

**I. HAPANTUOTTEET** voidaan jaotella seitsemään eri luokkaan:

- 1. vihannes- tai hedelmähapatteet (hapanvihannekset, kimchi, pikkelsit, gundru, umeboshi)
  - 2. palkokasvien siemenhapatteet (miso, tamari, tempeh tms.)
  - 3. muut hapatetut siementuotteet (siemenjuustot ym. kastikkeet, leivät ja puurot)
  - 4. hapatetut sienet (mm. karjalainen sienisalaatti)
  - 5. hapatetut juomat (kvassi, kombucha/volgansieni, hapanvihannesmehut)
  - 6. eläinten maidosta valmistetut tuotteet (jugurtti, kefiiri, viili, tara, kumyss tms.)
  - 7. muut hapatetut eläinkunnan tuotteet (hapatetut silakat, salami yms.)
- - Kaikki em. tuotteet syntyvät pieneliöiden eloperäistä ainesta muuntavan hajotustoiminnan tuloksena (maitohappobakteerit, etikkahappobakteerit, hiivat ja homeet). Tässä käsittelemme **hapankaalin tavoin valmistettavia yrtti- tai vihanneshapatteita.**

Hapatukseen osallistuu monia pieneliöiden yhdyskuntia, jotka syövät kasvien sisältämiä sokereita (**käymiskykyisiä hiilihydraatteja**) muuttaen ne **maitohapoksi** (CH<sub>3</sub>-CHOH-COOH tai 2-hydroksipropanihappo). Näin syntyvä happamuus (pH 4.1) estää haitallisten bakteerien pääsyn kasviksiin. Lähellä maata tai kosteissa pensaikoiissa kasvavissa vihreissä kasveissa on luontaisesti eniten maitohappobakteereja, kun kasvit kerätään aurinkoisella säällä muutama vuorokausi edellisten sateiden jälkeen.

- - maitohappokäyminen on nestepinnan alainen hapeton käymistila
- - kompostointi on ilman ja kosteuden läsnäollessa tapahtuva käymistila

Maitohappokäymisen onnistumisen kannalta on ratkaisevaa luoda maitohappobakteereille suotuisat olosuhteet (**hapettomuus, nestepinnan alaisuus, sopiva lämpötila, suolapitoisuus**). Mikäli olosuhteet eivät toteudu, saattaa seurauksena syntyä pahanhajuisia käymisvirheitä (voihappokäyminen, alkoholikäyminen, etikkahappokäyminen, metaanikäyminen).

=> **onnistuneen maitohappokäymisen tunnistaa miellyttävästä tuoksusta ja mausta!**

**II. MITÄ HYÖTYÄ ON KASVISTEN HAPATTAMISESTA ?**

**A.** Maitohappokäyminen pehmentää kuituisia vihanneksia, synnyttää vahvoja ja houkuttelevia makuja sekä aikaansaa miellyttäviä tuoksujia, jotka edistävät ruuansulatustamme ja hyvän olon tunnettamme.

**B.** Maitohappokäyminen on kuivaamisen ohella ihmiskunnan vanhimpia säilöntämenetelmiä. Se säilyttää vihannesten ravintoarvon paremmin kuin kuivaaminen, umpioiminen tai pakastaminen ja suojelee ruokailijaa ruokamyrkytyksiä aiheuttavilta patogeenisiltä eliöiltä.

- - Hapanvihanneksia on valmistettu jo kivikaudella ja silloiset menetelmät saattavat olla edelleenkin käytössä maaseutualueilla eri puolilla maapalloa.
- - Polynesianlaiset ylittivät Tyynen valtameren ja asuttivat Hawaiiin hapatetusta taro-juuresta valmistetun poi-puuron avulla yli 1000 vuotta aikaisemmin kuin kapteeni Cook miehistöineen tuli kuuluisaksi keripukkia torjuvista hapankaalitynnyreistään.
- - AIV-rehun säilöntämenetelmä on jäljitelmä perinteisestä maitohapposäilönnästä pantio-nimisissä puisissa astioissa. Pantioissa säilöttiin 1800-luvun kirjallisuusviitteiden mukaan mm. ohdakkeiden (*Cirsium heterophyllum* ja *C. arvense*), nokkosen (*Urtica dioica*), sekä ukonputken (*Heracleum sibiricum*) nuoria versoja, joita käytettiin myös ihmisravinnoksi. Näitä nimitettiin joskus kaaliksi ja syksyisin säilöttiin tällä tavalla myös nauriin naatteja.

### C. Terveysvaikutukset:

- Hapatusruukku vastaa vertauskuvallisesti märehäntijöiden pötsiä ja **toimii ihmisen elimistölle huonommin soveltuvan ravinnon esisulattajana**. Esim. helposti ilmavaivoja aiheuttavien lampaankääpien tärkkelys muuttuu elimistössä helpommin käyttökelpoiseksi maitohapoksi. Myös siementen monimutkaiset **proteiinit pilkkoutuvat hapatettaessa yksinkertaisiksi aminohapoiksi**. Esisulatus tehostuu mikäli hapatettavien vihannesten soluseinät murskataan nuijalla.
- Pieneliöiden aineenvaihdunta **synnyttää B-vitamiineja** (foolihappoa, riboflaviinia, niasiinia, tiamiinia ja biotiinia), **sekä omega-3-rasvahappoja** ym. terveysvaikutteisia yhdisteitä (superoksidi dismussasi, GTF-tyypin kromi, glutationi, fosfolipidit, ruuansulatusentsyymit, beta-(1,3)-glukaani). Aiemmin sanottiin hapantuotteissa syntyvän myös B12-vitamiinia, mutta nykytiedon mukaan kyse on B12-vitamiinin analogeista, jotka eivät ole kehossa aktiivisia. Aihe kaipaa jatkotutkimuksia, sillä esim. klebsiella aerogenes -bakteerit tuottavat aitoa B12:ta.
- **Maitohappoa esiintyy** luontaisesti suojaavana kerroksena ihmisen suun, suoliston ja sukupuolielinten **limakalvoilla**. Antibioottien käyttö, juomaveden klooraminen, antibakteeriset pesuaineet ja muu "sodankäynti bakteereja vastaan" tuhoaa nämä elintärkeät bakteerikasvustot, joiden uudistamisessa hapatetut yrtit ja vihannekset ovat avuksi (1-3 rkl ennen ateriala).
- Maitohappobakteerit kulkevat elävinä mahalaukun ja ohutsuolen läpi, ollen elinvoimaisia vieläpä paksusuolella. Suolella ne **estävät mätänemistä (ilmavaivoja) ja tauteja** aiheuttavien bakteerien kasvua ja kykenevät mm. estämään kolera- ja kolibakteerien kiinnittymisen suolen seinämiin. Myös ripulia aiheuttavien Shigella, Salmonella ja E. coli -bakteerien kasvu estyy.
- Maitohappo on orgaaninen happo, joka **hajoaa ruuansulatuksessa täysin**. L(+)-maitohappo muuttuu elimistössä 80-prosenttisesti glykogeeniksi, jota varastoituu maksaan. Maksaan varastoitunut glykogeeni kuluu tarvittaessa kehon energiantarpeeseen. Loppuosa maitohaposta hajoaa hiilihapoksi ja vedeksi. Maitohapon **vaikutus elimistöömme on emäksinen**, toisin kuin esim. lihaa, munia ja juustoa syödessä kehoon syntyvillä elimistöä happamoittavilla epäorgaanisilla hapoilla. Myös ylenmääräinen pähkinöiden ja siementen syönti (varsinkin liottamattomina ja idättämättöminä) aiheuttaa kehoon liiallista happamuutta, jonka seurauksena elimistö joutuu tasapainottamaan pH:ta mm. ryöstämällä luustosta kalsiumia.
- **Mikäli maharauhaset erittävät vajavaisesti suolahappoa, niin maitohappo aktivoi sen erityistä, mutta mikäli suolahappoa on liikaa - niin maitohappo vähentää sen tuottamista**. Maitohappo **kiihottaa myös haiman toimintaa**.
- Valkokaalia hapatettaessa muodostuva koliini **laskee verenpainetta ja tasoittaa ravintoaineiden siirtymistä vereen**. Hapankaalin sisältämä asetyylikoliini **panee liikkeelle suolen verenkierron ja lisää suolen liikkuvuutta**, eli estää ummetusta ja puhdistaa kuitupitoisuutensa vuoksi suolenseinämiä kuona-aineista.
- Kaalikasveille tyypilliset **glukosinolaatit (rikkiyhdisteitä) hajoavat** maitohappobakteerien toiminnan tuloksena mm. isotiosyanaateiksi, joilla on havaittu **syöpää torjuvia ominaisuuksia** (estävät karsinogeenien aktivoitumista kehossa sytokromi P-450 entsyymien avulla, sekä indusoivat karsinogeneenejä detoksifioivia entsyymejä).
- Hapattaminen **vähentää tai tuhoaa täysin eräitä kasveissa esiintyviä myrkyllisiä yhdisteitä** (syaanivedyt, nitriitit ja nitrosoamiinit, osaali happo ja glukosidit)

Maitohappobakteerit näyttäisivät myös torjuvan siitepölyallergioita ja lintuinfluenssaa.

### III. HAPATUSMENETELMIÄ

*“Kaikki hapankaalin säilöntä on tehtävä huolellisesti; muuten hapankaalista tulee sellaista, että se tuo mieleen vanhan sananparren “Kärsivällisyys kaiken voittaa, jopa hapankaalin”.*

- Ruotsalainen tietosanakirja (Nordisk Familjebok), 27. nide vuodelta 1918

**Mädännyttä kaalinpäättä ja hapankaalia ei voida verrata keskenään.** Maitohapposäilönnän menetelmät perustuvat sellaisten olosuhteiden havainnointiin, jotka edesauttavat toivottujen pieneliöiden kasvua, sekä sellaisten olosuhteiden tunnistamiseen, jotka ovat suotuisat vähemmän toivotuille pieneliöille (joita kuitenkin on aina läsnä). Kasvishapatteissa **nestepinnan alle jääminen edistää maitohappokäymistä, sekä suojelee vihanneksia homeilta ja hiivoilta**, joiden pääsy rajoittuu ainoastaan nesteen pintaan.

Hapatusastioina voidaan käyttää saatavuuden mukaan keraamisia hapatusruukkuja, avoimia saviastioita, lasipurkkeja (umpiointitölkit, kierrekantiset purkit), tammitynnyreitä, pantiota, ruohoturpeilla vuorattua maakuoppaa, onttoa haavanrunkoa (johon on asennettu tiivis pohja), muovista vesilukollista käymisastiaa tai elintarvikemuoviämpäreitä ym. viininkäymisastioita. Saviastioiden lasitteissa ei saa olla käytetty raskasmetalleja (lyijy, koboltti). Lasittamattomiakin saviastioita voi käyttää kunhan ymmärtää että ne imevät itseensä (ja tartuttavat hapatteisiin) makua, ovat hankalia pestä ja voivat hajota herkemmin. Lasittamaton astia myöskin haihduttaa hapatteesta nestettä, joten nestepinnan alle jäämisen kanssa voi tulla ongelmia.

**Avoastioissa** hapatettaessa vihannesten päälle asetetaan kookkaampia lehtiä (leskenlehti, vaahtera, takiainen, kaali), kangasliina (esim. nokkonen, hamppu, pellava), lauta tai puukiekko (koivu, pyökki, haapa), sekä pesty ja keitetty graniittikivi. Myös astiaan sopiva lautanen (reunoihin saa jäädä pieni rako) ja vedellä täytetty pienempi purkki/lasipullo sopivat painoksi. Astiat peitetään kankaalla. Avoastioissa ilmakosketuksen seurauksena **nestepintaan saattaa ilmaantua vaaleaa pintahiivaa**, joka tulee kuoria pois 10 vuorokauden kuluttua. Pintahiiva ei ole myrkyllistä, mutta haittaa maitohappobakteerien elämää ja voi toimia homeiden kasvualustana. Kuorittaessa puupaino, kiva ja kangas keitetään ja asetetaan jälleen takaisin. **Keraamisissa hapatusruukuissa** on keraamiset painokivet, sekä ilmalukkona toimiva vesikouru, joka estää pintahiivan muodostumisen. (lautanen & pienempi purkki tai pullo)

**Kierrekantiset lasipurkit** suljetaan tiivillä kannella tai tiukasti sidotulla kelmulla 4/5 asti täytettynä. Kansiä voi pitää ensimmäiset 2 vrk raollaan, tai niitä voi pihautella räjähdysvaaran ehkäisemiseksi. Myös vinosti halkaistu koivukiekko tai paksu kerros isoja lehtiä ja graniittikivi soveltuvat painoksi. **Umpiointitölkit**, joiden kumitiiviste on ehjä täytetään myös ¾ tai 4/5 saakka, mutta niitä ei tarvitse pitää raollaan tai pihautella, koska ylimääräinen hiilidioksidi pääsee ulos kumitiivisteen raosta ja sulkeutuu jälleen estääkseen ilman pääsyn sisälle purkkiin. Lasipurkit suojataan valolta (kangas, pahlilaatikko, kaappi tms.) hapatuksen aikana.

**Muoviastioissa** painona voi käyttää esim. (suola)vedellä täytettyjä pakastepusseja (2 pussia sisäkkäin). Viininkäymisestä tuttu vesilukko estää pintahiivan muodostumisen. Muoviämpärin voi myös täyttää täyteen, pistää pintaan isompia lehtiä ja pistää kannen päälle toisen ämpärillisen painoksi. Tällöin on varauduttava kuitenkin ylitse pursuamiseen.

**Hapatukseen käytettäviä astioita, painoja yms. tulee liottaa vuorokauden ajan**, ennenkuin ne tiskataan kuumalla vedellä, keitetään tai kuumennetaan 100-asteisessa uunissa. Liotus **ennen kuumentamista** on tärkeää, **jotta lepotilaiset bakteerit heräävät**. Suoraan kuivana keitettyinä ne vain jatkavat lepoaan ja heräävät tehokkaallakin tiskiaineella pesemisen jälkeen ja aiheuttavat mahdollisia käymisvirheitä. Astioiden ja tarvikkeiden hygienisointiin voi ja on hyväkin käyttää myös hapanlientä. Viininvalmistuksessa käymisastiat usein desinfioidaan pesemällä ne ensin emäksisellä liemellä (kuten koivuntuhkalpeällä) ja sen jälkeen happamalla liemellä (esim. maitohappoliemi tai sitruunahappovesi). Liemet voi pesun yhdistää, jolloin ne neutraloivat toisiaan.

**Mineraalipitoinen suola estää haitallisten bakteerien kasvua ja imee nesteitä kasvisoluista,** mikä tekee myös survomisen nestepinnan alle helpommaksi. Sopivaa suolaa ovat merisuola ja ruususuola (vuorisuola) ja määräksi mitataan 0,5 – 1,5 % hapatettavan massan painosta tai veteen lisättäessä **5-15 grammaa suolaa vesilitraan.** Mikäli joudutaan käyttämään kloorattua vettä, se täytyy ensin keittää ilman kantta ja jäähdyttää. Mitä vähemmän suolaa käytetään, sen enemmän valmista hapanlientä tarvitaan onnistumisen turvaamiseksi ja vihanneksista tulee pehmeitä. Mitä enemmän suolaa käytetään – sen rapeampina hapatteet säilyvät. Suolaisten pikkelsien resepteissä voi olla jopa 3 % suolaa, mutta tällöin tuotteen joutuu jo huuhtomaan ennen syömistä. Myös tanniinipitoiset lehdet (vadelma, tammenlehdet) auttavat pitämään pikkelsit rapsakoina.

**Astiat täytetään huolellisesti survoen** siten, että pohjalla on koko ajan nestettä (suolavettä tai/ja hapanlientä). Tämä estää liiallisen hapen pakkaantumisen vihannesten sekaan. Ennen survomista vihannekset voi kaulita, suikaloida siivuiksi tai pilkkoa hakkelukseksi. Mikäli yrteistä tai vihanneksista ei irtoa riittävästi omaa nestettä, käytetään apuna suolavettä tai hapanlientä. Lasipurkkeja täytettäessä esisurvominen tehdään ensin eri astiassa, ellei yrtejä säilötä ehjinä. **Yrtit ja vihannekset voidaan myös ensin höyryttää miedossa vesihöyryssä,** mutta tällöin tarvitaan lisäksi valmista hapanlientä. **Myös kokonaisten vihannesten säilöminen onnistuu** kaatamalla niiden päälle suolalientä ja hapanjuuri tai survomalla vihannekset valmiiseen hapanliemeen.

Maitohappobakteerit säilyvät valmiustilassa myös kylmässä ja lähtevät nopeasti lisääntymään lämpötilan noustessa sopivaksi. Maitohappokäymisen varmistamiseksi astia voidaan jäähdyttää kylmässä tilassa ja tuoda sitten **+18 - +22 °C lämpötilaan kahdeksi-kolmeksi vuorokaudeksi,** jolloin hapatus käynnistyy koliformisten bakteerien alkaessa nostaa lämpötilaa. Pian nämä tulevat leuconostoc -suvun bakteerien syrjäyttämiksi, jotka puolestaan väistyvät hapantumisen edetessä maitohappobakteerien tieltä. On tärkeää, ettei lämpötila käynnistysvaiheessa laske liian alas ja keskeytä prosessia. Vesilukottomien astioiden kannet saattavat tässä vaiheessa irrota tai suljetut purkit voivat haljeta, mikäli niistä ei pääse vapautuvaa hiilidioksidia pihalle. Jos hapattaminen ei lähde kunnolla käyntiin, voi tilanteen korjata lisäämällä vahvaa hapanlientä ja aloittamalla lämpötilojen siirrot alusta huolellisemmin tarkkaillen.

**Kahden-kolmen vuorokauden kuluttua astia siirretään 10 – 14 vuorokaudeksi +14 - +18 °C lämpötilaan.** (Lasipurkkeilla 10 vrk!) Tänä aikana tapahtuu varsinainen maitohappokäyminen, joka päättyy 10-14 vuorokauden kuluessa. **Seuraavaksi astiat siirretään kylmään 0 - + 8 asteeseen,** jolloin alkaa hiivojen toimesta tapahtuva hienosyinen maun muodostumisen aika. Hapatusten tulee antaa tekeytyä kylmässä vähintään viikon, mieluiten kuukauden tai kolme, ennenkuin se otetaan käyttöön tai purkitetaan pienempiin purkkeihin. Purkitus tapahtuu piripintaan täytettynä ja mikäli kansi falskaa, laitetaan sen alle tiukasti elintarvikekelmu. Mikäli vihannekset maistuvat liian miedoilta, niihin voidaan vielä tässäkin vaiheessa lisätä vahvaa hapanjuurta.

**Mikäli hapatus on liian pitkään lämpimässä,** sen pH laskee liian alas ja tuotteesta tulee liian hapan syötäväksi. Samoin voi käydä mikäli alkuvaiheessa lisätään liian paljon hapanlientä (1-2 dl / 10 kg vihanneksia yleensä riittää). Happamuutta voi neutraloida koivuntuhkalipeällä (3 rkl kuorettoman koivun tuhkaa puoleen litraan vettä + 15 min kiehutus uunivuoassa tai emalikattilassa. HUOM! varo nauttimasta liian emäksistä lientä) tai sekoittamalla happamiin vihanneksiin runsaasti tuoreita vihanneksia (esim. kesäkurpitsaraastetta) ja antamalla jälleen tekeytyä useamman kuukauden kylmässä. Mikäli hapatuksen aikana lämpötila on alle +14 °C, tulee hapatusaikaa vastaavasti pidentää. **Mikäli purkkeihin muodostuu pintahiivaa, se poistetaan** (tai ainakin enimmät siitä) **ja purkki täytetään pintaan saakka suola- tai hapanliemellä ennen kannen sulkemista.** Kunhan kansi on tiivis (sen voi tiivistää kelmulla) niin pintahiiva häviää itseksen muutaman vuorokauden kuluessa. Avatussa purkissa pintahiivan kasvua voi ehkäistä kaatamalla vihannesten pintaan suojaava kerros kylmäpuristettua ruokaöljyä. Jos purkin pinnalle on muodostunut hometta, se poistetaan ja nestepinnan alle jäänyt osa on edelleen syötävää. **Yli vuoden hapattuneissa vihanneksissa voi alkaa metaanikäyminen (biokaasua), mikäli astia tuodaan uudelleen pitkäksi ajaksi lämpimään.**