



Aktiiviset ja älykkäät elintarvikepakkaukset

Thea Sipiläinen-Malm, 22.11.2006



Sisältö

- Mitä ovat aktiiviset ja älykkäät elintarvikepakkaukset?
- Aktiiviset pakkausratkaisut
- Älykkäät pakkausratkaisut
- Tulevaisuudennäkymät



Aktiivinen pakkaus muuttaa aktiivisesti pakatun elintarvikkeen tilaa

- lisää säilyvyysaikaa
- lisää elintarviketurvallisuutta
- parantaa aistittavaa laatua

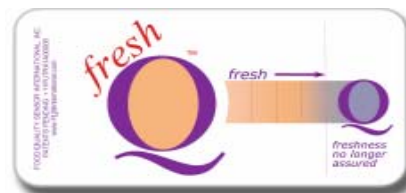


Älykäs pakkaus kertoo tuotteen laadusta

Indikaattorin väri muuttuu tai muu mitattava ominaisuus muuttuu

Älykäs pakkaus reagoi

- tuotteen laadun muutokseen
- pakkauksen kaasutilan muutokseen
- tuotteen säilytysolosuhteisiin
- pakkauksen kuntoon



Aktiivisella pakkauksella pyritään vaikuttamaan

elintarvikkeen

- fysiologisiin prosesseihin (esim. hedelmien ja vihannesten hengitys)
- kemiallisiin prosesseihin (esim. rasvojen hapettuminen)
- fysikaalisiin prosesseihin (esim. leivän vanheneminen, kuivuminen)
- mikrobiologiseen tilaan (esim. mikrobin aiheuttama pilaantuminen)
- tuholaisiin (esim. hyönteiset)



Tavallisimpia aktiivisia ratkaisuja

- absorboivat konseptit
 - kosteusabsorbentit/säätäjät
 - hapenpoistajat
 - etyleeninpoistajat
 - hiilidioksidiabsorbentit
 - hajunsyöjät
- erittävät konseptit
 - antimikrobiset materiaalit
 - hiilidioksidin erittäjät
 - etanolinerittäjät
 - säilöntäaineiden erittäjät
 - aromiaineiden erittäjät
- kuumenevat ja jäähtyvät pakkaukset
- susseptorit mikroaaltouuniin



Kosteusabsorbentit/säätäjät

Korkea kosteuspitoisuus:

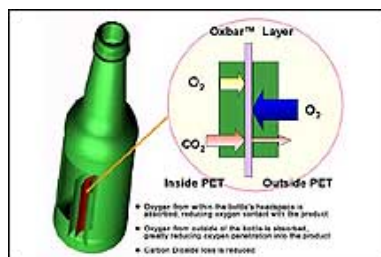
- aiheuttaa paakkuuntumista (maitojauhe, pikakahvijauhe)
- kostuttaa hygroskooppisia tuotteita (makeiset)
- kondensoituu muovipakkauksen pintaan
- pehmentää rapeita tuotteita (pikkuleivät)
- edistää mikrobien kasvua

Liiallinen kosteuden haihtuminen:

- aiheuttaa tuotteen kuivumista
- edistää rasvojen hapettumista



Hapenpoistaja voidaan liittää pakkaukseen eri muodoissa



http://www.constar.net/technology_oxbar.asp



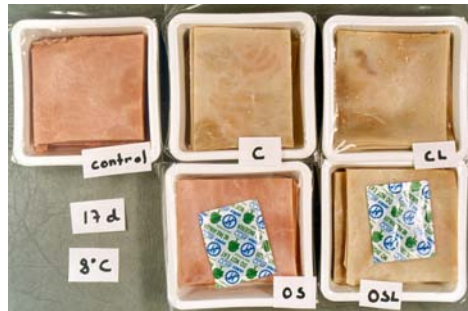
- pusseissa
- tarroissa
- muovikalvon aineosana
- muovissa esim. korkin tiivisteessä
- polymeeridispersioina



Hapenpoistajat parantavat pakatun elintarvikkeen säilyvyyttä

estämällä

- homeiden kasvua
- öljyjen ja rasvojen hapettumista
- oksidatiivisia värinmuutoksia
- maun heikkenemistä
- ravitsemuksellisten ominaisuuksien heikkenemistä



Hapenpoistajien toiminta voi perustua esimerkiksi

- raudan yhdisteisiin
- askorbiinihappoon ja askorbaatteihin
- entsyymaattiseen reaktioon
- reaktiivisiin polymeereihin



Kaupallisia hapenpoistajia mm.

- Ageless (Mitsubishi); ATCO; Cryovac OS Systems; FreshPax & FreshMax (Multisorb); Bioka; Dareval (Darex); Amosorb (Colormatrix); Oxbar (Constar); Oxyguard (Toyo-Seikan); Shelfplus O₂ (Ciba)



Etyleeninpoistajat

- useimmista kasviksista muodostuu korjuun jälkeen eteeniä
- altistuminen eteenille kiihdyttää tuotteen kypsymistä/vanhenemista/pehmenemistä/klorofyllin hajoamista
- eteenin aktiivinen poisto pidentää tuotteen ikää ja parantaa laatua
- kaupallisia ratkaisuja mm. Bio-Fresh & PeakFresh (KMnO_4 , zeoliitti)



Muita absorbenttejä

CO_2 -poistajat (esim. paahdettu kahvi)

Hajunpoistajat (rikkiyhdisteet, amiinit, aldehydit)

- MgAl-silikaatti, molekyyliseulat, silikageeli, Ca-yhdisteet
aktiivihili



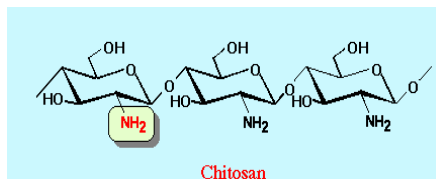
Antimikrobiset yhdisteet

- pakkausmateriaaliin tai sen pinnalle liitettynä
- migraoituvat elintarvikkeeseen tai vaikuttavat elintarvikkeen pinnassa tapahtuvaan mikrobikasvuun ilman migraoitumista tuotteeseen
- pakkausmateriaalien ohella mahdollisia sovelluskohteita muut elintarvikkeiden kanssa kosketukseen joutuvat pinnat (kylmäkalusteet, suurkeittiö- ja ravintolalaitteet, jääkoneet, leikkuualustat, kuljetinhinnat jne.)



Potentiaaliset aktiiviset yhdisteet

- Orgaaniset hapot esim. bentsoehappo, sorbiinihappo
- Entsyymit esim. lysotsyymi, glukoosioksidaasi
- Bakteriosiinit esim. nisiini, laktisiini, pediosiini
- Fungisidit esim. benomyyli, imatsaliili
- Orgaaniset yhdisteet esim. triklosaani
- Luonnon aineet esim. yrttiuutteet, rypäleen siemenuute
- Haihtuvat yhdisteet esim. etanoli, SO₂, ClO₂
- Metallit esim. Ag-yhdisteet
- Polymeerit esim. kitosaani



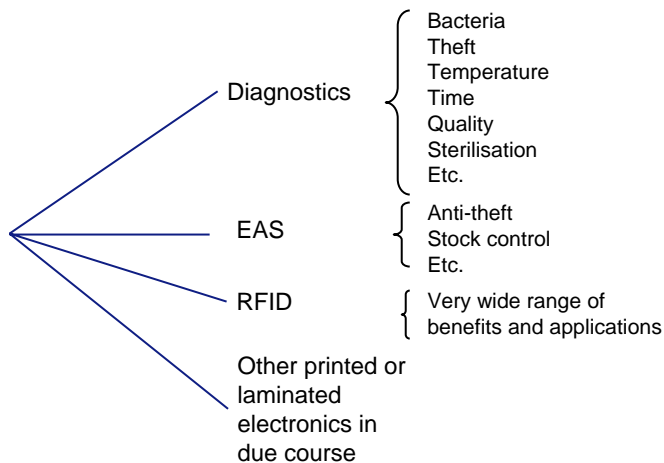
Company	Trade name	Active compound
Sanitized AG/ Clariant	Sanitized®, Actigard®, Saniprot®	Triclosan, silver etc.
DuPont	MicroFree™	Silver, copper oxide, zinc silicate
Aglon Technologies LLC	Aglon™	Silver substituted zeolite
Toagosei Co, Milliken Co.	Novaron®, AlphaSan®	Silver substituted zeolite
Microban Products	Microban®	Triclosan
Thomson Research Associates	Ultra-Fresh®	Triclosan and others
CAREX, Lintec Corp.	WasaOuro	Allylthiocyanate/ PE
Dry Company		Allylthiocyanate
Toppan Printing Co.		Silver
Kanebo Ltd.		Silver
Dai Nippon Printing Co.Ltd.		Silver
Multisorb Technologies	Freshpax™	Carbon
SARL Codimer	Verifrais	Carbon dioxide
Freund Industrial Co.	Ethicap®, Negamold®, Fretek®	Ethanol vapor
Nippon Kayaku	Oitech™	Ethanol vapor
Ishizuka Glass Co.	Ionpure	Silver/glass
Bioka Ltd.	Bioka	Glucose oxidase → hydrogen peroxide
Sinanen Zeomic Co.	Zeomic®	Silver
Chugoku Pearl Hanbai K.K.	Zeofresh	Silver/ PE
Wells Plastics Ltd.	Wells Silver Ion MB	Silver
CIBA Specialty Chemicals	IRGAGUARD®	Silver
Showa Denko, Seiwa Kasei	HitechHCA	Hinokitol/ PE
Sekisui Jushi Corp.	Wasapower	Allylthiocyanate/ PET
Mitsubishi Gas Chemical Co.	Ageless® Type SE	Ethanol (sachet)

Kaupallistettuja



Ref. Appendini and Hotchkiss, 2002, Vermeiren et al., 2002

Intelligent packaging systems

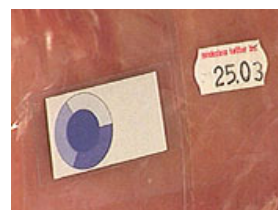
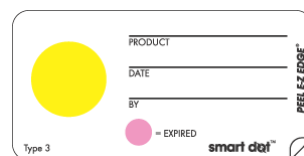


Älykkäät pakkausratkaisut

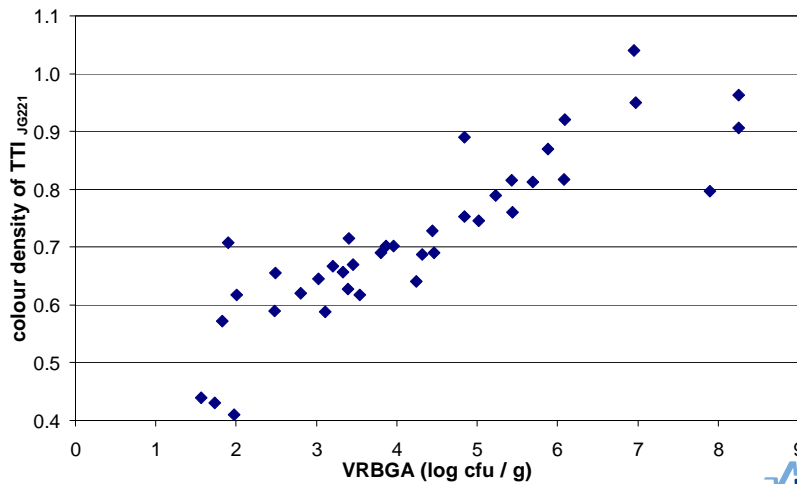
- aika-lämpötilaindikaattorit
- happi-indikaattorit
- pilaantumisindekaattorit (haihtuvat yhdisteet)
- patogeeni-indikaattorit
- muut laatuindikaattorit (optimaalinen kypsyyss)



Aika-lämpötila-indikaattorit



Enterobakteerien määrä vs. aika-lämpötilaindikaattorin värinmuutos suojakaasupakattuja broilerinsuikaleita sisältävässä pakkauksessa



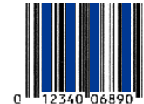
Vuotoindikaattorit

- Tyypillisessä suojakaasupakkauksessa alhainen O₂ pitoisuus
- Indikaattorit perustuvat pääosin O₂ -herkkiin väriaineisiin
- Kaupalliset O₂ -indikaattorit
 - hapenpoistajien toiminnan varmistaminen
- Runsaasti tutkimusta & patentointia
 - ensimmäiset patentit 1970-luvun lopulla
 - suojakaasupakkauksille soveltuva vuotoindikaattori (VTT)



Ink-jet painettavat happi-indikaattori

- Edullinen
- Ei tarvetta erilliselle tarralle
- Indikaattori osa pakkausta (värinmuutos näkyvä/ optisesti mitattavissa esim. kamerapuhelimella)
- Soveltuu myös muuttuvan tiedon painamiseen pakkauskoneella (esim. 2D-koodina)
- Jakeluketjulle tieto pakkauksen vuotamisesta/ näpelöinnistä
- Hapelle herkkä indikaattori toimii myös "Käytettävä ennen" -indikaattorina pakkauksen avaamisen jälkeen



Laatuindikaattorit

- Suora informaatio tuotteen laadusta

TUOREUSINDIKAATTORIT

- perustuvat indikaattorin reaktioon elintarvikkeen mikrobiologisessa pilaantumisessa/vanhenemisessa syntyvien yhdisteiden kanssa
- indikaattorin toimintaperiaate kullekin tuotteelle/ tuoteryhmälle spesifinen

PATOGEENI-INDIKAATTORIT

- perustuvat tietyn/ tiettyjen mikrobien läsnäolon immunokemialliseen osoittamiseen



Esimerkkejä tuoretta indikoivista yhdisteistä, joiden läsnäoloon tuoreusindikaattori voi reagoida

- orgaaniset hapot (maitohappo, etikkahappo)
- etanoli
- haihtuvat typpiyhdisteet (ammoniakki, dimetyyliamiini, trimetyyliamiini)
- biogeeniset amiinit (tyr, cad, put, his)
- hiilidioksidi (CO₂)
- ATP hajoamistuotteet
- rikkiyhdisteet (esim. H₂S)

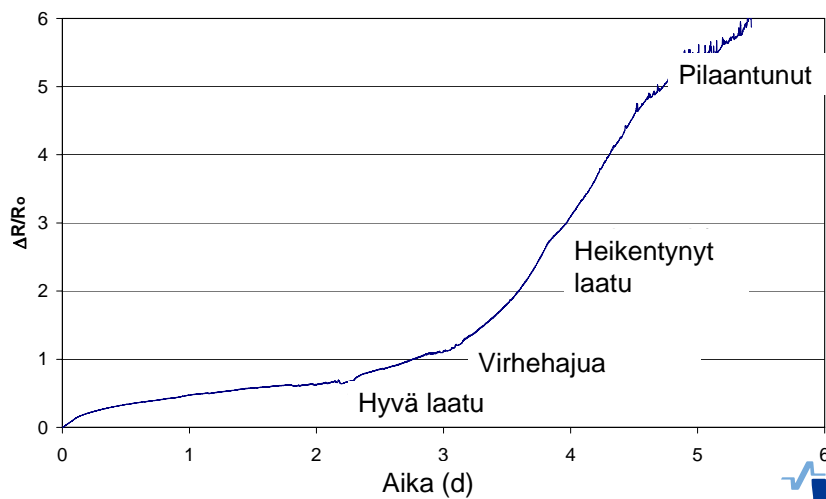


Etäluettava pilaantumisindekatori

- radiotaajuustekniikalla luettavan passiivisen indikaattoritarran prototyyppi
- luettavissa kaupallisesti saatavilla olevalla etälukulaitteella
- "Näkymätön" kuluttajalle
- Indikaattori kertoo tuotteen laadusta reagoimalla pilaantumisessa syntyviin haihtuviin yhdisteisiin
- Jakeluketjulle tieto tuotteen laadusta
- VTTn 2000-2002 toteuttama hanke Tekesin ETX-ohjelmassa



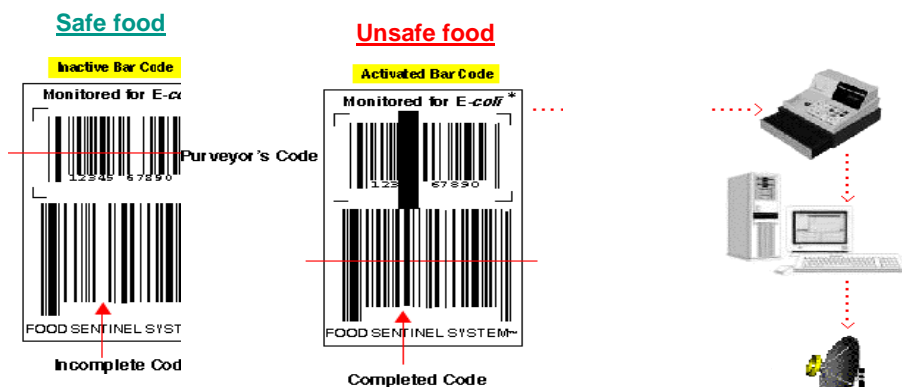
Sensorin vaste vs. pakatun siipikarjatuotteen laatu



Säilytys +7 °C



Viivakoodiin liitetty patogeeni-indikaattori (Food Sentinel System)



Älypakkaus voi kertoa myös tuotteen kypsyydestä

ripeSense™ (Jenkins Group, NZ)

- vihreän päärynän kypsymisessä syntyvät aromit aiheuttavat värinmuutoksen
- näpelöinnin esto vähittäiskaupassa
- oikein ajoitettu nauttiminen (hedelmä ei liian kypsä eikä raaka)



Uudet pakkaustekniikat

- Suuri tutkimuspanostus mutta vain vähän aktiivisia ja älykkäitä pakkausratkaisuja käytössä Euroopassa
- Käytönnoton esteitä ovat
 - hinta
 - toimivuus
 - lainsäädännön kehittymättömyys
 - kuluttajahyväksyntä



Tulevaisuudennäkymät

- Älypakkauksen tulevaisuuden ratkaisut (esimerkkejä VTTn tutkimushankkeista)
- Sähköisesti luettavat pakkausindikaattorit
- Miniatyyrivirtalähteet ja biosensorit
- Älykäs pakkaus osana logistiikkaketjua (VTTn Teknologiateema & EU-Sustainpack)

- Lainsäädäntö

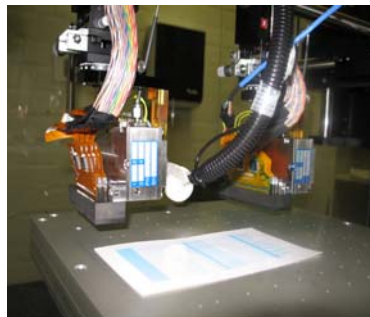
- Promootorit



VTTn tutkimuskohteet

- Aktiiviset pakkausmateriaalit
 - elintarvikkeiden säilöntäaineita sisältävät materiaalit
 - kitosaani

- Älykkäät pakkausratkaisut
 - happi-indikaattorit
 - tuoreusindikaattorit
 - kosteusindikaattorit
 - eteeni-indikaattori



EU-Sustainpack – Älykkyyttä kuitupakkauksiin

- EU6 IP projekti Innovation and Sustainable Development in the Fibre Based Packaging Value Chain (Sustainpack)
- Tavoite: **new set of breakthrough packaging options** based on renewable resources
 - Volyymi 30 milj. euroa, kesto 4 vuotta (2004-2008)
 - 27 tutkimuslaitosta ja korkeakoulua ja 8 yritystä 13 maasta



EU-Sustainpack VTTIIä: Painettavien, laatuindikattorien kehitys

- Tavoitteena parantaa herkkien tuotteiden laatua
- Edullisten, painettavien indikattorisysteemien kehittäminen
 - ensisijaisena kehityskohteena värinmuutoksella reagoiva kosteusindikaattori kuitupakkauksiin
 - laadun ylläpitämiseksi tavoitteena voi olla tietyn kosteustason ylläpito tai mahdollisimman pieni suhteellinen kosteus



Aktiiviset ja älykkäät pakkaukset lainsäädännön kannalta

- Puitesäädös **1935/2004** elintarvikkeen kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ja tarvikkeista

Määritelmät

Aktiivinen elintarvikepakkausmateriaali ja –tarvike

- “tarkoitus pidentää pakatun elintarvikkeen säilyvyysaikaa taikka säilyttää sen käyttökelpoisuus tai parantaa sitä”; materiaalit suunniteltu vapauttamaan tai absorboimaan aineita elintarvikkeesta tai sitä ympäröivästä tilasta

Älykäs elintarvikepakkausmateriaali ja –tarvike:

“valvovat pakatun elintarvikkeen käyttökelpoisuutta tai elintarviketta välittömästi ympäröivää tilaa”



- **Yleisten määräysten** mukaan materiaalit eivät saa

- Vaarantaa ihmisten terveyttä
- Aiheuttaa sopimattomia muutoksia elintarvikkeeseen tai aistinvaraisten ominaisuuksien heikentymistä
- Johtaa kuluttajia harhaan

- **Aktiivisten ja älykkäiden materiaalien erityisvaatimukset**

- Aktiiviset materiaalit saavat muuttaa elintarvikkeen koostumusta tai aistinvaraisia ominaisuuksia, mutta elintarvikkeisiin sovellettavien säädösten mukaisesti
- Aktiiviset materiaalit eivät saa johtaa kuluttajia harhaan esim. peittämällä elintarvikkeen pilaantumista
- Älykkäät materiaalit eivät saa antaa harhaanjohtavaa tietoa
- Materiaalit merkittävä asianmukaisesti (syötäväksi kelpaamattomien osien tunnistus/ aktiiviset/ älykkäät ominaisuudet)



Promoottorit

"Kaksi totuuden hetkeä - kun kuluttaja valitsee tuotteen, ja kun hän käyttää sitä"



- Aktiivinen ja älykäs pakkaus houkuttelee
- Aktiivinen ja älykäs pakkaus takaa tuotteen laadun

