O.H., ja Hawthorne, N.J., Process for preparing a honey-graham flavored cereal, *Us. Pat.* 3,505,078, 7.4.1970.

Browne, T.A., Moisture absorptive power of different sugars and carbohydrates under varying conditions of atmospheric humidity, *J. Ind. Engin. Chem.* **14** (1922) 712.

Carlone, D.L., Janik, J.J. ja Jahnik S.B., Drops of honey, *Us. Pat.* 2004126463, 1.7.2004.

Cavia, M.M., Fernández-Muino, M.A., Gómez-Alonso, E., Montes-Perez, M.J., Huidobro, J.F. ja Sancho, M.T., Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation, *Food Chemistry* 78 (2002) 157-161.

Chen Xizhe, Method for producing solid honey, CN1820629, 23.08.2006.

Clark, R.C., LaVelle, W.M. ja Wolf, C.L., Gellan gum/Gelatin blends, *Us. Pat.* 4,876,105, 9.6.1988.

Conforti, P.A. ja Lupano, C.E., Functional properties of biscuits with whey protein concentrate and honey, *Int. J. Food Sci. Tech.* **39** (2004) 745-753.

Duk, K.K., Production of coffee beverage using natural honey instead of sugar to control mixing ratio of honey to coffee, thereby enhancing taste and flavor of cappuccino drink, *Kr. Pat.* 20040076188, 31.8.2004.

Ellis, J.R.B. ja Platt jr., J., Removing water from honey at ambient pressure, *Us. Pat.* 4,536,973, 27.8.1985.

Fackrell, R.N. ja Griffeth, L.P., Honey products, *Us. Pat.* 5,468,513, 21.11.1995.

Ferreira, I.M.P.L.V.O., Ferreira, M.A., Mendes, E. ja Proença, E.B., Quality evaluation of Portuguese honey, *Carbohydr. Pol.* **37** (1998) 219-223.

Fischer, G., Jahn, H. ja Schneider, B., Gelatin capsules and method of preparing same, *Us. Pat.* 4,804,542, 14.2.1989.

Garrigues, M., Huq, S ja Kallury, M.R., Role of zwitterioc structures in the solid-phase extraction based method development for clean up of tetracycline and oxytetracycline from honey, *J. Chrom. A.* **1136** (2006) 12-18.

Gregory, E.K., Production of fuel alcohol from honey, *Us. Pat.* 5,352,593, 4.10.1994

Hashim, I.B., Hung, Y.C. ja McWatters, K.H., Marination method and honey level affect physical and sensory characteristics of roasted chicken, *J. Food Sci.* **64** (1999) 163-166.

Hoegh, P. S., Method of reducing the spore content in a honey product and honey product obtainable by the method, *Pat. Coop. Treat.* WO2006050738, 18.5.2006.

Holderna-Kedzia, E., Kedzia, B., Madajczyk, D., Migdal, W. ja Owczarczyk, H.B., Microbiological decontamination of natural honey by irradiation, *Rad. Phys. Chem.* **57** (2000) 285-288.

Hubbel, B.C., Gel textured honey product, *Us. Pat.* 5,750,175, 12.5.1998.

Inoue, K., Murayama, S., Nakazawa, H., Takeba, T. ja Yoshimura, Y., Contamination of xenoestrogens bisphenol A and F in honey: safety assessment and analytical method of these compounds in honey, *J. Food Comp. Anal.* **16** (2003) 497-506.

Kuehl, L.J., Apparatus for removing moisture from honey, *Us. Pat.* 4,763,572, 16.8.1988.

Lundmark, L. D., Hydrated honey gel polymeric compositions and process for preparing the same, *Us. Pat.* 6,174,535, 16.1.2001.

Johnston, R. J. ja Lyall, A.A., Emulsified oil and sugar cereal coating and incorporating the same, *Us. Pat.* 3,959,498, 25.5.1976.

Martins, L.O., Temperature profiles of gellan gum synthesis and activities of biosynthetic enzymes, *Biotechnol. Appl. Biochem.* **20** (1994) 385-395.

Matsuda, A.H. ja Sabato, S.F., Effect of irradiation on Brazilian honey's consistency and their acceptability, *Rad. Phys. Chem.* **71** (2004) 107-110.

Park, M.K., Method for producing honey powder and foods using the honey powder, *Pat. Coop. Treat.* WO2005053431, 16.6.2005.

Sawhill, J.W., Method of making non-hygroscopic sugar and protein solids, *Us. Pat.* 5,185,174, 9.3.1993.

Shin, H.S. ja Ustunol, Z., Influence of honey-containing marinades on heterocyclic aromatic amine formation and overall mutagenicity in fried beef steak and chicken breast, *J. Food Sci.* **69** (2004) 147-153.

Straub, W.F., Citrus peel product and method, *Us. Pat.* 2,748,003, 29.5.1956.

Szetjli, J. ja Tardy nee Lengyel, M., Honey powder preserving its natural components, *Us. Pat.* 4,529,608, 16.7.1985.

Von Stering-Krugheim, G., Composition containing honey, *Us. Pat.* 4,273,794, 16.6.1981.

9 Lämpökäyty materiaali

Tietokannat:

Chemical Abstract Service / SciFinder Scholar palvelun välityksellä

scholar.google.fi

www.prh.fi

www.google.com

www.wikipedia.com

www.uspto.gov

<http://fi.espacenet.com>

World Wide Web

<http://www.hunaja.fi/>, 20.4.2007

<http://www.hunajainensam.net/>, 21.4.2007

<http://www.honey.com/downloads/refguide.pdf>, 25.4.2007

<http://www.beba-mischtechnik.de/spanisch/toptip/untersuchung.pdf>, 26.4.2007

<http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-63197-121124/unrestricted/ch1234.pdf>,
27.4.2007

<http://www.honey.com/honeyindustry>, 1.5.2007

Hakusanat:

Honey, dry honey, honey composition, levulose, fructose, production of honey, hygroscopic, utilization of honey, honey in confectionary, honey gel