Käytännönläheinen opas Sous Vide –ruoanlaittoon

Olli Jarva

26. heinäkuuta 2015

Sisältö

1 Huomioita tästä dokumentista **1**

2 Sous vide -ruoanlaitto **2**

2.1 Alkusanat 2

2.2 Johdanto 3

3 Turvallisuudesta ja tekniikasta **4**

4 Reseptit **7**

4.1 Kala ja äyriäiset 8

4.1.1 Haudutettu kala 10

4.1.2 Lohi ‘Mi-Cuit’ 11

4.2 Linnut ja kananmunat 12

4.2.1 Kanan ja kalkkunan rinta 12

4.2.2 Kalkkunan, ankan ja hanhen jalka -confit 15

4.2.3 Täydellinen kananmuna 15

4.2.4 Pastöroitu kananmuna 15

4.3 Nauta 17

4.3.1 Naudan pihvi 17

4.3.2 Pihvi hartiasta 19

4.3.3 Naudanpaisti 19

4.3.4 Naudan rintaa 20

4.4 Possu 21

4.4.1 Perinteiset possun kyljykset 21

4.4.2 Hitaasti kypsennetyt possun kyljykset 21

4.4.3 Pulled Pork 22

4.4.4 Barbecue Ribs 22

4.4.5 Possun ribsit 23

4.5 Kasvikset 24

4.5.1 Peruna 26

4.5.2 Omena 26

4.6 Yleistä lihasta 26

4.6.1 Lämmön vaikutukset lihaan 26

4.6.2 Murea liha 27

4.6.3 Sitkeä liha 30

5 Taudinaiheuttajat 31

5.1 Motivointi 31

5.2 Taudinaiheuttajat 32

5.3 Taudinaiheuttajien tuhoaminen 36

5.4 Lämmön vaikutus turvallisuuteen 38

6 Tekniikka ja menetelmät 39

6.1 Eri turvallisuusasteet 39

6.2 Sous vide -menetelmät 43

6.3 Pakkaaminen 45

6.3.1 Maustaminen 45

6.3.2 Marinointi, mureuttaminen ja suolaaminen 46

6.3.3 Pussittaminen 46

6.4 Kypsennys 47

6.5 Jäähdyttäminen myöhempään käyttöön 48

6.6 Viimeisteleminen tarjoilua varten 48

6.6.1 Maillardin reaktio 49

7 Liitteet 51

A Taulukoiden lisätiedot 51

B Laitteet ja tarvikkeet 52

B.1 Digitaalinen lämpömittari 52

B.2 Tyhjiöpakkauskone 53

B.2.1 Tyhjiöpakkauspussit 54

B.3 Veden lämmittäminen 55

B.3.1 Lämpötilakontrolloitu riisinkeitin, höyrytasot jne. 55

B.3.2 Kiertolämmittimet (Immersion Circulators) 56

B.3.3 Höyryuunit 57

B.4 Budjetti 57

C Matematiikkaa 58

C.1 Ruoan lämmittäminen ja jäähdyttäminen 58

C.1.1 Sulatetun ruoan lämmittäminen 60

C.2 Taudinaiheuttajien tuhoutumisen laskeminen 60

D FDA:n ja FSIS:n pastörointitaulukot 62

E Kirjallisuus 65

Taulukot

1 Tiivistelmä resepteistä 8
2 Pastörointiaika 5°C:sta vähärasvaisille kaloille 9
3 Pastörointiaika 5°C:sta rasvaisille kaloille 10
4 Lämmitysajat 5°C:sta lohelle 12
5 Pastörointiaika 5°C:sta linnulle 13
6 Pastörointiaika 5°C:sta naudalle 18
7 Kasvisten kypsennysaikoja 85°C:ssa 25
8 Lämpötilat raa'alle, medium- ja medium-kalalle ja -lihalle 27
9 Sulan lihan lämpiämisaika 5°C:sta vesihauteen lämpötilaan (-0,5°C) 28
10 Jäisen lihan lämpiämisaika vesihauteen lämpötilaan (-0,5°C) 29
11 Tiivistelmä taudinaiheuttajista 33
12 Tiivistelmä loisista 34
13 Jäähdytysajat 5 asteeseen jäävedessä 44
14 € Yksinkertaisia laitteistosuosituksia 58
15 Kirjallisuudessa raportoitu terminen diffuusiokerroin (0-65°C) eri raaka-aineille 61
16 FDA:n pastörointiajat lihalle 63
17 FSIS:n pastörointiajat linnuille 64

Kuvat

1 Ruokaa kypsentymässä. arndog @ flickr 3
2 Ruokaa. neilconway @ flickr 7
3 Kaloja. aubergene @ flickr 8
4 Kanaa vakuumipakattuna. cookingforgeeks @ flickr 14
5 75 minuuttia eri lämpötiloissa kypsennettyjä kananmunia 16

6 Kypsennettyä nautaa. FotoosVanRobin @ flickr 20
7 Fenkolia pakattuna kypsennettäväksi. NickDawson @ flickr 24
8 Trikinellaa lihaskudoksessa 32
9 Hepatiitti A:ta. sanofi-pasteur @ flickr 35
10 Sous vide -ruoanlaitto 42
11 Sous videllä valmistettua nautaa lautasella. Neil Conway @ flickr 49
12 Microtherma 2T 53
13 Minipack MVS31 54
14 Addelice Swid 57
15 Agar-agar-hyytelön lämpötila mittaamalla ja laskemalla 59

1 Huomioita tästä dokumentista

Tämä dokumentti perustuu Douglas Baldwinin oppaaseen aiheesta. Kääntämiseen ja julkaisemiseen on Douglas Baldwinin lupa. Tätä ja alkuperäistä tekstiä suojaa tekijänoikeus - luvaton kopioiminen ja levittäminen on kiellettyä. Uusin versio suomenkielisestä dokumentista on osoitteessa `http://www.sousvide.fi/sousvide-fi.pdf`. Tekijänoikeushuomautukset ja vastuuvapauslausekkeet löytyvät lopusta (sivu 73).

Tästä dokumentista on myös HTML-versio osoitteessa `http://www.sousvide.fi/sousvide-fi.html`. HTML-versiossa on joitain muotoiluvirheitä, mutta sisältö on täsmälleen sama.

Tämä dokumentti oli alunperin täsmällinen käännös alkuperäisestä, mutta nykyään eroja on kertynyt melko paljon: rakennetta ja järjestystä on muutettu huomattavasti, monia asioita on lisätty, muokattu, kommentoitu ja linkitetty paremmin, laitteistosuosituksia on päivitetty ja reseptejä lisätty. Sähköisessä versiossa kaikki nimetyt mikrobit on linkitetty Eviran tietopakettiin. Useita lukuja on lisätty, mm. luku kasviksista ja hedelmistä (sivu 24) ja kokonainen luku taudinaiheuttajista (sivulla 31).

Kaikille termeille ei ole hyviä käännöksiä. Käännöksessä on käytetty englanninkielistä termiä, tai englanninkielinen termi on mainittu (esimerkiksi *medium* (kypsyysaste), *"immersion circulator"*). Kaikkia lihan leikkauksia ei ole saatavilla tavallisista suomalaisista kaupoista, eikä leikkauksille ole olemassa täsmällisiä käännöksiä.

Lähdeluetteloa (sivu 65) ei ole käännetty, sillä alkuperäiset lähteet ovat englanniksi. Lisäksi tekstissä olevia viittauksia ei ole vielä käännetty ("and"). Sähköisessä versiossa viittaukset on linkitetty lähdeluetteloon.

Suuri osa kuvista on Flickristä eri käyttäjiltä. Kuviksi on valittu vain Creative Commons -lisensoituja kuvia. Sähköisessä versiossa kuvateksti on linkki kuvan Flickr-sivulle.

2 Käytännönläheinen opas sous vide -ruoanlaittoon

2.1 Alkusanat

Sous vide (lausutaan */su: vi:d/*) on ranskaa, ja tarkoittaa “tyhjiössä” ("under vacuum"). Sous videssä ruokaa valmistetaan matalassa, tarkasti kontrolloidussa lämpötilassa tyhjiöpakattuna. Oikeilla laitteilla ja pienellä määrällä tietoa voi valmistaa aina herkullista ja turvallista ruokaa. Syventävillä tiedoilla voi turvallisesti luoda (tai muokata) reseptejä mieleisekseen. Tämän oppaan on tarkoitus kertoa sous videstä niin paljon, että lukija voi itse luoda uusia, toimivia ja turvallisia reseptejä.

Sous viden suurin etu perinteiseen ruoanlaittoon verrattuna on toistettavuus ja tasalaatuisuus: herkempien ruokien onnistuminen ei ole kiinni paistinpannun juuri sopivasta - kokin arvioimasta - lämpötilasta tai tarkasta ajotuksesta. Lisäksi monet raaka-aineet menettävät vähemmän makua kypsennyksessä. Ruokaa valmistetaan, jotta raaka-aineista saadaan turvallisempia ja maukkaampia. Sous vide ei ole erilaista: kokilla vain on tarkempi kontrolli mausta, rakenteesta ja turvallisuudesta. Sous videssä voi valita lämpötilan ja odottaa, kunnes ruoassa on sopiva tekstuuri ja se on turvallista.

Ensimmäinen luku (s. 4) antaa lyhyen tiivistelmän tärkeimmistä turvallisuuteen ja tekniikkaan liittyvistä asioista. Lyhyt tiivistelmä tekniikasta kannattaa ehdottomasti lukea ennen resepteihin siirtymistä.

Toinen luku (s. 7) sisältää valikoiman reseptejä erilaisten raaka-aineiden valmistamiseen.

Reseptien jälkeen on syvällisempi tietopaketti (sivu 31) tärkeimmistä taudinaiheuttajista ja taudinaiheuttajien tuhoamisesta.

Luku 6 (sivu 39) kertoo sous viden tekniikasta, vaiheista ja menetelmistä.

Liite A (sivu 51) listaa pastörointitaulukoiden lisätietoja, esim. laskuihin käytettyjä vakioita. Liite B (sivu 52) kertoo sous videen tarvittavista laitteista ja tarvikkeista. Taulukoiden laskemiseen käytettyä matematiikkaa löytyy liitteestä C (sivu 58).

2.2 Johdanto

Sous vide eroaa perinteisestä ruoanlaitosta useammalla tavalla:

- raaka ruoka tyhjiöpakataan lämmönkestäviin elintarvikekelpoisiin muovipusseihin,
- ruoka kypsennetään suhteellisen matalassa, tarkasti kontrolloidussa lämpötilassa ja
- kypsennysajat ovat pitkiä, jopa useita päiviä.

Tarkasti kontrolloitu lämpötila ei tarkoita, että erilaisille ruoille olisi vain yksi oikea lämpötila. Esimerkiksi lihassa lämpötilalla ja ajalla voi vaikuttaa huomattavasti lopputulokseen: välillä lihasta halutaan punaista juuri ja juuri kypsää, välillä kosketuksesta hajoavaa. Eri lämpötiloja ja aikoja kokeilemalla tutuista raaka-aineista saa hyvin erilaisia lopputuloksia. Kokeiluissa täytyy ottaa huomioon ruoan turvallisuus: ruoka tulisi aina pastöroida kypsennyksen aikana, erityisesti jos syömässä on ihmisiä, joilla on heikentynyt vastustuskyky (vanhukset, lapset, raskaana olevat jne.).

Tyhjiöpakkaus estää höyrystymistä ja makujen katoamista kypsennyksen aikana ja estää hapettumista (Church and Parsons 2000). Tuloksena on erityisen maukasta ja ravintopitoista ruokaa (Church 1998, Creed 1998, González-Fandos et al. 2004, Ghazala et al. 1996, Lassen et al. 2002, Schellekens 1996, Stea et al. 2006). Tyhjiöpakkaus vähentää aerobisten bakteerien kasvua ja nopeuttaa lämmön siirtymistä vedestä (tai höyrystä) ruokaan.

Kuva 1: Ruokaa kypsentymässä. arndog @ flickr

Tarkka lämpötilan säätely on tärkeää kun kalaa, lihaa tai lintuja valmistetaan tiettyyn kypsyysasteeseen. Esimerkiksi pihvin valmistamiseen medium-:ksi voi

- paistaa pihvin grillillä (n. 500°C) kunnes sisälämpötila on 50°C, ja toivoa että

lämpötila nousee 55 asteeseen hetken levossa.

- paistaa pihvin pinnan pannulla, siirtää pihvin 135°C uuniin ja ottaa pois kun sisälämpötila saavuttaa 55°C.
- pakata pihvin muovipussiin, laittaa 55°C veteen muutamaksi tunniksi ja ottaa pois vedestä juuri ennen tarjoilua.

Viimeisessä vaihtoehdossa lopputuloksena on pihvi, jonka kypsyysaste on läpeensä juuri oikea. Lisäksi samalla menetelmällä voi valmistaa huonompia lihoja pidempiä aikoja ja saada yhtä mureaa ja maukasta lihaa kuin kalliimmista leikkauksista.

3 Turvallisuudesta ja tekniikasta

Tämä luku sisältää tärkeimpiä tietoja sous vide -ruoanlaittoon. Luku 5 sivulla 31 (heti reseptien jälkeen) kertoo tarkemmin ja syvällisemmin taudinaiheuttajista. Luku 6 sivulla 39 kertoo sous viden tekniikasta ja vaiheista. Luku B (s. 52) kertoo tarkemmin laitteista ja välineistä.

Turvallisuuden kannalta tärkeimmät muistettavat asiat:

Yleensä ruoka **täytyy pastöroida**

⛔ Pastöroimatonta ruokaa ei saa tarjoilla raskaana oleville, lapsille tai vanhuksille ⛔

⛔ Ruokaa ei saa kypsentää (tai säilyttää) pitkään **alle 54,4°C:ssa**

☑ Kypsennetty (ja pastöroitu), myöhempään käyttöön säilytettävä ruoka pitää jäähdyttää nopeasti ja säilyttää kylmässä

☑ Pussien pitää pysyä veden alla koko kypsennyksen ajan ja veden pitää kiertää myös pussien välissä

⚠ **Taudinaiheuttajia ei näe, maista tai haista**

⚠ Pakastaminen ei tuhoa taudinaiheuttajia (salmonellaa, listeriaa, kolibakteeria jne.)

⚠ Riistassa voi olla trikinellaa (trikiiniä), jonka tuhoamisesta on hyvä huolehtia. Ilmeisesti 47 minuuttia 52°C:ssa tai 6 minuuttia 55°C:ksessa riittää tuhoamaan

trikiinin (Gamble n.d.). Muista, että lämpötila ei tarkoita veden lämpötilaa, vaan kypsennettävän asian kylmimmän kohdan lämpötilaa. Joissain lähteissä mainitaan lämpötilaksi 62,2°C, tai 70°C.

Onnistuneen ruoan kannalta tärkeimmät asiat:

- **Hyvät raaka-aineet** - sous vide korostaa monia makuja, myös pahoja
- Maustaminen toimii erilailla kuin perinteisessä ruoanlaitossa
- Lämpötilalla valitaan kypsyysaste, ajalla mureus
- Lihalle Maillardin reaktio
- Liika mureus ei ole hyvä - esim. lihasta tulee liian pitkän kypsennyksen jälkeen sopivan kypsää mutta koostumukselta 'jauhoista', ei suloisen mureaa.

Pastörointi

Sous videssä ruoka pastöroidaan pitämällä riittävän kuumassa riittävän kauan. Pastöroidussa ruoassa on enää hyvin pieni määrä taudinaiheuttajia jäljellä. Alle 54,4°C on vaarallinen lämpötila, sillä osa taudinaiheuttajista lisääntyy tuhoutumisen sijaan. Pastöroitumisajat eri lämpötiloille voi taulukoida:

- taulukko 2 (s. 9) vähärasvaisille kaloille,
- taulukko 3 (s. 10) rasvaisille kaloille,
- taulukko 5 (s. 13) linnuille ja
- taulukko 6 (s. 18) lihalle (nauta, possu ja lammas).

Jos ruoka on pakattu oikein ja veden lämpötila pysyy riittävän korkeana, taulukon ajan noudattaminen riittää pastörointiin. Jos lihaa on marinoitu, lihan happamuus on noussut, ja pastörointiajat täytyy tuplata, sillä listerian lämmönkestävyys nousee (Hansen and Knøchel 1996).

Vaiheet

1. Maustaminen/marinointi

2. Pakataan pusseihin
3. Kypsennetään / lämmitetään vesihauteessa
4. Pastöroidun avaamattoman pussin voi jäähdyttää jäävedessä ja säilyttää pakastimessa/jääkaapissa
5. Otetaan pussista ja viimeistellään (monissa ruoissa pinta paistetaan)

Mausteet ja yrtit toimivat erilailla kuin perinteisessä ruoanlaitossa. Lihan pinta kannattaa paistaa paistinpannulla tai kaasupolttimella. Minigrip-pussiin pakattuja ruokia ei saa jäähdyttää ja säilyttää myöhempään.

Yleinen ruokaturvallisuus

- ☑ Puhtaat kädet
- ☑ Puhtaat välineet
- ☑ Ruoan säilyttäminen oikeassa lämpötilassa
- ☑ Ruoan käyttäminen ajoissa (ennen päiväystä)
- ☑ Riittävä kypsentäminen (pastörointi)
- ☑ Nopea jäähdyttäminen (jos kaikkea kypsennettyä ei syödä heti)
- ☑ Ristiinsaastumisen estäminen

Ristiinsaastuminen tarkoittaa taudinaiheuttajien siirtymistä likaisesta raaka-aineesta puhtaaseen, esim. raa'an kanan nestettä salaattiin (pesemätön veitsi / pesemätön leikkuulauta tai kulho / pesemättömät kädet). Kädet, leikkuulaudat, veitset, astiat jne. pitäisi aina puhdistaa raaka-aineiden välillä. Kädet pitäisi pestä ennen ruoanlaittoa ja aina "likaisten"asioiden käsittelyn jälkeen (tiskit, wc, lattia, nenä, liha, kala, kana, multaiset perunat jne.).

4 Reseptit

Kuva 2: Ruokaa. neilconway @ flickr

Taulukko 1 (s. 8) listaa joitain hyviksi havaittuja lämpötila-aika-yhdistelmiä eri raaka-aineille. Huomioi, että kypsennysaika riippuu kypsennettävän asian paksuudesta - tarkista aina varsinaisesta reseptistä ja taulukosta sopiva aika. Lisäksi kasviksille on oma taulukko (7, s. 25).

Taulukko 1: Tiivistelmä resepteistä

Raaka-aine	°C	Aika	Muut
Vähärasvainen kala	55-60	2,5h (3cm)	taul. 2, s. 9
Lohi mi-cuit	47/52	1h (3cm)	taul. 4, s. 12
Linnun rinta	60	2h (3cm)	taul. 5, s. 13
Täydellinen kananmuna	64,5	50min	
Pastöroitu kananmuna	57	75	
Naudan pihvi	55	3h (3cm)	taul. 6, s. 18
Naudan paisti	55	24h	
Naudan rinta	57	48h	
Possun kyljys	61	1,5h (3cm)	taul. 6, s. 18
Possun kyljys (hidas)	55	12h	Ei välttämättä tuhoa trikinellaa
Possun ribsit	58	40h	Ei välttämättä tuhoa trikinellaa
Peruna	85	80min	
Peruna (nopea)	85	25min	Lopuksi nopeasti öljyssä pannulla
Omena (hapan)	85	30min	

4.1 Kala ja äyriäiset

Sous vide sopii hyvin kalan valmistamiseen. Sous vide nostaa esille hajuja ja makuja, joten kannattaa käyttää vain mahdollisimman tuoretta kalaa. Ostettaessa kalan pitäisi olla kiiltävää, kosteaa ja kiinteää. Pyydä myyjää pakkaamaan kala jäihin ja säilytä sitä jäiden kanssa jääkaapissa. Poista ruodot ja suomut ennen kypsentämistä.

Kuva 3: Kaloja. aubergene @ flickr

Useimmat eväkalat ja äyriäiset ovat parhaita mediumina (60°C) tai medium-:na (49°C). Poikkeuksia ovat nieriä ja lohi, joille paras lämpötila on medium- tai puoliraaka (49°C tai 43°C) ja tonnikala, jolle paras kypsyysaste on puoliraaka (*rare*, 43,5°C) tai erittäin puoliraaka (*very rare*, 38°C).

Jos kala tarjoillaan ihmisille, joilla on heikentynyt vastustuskyky tai jos kala on tarkoitus jäähdyttää kypsennyksen jälkeen, kala täytyy pastöroida (taulukko 2 (s. 9)).

Taulukko 2: ⏲ Pastörointiaika 5°C:sta vähärasvaisille kaloille

Paksuus	55°C	56°C	57°C	58°C	59°C	60°C
5 mm	2,5h	1,75h	1,25h	50min	35min	30min
10 mm	2,75h	2h	1,5h	60min	45min	35min
15 mm	2,75h	2h	1,5h	1,25h	55min	50min
20 mm	3h	2,25h	1,75h	1,5h	1,25h	60min
25 mm	3,25h	2,5h	2h	1,75h	1,5h	1,25h
30 mm	3,75h	3h	2,5h	2h	1,75h	1,75h
35 mm	4h	3,25h	2,75h	2,5h	2,25h	2h
40 mm	4,5h	3,75h	3h	2,75h	2,5h	2,25h
45 mm	4,75h	4h	3,5h	3,25h	2,75h	2,5h
50 mm	5,25h	4,5h	4h	3,5h	3,25h	3h
55 mm	5,75h	5h	4,5h	4h	3,75h	3,5h
60 mm	6,25h	5,5h	5h	4,5h	4h	3,75h
65 mm	7h	6h	5,5h	5h	4,5h	4,25h
70 mm	7,5h	6,75h	6h	5,5h	5h	4,75h

Taulukon ajoilla listeria vähenee miljoonasosaan. Pastörointi tuhoaa loiset ja bakteerit, mutta ei itiöitä. HAV ja norovirus selviävät pastöroinnista. 4 kertaluokan ($1{:}10^4$) vähennys HAV:hen edellyttää kuumentamista 90°C:hen 90 sekunniksi, joten käytännössä riskiä täytyy pienentää hyvällä hygienialla (National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food 2008). C. botulinumin itiöt eivät tuhoudu pastöroinnista, joten kalaa voi säilyttää enintään 3-4 viikkoa alle 3,3°C:ssa.

Taulukko 3: ⏲ Pastörointiaika 5°C:sta rasvaisille kaloille

Paksuus	55°C	56°C	57°C	58°C	59°C	60°C
5 mm	4,25h	3h	2h	1,5h	60min	40min
10 mm	4,25h	3h	2h	1,5h	1,25h	50min
15 mm	4,5h	3,25h	2,25h	1,75h	1,25h	60min
20 mm	4,75h	3,5h	2,5h	2h	1,5h	1,25h
25 mm	5h	3,75h	2,75h	2,25h	1,75h	1,5h
30 mm	5,25h	4h	3,25h	2,5h	2,25h	2h
35 mm	5,5h	4,25h	3,5h	3h	2,5h	2,25h
40 mm	6h	4,75h	4h	3,25h	3h	2,5h
45 mm	6,5h	5,25h	4,25h	3,75h	3,25h	3h
50 mm	7h	5,75h	4,75h	4,25h	3,75h	3,25h
55 mm	7,5h	6,25h	5,25h	4,75h	4,25h	3,75h
60 mm	8h	6,75h	5,75h	5,25h	4,75h	4,25h
65 mm	8,5h	7,25h	6,25h	5,75h	5,25h	4,75h
70 mm	9,25h	8h	7h	6,25h	5,75h	5,25h

4.1.1 Haudutettu kala

- Kalafileet (turska, sinikala, merikrotti, meriahven, makrilli jne.)
- suolaa ja pippuria
- valkosipulijauhetta (optionaalinen)
- oliiviöljyä

Poista nahka fileistä. Mausta fileet kosher-/merisuolalla, mustapippurilla ja valkosipulijauheella. Tyhjiöpakkaa fileet yksitellen oliiviöljyn kanssa (1-2rkl).

Katso taulukosta 2 (s. 9) kypsennysaika paksuimman fileen mukaan. Kypsennä kalaa 55-60,5°C:n lämpötilassa.

Kypsennyksen jälkeen kalan voi tarjoilla heti (pinta kannattaa paistaa kuumalla pannulla) tai jäähdyttää jäävedessä säilyttämistä varten (taulukko 13, sivu 44). Jäähdyttämisen jälkeen kala säilyy alle 3,3°C:ssa enintään 3-4 viikkoa. Fagan and Gormley (2005) totesivat, että pakastaminen ei huonontanut sous videllä kypsennetyn kalan

laatua.

4.1.2 Lohi 'Mi-Cuit'

Lohi 'Mi-cuit' on suosittua, mutta sitä ei saa ikinä tarjoilla ihmisille, joilla on heikentynyt vastustuskyky. . Tämän reseptin kypsennysaika ei tuhoa riittävästi loisia ja taudinaiheuttajia. Yhdysvalloissa Anisakis-loisen todennäköisyys villilohessa on jopa yli 75% (National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food 2008), joten on suositeltavaa joko jäädyttää (alle -20°C:ssa vähintään 24h) tai pastöroida kala (taulukko 2 (s. 9) ajoille ja lämpötiloille).

Sous videllä valmistetun lohen tekstuuri on hyvin kostea ja tasainen. Tekstuurin vastakohtana kalan nahka kannattaa irrottaa ennen valmistusta, kypsentää rapeaksi ja tarjoilla koristeena.

Yleinen ongelma lohen valmistuksessa on, että proteiinin albumiini muodostaa kalan pintaan epämiellyttävän näköistä valkoista massaa. Tämän voi helposti estää marinoimalla kalaa 10 minuuttia 10% suolaliuoksessa. Marinoinnin jälkeen kalan pinta kannattaa huuhdella.

- Lohta
- oliiviöljyä
- suolaa ja pippuria
- valkosipulijauhetta

Aseta veden lämpötila 38,5°C lähes raa'alle (very rare) lohelle, 47°C medium-:lle (rare - medium rare) tai 52°C keskikypsälle (medium) lohelle.

Irrota kalan nahka. Marinoi kalaa noin 10 minuuttia 10% suolaliuoksessa jääkaapissa. Huuhtele ja kuivaa paperipyyhkeellä marinoinnin jälkeen.

Helpoin tapa kalan nahan irrottamiseen on paistaa nahkapuolta nopeasti paistinpannulla. Paistamisen jälkeen nahka irtoaa hyvin helposti. Nahan voi valmistaa loppuun kaasupolttimella tai yksinkertaisesti pitämällä lämpimänä käyttöön asti.

Mausta suolalla, pippurilla ja pienellä määrällä valkosipulijauhetta. Tyhjiöpakkaa yksitellen kalat ja 1-2rkl oliiviöljyä. Tarvittaessa kalat ja oliiviöljyn voi pakastaa ennen

Taulukko 4: ☕ Lämmitysajat 5°C:sta lohelle

mm	38,5°C	47°C	52°C
5	0:02	0:02	0:02
10	0:07	0:07	0:07
15	0:15	0:16	0:16
20	0:26	0:28	0:28
25	0:41	0:43	0:44
30	0:59	1:02	1:03
35	1:20	1:24	1:25
40	1:44	1:49	1:51
45	2:11	2:18	2:21
50	2:42	2:49	2:53
55	3:16	3:25	3:30

tyhjiöpakkausta.

Kypsennä lohta taulukon 4 (sivu 12) ajan verran, koristele nahalla ja tarjoile välittömästi. Taulukon ajat eivät pastöroi kalaa, joten kalaa ei saa ikinä tarjoilla henkilöille, joilla on heikentynyt vastustuskyky. ⛔

4.2 Linnut ja kananmunat

4.2.1 Kanan ja kalkkunan rinta

Perinteisesti kevyet linnut on kypsennetty kypsiksi (70-80°C) "turvallisuussyistä". Sous videllä kanan ja kalkkunan rintapaloja voi kypsentää mediumiksi (60-65°C) ja pastöroida turvalliseksi samaan aikaan.

- Luuton kanan tai kalkkunan rinta
- Suolaa ja pippuria

Poista rinnasta nahka ja säilytä koristeeksi tai heitä pois. Nahan voi helposti rapeuttaa kaasupolttimella tai grillillä. Lihaa voi marinoida 5% suolaliuoksessa 30-60 minuuttia.

Taulukko 5: ⏲ Pastörointiaika 5°C:sta linnulle

Paksuus	57°C	58°C	59°C	60°C	61°C	62°C	63°C	64°C	65°C
5 mm	2,25h	1,75h	1,25h	45min	35min	25min	18min	15min	13min
10 mm	2,25h	1,75h	1,25h	55min	40min	35min	30min	25min	20min
15 mm	2,5h	1,75h	1,5h	1,5h	50min	45min	40min	35min	30min
20 mm	2,75h	2h	1,75h	1,25h	1,25h	55min	50min	45min	40min
25 mm	3h	2,25h	2h	1,5h	1,5h	1,25h	1,25h	60min	55min
30 mm	3,25h	2,75h	2,25h	2h	1,75h	1,5h	1,5h	1,25h	1,25h
35 mm	3,75h	3h	2,5h	2,25h	2h	1,75h	1,75h	1,5h	1,5h
40 mm	4h	3,25h	2,75h	2,5h	2,25h	2h	2h	1,75h	1,75h
45 mm	4,5h	3,75h	3,25h	3h	2,75h	2,5h	2,25h	2h	2h
50 mm	4,75h	4,25h	3,75h	3,25h	3h	2,75h	2,5h	2,5h	2,25h
55 mm	5,25h	4,5h	4h	3,75h	3,5h	3,25h	3h	2,75h	2,75h
60 mm	5,75h	5h	4,5h	4,25h	3,75h	3,5h	3,25h	3,25h	3h
65 mm	6,25h	5,5h	5h	4,5h	4,25h	4h	3,75h	3,5h	3,25h
70 mm	7h	6h	5,5h	5h	4,75h	4,5h	4,25h	4h	3,75h

Huuhtele ja kuivaa paperipyyhkeellä. Mausta suolalla ja karkealla mustapippurilla. Tyhjiöpakkaa yksitellen. Tyhjiöpakatun lihan voi pakastaa ja valmistaa myöhemmin. Linnusta tulee helposti kumimaisen makuinen, jos tyhjiöpakkaus on liian vahva. Tyhjiöpakkaaminen kannattaa lopettaa kun pussi on juuri kiristynyt palaan kiinni.

Kypsennä (sulatettuja) rintafileitä 63,5°C vedessä. Tarvittava aika löytyy taulukosta 5 (s. 13). Kypsentämisen jälkeen linnun voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivulla 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3 asteessa 3-4 viikkoa. Lämmitä jäähdytetyt linnut vesihauteessa juuri ennen käyttöä.

Ota rintapalat pois pusseista ja kuivaa paperipyyhkeellä. Lihan voi tarjoilla sellaisenaan tai ruskistaa pinnasta erittäin kuumalla pannulla tai kaasupolttimella. Tarjoile välittömästi.

Kuva 4: Kanaa vakuumipakattuna. cookingforgeeks @ flickr

4.2.2 Kalkkunan, ankan ja hanhen jalka -confit

- Kalkkunan, ankan tai hanhen jalka
- Ankan tai hanhen rasvaa (tai laardia)
- Suolaa ja pippuria

Marinoi jalkoja 3-6 tuntia 5-10% suolaliuoksessa (50-100g suolaa per 1l vettä). Marinadia voi maustaa timjamilla, laakerinlehdillä, valkosipulilla ja appelsiinin/sitruunan siivuilla.

Marinoinnin jälkeen huuhtele ja kuivaa paperipyyhkeellä. Mausta suolalla ja karkealla pippurilla. Pakkaa yksitellen rasvan kanssa pusseihin.

Kypsennä 80°C vedessä 8-12 tuntia. Kuumassa vedessä osa pussissa olevasta vedestä höyrystyy ja pussi saattaa nousta pinnalle. Pussit täytyy pitää veden alla ritilällä tai vastaavalla. Kypsentämisen jälkeen possun voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivulla 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 4°C:ssa lähes ikuisesti.

Paista nahka rapeaksi ennen tarjoilua. Voit myös tarjoilla ilman nahkaa paloina.

4.2.3 Täydellinen kananmuna

Täydellinen kananmuna pysyy juuri ja juuri kasassa. Rakenne tulee konalbuminin hajoamisesta 64,5°C:ssa. Kuvassa 5 (sivu 16) näkyy, miten 62°C:ssa kananmunan valkuainen alkaa hyytyä. (This 2006, luku 3).

Kypsennä kananmunaa 64,5°C:ssa 45-60 minuuttia. Riko kuori ja tarjoile välittömästi.

4.2.4 Pastöroitu kananmuna

Yhdysvalloissa noin 1:10000-1:20000 kananmunista sisältää vaarallisen määrän salmonellaa (McGee 2004, Snyder 2006), jopa 82 prosentissa parhaista kananmunista oli salmonellaa vuosien 1985 ja 1991 välillä (Mishu et al. 1994). Jos ruokaa on tarkoitus tarjoilla herkille ihmisille, kananmunat tulee aina pastöroida. Pastöroituja ka-

Kuva 5: 75 minuuttia eri lämpötiloissa kypsennettyjä kananmunia

nanmunia voi käyttää ruoissa, joihin tulee raakaa kananmunaa (esim. suklaamousse).

Anna kananmunan olla vähintään 75 minuuttia 57°C vedessä (Schuman et al. 1997).

Pastöroituja kananmunia voi säilyttää ja käyttää samalla lailla kuin raakoja. Keltuainen ei muutu, mutta valkuainen on maitomaisempi kuin raa'an kananmunan. Vaahdottamiseen tarvittava aika on merkittävästi pidempi, mutta vaahtoa syntyy lähes yhtä paljon (Schuman et al. 1997).

4.3 Nauta

Mureat osat (sisäfile, entrecote) voi tyhjiöpakata ja kypsentää melko raaoiksi (very rare, 49 asteessa), raaoiksi (rare, 51,5°C), medium- (54,5°C) tai mediumiksi (60°C). Tarvittava aika löytyy taulukosta 9, sivulta 28. Jos kypsennettyä lihaa on tarkoitus säilyttää pidempiä aikoja tai tarjoilla ihmisille, joilla on heikentynyt vastustuskyky, liha täytyy pastöroida. Pastörointiin tarvittavat ajat löytyvät taulukosta 6 (sivu 18). Ennen tarjoilua lihan pinta kannattaa paistaa nopeasti kaasupolttimella, erittäin kuumalla grillillä tai savuavan kuumalla pannulla.

Kun lämpötilaa nostettiin 50°C:sta 65°C:een, lihan paino tippui ja leikkaamiseen tarvittava voima väheni (Vaudagna et al. 2002). Samassa tutkimuksessa huomattiin, että lihan kypsentäminen 90-360 minuuttia ei vaikuttanut painoon tai leikkausvoimaan. Yli 70°C:ssa lihasta tulee sitkeämpää ja paino vähenee enemmän, kun myofibrillaarit kovettuvat (Powell et al. 2000). Muihin valmistusmenetelmiin verrattuna sous videllä valmistettu liha on punaisempaa (García-Segovia et al. 2007). Tyhjiössä kypsennetty nauta näyttää aluksi vaaleammalta, mutta muuttuu punaisemmaksi joutuessaan kosketuksiin ilman kanssa.

Jos lihaa on marinoitu, lihan happamuus on noussut, ja pastörointiajat täytyy tuplata, sillä listerian lämpötilan kestävyys nousee (Hansen and Knøchel 1996).

Sitkeitä mutta maukkaita osia kannattaa kypsentää 55°C vedessä 24-48 tuntia. 55°C on matalin turvallinen lämpötila jossa veteen liukenematon kollageeni hajoaa gelatiiniksi. Korkeammissa lämpötiloissa hajoaminen tapahtuu nopeammin. (Powell et al. 2000, This 2006).

4.3.1 Naudan pihvi

- Naudan pihvi (ulkofilee, sisäfilee, entrecote)
- Suolaa ja pippuria
- Öljyä paistamiseen

Mausta pihvi suolalla ja pippurilla. Tyhjiöpakkaa yksitellen. Kypsennä sopivassa läm-

Taulukko 6: ⏲ Pastörointiaika 5°C:sta naudalle

Paksuus	55°C	56°C	57°C	58°C	59°C	60°C
10 mm	2h	1,5h	1,25h	55min	45min	40min
15 mm	2,25h	1,75h	1,5h	1,25h	60min	55min
20 mm	2,5h	2h	1,75h	1,5h	1,25h	1,25h
25 mm	2,75h	2,25h	2h	1,75h	1,5h	1,5h
30 mm	3h	2,5h	2h	2h	1,75h	1,5h
35 mm	3,25h	2,75h	2,25h	2h	2h	1,75h
40 mm	3,5h	3h	2,5h	2,25h	2,25h	2h
45 mm	4h	3,25h	3h	2,75h	2,5h	2,25h
50 mm	4,5h	3,75h	3,25h	3h	2,75h	2,5h
55 mm	5h	4,25h	3,75h	3,5h	3h	3h
60 mm	5,25h	4,75h	4,25h	3,75h	3,5h	3,25h
65 mm	6h	5,25h	4,75h	4,25h	4h	3,75h
70 mm	6,5h	5,75h	5,25h	4,75h	4,25h	4h
Paksuus	61°C	62°C	63°C	64°C	65°C	66°C
10 mm	35min	30min	30min	25min	25min	25min
15 mm	50min	45min	40min	40min	35min	35min
20 mm	60min	55min	55min	50min	45min	45min
25 mm	1,25h	1,25h	1,25h	60min	55min	55min
30 mm	1,5h	1,5h	1,25h	1,25h	1,25h	1,25h
35 mm	1,75h	1,5h	1,5h	1,5h	1,25h	1,25h
40 mm	1,75h	1,75h	1,75h	1,5h	1,5h	1,5h
45 mm	2,25h	2h	2h	1,75h	1,75h	1,75h
50 mm	2,5h	2,25h	2,25h	2h	2h	2h
55 mm	2,75h	2,75h	2,5h	2,5h	2,25h	2,25h
60 mm	3h	3h	2,75h	2,75h	2,5h	2,5h
65 mm	3,5h	3,25h	3,25h	3h	3h	2,75h
70 mm	3,75h	3,75h	3,5h	3,25h	3,25h	3,25h

pötilassa. Lämpötila valitaan kypsyysasteen mukaan, 50°C rarelle, 55°C medium-:lle ja 60°C mediumille. Pastörointiaika löytyy taulukosta 6 (s. 18). Mureaa lihaa ei kannata kypsentää yli pastörointiajan, sillä lihan rakenne kärsii helposti.

Kypsentämisen jälkeen avaamattoman pussin voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3 asteessa 3-4 viikkoa. Säilyttämisen jälkeen pihvi lämmitetään vesihauteessa.

Ota lämmin pihvi pussista ja paista pinta kaasupolttimella tai mahdollisimman kuumalla pannulla.

4.3.2 Pihvi hartiasta

- Naudan hartiasta leikattu pihvi (Paleron tai Top Blade)
- Suolaa ja pippuria

Huuhtele ja kuivaa pihvi paperipyyhkeellä. Mureuta pihviä Jaccardilla. Mausta suolalla ja pippurilla. Tyhjiöpakkaa yksitellen.

Kypsennä 55°C vedessä 12 tuntia. Kypsentämisen jälkeen pihvin voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3 asteessa 3-4 viikkoa.

Ota (lämmitetty) pihvi pois pussista, kuivaa paperipyyhkeellä ja ruskista nopeasti kaasupolttimella tai kuumalla paistinpannulla.

4.3.3 Naudanpaisti

- Paisti
- Suolaa ja pippuria

Kuivaa paisti paperipyyhkeellä. Leikkaa enintään 70mm paksuisiksi paloiksi tai tarjoiltavan kokoisiksi siivuiksi. Pienten siivujen kanssa voi noudattaa yllä olevaa pihviohjetta.

Mausta paisti suolalla ja karkealla pippurilla. Tyhjiöpakkaa ja kypsennä 55°C vedessä noin 24 tuntia. Kypsentämisen jälkeen paistin voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13,

Kuva 6: Kypsennettyä nautaa. FotoosVanRobin @ flickr

sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3°C:ssa 3-4 viikkoa.

Ota (lämmitetty) paisti pois pussista, kuivaa paperipyyhkeillä ja ruskista kaasupolttimella. Siivuta ja tarjoile välittömästi.

4.3.4 Naudan rintaa

- Naudan rintapala
- sokeria, suolaa ja pippuria

Leikkaa rasvaan viiltoja. Marinoi lihaa 2-3 tuntia liuoksessa, jossa on 4% suolaa ja 3% sokeria (40g suolaa ja 30g sokeria litrassa vettä). Huuhtele ja kuivaa paperipyyhkeellä.

Mausta lihaa savustamalla 30-60 minuuttia tai paista rasvaa kaasupolttimella. Tyhjiöpakkaa kokonaisena tai muutamana palana.

French Laundryn ohje suosittelee 48 tunnin kypsennystä 64°C:ssa. Vaihtoehtoisesti lihaa voi kypsentää 80°C:ssa 24-36 tuntia tai 57°C:ssa 36-48 tuntia. Osa nesteestä kaasuuntuu, joten pussia täytyy pitää veden alla esim. ritilällä. Kypsentämisen jälkeen paistin voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3°C:ssa 3-4 viikkoa.

Ota liha pois pussista ja tee nesteestä nopea kastike (haihduta osa kattilassa ja lisää

maissitärkkelystä). Leikkaa liha ohuiksi pitkiksi siivuiksi ja tarjoile kastikkeen kanssa.

4.4 Possu

4.4.1 Perinteiset possun kyljykset

Vaikka possun voi turvallisesti kypsentää 54,4°C:ssa, monista pinkki väri kypsennetylle possulle on häiritsevä. Kypsemmäksi valmistamista voi kompensoida marinoimalla kyljyksiä suolaliemessä. Marinointi hajottaa osan tukikudoksista ja lisää lihan vesipitoisuutta. Paras suolapitoisuus marinadille on 7-10%. Lihaan imeytyy nestettä noin 20-25% lihan painosta (Graiver et al. 2006).

Marinoi possua nesteessä, jossa on 7% suolaa ja 3% sokeria (70g suolaa ja 30g sokeria 1 litrassa vettä) jääkaapissa 1-2 tuntia. Jos aiot mureuttaa lihaa mekaanisesti, tee se ennen marinointia.

Huuhtele, kuivaa paperipyyhkeellä ja mausta suolalla ja karkealla mustapippurilla. Tyhjiöpakkaa yksitellen pusseihin.

Kypsennä 61°C vedessä. Huomioi, että 61°C ei välttämättä riitä trikinellan tuhoamiseen. Jos lihaa ei ole tarkastettu trikinellan varalta, kannattaa käyttää korkeampaa ⚠ lämpötilaa. Trikinellan tuhoamiseen tarvittavasta lämpötilasta ei ole varmaa tietoa. Esim. (Gamble n.d.) mainitsee, että loinen tuhoutuu jo 52°C:ksessa. Tarvittava aika löytyy taulukosta 6 (sivu 18). Kyljyksen voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3°C:ssa 3-4 viikkoa.

Ota kyljys pois pussista, kuivaa paperipyyhkeellä ja ruskista nopeasti paistinpannulla tai kaasupolttimella.

4.4.2 Hitaasti kypsennetyt possun kyljykset

Mausta paksut kyljykset suolalla ja karkealla pippurilla. Tyhjiöpakkaa kyljykset yksitellen ja laita 55°C veteen 12 tunniksi. Huomioi, että 55°C ei välttämättä riitä trikinellan tuhoamiseen. Jos lihaa ei ole tarkastettu trikinellan varalta, kannattaa käyttää ⚠ korkeampaa lämpötilaa. Trikinellan tuhoamiseen tarvittavasta lämpötilasta ei ole

varmaa tietoa. Esim. (Gamble n.d.) mainitsee, että loinen tuhoutuu jo 52°C:ksessa. Kyljyksen voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3°C:ssa 3-4 viikkoa.

Ota kyljys pois pussista, kuivaa paperipyyhkeellä ja ruskista nopeasti.

4.4.3 Pulled Pork

Pulled pork on possua, joka hajoaa silpuksi hyvin helposti.

- Possun paistia
- laardia
- suolaa ja pippuria

Jos paistissa on luu, poista se. Leikkaa liha noin 200 gramman pihveiksi tai enintään 70mm paksuiseksi. Liota paistia jääkaapissa 6-12 tuntia liuoksessa, jossa on 7-10% suolaa ja 0-3% sokeria.

Valuta, huuhtele ja kuivaa paperipyyhkeellä. Mausta suolalla ja karkealla pippurilla. Tyhjiöpakkaa palat ja 1-2rkl laardia yksitellen pusseihin.

Laita possu 80°C veteen 8-12 tunniksi tai 68°C veteen 24 tunniksi. 80°C vedessä osa pussissa olevasta vedestä höyrystyy ja pussi saattaa nousta pinnalle. Pussit täytyy pitää veden alla ritilällä tai vastaavalla. Kypsentämisen jälkeen possun voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3°C:ssa 3-4 viikkoa.

Ota (lämmitetty) possu pois pussista ja säilytä neste. Laita neste jääkaappiin yöksi, ja kuori rasva seuraavana päivänä. Kuivaa lihan pinta paperipyyhkeellä.

Amerikkalaistyyliseen possuun pilko liha ja tarjoile sopivan bbq-kastikkeen kanssa. Meksikolaistyylisessä lihan pinta paistetaan ennen pilkkomista.

4.4.4 Barbecue Ribs

- Possun ribsejä
- bbq-mausteseosta

- suolaa ja pippuria

Leikkaa ribsit sopivan mittaisiksi paloiksi (esim. 3-4 luuta per pala). Liota paistia jääkaapissa 12-24 tuntia liuoksessa, jossa on 7-10% suolaa ja 0-3% sokeria.

Valuta, huuhtele ja kuivaa paperipyyhkeellä. Mausta reilulla määrällä bbq-mausteseosta (esim. 2rkl paprikaa, 1,5rkl suolaa, 1,5rkl valkosipulijauhetta, 1rkl mustapippuria, 1rkl chilijauhetta, 1rkl kuminaa, 1rkl ruskeaa sokeria, 1tl sokeria, 1tl kuivattua oreganoa ja 1tl cayenne-pippuria). Pakkaa palat yksitellen pusseihin.

Laita pussit 80°C veteen 8-12 tunniksi, 68°C veteen 24 tunniksi tai 58°C veteen 40 tunniksi. Huomioi, että 58°C ei riitä trikinellan tuhoamiseen. Trikinellan tuhoamiseen tarvittavasta lämpötilasta ei ole varmaa tietoa. Esim. (Gamble n.d.) mainitsee, että loinen tuhoutuu jo 52°C:ksessa. Jos lihaa ei ole tarkastettu trikinellan varalta, kannattaa käyttää korkeampaa lämpötilaa. 80°C vedessä osa pussissa olevasta vedestä höyrystyy ja pussi saattaa nousta pinnalle. Pussit täytyy pitää veden alla ritilällä tai vastaavalla. Kypsentämisen jälkeen avaamattoman pussin voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3°C:ssa 3-4 viikkoa. Lämmitä (/sulata) ribsit uudelleen vasta juuri ennen tarjoilua. ⚠

Ota (lämmitetyt) ribsit pois pussista, valuta ja ruskista kaasupolttimella tai uunissa grillivastuksella. Tarjoile välittömästi bbq-kastikkeen kanssa.

4.4.5 Possun ribsit

Tämä on yksinkertaisempi versio edellisestä reseptistä. Sous videllä valmistetut ribsit ovat varsin maukkaita ilman bbq-kastikettakin.

- Possun ribsejä
- Suolaa ja pippuria

Leikkaa ribsit sopivan mittaisiksi paloiksi ja tyhjiöpakkaa pusseihin. Kypsennä 58°C vedessä 40 tuntia. Kypsentämisen jälkeen avaamattoman pussin voi jäähdyttää jäävedessä (taulukko 13, sivu 44) ja pakastaa tai pitää jääkaapissa alle 3,3°C:ssa 3-4 viikkoa. Lämmitä (/sulata) ribsit uudelleen vasta juuri ennen tarjoilua.

Ota (lämmitetyt) ribsit pois pussista, valuta ja ruskista kaasupolttimella tai uunissa grillivastuksella. Tarjoile välittömästi.

4.5 Kasvikset

Suurinta osaa vihanneksista saa valmistettua helposti perinteisin menetelmin, esim. höyryttämällä. Sous videllä valmistamisen etuna on toistettavuus ja helppous - vihanneksia ei tarvitse laittaa kypsentymään juuri ennen syömistä, eikä kypsentämistä tarvitse lopettaa juuri oikeaan aikaan. Lisäksi avaamattomia ja nopeasti jäähdytettyjä vihannespusseja voi lämmittää myöhemmin syötäväksi.

Kuva 7: Fenkolia pakattuna kypsennettäväksi. NickDawson @ flickr

Vihannekset tarvitsevat huomattavasti lihaa korkeampia kypsennyslämpötiloja, yleensä käytetään 85°C:sta. 85°C lämpötila ei riitä hajottamaan kasvien soluseinämiä, joten suurin osa vihanneksista jää huomattavasti kiinteämmäksi kuin keittäessä tai höyryttäessä. Esim. perunasta tulee huomattavasti voimakkaamman makuista kuin vedessä keitettynä.

Kaikki kypsennettävät kasvikset kypsennetään sopivan kokoisina paloina - kokonaisella kurpitsalla kestäisi huomattavasti kauemmin kypsyä. Kaikille taulukon 7 (sivu 25) vihanneksille sopii voi, öljy ja pippuri, hedelmille sokeri ja kaneli.

Taulukko 7: ⏲ Kasvisten kypsennysaikoja 85°C:ssa

Kasvis	Aika (minuutteja)	Huomioita
Herne, tuore	35	
kesäkurpitsa	35	Marinoi öljyssä ensin
Kukkakaali	30	
Kurpitsa	70	Poista siemenet ensin.
Lanttu	120	Timjamia
Maissi	40	
Omena	30	Happamia omenoita
Palsternakka	35	
Parsa	30	
Parsakaali	30	
Peruna	80	Tai 25min+paistinpannulla öljyssä
Porkkana	35	
Purjo	45	Lopuksi kanelia ja sokeria
Päärynä	25	
Ruusukaali	75	Poista kannat
Selleri	70	
Sipuli	25	
Vihreät pavut	45	

4.5.1 Peruna

- Perunoita
- Voita
- Suolaa ja pippuria maun mukaan

Pilko perunat noin sentin kuutioiksi tai tikuiksi ja pakkaa pusseihin voinokareen, suolan ja pippurin kanssa. Kypsennä 85°C:ssa 25 minuuttia ja paista öljyssä pannulla tai kypsennä 85°C vedessä noin 80 minuuttia. Kypsennetyt perunat voi myös jäähdyttää ja lämmittää myöhemmin.

4.5.2 Omena

- Happamia omenoita (esim. Granny Smith)
- Kanelia
- Sokeria
- Voita

Kuori omenat, poista siemenkodat ja pilko lohkoiksi. Pakkaa sokerin, kanelin ja voinokareen kanssa pussiin. Kypsennä noin 30 minuuttia 85°C vedessä. Omenoille kypsennysaika on melko olennainen - 10 lisäminuuttia tekee omenoista melkein sosetta.

4.6 Yleistä lihasta

4.6.1 Lämmön vaikutukset lihaan

Lihaksikas liha on noin 75% vettä, 19% proteiinia ja 6% rasvaa ja muita ainesosia. Lihan proteiinin voi jakaa kolmeen osaan: sarkoplasmaan (60-65%), myofibrilliin (28-34%) ja sidekudoksiin (8-12%). Myofibrilli (myosiini ja aktiini) ja sidekudoksen proteiinit (kollageeni) kiinnittyvät lämmitettäessä, kun taas sarkoplasma laajenee. Näitä muutoksia kutsutaan yleensä vanhenemiseksi (*"denaturation"*).

Taulukko 8: Lämpötilat raa'alle, medium- ja medium-kalalle ja -lihalle

	Rare	Medium-	Medium
Liha	50°C	55°C	60°C
Kala	42°C	50°C	60°C

Kuumentamisen aikana lihaskuidut suppenevat, sarkoplasma laajenee ja sidekudokset suppenevat ja nesteytyvät. Lihaskudokset alkavat supistua 35-40°C:ssa ja supistuminen lisääntyy lähes lineaarisesti 80 asteeseen asti. Sarkoplasman yhdistyminen ja muuttuminen gelatiiniksi alkaa 40°C:ssa ja päättyy 60°C:ssa. Sidekudosten supistuminen alkaa 60°C:ssa ja on nopeinta 65°C:ssa.

Lihan vesipitoisuus riippuu myofibrillin supistumisesta ja turpoamisesta. Noin 80% lihan vedestä on myofibrillin tiiviiden (myosiini) ja ohuiden (aktiini) kuitujen välissä. 40-60 asteen välissä lihaskudokset kutistuvat poikittain ja leventävät kuitujen välisiä aukkoja. Yli 60-65°C:n lämpötilassa lihaskuidut supistuvat pitkittäin ja aiheuttavat merkittävää nestehukkaa lihasta. Vaikutus voimistuu lämpötilan noustessa.

Lisätietoja löytyy mm. seuraavista englanninkielisistä lähteistä: McGee (2004, luku 3) ja Tornberg (2005).

4.6.2 Murea liha

Mureaa lihaa ei tarvitse kypsentää pastörointiaikaa pidempään. Lihan kypsyysaste valitaan lämpötilalla, ei kypsennysajalla. Kypsennysaika riippuu lihan paksuudesta: paksuuden tuplaaminen nelinkertaistaa tarvittavan ajan.

Eri kypsyysasteiden lämpötiloista ei ole yksimielisyyttä, mutta tässä oppaassa käytetään taulukon 8 arvoja, s. 27.

Yleisesti lihan mureus kasvaa 50 ja 65 asteen välillä, mutta vähenee 80 asteeseen asti (Powell et al. 2000, Tornberg 2005). Arvioitu lämpiämisaika sulatetulle ja jäiselle lihalle on taulukoissa 9 (s. 28) ja 10 (s. 29). Liitteestä C (s. 58) löytyy tarkempaa tietoa arvojen laskemisesta.

Jos ruokaa ei pastöroida (kala ja liha kypsyysasteella rare), ruoka pitää tarjoilla neljän tunnin sisällä tavoitelämpötilan saavuttamisesta – tämän takia yli neljän tunnin

Taulukko 9: ♨ Sulan lihan lämpiämisaika 5°C:sta vesihauteen lämpötilaan (-0,5°C)

Paksuus	Levymäinen	Sylinterimäinen	Pallomainen
5 mm	5min	5min	4min
10 mm	19min	11min	8min
15 mm	35min	18min	13min
20 mm	50min	30min	20min
25 mm	1,25h	40min	25min
30 mm	1,5h	50min	35min
35 mm	2h	1h	45min
40 mm	2,5h	1,25h	55min
45 mm	3h	1,5h	1,25h
50 mm	3,5h	2h	1,5h
55 mm	4h	2,25h	1,5h
60 mm	4,75h	2,5h	2h
65 mm	5,5h	3h	2,25h
70 mm	—	3,5h	2,5h
75 mm	—	3,75h	2,75h
80 mm	—	4,25h	3h
85 mm	—	4,75h	3,5h
90 mm	—	5,25h	3,75h
95 mm	—	6h	4,25h
100 mm	—	—	4,75h
105 mm	—	—	5h
110 mm	—	—	5,5h
115 mm	—	—	6h

Taulukko 10: ☕ Jäisen lihan lämpiämisaika vesihauteen lämpötilaan (-0,5°C)

Paksuus	Levymäinen	Sylinterimäinen	Pallomainen
5 mm	7min	7min	6min
10 mm	30min	17min	12min
15 mm	50min	30min	20min
20 mm	1,25h	40min	30min
25 mm	1,75h	55min	40min
30 mm	2,25h	1,25h	55min
35 mm	3h	1,5h	1,25h
40 mm	3,5h	2h	1,5h
45 mm	4,5h	2,5h	1,75h
50 mm	5,25h	2,75h	2h
55 mm	6,25h	3,25h	2,5h
60 mm	7,25h	4h	2,75h
65 mm	8,25h	4,5h	3,25h
70 mm	—	5h	3,75h
75 mm	—	5,75h	4,25h
80 mm	—	6,5h	4,75h
85 mm	—	7,25h	5,25h
90 mm	—	8h	5,75h
95 mm	—	8,75h	6,25h
100 mm	—	—	7h
105 mm	—	—	7,5h
110 mm	—	—	8,25h
115 mm	—	—	9h

valmistusaikoja ei näytetä alle 55°C:n lämpötiloille. Toisin kuin perinteisessä ruoanlaitossa, ruoan voi leikata etukäteen sopiviksi paloiksi. Vain ihmiset, joiden vastustuskyky ei ole heikentynyt saavat syödä pastöroimatonta ruokaa .

4.6.3 Sitkeä liha

Pitkitettyä kypsentämistä (haudutusta) on käytetty pitkään sitkeän lihan käsittelyyn. Pitkä kypsyttäminen helposti tuplaa lihan mureuden, kun kollageenejä hajoaa gelatiiniksi. Samalla kuitujen väliset kiinnitykset häviävät lähes kokonaan (Davey et al. 1976). Samassa yhteydessä todettiin, että 80°C:ssa lähes kaikki mureutuminen tapahtuu 12-24 tunnin sisällä, ja liha mureutuu vain vähän 50-100 tunnin välillä.

Bouton and Harris (1981) huomasivat, että sitkeä naudanliha (0-4 vuotiaasta eläimestä) oli mureinta matalassa lämpötilassa (50-65°C) valmistettuna. Naudan kypsentäminen näissä lämpötiloissa 24 tuntia lisäsi mureutta huomattavasti (leikkaamiseen tarvittava voima väheni 26-72% verrattuna yhden tunnin kypsennykseen). Mureutuminen johtuu hajoavasta sidoskudoksista ja proteaasista, joka vähentää myofibrillin vahvuutta. Kollageenit alkavat hajota gelatiiniksi 50-55°C välillä (Neklyudov 2003, This 2006). Lisäksi proteiinientsyymi kollagenaasi pysyy aktiivisena alle 60 asteessa, ja mureuttaa lihaa merkittävästi, jos kypsennys jatkuu vähintään 6 tuntia (Tornberg 2005). Tämän takia 50-60°C vesihauteessa 24-48 tuntia kypsennetyssä naudanpaistissa on huomattavasti paremman lihan tekstuuri.

5 Taudinaiheuttajat

5.1 Motivointi

Lähes kaikki ruokamyrkytykset on vältettävissä helposti: puhtaat välineet, puhtaat kädet, oikein säilytetyt raaka-aineet (ei liian kauaa, riittävän kylmässä), riittävä kypsennys ja ristiinsaastumisen estäminen (esim. raa'an kanan nesteitä tai jämiä ei saa joutua kosketuksiin salaatin kanssa).

Raa'assa ruoassa on yleensä miljoonia mikrobeja. Suurin osa näistä on harmittomia. Liian suuri määrä haitallisia mikrobeja aiheuttaa ruokamyrkytyksen tai ruokaperäisen sairauden. Vain harva taudinaiheuttaja pilaa ruoan, joten niitä ei voi nähdä, haistaa tai maistaa.

Tyypillisiä salmonellan tai c. perfrigensin oireita on vatsakivut, pahoinvointi, oksentelu ja voimakas ripuli useita päiviä. Osa aiheuttaa pitkäaikaisia ja vakavia oireita, ja mahdollisen kuoleman ilman hoitoa (joskus hoidon kanssakin), esim. trikinella ja C. botulinum (botuliinia tuottava bakteeri).

Lapsille ja vanhuksille monet väärin käsitellystä ruoasta saatavat taudinaiheuttajat aiheuttavat vakavampia oireita, esim. yleisinfektioita tai aivokalvontulehduksen. Raskaana oleville ruokaperäiset taudit voivat aiheuttaa keskenmenon tai sikiön kehityshäiriöitä.

Seuraavat kaksi lukua kertovat ruokaturvallisuudesta ja eri taudinaiheuttajista.

- Monia taudinaiheuttajia ei voi nähdä, haistaa tai maistaa
- Yleinen Clostridium perfrigens lisääntyy 52,3°C:een asti - 54,4°C on matalin lämpötila pitkään kypsennykseen
- Tärkeimmät ja kestävimmät taudinaiheuttajat ovat salmonella, listeria ja kolibakteeri
- Bakteerien muodostamat itiöt ovat ongelma

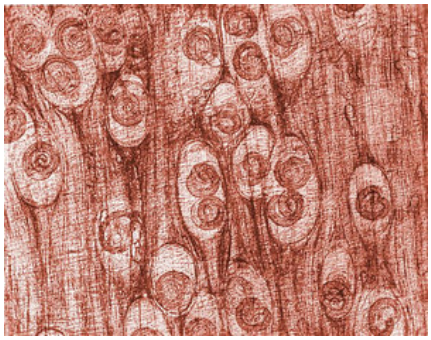
5.2 Taudinaiheuttajat

Suuri osa taudinaiheuttajista on bakteereja, mutta lisäksi on viruksia, itiöitä ja loisia. Tämä luku käy läpi pääpiirteet sous viden kannalta tärkeimmistä taudinaiheuttajista: salmonella, listeria, kolibakteeri, Clostridium perfringens[1], Clostridium Botulinum ja trikinella.

Bakteereista ja viruksista löytyy lyhyt tiivistelmä taulukosta 11 (s. 33) ja loisista taulukosta 12 (s. 34).

Moni taudinaiheuttaja elää ihmisten tai eläinten suolistossa ja leviää ulosteiden välityksellä. Kun mahdollisena tartunnan lähteenä mainitaan ulosteet, tarkoitetaan ulosteiden välityksellä saastuneita ruokia. Esim. ulosteilla saastunut pellon kasteluvesi voi saastuttaa marjoja, vihanneksia, hedelmiä tai salaattia. Huono käsien pesu WC-käynnin jälkeen voi aiheuttaa ristiinsaastumista. Seuraavassa luvussa kerrotaan enemmän taudinaiheuttajien tuhoamisesta.

Osa bakteereista – tärkeimpänä Clostridium Botulinum – muodostaa itiöitä. Itiöt eivät aiheuta sairauksia, mutta niistä voi sopivissa olosuhteissa tulla bakteereita tai myrkkyjä, jotka aiheuttavat. Lisäksi itiöt kestävät kuumennusta erittäin hyvin, joten ne eivät normaalissa ruoanlaitossa tuhoudu. **C. Botulinum** muodostaa useita myrkkyjä, tunnetuimpana botuliinia, joka aiheuttaa botulismia. Botulismin **ensioireita** ovat uupumus ja yleinen heikkouden tunne, puhe- ja nielemisvaikeudet sekä näköhäiriöt. **Hoitamattomana** botulismi tappaa, kun hengitys lamaantuu. Yleisin botuliinin **lähde** on huonosti kuumennetut kotitekoiset säilykkeet.


Kuva 8: Trikinellaa lihaskudoksessa

Käytännössä kaikki Suomessa kaupassa myytävä liha tarkistetaan **trikinellan** varalta, mutta tartunnan voi saada riittämättömästi kypsennetystä riistasta tai ulkomailla. Tärkeimpiä tartunnan **lähteitä** ovat possu, villisika ja karhu. Trikinellan aiheuttamaa tautia kutsutaan trikinoosiksi. Trikinoosin **oireisiin** kuuluu pitkään kestävän korkean kuumeen (jopa 40-41°C), voimakasta lihassärkyä ja turvotusta. 5-15% sairastuneista kuolee tautiin.

[1] Yleisin ruokamyrkytyksen aiheuttaja Suomessa (Evira)

Taulukko 11: ☣ Tiivistelmä taudinaiheuttajista

Nimi	*Oireet*	*Mahdolliset lähteet*	*Tuhoaminen*
C. Botulinum	Uupumus, puhe- ja nielemisvaikeudet, näköhäiriöt	kaikki (väärin säilytetyt/kypsennetyt) elintarvikkeet	>23min @ 112°C
salmonella	Muutama päivä pahoinvointia, ripulia, kuumetta, päänsärkyä	Eläinten ulosteista. Erityisesti kypsentämättömät idut, siipikarja, sianliha	pastörointi
listeria	Vatsatauti. Yleisinfektio tai aivokalvontulehdus, jos heikentynyt vastustuskyky	maaperässä (esim. multaisissa perunoissa), suolistossa, monissa kasveissa	pastörointi
kolibakteeri	Veriripuli, kovat vatsakivut	liha, ulosteista ristiinsaastumalla mikä tahansa	pastörointi
B. cereus	oksennustauti/ripuli	lähes kaikessa	pastörointi
C. perfrigens	vatsakivut, pahoinvointi, voimakas ripuli	Yleensä huonosti kypsennetty liha, myös kuivatarvikkeet	pastörointi
Hepatiitti A	ripuli, pahoinvointi, maksavaurio	ulosteista, marjoista, vihanneksista, vedestä, osterit, simpukat	90s @ 90°C
Norovirus	Vesi, marjat, hedelmät, vihannekset, ihmisten ulosteista	ulosteista, vedestä, marjoista, hedelmistä, kasviksista	120s @ 90°C

Taulukko 12: ☣ Tiivistelmä loisista

Nimi	*Oireet*	*Mahdolliset lähteet*	*Tuhoaminen*
trikinella	Korkea kuume (6-7 viikkoa), lihassärky, turvotus. 5-15% sairastuneista kuolee.	Puutteellisesti kypsennetty tarkistamaton liha. Erityisesti riista	>62,2°C
Anisakis marina	Ohimeneviä vatsaoireita, harvoin suolitukos	Kala, tavallisesti silli tai makrilli	pakastus tai normaali kypsennys
Lapamato	Anemia, huimaus, väsymys, puutuminen, mahakipu, ripuli, pahoinvointi	Makean veden kalat	?
Toksoplasma	Usein oireeton. Oireita silmissä, keskushermostossa tai imusolmukkeissa	Kissoista tai sika, lammas, nauta, siipikarja	?
Ekinokokki	Maksaan ja keuhkoihin nesterakkuloita, joista paineongelmia. Itämisaika 5-15v	Koira, susi, kettu, lammas, poro, nauta, hirvi, possu	?
Giardia duodenalis	Ylävatsakivut, pahoinvointi, oksentelu, ilmavaivat, ripuli. Voi olla oireeton	Saastunut juomavesi, myös kosketustartuntana	Veden keittäminen

Trikinoosiin **ei ole hoitoa** (vain oireita voidaan hoitaa). Trikinella leviää suolistosta joka puolelle kehoa, ja koteloituvat lihaksiin. Koteloituneet toukat säilyvät vuosia. Matojen tappamiseen riittää ilmeisesti 52°C lämpötila Gamble (n.d.), joidenkin lähteiden mukaan vasta 62°Ctai 70°C. Osa trikinellasta kuolee pakastaessa (useita päiviä kylmässä pakastimessa), mutta esim. karhussa ja villisiassa oleva trikinella on usein pakkasenkestäviä.

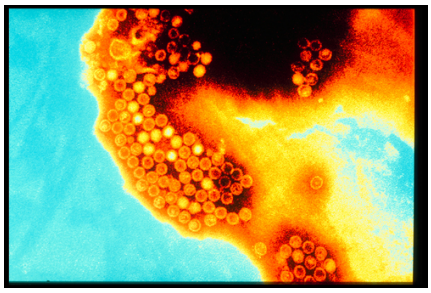
Sous videssä tämän oppaan pastörointitaulukkojen noudattaminen riittää bacillus cereuksen, salmonellan, listerian ja kolibakteerin tuhoamiseen.

Bacillus cereus on itiöllinen bakteeri, jota **esiintyy** lähes kaikkialla: vesistöissä, kasveissa, ilmassa, pölyssä, ihmisten ja eläinten suolistossa, viljassa, riisissä, lihassa, kasviksissa ja maidossa. B. Cereuksen itiöt kestävät kuumennusta, kuivuutta, ravinnon puutetta ja pakastusta. Itiöt muodostavat bakteereja ruoan jäähtymisen (tai liian hitaan lämmittämisen) aikana. B. Cereus aiheuttaa kahdenlaisia **oireita**: oksennustaudin tai ripulin. Ripulimuodon toksiini tuhoutuu 70°C:ssa, mutta oksennustautia aiheuttava toksiini kestää normaalin kypsennyksen kuumuuden.

Clostridium perfringens on hyvin bacillus cereuksen tapainen itiöllinen bakteeri. C. perfrigensiä **esiintyy** yleisesti ympäristössä, myös pölyssä. Tartunta saadaan yleensä huonosti kypsennetystä liharuoasta, joskus kuivatuista elintarvikkeista (mausteista, yrteistä, vihanneksista). **Oireita** ovat vatsakivut, pahoinvointi ja voimakas ripuli. Johnson et al. (1983) raportoi, että Bacillus cereus lisääntyy 55°C:ssa, mutta koetta ei ole onnistuttu toistamaan, joten Clostridium perfringensiä (52,3°C) käytetään matalimpien turvallisten lämpötilojen määrittämiseen.

Terveillä, hyväkuntoisilla ihmisillä **salmonellan oireita** ovat pahoinvointi, ripuli, kuume ja päänsärky. Oireet menevät yleensä itsestään ohi. Salmonella tarttuu yleensä ristiinsaastumalla ulosteista: esimerkiksi rankkasateen jälkeen karjatilan saastuneita ulosteita valuu viereiselle pellolle. Tärkeimpiä tartunnan **lähteitä** ovat huonosti kypsennetty siipikarjan liha, sianliha, idut ja raa'at kananmunat.

Listeria on vastustuskykyinen ja kestävä bakteeri, joka **aiheuttaa** vatsakipuja, pahoinvointia, kuumetta, lihaskipuja ja päänsärkyä. **Itämisaika** on keskimäärin kolme viikkoa, mutta voi olla 3-70 päivää. Listeria voi aiheuttaa va-



Kuva 9: Hepatiitti A:ta. sanofi-pasteur @ flickr

kavan yleisinfektion tai aivokalvontulehduksen esim. vanhuksilla tai lapsilla. Vuonna 2010 25% tartunnan saaneista kuoli, mutta puolet oli riskiryhmään kuuluvia yli 70-vuotiaita. Listeriaa **esiintyy** lähes kaikissa elintarvikkeissa, erityisesti kypsentämättömissä. Valtaosa terveistä ihmisistä ei saa listeriasta tartuntaa. Listeria on hyvin vastustuskykyinen: se säilyy elossa ja lisääntyy pakasteissa, kuivatuissa elintarvikkeissa, voimakkaissa (jopa 25%) suolapitoisuuksissa, sekä hapettomissa ja hapellisissa olosuhteissa.

Kolibakteeri (EHEC-bakteeri) tuottaa suolistossa toksiinia, joka **aiheuttaa** yleensä veriripulia ja kovia vatsakipuja. Ihmiset **saavat tartunnan** yleensä huonosti kypsennetyn lihan tai pastöroimattoman maidon välityksellä. Koska kolibakteeriakin erittyy eläimen ulosteisiin, hyvin monet asiat voivat olla saastuneita: esimerkiksi karjatilan viereisen pellon salaatti.

5.3 Taudinaiheuttajien tuhoaminen

Taudinaiheuttajien tuhoamiseen on monia tapoja, joista kypsennys on helpoin. Jokaisella taudinaiheuttajalla on matala lämpötila, jonka alapuolella se ei lisäänny (osalla myös matala lämpötila, jonka alapuolella se tuhoutuu) ja korkea lämpötila, jonka yläpuolella se tuhoutuu. Tuhoutuminen tapahtuu sitä nopeammin, mitä korkeampi lämpötila on. Suurin osa taudinaiheuttajista lisääntyy nopeiten lähellä lämpötilaa, jossa ne alkavat tuhoutua. Lähes kaikkien taudinaiheuttajien lisääntyminen loppuu 50°C:ssa, mutta yleinen Clostridium perfringens[2] lisääntyy 52,3°C:hen asti. Yleensä sous videssä käytetään vähintään 54,4°C:ta. Ruokaa voi kypsentää myös vähän matalammassa lämpötilassa, mutta silloin bakteerien tuhoamisessa kestää huomattavasti kauemmin.

Vaikka monet taudinaiheuttajat voivat aiheuttaa ruokamyrkytyksen, ruoanlaitossa tarvitsee huolehtia vain kestävimmistä ja vaarallisimmista – kaikki muut tuhoutuvat samalla. Kolme tärkeintä ovat salmonella, listeria ja kolibakteeri. Listerian tuhoaminen on vaikeinta, mutta paljon pienempi määrä salmonellaa tai kolibakteeria on haitallista ihmiselle. Normaalisti ei ole tiedossa, paljonko taudinaiheuttajia on ruoassa, joten yleensä suositellaan varsin suuria vähennyksiä: listeria vähintään $1 : 10^6$ ("yh-

[2] Yleisin ruokamyrkytyksen aiheuttaja Suomessa (Evira)

teen miljoonasosaan"), salmonellaa $1:10^7$ ("yhteen kymmenesmiljoonasosaan") ja kolibakteeria $1:10^5$ ("yhteen sadastuhannesosaan").

Sous viden kanssa tämä on helppoa: ruokaa pidetään vähintään 54,4°C:ssa kunnes riittävästi taudinaiheuttajia on tuhoutunut. Tärkein tekijä on veden lämpötila: naudan valmistaminen turvalliseksi 54,4°C:ssa kestää neljä kertaa kauemmin kuin 60°C:ssa. Seuraavaksi tärkein tekijä on raaka-aine: 60°C:ssa kanan täytyy olla 60% kauemmin kuin naudan. Muut asiat, esimerkiksi happamuus, suolan ja rasvan määrä vaikuttavat myös, mutta näillä eroilla on vain vähän väliä verrattuna lämpötilaan ja ruoka-aineeseen.

Sous vide -ruoanlaitto vedessä on joka kerta hyvin samanlaista, joten tässä oppaassa on esitetty pahimman tapauksen ajat. Ajat perustuvat lämpötilaan, ruoan paksuuteen ja ruoan tyyppiin. Aikaan on laskettu $1:10^6$ vähentyminen listerialle, $1:10^7$ salmonellalle ja $1:10^5$ kolibakteerille.

On tärkeää tietää, että osa bakteereista muodostaa itiöitä. Itiöt eivät aiheuta sairauksia, mutta niistä voi sopivissa olosuhteissa tulla bakteereita tai myrkkyjä, jotka aiheuttavat. Kypsennys joka tuhoaa listerian, salmonellan ja kolibakteerin jättää itiöt jäljelle. Jos ruoka pidetään kuumana, itiöistä ei tule aktiivisia bakteereita. Mutta kun ruoka jäähtyy, itiöt voivat aktivoitua: jos ruoka jäähdytetään hitaasti tai sitä säilytetään kylmässä liian kauan, ruokamyrkytykseen riski kasvaa.

Vaikka perinteisesti opetetaan, että esim. lihan kypsentäminen tiettyyn lämpötilaan tekee siitä turvallista, todellisuudessa taudinaiheuttajien tuhoamiseen tärkeää on lämpötilan lisäksi aika. Perinteiset "turvalliset lämpötilat"ovat yleensä niin korkeita, että taudinaiheuttajia kuolee riittävästi lähes välittömästi. Salmonellan tuhoamiseen suositellaan kypsentämistä 70°C:een. Esimerkiksi 60°C:ssa jauhelihassa mahdollisesti oleva salmonella ei tuhoudu välittömästi – se vähenee kymmenesosaan joka 5,48 minuutti (Juneja et al. 2001). Tätä kutsutaan yhden kertaluokan vähennykseksi, ja merkitään $D_{60}^{6,0} \cong 5,48$ minuuttia, jossa alaviite tarkoittaa lämpötilaa (°C) johon D-arvo viittaa ja yläviite on z-arvo (°C). Z-arvo määrittää, kuinka D-arvo vaihtuu lämpötilan mukana. Lämpötilan nostaminen z-arvon verran lyhentää tarvittavaa aikaa kymmenesosaan. $D_{66}^{6,0} \cong 0,55$ minuuttia ja $D_{54}^{6,0} \cong 54,8$ minuuttia. Vastaavasti salmonellan suosituslämpötilan $D_{70}^{6,0} \cong 5$ sekuntia. Tarvittava vähentymisen määrä riippuu salmonellan määrästä – jota ei normaalisti tiedetä. FSIS (2005) suosittelee 6,5 kertais-

ta vähennystä salmonellalle naudassa, joten kylmimmän osan pitäisi olla 60 asteessa vähintään $6,5 \cdot (D_{60}^{6,0} \cong 35,6)$ minuuttia. Myös lihan sisällä saattaa olla taudinaiheuttajia, sillä nykyään osa kaupan lihasta mureutetaan mekaanisesti.

C. botulinumin tuhoaminen turvalliselle tasolle on melko vaikeaa, eikä sitä käytännössä tapahdu sous videssä. 6 kertaluokan vähentyminen edellyttää 520 minuuttia (8h 40min) 75°C:ssa, 75 minuuttia 80°C:ssa ja 25 minuuttia 85°C:ssa (Fernández and Peck 1999). Tämän jälkeen ruokaa voi säilöä alle 4 asteessa käytännössä loputtomiin. 4°C on matalin lämpötila, jossa Bacillus cereus voi lisääntyä (Andersson et al. 1995). O'Mahony et al. (2004) totesivat, että suurimmassa osassa tyhjiöpakatuista pusseista oli merkittävä määrä happea jäljellä. Tämä ei tarkoita, että Clostridium – vaatii hapettoman tilan – ei voisi lisääntyä, sillä ruoan sisus on usein hapetonta. Useille muille taudinaiheuttajille hapen määrällä ei ole merkitystä.

Lihassa bakteerien tuhoutumisnopeus riippuu monista tekijöistä, mm. lämpötilasta, eläimestä, lihastyypistä, rasvan määrästä, hapokkuudesta, suolan määrästä, tietyistä mausteista ja veden määrästä. Suolan, happojen ja mausteiden lisääminen voi vähentää taudinaiheuttajien määrää – tämän takia majoneesia (pH alle 4,1) ei tarvitse kypsentää. Kemiallisia yhdisteitä, kuten natriumlaktaattia (*sodium lactate*) ja kalsiumlaktaattia (*calcium lactate*), käytetään usein itiöiden kontrollointiin (esim. Clostridium botulinumin ja Bacillus cereuksen). (Aran 2001, Rybka-Rodgers 2001)

Lisätietoa löytyy esim. Eviran suomenkielisestä tietopaketista. Evira on julkaissut Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat -dokumentin, joka kertoo paljon lisää taudinaiheuttajista käytännössä.

5.4 Lämmön vaikutus turvallisuuteen

Ruoanlaitossa tavoitteena on maun maksimointi ja ruokamyrkytyksen riskin minimointi. Ruokamyrkytyksen aiheuttavia mikrobeja voi kontrolloida hapoilla, suolalla ja joillain mausteilla, mutta sous videssä käytetään lähes ainoastaan lämpötilaa ja aikaa (Rybka-Rodgers 2001).

Yleensä opetetaan, että ruoanlaitossa vaarallinen lämpötila-alue on 4,4-60°C. Nämä lämpötilat eivät ole kovin tarkkoja: on hyvin tiedossa, että suurin osa taudinaiheuttajista lisääntyy ainoastaan -1,3 asteen ja 52,3 asteen välillä ja osa ruokaa pilaavista

bakteereista aloittaa lisääntymisen jo -5°C:ssa. (Snyder 2006, Juneja et al. 1999, FDA 2011). Lisäksi vastoin yleistä luuloa ruokamyrkytyksen aiheuttavia bakteereita ei voi nähdä, haistaa tai maistaa.

Miksi vaaralliseksi lämpötila-alueeksi opetetaan 4,4-60°C? Bakteereilla kestää monta päivää saavuttaa vaarallinen taso 4,4°C:ssa (FDA 2011) ja kestää monta tuntia valmistaa turvallista ruokaa 52,3°C:ssa – verrattuna 12 minuuttiin (lihalle) ja 35 minuuttiin (linnuille) 60°C:ssa (FSIS (2005); FDA (2009, 3-401.11.B.2)). Taudinaiheuttajat jotka voivat lisääntyä -1,3°C:ssa – Yersinia enterocolitica ja listeria – lisääntyvät vain noin kerran päivässä 4,4°C:ssa, eli ruokaa voi huoletta säilyttää 5-7 päivää riittävän kylmässä jääkaapissa (FDA 2011). 52,3°C:ssa, kun Clostridium perfringensin lisääntyminen loppuu, kestää hyvin kauan tuhota olennaisimmat ruokamyrkytyksen aiheuttajat – salmonella, listeria ja kolibakteeri – turvalliselle tasolle. 54,4°C vedessä (matalin suositeltu lämpötila) kestää noin 2,5 tuntia tuhota riittävästi kolibakteeria 25 millimetrin paksuisessa hampurilaispihvissä. Pihvin pitäminen 54,4°C:ssa 2,5 tuntia on käytännössä mahdotonta perinteisessä ruoanlaitossa. Perinteisen ruoanlaiton rajoitusten takia yleisesti opetettu “vaarallinen alue” ei pääty 52,3 asteeseen.

6 Tekniikka ja menetelmät

Sous vide koostuu kolmesta osasta: pakkaamisesta, valmistamisesta ja viimeistelystä.

Lyhyessä kypsentämisessä pakkaamiseen riittää minigrip-pussi, pidemmissä tai myöhempään säilytettävissä tarvitaan tyhjiöpakkauskone, joka sinetöi pussit tiiviisti. Valmistaminen tapahtuu lähes aina vesihauteessa tai höyryuunissa. Vesihaude on huomattavasti höyryuunia parempi, sillä ruoka pysyy tarkemmin oikean lämpöisenä. Pussista tuleva ruoka ei näytä erityisen houkuttelevalta, ja esim. lihan pinta ei ruskistu, joten yleinen viimeistely on paistaminen pannulla tai kaasupolttimella.

6.1 Eri turvallisuusasteet

Sous videllä valmistetut ruoat voi jakaa kolmeen kategoriaan:

1. raa’at ja ei-pastöroidut

2. pastöroidut ja
3. steriloidut.

Turvallisuuteen tärkeintä on taudinaiheuttajien tuhoaminen (ja tietyissä raaka-aineissa myrkkyjen hävittäminen). Ruokaa sanotaan pastöroiduksi, kun riittävän suuri osa taudinaiheuttajista on tuhottu. Osa bakteereista muodostaa itiöitä, jotka ovat erittäin vastustuskykyisiä lämmölle ja kemikaaleille; kypsennystä, joka tuhoaa aktiivisten mikrobien lisäksi itiöt kutsutaan steriloinniksi. Sterilointi edellyttää vähintään 121°C:ta 2,4 minuutiksi, joten yleensä käytetään painekattilaa (Snyder 2006). Sous vide -ruoan steriloinnin täytyy käyttää erikoisvalmisteisia pusseja, jotka kestävät painekattilan korkeamman lämpötilan. Kuva 10 (s. 42) havainnollistaa eri kypsennysten käyttöä.

Pastöroidut ruoat täytyy syödä välittömästi tai jäähdyttää nopeasti, jotta itiöt eivät pääse muodostamaan bakteereita. Lisäksi ruoan keskiosan täytyy saavuttaa 54,4°C kuuden tunnin sisällä, ettei Clostridium perfringens pääse lisääntymään vaaralliselle tasolle (Willardsen et al. 1977).

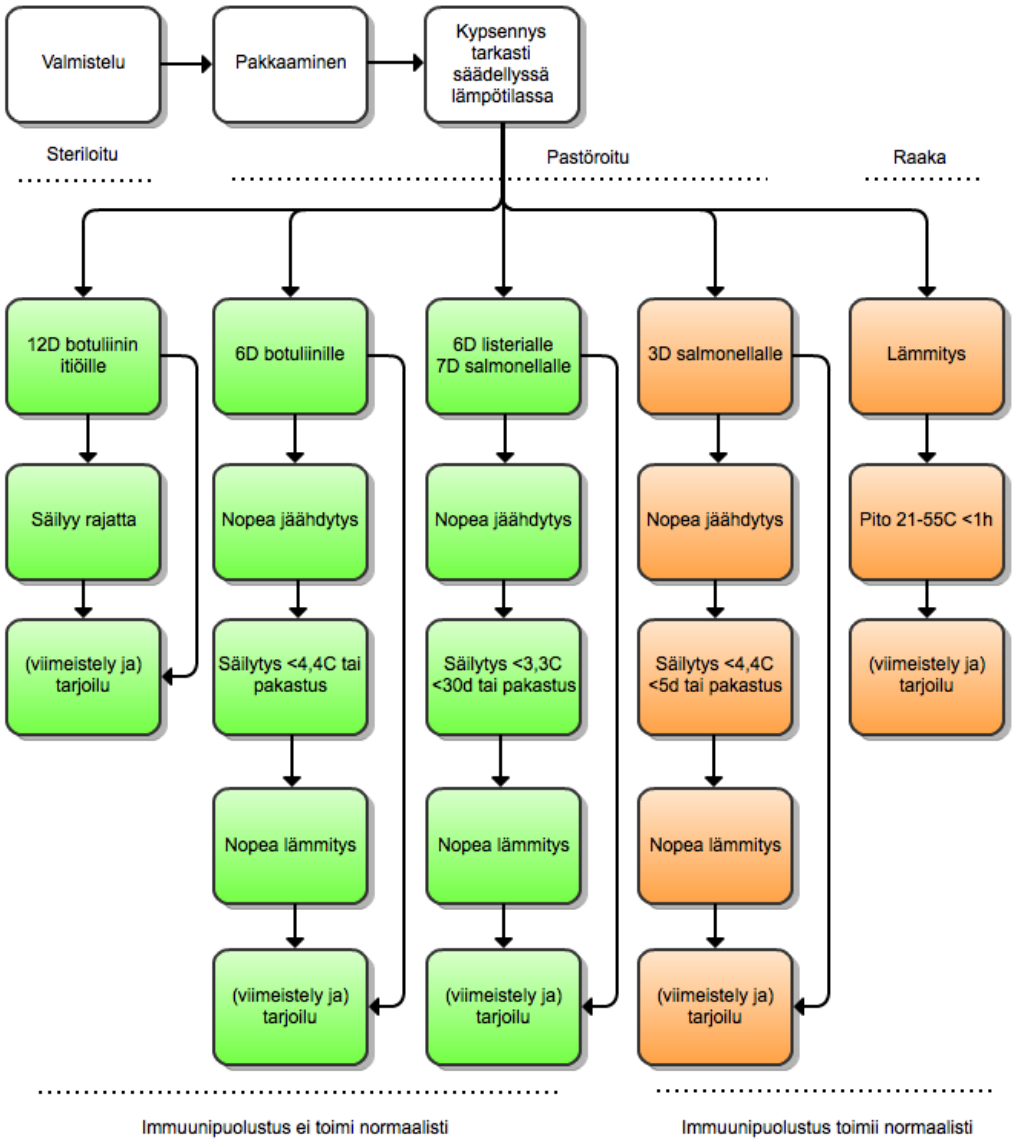
Raakaa tai pastöroimatonta ruokaa ei saa ikinä tarjoilla ihmisille, joilla on heikentynyt vastustuskyky, esim. lapset, vanhukset ja raskaana olevat . Pastöroimaton ja raaka ruoka täytyy aina tarjoilla ennen kuin taudinaiheuttajilla on ollut riittävästi aikaa lisääntyä haitalliselle tasolle. Yhdysvaltojen “Food Code” toteaa, että ei-pastöroitu ruoka saa olla enintään neljä tuntia 5 asteen ja 54,4 asteen välillä. (FDA 2009, 3-501.19.B)

Pastörointiin vaikuttaa lämpötilan lisäksi aika. Esimerkiksi UHT-maito kuumennetaan vähintään 135°C:een pariksi sekunniksi. Lähes samaan lopputulokseen pääsisi matalammalla lämpötilalla ja huomattavasti pidemmällä ajalla[3]. Aikaisemmin on esitetty taulukoita eri raaka-aineiden pastörointiajoille:

- taulukko 2 (s. 9) vähärasvaisille kaloille,
- taulukko 3 (s. 10) rasvaisille kaloille,
- taulukko 5 (s. 13) linnuille ja
- taulukko 6 (s. 18) lihalle (nauta, possu ja lammas).

[3]Vain lähes sama, sillä esim. prionit eivät kuole matalassa lämpötilassa ikinä.

Paksumpi pala raaka-ainetta, esimerkiksi kokonainen paahtopaisti, tarvitsee huomattavasti pidemmän ajan kypsennykseen ja jäähdytykseen kuin ohut pala. Kypsennettävän raaka-aineen paksuuden tuplaaminen nelinkertaistaa sekä kypsennys-, että jäähdytysajan! Jos paahtopaistia ei valmisteta juhliin, se kannattaa pilkkoa yksittäisiin annoksiin joita voi kypsentää ja jäähdyttää nopeasti ja helposti. On tärkeää, että ruoka on pusseissa kauttaaltaan ohuena kerroksena, ja että vesi pääsee liikkumaan myös pussien välissä. Muuten taulukot aliarvioivat tarvittavan ajan.



Kuva 10: Sous vide -ruoanlaitto

6.2 Sous vide -menetelmät

Vaihtoehtoina on kypsennys-pito ja kypsennys-jäähdytys (kypsennys-pakastus). Kypsennys-pidossa ruoka lämmitetään, yleensä pastöroidaan ja pidetään lämpimänä tarjoiluun asti. Kypsennys-jäähdytys on monimutkaisempi ja riskialttiimpi. Ruoka lämmitetään, pastöroidaan ja jäähdytetään mahdollisimman nopeasti. Jäähdytyksen jälkeen ruokaa säilytetään riittävän kylmässä ja lämmitetään uudelleen ennen ruokailua.

Yksinkertaisin ja turvallisin tapa sous vide -ruoanlaittoon on kypsennys-pito: ruoka tyhjiöpakataan, lämmitetään vähintään 54,4°C:hen ja pidetään lämpimänä tarjoiluun asti. Lämpö estää taudinaiheuttajia lisääntymästä, mutta liian pitkä aika tekee lihasta ja kasviksista puuromaisia. Sopiva aika riippuu lämpötilasta ja valmistettavasta aineesta, ja esivalmisteluista. Suurimmalla osalla ruoista on helppo taulukoida optimaalinen kypsytysaika annetussa lämpötilassa. 10% muutos aikaan ei muuta makua tai tekstuuria. Ajan kaksinkertaistaminen ei yleensä haittaa merkittävästi.

Kypsennys-pito-valmistuksessa tärkeimmät taudinaiheuttajat ovat salmonella ja kolibakteeri. Ruoassa voi olla myös monia muita taudinaiheuttajia, mutta edellämainitut kaksi ovat kestävimpiä ja vaarallisimpia. On vaikea tietää, paljonko bakteereita ruoassa on, ja paljonko syöjien immuunijärjestelmä pystyy käsittelemään, joten yleensä suositellaan 6,5-7 kertaluokan vähennystä ($10^{6,5}$-10^{7}) salmonellalle ja 5 kertaluokan vähennystä (10^{5}) kolibakteerille.

Ruokateollisuudessa sous videä käytetään säilytysajan parantamiseen. Kun pastöroitu ruoka pidetään suljetussa pussissa alle 3,3 asteessa, ruoka säilyy turvallisena ja syötävänä kolmesta neljään viikkoa. (Armstrong and McIlveen 2000, Betts and Gaze 1995, Church 1998, Creed 1995, González-Fandos et al. 2004, 2005, Hansen et al. 1995, Mossel and Struijk 1991, Nyati 2000a, Peck 1997, Peck and Stringer 2005, Rybka-Rodgers 2001, Simpson et al. 1994, Vaudagna et al. 2002)

Jos kypsennettäviä ruokia ei syödä heti, vaihtoehtoina on kypsennys-jäähdytys ja kypsennys-pakastus. Aineet pakataan tiiviisiin pusseihin, pastöroidaan, jäähdytetään avaamattomissa pusseissa mahdollisimman nopeasti (vältetään C. perfringensin itiöitä (Andersson et al. 1995)) ja säilytetään jääkaapissa tai pakastimessa tarjoiluun asti. Käytännössä tehokkain tapa ruoan nopeaan jäähdyttämiseen on jäävesi. Vedessä täytyy olla reilusti jäitä koko jäähdytyksen ajan. Ruoka ei jäähdy, sillä jääveden lämpötila ei laske 0°C:n alapuolelle. Taulukosta 13 (s. 44) voi lukea tarvittavat jäähdy-

tysajat. Ennen tarjoilua ruoka lämmitetään mahdollisimman nopeasti, käytännössä sopivan lämpöisessä vesihauteessa.

Taulukko 13: ❄ Jäähdytysajat 5 asteeseen jäävedessä

Paksuus	*Levymäinen*	*Sylinteri*	*Pallo*
5 mm	5min	3min	3min
10 mm	14min	8min	6min
15 mm	25min	14min	10min
20 mm	35min	20min	15min
25 mm	50min	30min	20min
30 mm	1,25h	40min	30min
35 mm	1,5h	50min	35min
40 mm	1,75h	1h	45min
45 mm	2,25h	1,25h	55min
50 mm	2,75h	1,5h	1h
55 mm	3,25h	1,75h	1,25h
60 mm	3,75h	2h	1,5h
65 mm	4,25h	2,25h	1,75h
70 mm	4,75h	2,75h	2h
75 mm	5,5h	3h	2,25h
80 mm	—	3,5h	2,5h
85 mm	—	3,75h	2,75h
90 mm	—	4,25h	3h
95 mm	—	4,75h	3,5h
100 mm	—	5h	3,75h
105 mm	—	5,5h	4h
110 mm	—	6h	4,5h
115 mm	—	—	4,75h

Kypsennys-jäähdytyksessä listeria ja haitalliset itiöt ovat tärkeimpiä taudinaiheuttajia. listeria on lämmönkestävin taudinaiheuttaja, joka ei muodosta itiöitä. Lisäksi listeria lisääntyy jääkaapissa (Nyati 2000b, Rybka-Rodgers 2001). Listeriabakteeri on haitallista vasta huomattavasti suurempina määrinä kuin salmonella tai kolibakteeri.

Ruoan pitäminen suljetussa pussissa estää uusien taudinaiheuttajien tarttumisen, mutta C. botulinum, C. perfringens ja Bacillus cereus selviävät normaalin sous vide -kypsennyksen. Nopean jäähdyttämisen jälkeen ruoka täytyy joko pakastaa tai pitää alle

- 2,5°C:ssa enintään 90 päivää
- 3,3°C:ssa enintään 31 päivää
- 5°C:ssa enintään 10 päivää
- 7°C:ssa enintään 5 päivää

jotta C. botulinum ei pääse lisäämään ja muodostamaan tappavaa hermomyrkkyä (Gould 1999, Peck 1997). Vain hyvin harva sous vide -resepti tuhoaa C. botulinumin turvalliselle tasolle.

6.3 Pakkaaminen

6.3.1 Maustaminen

Maustaminen on hankalaa sous videssä: monet yrtit ja mausteet toimivat normaalisti, mutta osa on huomattavasti vahvempia tai erilaisia. Lisäksi aromikkaat mausteet (esim. porkkanat, sipulit, selleri, pippurit) eivät pehmitä tai mausta ruokaa samalla tavalla, sillä lämpötila on liian alhainen solujen seinämien hajottamiseen. Suuri osa vihanneksista tarvitsee korkeampia lämpötiloja kuin lihat, joten ne täytyy kypsentää erikseen. Raa'asta valkosipulista tulee selvästi erottuva paha maku. Tuoreen valkosipulin sijaan kannattaa käyttää kuivattua jauhetta hyvin pieninä määrinä.

Pitkissä kypsennysajoissa (yli muutama tunti) osa ihmisistä huomaa neitsytoliiviöljystä metallisen tai verisen maun. Neitsytoliiviöljyä ei ole kuumennettu eikä siivilöity valmistuksen aikana, joten osa öljystä hajoaa pitkän kuumennuksen aikana matalassakin lämpötilassa. Ratkaisuna on käyttää esim. rypäleöljyä tai mitä tahansa muuta prosessoitua kasvisöljyä pidemmille kypsennysajoille. Oliiviöljyä voi käyttää ruskistamiseen ja maustamiseen lopuksi.

6.3.2 Marinointi, mureuttaminen ja suolaaminen

Nykyään liha on nuorempaa ja vähärasvaisempaa kuin ennen, joten monet kokit marinoivat, mureuttavat tai suolaavat lihan ennen tyhjiöpakkausta.

Useimmat marinadit ovat happamia ja sisältävät joko viinietikkaa, viiniä, hedelmämehua, piimää tai jogurttia. Vain viini on merkittävä ongelma sous vide -kypsennykselle. Jos alkoholia ei kuumenneta pois ennen marinointia, osa siitä haihtuu pussissa ja estää lihan kypsymisen tasaisesti. Alkoholin keittäminen ennen marinointia poistaa ongelman.

Mekaaninen mureuttaminen sopivalla työkalulla on melko yleistä. Jaccard on työkalu, jossa on rivi ohuita teriä, jotka leikkaavat osan lihan kuiduista. Jaccard ei jätä näkyviä jälkiä lihaan, joten se on pihviravintoloiden suosiossa. Poikki leikatut kuidut supistuvat kypsennyksen aikana vähemmän, joten lihan kosteutta häviää vähemmän. Esimerkiksi 24 tuntia 55°C:ssa kypsytetty Jaccard-käsitelty pihvi menetti 18,8% painostaan, ja käsittelemätön 19,9%. Mitä kauemmin lihaa kypsennetään, sitä enemmän nestettä menetetään. Toisaalta pidemmässä kypsennyksessä nesteen menetys kompensoituu kun kollageenit hajoavat gelatiiniksi, ja liha mureutuu.

Suolaamisesta on tullut yhä yleisempää modernissa ruoanlaitossa, erityisesti possun ja lintujen valmistuksessa. Tyypillisesti liha laitetaan 3-10% suolaliuokseen (30-100g suolaa per litra vettä) muutamaksi tunniksi. Suolaliuoksen jälkeen liha huuhdellaan ja kypsennetään normaalisti. Suolaliuoksella on kaksi vaikutusta: ensinnäkin se hajottaa lihaskuituja, jotta ne eivät voi hyytyä tiiviiksi ryhmiksi ja lisäksi lihaan imeytyy lisää nestettä 10-25% painosta. Suolaliuos voi sisältää yrttejä ja mausteita. Liha menettää noin 20% painostaan kypsennyksessä, joten lopputuloksena 0-12% alkuperäisestä painosta häviää.

6.3.3 Pussittaminen

Kypsennyksen ajaksi ruoka täytyy pakata vesitiiviisti, mutta niin, että pakkaus estää mahdollisimman vähän lämmönjohtumista. Esim. vesitiivis pullo tai rasia sopii huonosti, sillä paksu rasia ja rasiaan jäävä ilma eristävät tehokkaasti lämpöä. Käytännössä hyviä pakkausvaihtoehtoja ovat minigrip-pussit ja tyhjiöpakkauskone.

Minigrip-pussi on ehdottomasti halvin ratkaisu. Pussin kanssa on tärkeää poistaa

mahdollisimman suuri osa ilmasta, sillä ilma toimii tehokkaana eristeenä lämmölle. Melko suuren osan ilmasta voi poistaa laittamalla pussiin noin 0,5 desilitraa (50ml) sopivaa nestettä (esim. oliiviöljyä) ja upottamalla pussin lähes kokonaan veteen sulkemisen ajaksi. Kannattaa upottaa pussi yläreunaan asti, ja aloittaa sulkemaan suljinta. Upota suljettu osa veteen, jotta jo suljettuun osaan ei jää ilmataskua.

Minigrip-pusseissa kypsennettyä ruokaa **ei** saa jäähdyttää, säilyttää ja lämmittää uudelleen, vaan ruoka täytyy syödä heti kypsentämisen jälkeen. Pussin sauma ei ole ilmatiivis, joten ruoka säily kypsennystä pidempiä aikoja turvallisena. (Myhrvold et al. 2011) Samoin pussi sopii huonosti pitkään kypsentämiseen (esim. 24h tai enemmän), sillä se alkaa vuotaa.

Luku B.2 (s. 53) kertoo tarkemmin eri laitteista.

6.4 Kypsennys

Sous videssä lämpötilan määrittämiseen on kaksi koulukuntaa: veden lämpötila on joko (i) hieman yli tai (ii) merkittävästi yli tavoitelämpötilasta. (ii) vastaa enemmän perinteistä ruoanlaittoa, ja on käytössä mm. Joan Rocalla Salvador Bruguésilla (2005)Roca and Brugués (2005). (i):ssä on merkittäviä etuja. Tässä oppaassa "hieman yli"tarkoittaa 0,5°C:ta.

Kun ruoka kypsennetään vedessä, joka on merkittävästi korkeampi kuin tavoitelämpötila, ruoka täytyy ottaa pois oikeaan aikaan. Pastörointia ei voi tehdä samassa vesialtaassa. Eri raaka-aineiden lämmönjohtavuudessa on merkittäviä eroja (taulukko 15, sivu 61), joten sisälämpötilaa täytyy valvoa neulamittarilla. Veden ja ilman pääsemisen pussiin voi estää sopivalla vaahtomuoviteipillä (*"closed cell foam tape"*). Sopivankin teipin kanssa pussiin pääsee helposti ilmaa ja bakteereita, kun mittausneula poistetaan.

Kun kypsennykseen käytetään vain hieman tavoitetta korkeampaa lämpötilaa, ruoka voi olla samassa vedessä lähes rajatta. Ruoan voi pastöroida samassa vedessä. Vaikka valmistusaika on pidempi kuin perinteisessä ruoanlaitossa, lihan lämpötila nousee yllättävän nopeasti, sillä veden lämmönjohtavuus on 23 kertaa suurempi kuin ilman. Lisäksi pussiin ei tarvitse tehdä reikää lämpötilan mittaamista varten, sillä riittävän tarkat ajat voi taulukoida (liite C (sivu 58), sekä esim. taulukot 9 (s. 28) ja 10 (s. 29)).

(ii):ssä tavoitelämpötilaa ei saa ylittää, (i):ssä tavoitelämpötilassa pitää pysyä suunnilleen sopiva aika.

6.5 Jäähdyttäminen myöhempään käyttöön

Ruokateollisuudessa sous videä käytetään säilymisajan pidentämiseen. Pastöroinnin jälkeen ruoka jäähdytetään nopeasti (jäävedessä) ja säilytetään kylmässä jääkaapissa tai pakastetaan käyttöön asti.

Ruoka jäähdytetään ja säilötään avaamattomissa pusseissa. Pussin avaaminen pilaa pastöroinnin tuoman hyödyn. Raaka-aineet kannattaa pilkkoa sopiviin annospaloihin ennen pusseihin pakkaamista. Mahdollinen viimeistely (esim. pinnan paistaminen) tehdään vasta uudelleenlämmittämisen jälkeen, ei ennen säilytystä.

Nopeaan jäähdyttämiseen ei riitä tavallinen pakastin, mutta jäävesi runsaalla määrällä jäätä laskee lämpötilan bakteerien lisääntymisalueen alapuolelle nopeasti. Jäähdytys- ja säilytysohjeita löytyy luvusta 6.2 (s. 43), katso myös taulukko 13 jäähdytysajoista jäävedessä samasta luvusta (s. 44).

Ennen tarjoilua ruoka lämmitetään vesihauteessa samaan tai matalampaan lämpötilaan. Tyypillisesti liha lämmitetään 55°C vedessä taulukon 9 (s. 28) tai 10 (s. 29) mukaan, sillä lihan optimaalinen tarjoilulämpötila on 50-55°C.

Merkittävin riski kypsennys-jäähdytyksessä on, että pastörointi ei tuhoa itiöitä. Jos ruokaa ei jäähdytetä riittävän nopeasti tai se on jääkaapissa liian pitkään, itiöt lisääntyvät vaarallisen nopeasti.

6.6 Viimeisteleminen tarjoilua varten

Sous vide on käytännössä kontrolloitua ja täsmällistä haudutusta, joten suuri osa ruoasta vaikuttaa haudutetulta. Esim. kala, äyriäiset, kananmunat ja nahattomat linnut voi tarjoilla sellaisenaan. Pihvejä ja possua ei yleensä hauduteta, joten niiden pinta kannattaa paistaa erikseen. Pinnan paistaminen on suosittua, sillä Maillardin reaktio (ruskistaminen) lisää makua huomattavasti.

6.6.1 Maillardin reaktio

Maillardin reaktio (ruskistaminen) on monimutkainen reaktio aminohappojen ja sokerin välillä. Alkureaktion jälkeen muodostuu epävakaa väliaikainen rakenne, josta syntyy sato- ja erilaisia sivutuotteita. McGee (2004) kuvailee reaktion pinnallisesti ja Belitz et al. (2004) syvällisesti.

Kuva 11: Sous videllä valmistettua nautaa lautasella. Neil Conway @ flickr

Kypsennetyn lihan maku tulee pitkälti Maillardin reaktiosta ja lämmön ja hapettumisen aiheuttamasta rasvojen hajoamisesta. Eri lajien erot johtuvat suurimmaksi osaksi rasvakudosten eroista, kun taas Maillardin reaktio rasvattomassa lihassa tuottaa paahdetun ja keitetyn makua (Mottram 1998). Maillardin reaktiota voi nopeuttaa lisäämällä sokeria (glukoosia, fruktoosia tai laktoosia), nostamalla pH:ta (esim. lisäämällä hyppysellisen ruokasoodaa), tai nostamalla lämpötilaa. Pienikin pH:n nostaminen lisää Maillardin reaktiota huomattavasti. Lopputuloksena on makeampi, pähkinäisempi ja paahdetumpi aromi (Meynier and Mottram 1995). Glukoosin (esim. maissisiirappi) lisääminen nopeuttaa Maillardin reaktiota ja parantaa makua (Meinert et al. 2009). Maillardin reaktion huomaa 130 asteen lämpötilassa, mutta lopputuloksena on enemmän keitetty kuin paahdettu maku. Hyvään ruskistamiseen ja paahdettuun makuun tarvitsee noin 150°C lämpötilan ja lisättyä glukoosia (Skog 1993). Korkeampi lämpötila lisää Maillardin reaktiota, mutta pitkä kuumennus yli 175°C:ssa synnyttää mutageenejä.

Maillardin reaktiossa syntyvät mutageenit (heterocyclic amines) ovat karsinogeenejä. Tutkimuksissa on huomattu yhteys karsinogeenien ja syövän välillä hiirillä ja rotilla, mutta osa tutkimuksista on osoittanut, että sama ei päde ihmisiin (Arvidsson et al. 1997). Mutageenien muodostuminen riippuu lämpötilasta ja ajasta: määrä kasvaa lähes lineaarisesti ajan mukana noin 5-10 minuutin ajan. Lämpötilan nostaminen 25°C:lla tuplaa mutageenien määrän (Jägerstad et al. 1998). Glukoosin lisääminen lisää ruskistamista ja vähentää mutageenien syntymistä (Skog 1993, Skog et al. 1992). Kypsentämisessä käytetty rasva vaikuttaa vain hyvin vähän mutageenien muodostu-

miseen. Poikkeuksena on voi, joka lisää merkittävästi mutageenien muodostumista verrattuna kasvisöljyyn (Johansson et al. 1995).

Sous videssä ruskistamiseen käytetään yleensä mahdollisimman korkeaa lämpötilaa, ettei lihan sisus kypsy liikaa. Tyypillisesti tämä tarkoittaa kaasupolttimen käyttämistä tai raskasta paistinpannua ja savuavan kuumaa kasvisöljyä. Butaani- ja propaanikaasupolttimien liekin lämpötila voi olla jopa 1900°C. Korkeassa lämpötilassa syntyy hyvä rapea pinta. Propaanista voi jäädä makua ruokaan, joten kannattaa suosia butaanipoltinta. Paistinpannun matalampi lämpötila (200-250°C) sopii hyvin kalan, lintujen ja possun ruskistamiseen. Ruskistusaika on hyvin lyhyt (5-30 sekuntia), joten mutageeneja muodostuu hyvin vähän (Skog 2009).

7 Liitteet

A Taulukoiden lisätiedot

Taulukko 2 (s. 9): Pastörointiaika listerian vähentämiseen miljoonasosaan eväkaloille. Taulukossa on käytetty arvoa $D_{60}^{5,59} \cong 2,88$ minuuttia rasvattomalle kalalle ja $D_{60}^{5,68} \cong 5,13$ minuuttia rasvaiselle kalalle (Embarek and Huss 1993). Laskuissa on käytetty termisenä diffuusiokertoimena $0,995 \cdot 10^{-7} m^2/s$, ja pinnan lämmönsiirtymiskertoimena $95 W/m^2 - K$, ja $\beta = 0,28$ (simuloitu laatikkoa, jonka mittasuhteet ovat 2:3:5).

Taulukko 4 (s. 12): kypsennysaika sulatetulle lohelle melko raa'aksi (very rare), medium-:ksi, ja mediumiksi. Aika on muodossa tunnit:minuutit. Taulukon ajat eivät pastöroi kalaa, joten valmistettua kalaa ei saa ikinä tarjoilla henkilöille, joilla on heikentynyt vastustuskyky.

Taulukko 5 (s. 13): Taulukon arvoilla listeria vähenee miljoonasosaan ja salmonella kymmenesmiljoonasosaan. salmonellalle $D_{60}^{6,45} \cong 4,68$ minuuttia; listerialle $D_{60}^{5,66} \cong 5,94$ minuttia. Laskuissa on käytetty termisenä diffuusiokertoimena $1,08 \cdot 10^{-7} m^2/s$ ja pinnan lämmönsiirtymiskertoimena $95 W/m^2 - K$. $\beta = 0,28$ (simuloi 2:3:5 laatikon lämpiämistä).

Taulukko 6 (s. 18): Taulukon arvoilla listeria vähenee miljoonasosaan, salmonella kolmannesmiljoonasosaan ja kolibakteeri sadastuhannesosaan sulassa lihassa. Arvojen laskemiseen on käytetty seuraavia lähteitä: O'Bryan et al. (2006), Bolton et al. (2000), sekä Hansen and Knøchel (1996). kolibakteerille $D_{55}^{4,87} \cong 19,35$ minuuttia; salmonellalle $D_{55}^{7,58} \cong 13,18$ minuuttia; listerialle $D_{55}^{9,22} \cong 12,66$ minuttia. Laskuissa on käytetty termisenä lämpötilakertoimena $1,11 \cdot 10^{-7} m^2/s$ ja pinnan lämmönsiirtymiskertoimena $95 W/m^2 - K$. Lisäksi $\beta = 0$ 30mm asti ja $\beta = 0,28$ 30mm jälkeen (simuloi 2:3:5 laatikon lämpiämistä). Jos lihaa on marinoitu, lihan happamuus on noussut, ja pastörointiajat täytyy tuplata, sillä listerian lämpötilan kestävyys nousee (Hansen and Knøchel 1996).

Taulukko 9 (s. 28): lämpiämisaika sulalle lihalle 5°C:sta 0,5°C vaille vesihauteen lämpötilaan. Ajasta voi vähentää 13% jos tarkoitus on lämmittää vain 1°C päähän vesihauteen lämpötilasta. Älä käytä näitä aikoja pastörointiajan laskemiseen: käytä erillistä taulukkoa alapuolella. Laskut olettavat, että veden lämpötila on 45°C:n ja 80°C:n

välillä. Laskuissa on käytetty termisenä diffuusiokertoimena $1,4 \cdot 10^{-7} m^2/s$ ja pinnan lämmönsiirtymiskertoimena 95 $W/m^2 - K$. Paksummalla leikkauksella ja lämpimämmällä vedellä lämpiämisaika voi (epäintuitiivisesti) olla pidempi kuin pastörointiaika.

Taulukko 10 (s. 29): lämpiämisaika jäiselle lihalle 0,5°C vaille vesihauteen lämpötilaan. Ajasta voi vähentää 13% jos tarkoitus on lämmittää vain 1°C päähän vesihauteen lämpötilasta. Älä käytä näitä aikoja pastörointiajan laskemiseen: käytä erillistä taulukkoa alapuolella. Laskut olettavat, että veden lämpötila on 45°C:n ja 80°C:n välillä. Laskuissa on käytetty termisenä diffuusiokertoimena $1,4 \cdot 10^{-7} m^2/s$ ja pinnan lämmönsiirtymiskertoimena $95 W/m^2 - K$.

Taulukko 13: arvioidut jäähdytysajat 55-80°C:sta 5 asteeseen jäävedessä, jossa vähintään puolet on jäätä. Taulukon laskut olettavat, että ruoan terminen diffuusiokerroin on $1,1 \cdot 10^{-7} m^2/s$ ja jääveden pinnan lämmönsiirtymiskerroin on $100 W/m^2 - K$.

B Laitteet ja tarvikkeet

B.1 Digitaalinen lämpömittari

Tarkka lämpötilan mittaaminen on tärkeää sous videssä: pastörointiaika riippuu erittäin paljon lämpötilasta. Useimpien kotikäyttöön tarkoitettujen vesihauteiden lämpötilassa on noin 1°C virhe. Jos vesihauteen lämpötilaksi asettaa 60,5°C, se saattaa todellisuudessa olla vain 59,5°C. Asteen muutos tarkoittaa, että esimerkiksi kananrinnan pitäisi olla kypsymässä 15 minuuttia kauemmin. Jokaisen sous videstä kiinnostuneen kannattaa ostaa laadukas digitaalilämpömittari, ja tarkistaa laitteiston kalibrointi vähintään kerran kuukaudessa. Suhteellisen edullinen vaihtoehto on Thermoworksin[4] "Super-Fast Thermapen"-mittari. Vaihdettavat mittapäät ovat käytännöllisiä, joten kannattaa harkita esim. ThermoWorksin MicroTherma 2T:tä tai Extech EA15:a[5]

[4]Toimii Yhdysvalloista, joten hintoihin lisätään tullit ja ALV.

[5]Ei käytännössä saatavilla Suomesta.

Jos et halua ostaa laadukasta digitaalimittaria, voit arvioida mittarin epätarkkuutta kuumelämpömittarilla. Aseta vesihauteen lämpötilaksi 37°C, odota että lämpötila tasaantuu (vähintään parikymmentä minuuttia) ja mittaa lämpötila kuumemittarilla. Jos mittari näyttää esimerkiksi 36,5°C, laitteen mittari näyttää 0,5°C liikaa, eli vesihauteen lämpötilaan pitää aina lisätä 0,5°C (37,5°C).

Kuva 12: Microtherma 2T

B.2 Tyhjiöpakkauskone

Uudelleensuljettavat pussit (minigrip) toimivat hyvin alle 90°C:ssa. Korkeammassa lämpötilassa muovi pehmenee ja pussi saattaa hajota. Lisätietoa pakkaamisesta ja minigrip-pussien käytöstä on luvussa 6.3.3 (s. 46).

Minigrip-pusseissa kypsennettyä ruokaa **ei** saa jäähdyttää, säilyttää ja lämmittää uudelleen, vaan ruoka täytyy syödä heti kypsentämisen jälkeen. Pussin sauma ei ole ilmatiivis, joten ruoka ei pysy turvallisena säilytyksessä. (Myhrvold et al. 2011)

Kotona käytetään yleensä pientä läpällistä tyhjiöpakkauskonetta. Tällaisella koneella ei saa aikaan voimakasta tyhjiötä[6], pussit ovat suhteellisen kalliita ja nesteiden pakkaaminen on vaikeaa. Jos reseptissä pussiin laitetaan nestettä, kannattaa käyttää uudelleensuljettavaa pussia tyhjiöpakkauskoneen sijaan. Jos haluat tyhjiöpakata, voit joko

- pakastaa nesteen ennen pussiin laittamista. Oliiviöljyä voi pakastaa esim. jääpalapussiin etukäteen.
- laittaa pussin roikkumaan pöydän reunan yli niin, että neste on koneen alapuolella, ja painaa "sinetöi"("seal") tai "pysäytä ja sinetöi"("stop and seal") ennen kuin neste saavuttaa koneen.

[6]Tarpeellinen esim. hedelmien puristamisessa kasaan. Mm. lihan pakkaamiseen ilman marinadia halpa peruslaite kelpaa mainiosti.

Edistyneempi tyhjiöpakkauskone[7] muodostaa tyhjiön säiliöön, jonka sisällä pussi suljetaan. Pussissa olevat nesteet eivät liiku, sillä myös pussin ympäristössä on sama paine. Tällaisilla koneilla saa huomattavasti paremman tyhjiön, pussit ovat halvempia ja nesteitä voi pakata ilman jäädyttämistä. Toisaalta kone on isompi, painavampi ja noin 10 kertaa kalliimpi. Lisäksi Norén and Arnold (2009) osoittivat, että liian vahva tyhjiö rikkoo esimerkiksi kanan ja kalan proteiineja. Vahva tyhjiö saa nesteen kiehumaan, ja kiehuva neste hajottaa soluja.

Kuva 13: Minipack MVS31

B.2.1 Tyhjiöpakkauspussit

Viimeisimpien tutkimusten mukaan ruoalle turvallisimpia muoveja ovat tiheä polyeteeni ("HD-polyeteeni", "high density polyethylene"), pienitiheyksinen polyeteeni ("LD-polyeteeni", "low density pyloyethylene") ja polypropeeni. (Myhrvold et al. 2011)

Halvemmat, yleensä suurkeittiökäyttöön myytävät muovit sisältävät usein polyvinyylikloridia tai polyvinylideenikloridia, joista molemmat voivat sisältää haitallisia pehmittimiä. Pehmittimet voivat liueta erityisesti rasvaisiin ruokiin, kuten juustoon, lihaan ja kalaan pitkän kuumennuksen aikana. Myös polykarbonaatti (kova, kirkas muovi) voi olla haitallista, sillä erityisesti haljenneista ja kuluneista polykarbonaattiastioista voi liueta ruokaan BPA:ta, joka ilmeisesti haittaa hormonitoimintaa. (Myhrvold et al. 2011)

Myös muovipusseissa ja kelmuissa kannattaa huolehtia muovin laadusta. Suomessa myytävät pakastuspussit, minigrip-pussit ja muovikelmut ovat ainakin pääsääntöisesti polyeteeniä.

[7] "chamber vacuuming machine", esim. Minipack MVS31. Hinta noin $2400, ei saatavilla Suomeen. Vac-Star "MiniVAC" 1500 euroa.

B.3 Veden lämmittäminen

Lyhyille valmistusajoille (esim. kalalle) iso kattilallinen vettä uunin levyllä on toimiva ratkaisu, jos lämpötilaa valvotaan jatkuvasti. Valvomisesta tulee vaikeampaa kun valmistusaika pitenee.

Osittain tai kokonaan tee-se-itse-välivaihtoehto on erillinen PID-kontrolleri, jolla säädetään riisinkeitintä, keittolevyä tai vastaavaa.

Vähän kalliimpi - n. 200€- vaihtoehto on kiertolämmitin, joka lämmittää missä tahansa astiassa olevaa vettä sopivan lämpöiseksi.

B.3.1 Lämpötilakontrolloitu riisinkeitin, höyrytasot jne.

Riisinkeitintä, keittolevyä tai höyrytasoa voi käyttää erillisellä ulkoisella PID-säätimellä. Säädin katkaisee lämmittimeltä virran niin, että tavoitelämpötilaa ei ylitetä, ja kytkee virran takaisin kun lämpötila alkaa laskea.

Tärkein yksityiskohta lämmittimessä on manuaalinen kytkin: elektroninen kytkin nollautuu kun kontrolleri katkaisee virran lämmittimeltä. Monet suosivat riisinkeitintä tai höyrypöytää, sillä ne lämmittävät ja jäähtyvät nopeammin, joten lämpötilan saa säädettyä tarkemmin. Alhaalta päin lämpiävässä laitteessa vesi kiertää yleensä riittävästi, mutta erityisesti täyteen pakatussa laitteessa vedessä voi olla jopa 5-10°Ckylmempiä kohtia.

Lämmityslaitteesta riippumatta on suositeltavaa käyttää pumppua veden kierrättämiseen. Kätevä ratkaisu voi olla akvaarioon tarkoitettu ilmapumppu, jossa on letku ilmalle. Akvaarioon upotettavia pumppuja ei ole suunniteltu korkeisiin lämpötiloihin, joten ne hajoavat melko nopeasti. Jos vettä kierrättää pumppaamalla pohjalle ilmaa, kannattaa varoa, että pussit eivät nouse ilman mukana pintaan - pitkään pinnassa oleva ruoka ei kypsy, ja on potentiaalisesti vaarallista syödä.

Kaikkien digitaalisten kontrollerien kanssa kannattaa tarkistaa kalibrointi tarkalla lämpömittarilla. Moderneissa kontrollereissa lämpömittarin virhe on hyvin pieni, mutta erityisesti alle 60°Clämpötiloissa ei kannata ottaa riskiä.

B.3.2 Kiertolämmittimet (Immersion Circulators)

Kiertolämmittimet [8] ovat suosittuja ravintoloissa, sillä niillä voi lämmittää ison määrän vettä (jopa 50l) tarkasti (virhe alle 0,25°C). Lisäksi kiertolämmittimien siirtely, puhdistaminen ja varastointi on helppoa.

Aikaisemmin käytettyjä kiertolämmittimiä sai eBaysta $100-200:lla, mutta suosio on nostanut hintoja. Käytetyn laboratoriolämmittimen ostaminen ei välttämättä ole hyvä idea: lämmitintä on luultavasti käytetty ympäri vuorokauden, joten käyttöikää ei välttämättä ole paljoa jäljellä. Lisäksi lämmittimen puhdistaminen on hankalaa. Puhdistamiseen voi käyttää desinfiointiainetta, viinietikkaa ja 70% alkoholia.

Nykyään kalliiden laboratoriokäyttöön tarkoitettujen laitteiden lisäksi tarjolla on kohtuuhintaisia kotikäyttöön tarkoitettuja. Heinäkuussa 2015 saatavuus oli suunnilleen seuraavaa:

Sansaire postittaa 199:n dollarin laitteen Lontoosta (eli ilman tulleja) Suomeen noin 100 dollarin postikuluilla, eli kokonaishinta menee noin 300 dollarin tienoille. Kannattaa harkita matkaa Iso-Britanniaan. Sansairelle säiliön maksimikoko on 23 litraa. Hyvin suunniteltu ja toteutettu laite.

Anova maksaa 229 dollaria (EU-johdolla), ja postikulut ovat noin 40 dollaria. Laite lähetetään Yhdysvalloista, joten hintaan pitää lisätä ALV ja tullit. Bluetooth-yhteys kännykkään lämpötilojen loggaamiseen ja asetusten vaihtamiseen.

Nomiku on 199 dollaria + 30 dollaria postikuluja + ALV + tullit. 230V jännitteellä ja EU-johdolla toimivien laitteiden saatavuus on vaihdellut. Hankala ulkoinen virtalähde, joka ei ole veden- tai edes roiskeenkestävä (virtalähteessä on tuuletin ja tuuletusaukot). Melko kovaääninen. Tulossa uusi wifi-malli, joka lupaa korjauksia pahimpiin puutteisiin.

Kiertolämmittimien kalibrointi on yleensä melko tarkka (virhe alle 0,5°C), mutta laitteen kalibrointi kannattaa aina tarkistaa ennen ruoan valmistamista. Nopein tarkastus - samalla kun valmistautuu tekemään ensimmäisiä ruokia - on asettaa lämpötilaksi 37,0°C, odottaa kunnes lämpötila tasaantuu ja mitata mitä kuumemittari näyttää.

[8] immersion circulator, pumppaa veden vastuksen läpi takaisin astiaan

Kiertolämmittimille voi ostaa erityisen metalli- tai muovisäiliön, mutta iso kattila tai mikä tahansa sopivan kokoinen muovilaatikko käy yhtä hyvin. Eristetyllä säiliöllä saa vakaamman vesihauteen, ja sähköä kuluu vähemmän. Kannen sijaan pinnan eristämiseen voi käyttää pingispalloja. Erityisesti korkeammissa lämpötiloissa (> 70°C) peittämättömästä pinnasta haihtuu nestettä suhteellisen nopeasti, helposti desi per tunti (riippuen astian koosta, ympäristön kosteudesta jne.). Pidemmillä kypsennysajoilla - vuorokausi, tai useita vuorokausia - vedenpintaa kannattaa käydä säännöllisesti tarkistamassa ja tarvittaessa täyttää astiaa uudelleen.

Kuva 14: Addelice Swid

B.3.3 Höyryuunit

Höyryuunissa on helppo valmistaa suuri määrä ruokaa, mutta lämpö ei jakaudu erityisen tasaisesti. Sheard and Rodger (1995) totesivat, että mikään testatuista höyryuuneista ei lämmittänyt ruokaa tasaisesti valmistajan ohjeiden mukaan täyteen pakattuna. Hitaimmin lämpiävällä pussilla kesti 70-200% kauemmin lämmetä 20°C:sta 75°C:een, kun uunin lämpötilaksi oli asetettu 80°C. Tutkimuksessa todettiin, että ongelmana on luultavasti höyryn huono jakautuminen alle 100 asteen lämpötilassa, ja uuniin riippuvuus höyryn tiivistymisestä. Tämän oppaan taulukoita ei voi käyttää höyryuunissa valmistamiseen; sen sijaan on syytä käyttää neulamittareita ruoan lämpötilan tarkkailuun.

B.4 Budjetti

Taulukon 14 (sivu 58) on tarkoitus antaa kuvaa tarvittavasta rahamäärästä. Yleensä kannattaa hankkia suunnilleen saman tasoinen pakkaus- ja lämmitysratkaisu. Ei ole järkevää ostaa 1000€lämmitintä ja käyttää minigrip-pusseja.

Jos aikoo valmistaa samalla kertaa isoja määriä ruokaa - esim. useita kiloja lihaa - voi olla järkevää hankkia useampia halpoja kiertolämmittimiä. Kun lämmittimien lämpötilat on asetettu samaksi, mikään ei estä käyttämästä laitteita samassa suuremmassa astiassa. Laitteen tehoon nähden liian suuren astian käyttäminen on riskial-

Taulukko 14: € Yksinkertaisia laitteistosuosituksia

Hinta	Tyhjiöpakkauskone	Lämmitysjärjestelmä
0,1€	Minigrip-pussit	Kattila hellalla
60-100€	Halpa vakuumipakkauskone	Kattila hellalla
200-300€	Halpa vakuumipakkauskone	Halpa kiertolämmitin

tista: pumppausteho ei riitä kierrättämään kaikkea vettä, ja laitteen käyttöikä lyhenee, kun vastus on suuren osan ajasta täydellä teholla päällä.

C Matematiikkaa

Tässä luvussa käydään läpi matemaattista taustaa tämän oppaan taulukoiden laskemiseen. Ruoan lämpiämisen – ja siten pastörointiaikojen – tarkka laskeminen on mahdotonta, joten laskuissa on tehty monia oletuksia ja yksinkertaistuksia.

C.1 Ruoan lämmittäminen ja jäähdyttäminen

Lämmön siirtyminen (johtumalla) kuvataan osittaisdifferentiaaliyhtälöllä:

$$T_t = \nabla \cdot (\alpha \nabla T) \tag{1}$$

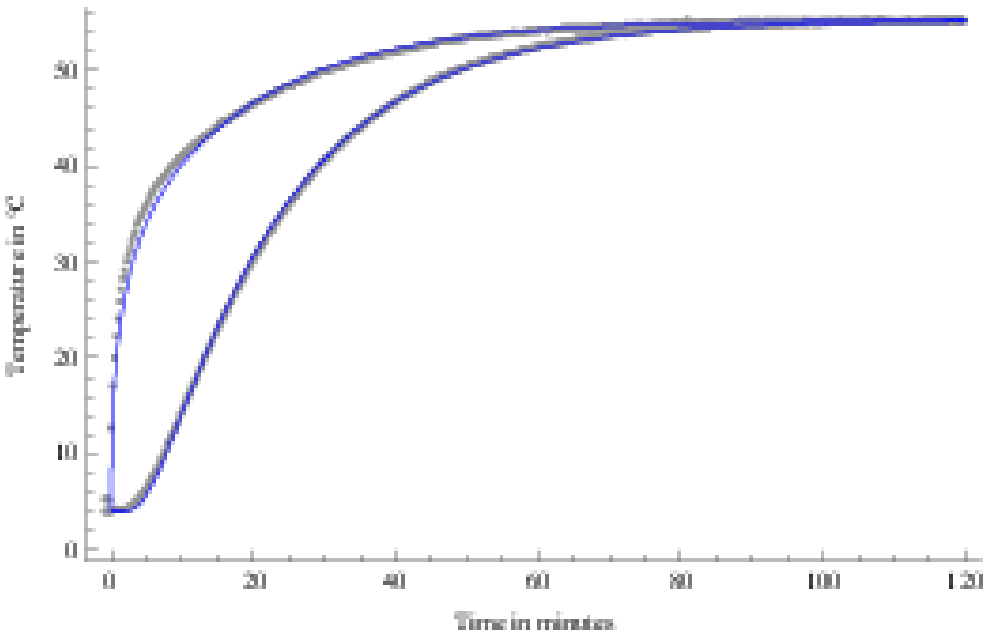
jossa $\alpha = k/(\rho C_p)$ on terminen diffuusiokerroin (m^2/sec), k on lämmönjohtavuus ($W/m-K$), ρ on tiheys (kg/m^3), ja C_p on ominaislämpökapasiteetti ($kJ/kg-K$). Jos tiedossa on lämpötila alussa, ja on mahdollista pinnan lämpötilamuutos, T:n voi määrittää yksikäsitteisesti. Vaikka k, ρ ja C_p riippuvat kohdasta, ajasta ja lämpötilasta, oletetaan että riippuvuus kohdasta ja ajasta on pieni.

Koska laskuissa kiinnostavaa on ainoastaan hitaiten lämpiävän kohdan lämpötila (tyypillisesti ruoan keskikohta), kolmiulotteista lämpötilayhtälöä voi approksimoida yksiulotteisella.

$$
\begin{aligned}
&\rho C_p(T)\, T_t = k(T)\left(T_{rr} + \beta \cdot T_r / r\right) \\
&T(r,0) = T_0 \\
&T_r(0,t) = 0 \\
&k(T)\, T_r(R,t) = h \cdot (T_{vesi} - T(R,t))
\end{aligned}
\tag{2}
$$

jossa $0 \le r \le R$ ja $t \ge 0$, $0 \le \beta \le 2$ on geometrinen kerroin (geometric factor) T_0 on ruoan alkulämpötila, T_{vesi} on nesteen lämpötila (ilma, vesi, höyry) ja h on lämmönsiirtymiskerroin ($W/m^2 - K$).

Geometrinen kerroin kaavassa 2 mahdollistaa eri muotoisten kappaleiden laskemisen: iso levy ($\beta = 0$), pitkä sylinteri ($b = 1$) tai pallo ($\beta = 2$). Kuution voi approksimoida arvolla $\beta = 1,25$, neliöpohjaisen sylinterin arvolla $\beta = 0,70$, ja 2:3:5 särmiön arvolla $\beta = 0,28$.



Kuva 15: Agar-agar-hyytelön lämpötila mittaamalla ja laskemalla

Kuva 15: mitatun ja lasketun lämpötilan ero agar-agar-hyytelössä. Mallissa veden termisenä diffuusiokertoimena on käytetty $1.4 \cdot 10^{-7} m^2/s$ ja lämmönsiirtyiskertoimena $95 W/m - K$. Lämpötila on mitattu T-tyyppisellä termoparilla: yksi lihan pinnassa ja yksi sisällä. Ylin viiva on pinnan lämpötila ja alempi keskiosan lämpötila. Siniset viivat ovat laskettuja arvoja, ja harmaat mitattuja.

C.1.1 Sulatetun ruoan lämmittäminen

Sulatetulle ruoalle, k, ρ ja C_p ovat käytännössä vakioita. Sanz et al. (1987) raportoi, että keskimääräistä rasvaisemmassa naudassa lämmönjohtavuus oli $0,48 W/m-K$ 0°C:ssa ja $0,49 W/m-K$ 30°C:ssa; ominaislämpökapasiteetti $3,81 kJ/kg-K$ molemmissa lämpötiloissa. Tiheys oli $1077 kg/m^3$ 5°C:ssa ja $1067 kg/m^3$ 30°C:ssa. Ero on huomattavasti pienempi kuin naudan entrecotella (sirloin, $\alpha = 1,24 \cdot 10^{-7} m^2/sec$) ja selällä (beef round, $\alpha = 1,11 \cdot 10^{-7} m^2/sec$) (Sanz et al. 1987). Sulatettuja ruokia voi mallintaa yhtälöryhmällä

$$\begin{aligned} &T_t = \alpha \left(T_{rr} + \beta \cdot T_r / r \right) \\ &T(r,0) = T_0 \\ &T_r(0,t) = 0 \\ &T_r(R,t) = (h/k) \cdot (T_{vesi} - T(R,t)) \end{aligned} \tag{3}$$

kun $0 \leq r \leq R$ ja $t \geq 0$. Koska h on suuri ($95 - 155 W/m^2 - K$ suurimmalle osalle vesihauteista), suuretkin erot h:ssa ja k:ssa aiheuttavat vain pieniä eroja ruoan ytimen lämpötilassa (Nicolaï and Baerdemaeker 1996). Vertailun vuoksi, normaalin uunin lämmönsiirtymiskerroin on vain $14 - 30 W/m^2 - K$ ja pienetkin muutokset h:ssa aiheuttavat isoja muutoksia ruoan lämpiämiseen.

Useimpien ruokien terminen diffuusiokerroin on välillä $1,2 - 1,6 \cdot 10^{-7} m^2/s$ (Baerdemaeker and Nicolaï 1995). Ruoan terminen diffuusiokerroin riippuu monista asioista, esim. eläinlajista, lihastyypistä, lämpötilasta ja vesipitoisuudesta. Vaikka arvossa on muutoksia, laskuissa voi aina käyttää pienintä kerrointa, jolla lihan lämpötilaa aliarvioidaan (ja yliarvioidaan jäähdyttäessä). Tämän oppaan taulukoissa on käytetty pienintä kirjallisuudessa raportoitua kerrointa (katso taulukkoa 15, sivu 61). Ruoka ei ylikypsy, jos se on vesihauteessa jonka lämpötila on juuri yli halutun sisälämpötilan. Kunhan pusseja ei ole pakattu liian tiukkaan ja ne eivät nouse pintaan, taulukoilla voi valmistaa pastöroitua ruokaa jonka kypsyysaste on juuri oikea.

C.2 Taudinaiheuttajien tuhoutumisen laskeminen

Yllä olevalla mallilla voidaan laskea hitaimmin lämpiävän kohdan lämpötila. Klassinen logaritminen väheneminen mikrobeille on

Taulukko 15: Kirjallisuudessa raportoitu terminen diffuusiokerroin (0-65°C) eri raaka-aineille

	Kerroin	Lähde
Nauta	1,35-1,52	Markowski et al. (2004)
	1,22-1,82	Sheridan and Shilton (2002)
	1,11-1,30	Sanz et al. (1987)
	1,18-1,33	Singh (1982)
	1,19-1,21	Donald et al. (2002)
	1,25-1,32	Tsai et al. (1998)
Possu	1,12-1,83	Sosa-Morales et al. (2006)
	1,17-1,25	Sanz et al. (1987)
	1,28-1,66	Kent et al. (1984)
	1,18-1,38	Singh (1982)
Kana	1,36-1,42 (vaalea), 1,28-1,33 (tumma)	Siripon et al. (2007)
	1,46-1,48 (vaalea)	Vélez-Ruiz et al. (2002)
	1,08-1,39	Sanz et al. (1987)
Kala	1,09-1,60	Sanz et al. (1987)
	0,996-1,73	Kent et al. (1984)
	1,22-1,47	Singh (1982)
Hedelmät	1,12-1,40 (omena), 1,42 (banaani), 1,07 (sitruuna), 1,39 (päärynä), 1,27 (mansikka)	Singh (1982)
Kasvikset	1,68 (pavut), 1,82 (herneet), 1,23-1,70 (peruna), 1,71 (kurpitsa), 1,06-1,91 (makea peruna), 1,48 (tomaatti)	Singh (1982)

$$LR = \frac{1}{D_{Ref}} \int_0^t 10^{(T(t')-T_{Ref})/z} dt' \tag{4}$$

jossa D_{Ref} on kertaluokan vähenemiseen tarvittava aika referenssilämpötilassa T_{Ref} ja z on lämpötilan nousu, joka tarvitaan D:n vähenemiseen kymmenesosaan. Geeraerd et al. (2000) epäili, että malli ei toimi sous videssä käytettyyn matalampaan lämpötilaan, mutta Huang (2007) totesi, että klassinen malli on 1-2 kertaluokkaa konservatiivisempi kuin empiiriset tutkimukset listerian määrästä.

D FDA:n ja FSIS:n pastörointitaulukot

Pastörointiajat naudalle, lampaalle ja possulle on taulukossa 16 (sivu 63) (FDA 2009, 3-401.11.B.2). Taulukossa 17 sivulla 64 on pastörointiajat kanalle ja kalkkunalle (FSIS 2005).

Taulukko 16: FDA:n pastörointiajat lihalle

Lämpötila (°C)	Aika	Lämpötila (°C)	Aika
54,4	112min	63,3	169s
55,0	89min	63,9	134s
55,6	71min	64,4	107s
56,1	56min	65,0	85s
56,7	45min	65,6	67s
57,2	36min	66,1	54s
57,8	28min	66,7	43s
58,4	23min	67,2	34s
58,9	18min	67,8	27s
59,5	15min	68,3	22s
60,0	12min	68,9	17s
60,6	9min	69,4	14s
61,1	8min	70,0	0s
61,7	6min		
62,2	5min		
62,8	4min		

Taulukko 17: ⏲ FSIS:n pastörointiajat linnuille

Lämpötila	Aika (rasvaprosentti)					
°C	1%	3%	5%	7%	9%	12%
57,8	64min	65,7min	68,4min	71,4min	74,8min	81,4min
58,3	51,9min	52,4min	54,3min	56,8min	59,7min	65,5min
58,9	42,2min	42,7min	43,4min	45,3min	47,7min	52,9min
59,4	34,4min	34,9min	35,4min	36,2min	38,3min	43min
60,0	28,1min	28,5min	29min	29,7min	30,8min	35min
60,6	23min	23,3min	23,8min	24,4min	25,5min	28,7min
61,1	18,9min	19,1min	19,5min	20,1min	21,1min	23,7min
61,7	15,5min	15,7min	16,1min	16,6min	17,4min	19,8min
62,2	12,8min	12,9min	13,2min	13,7min	14,4min	16,6min
62,8	10,5min	10,6min	10,8min	11,3min	11,9min	13,8min
63,3	8,7min	8,7min	8,9min	9,2min	9,8min	11,5min
64,4	5,8min	5,8min	5,9min	6,1min	6,5min	7,7min
65,6	3,8min	3,7min	3,7min	3,9min	4,1min	4,9min
66,7	2,3min	2,3min	2,3min	2,3min	2,4min	2,8min
67,8	1,5min	1,5min	1,5min	1,5min	1,5min	1,6min
68,9	59s	59,5s	1min	1min	1min	1min
70,0	38,8s	39,2s	39,6s	40s	40,3s	40,9s
71,1	25,6s	25,8s	26,1s	26,3s	26,6s	26,9s
72,2	16,9s	17s	17,2s	17,3s	17,5s	17,7s
73,3	11,1s	11,2s	11,3s	11,4s	11,5s	11,7s
74,4	0s	0s	0s	0s	0s	0s

E Kirjallisuus

Andersson, A., Rönner, U. and Granum, P. E.: 1995, What problems does the food industry have with the spore-forming pathogens *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens*?, *International Journal of Food Microbiology* **28**, 145–155.

Aran, N.: 2001, The effect of calcium and sodium lactates on growth from spores of *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* in a 'sous-vide' beef goulash under temperature abuse, *International Journal of Food Microbiology* **63**, 117–123.

Armstrong, G. A. and McIlveen, H.: 2000, Effects of prolonged storage on the sensory quality and consumer acceptance of sous vide meat-based recipe dishes, *Food Quality and Preference* **11**, 377–385.

Arvidsson, P., Boekel, M. A. J. S. V., Skog, K. and Jägerstad, M.: 1997, Kineteics of formation of polar heterocyclic amines in a meat model system, *Journal of Food Science* **62**(5), 911–916.

Baerdemaeker, J. D. and Nicolaï, B. M.: 1995, Equipment considerations for sous vide cooking, *Food Control* **6**(4), 229–236.

Belitz, H.-D., Grosch, W. and Schieberle, P.: 2004, *Food Chemistry*, 3rd edn, Springer.

Betts, G. D. and Gaze, J. E.: 1995, Growth and heat resistance of psychrotropic *Clostridium botulinum* in relation to 'sous vide' products, *Food Control* **6**, 57–63.

Bolton, D. J., McMahon, C. M., Doherty, A. M., Sheridan, J. J., McDowell, D. A., Blair, I. S. and Harrington, D.: 2000, Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Yersinia enterocolitica* in minced beef under laboratory conditions and in sous-vide prepared minced and solid beef cooked in a commercial retort, *Journal of Applied Microbiology* **88**, 626–632.

Bouton, P. E. and Harris, P. V.: 1981, Changes in the tenderness of meat cooked at 50–65° C, *Journal of Food Science* **46**, 475–478.

Church, I.: 1998, The sensory quality, microbiological safety and shelf life of packa-

ged foods, *in* S. Ghazala (ed.), *Sous Vide and Cook–Chill Processing for the Food Industry*, Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, pp. 190–205.

Church, I. J. and Parsons, A. L.: 2000, The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods, *International Journal of Food Science and Technology* **35**, 155–162.

Creed, P. G.: 1995, The sensory and nutritional quality of 'sous vide' foods, *Food Control* **6**(1), 45–52.

Creed, P. G.: 1998, Sensory and nutritional aspects of sous vide processed foods, *in* S. Ghazala (ed.), *Sous Vide and Cook–Chill Processing for the Food Industry*, Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, pp. 57–88.

Davey, C. L., Niederer, A. F. and Graafhuis, A. E.: 1976, Effects of ageing and cooking on the tenderness of beef muscle, *Journal of the Science of Food and Agriculture* **27**, 251–256.

Donald, K. M., Sun, D.-W. and Lyng, J. G.: 2002, Effect of vacuum cooling on the thermophysical properties of a cooked beef product, *Journal of Food Engineering* **52**, 167–176.

Embarek, P. K. B. and Huss, H. H.: 1993, Heat resistance of *Listeria monocytogenes* in vacuum packaged pasteurized fish fillets, *International Journal of Food Microbiology* **20**, 85–95.

Fagan, J. D. and Gormley, T. R.: 2005, Effect of sous vide cooking, with freezing, on selected quality parameters of seven fish species in a range of sauces, *European Food Research and Technology* **220**, 299–304.

FDA: 2009, Food code, *Technical report*, U.S. Department of Health and Human Services.

FDA: 2011, Fish and fishery products hazards and controls guidance, 4th ed., *Technical report*, U.S. Department of Health and Human Services.

Fernández, P. S. and Peck, M. W.: 1999, A predictive model that describes the effect of prolonged heating at 70 to 90° C and subsequent incubation at refrigeration temperatures on growth from spores and toxigenesis by nonproteolytic *Clostridium*

botulinum in the presence of lysozyme, *Applied and Environmental Microbiology* **65**(8), 3449–3457.

FSIS: 2005, Time-temperature tables for cooking ready-to-eat poultry products, *Notice 16-05*, Food Safety and Inspection Service.

Gamble, H. R.: n.d., Trichinae - pork facts - food quality and safety.
URL: *http://www.aphis.usda.gov/vs/trichinae/docs/fact_sheet.htm*

García-Segovia, P., Andrés-Bello, A. and Martínez-Monzó, J.: 2007, Effec of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*), *Journal of Food Engineering* **80**, 813–821.

Geeraerd, A. H., Herremans, C. H. and Impe, J. F. V.: 2000, Structural model requirements to describe microbial inactivation during a mild heat treatment, *International Journal of Food Microbiology* **59**, 185–209.

Ghazala, S., Aucoin, J. and Alkanani, T.: 1996, Pasteurization effect on fatty acid stability in a sous vide product containing seal meat (*Phoca groenlacdica*), *Journal of Food Science* **61**(3), 520–523.

González-Fandos, E., García-Linares, M. C., Villarino-Rodríguez, A., García-Arias, M. T. and García-Fernández, M. C.: 2004, Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by the sous vide method, *Food Microbiology* **21**, 193–201.

González-Fandos, E., Villarino-Rodríguez, A., García-Linares, M. C., García-Arias, M. T. and García-Fernández, M. C.: 2005, Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method, *Food Control* **16**, 77–85.

Gould, G. W.: 1999, Sous vide food: Conclusions of an ECFF Botulinum working party, *Food Control* **10**, 47–51.

Graiver, N., Pinotti, A., Califano, A. and Zaritzky, N.: 2006, Diffusion of sodium chloride in pork tissue, *Journal of Food Engineering* **77**, 910–918.

Hansen, T. B. and Knøchel, S.: 1996, Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* during rapid and slow heating in sous vide cooked beef, *Letters in Applied Microbiology* **22**, 425–428.

Hansen, T. B., Knøchel, S., Juncher, D. and Bertelsen, G.: 1995, Storage characteristics of sous vide cooked roast beef, *International Journal of Food Science and Technology* **30**, 365–378.

Huang, L.: 2007, Computer simulation of heat transfer during in-package pasteurization of beef frankfurters by hot water immersion, *Journal of Food Engineering* **80**, 839–849.

Jägerstad, M., Skog, K., Arvidsson, P. and Solyakov, A.: 1998, Chemistry, formation and occurrence of genotoxic heterocyclic amines identified in model systems and cooked foods, *Z Lebensm Unters Forsch A* **207**, 419–427.

Johansson, M. A. E., Fredholm, L., Bjerne, I. and Jägerstad, M.: 1995, Influence of frying fat on the formation of heterocyclic amines in fried beefburgers and pan residues, *Food and Chemical Toxicology* **33**(12), 993–1004.

Johnson, K. M., Nelson, C. L. and Busta, F. F.: 1983, Influence of temperature on germination and growth of spores of emetic and diarrheal strains of *bacillus cereus* in a broth medium and in rice, *Journal of Food Science* **48**, 286–87.

Juneja, V. K., Eblen, B. S. and Ransom, G. M.: 2001, Thermal inactivation of *Salmonella spp.* in chicken broth, beef, pork, turkey, and chicken: Determination of d- and z-values, *Journal of Food Science* **66**, 146–152.

Juneja, V. K., Whiting, R. C., Marks, H. M. and Snyder, O. P.: 1999, Predictive model for growth of Clostridium perfringens at temperatures applicable to cooling of cooked meat., *Food Microbiology* **16**, 335–49.

Kent, M., Christiansen, K., van Haneghem, I. A., Holtz, E., Morley, M. J., Nesvadba, P. and Poulsen, K. P.: 1984, COST 90 collaborative measurement of thermal properties of foods, *Journal of Food Engineering* **3**, 117–150.

Lassen, A., Kall, M., Hansen, K. and Ovesen, L.: 2002, A comparison of the retention of vitamins B1, B2 and B6, and cooking yield in pork loin with conventional and enhanced meal-service systems, *European Food Research and Technology* **215**, 194–199.

Markowski, M., Bialobrzewski, I., Cierach, M. and Paulo, A.: 2004, Determination of

thermal diffusivity of lyoner type sausages during water bath cooking and cooling, *Journal of Food Engineering* **65**, 591–598.

McGee, H.: 2004, *On Food and Cooking: The Science and Lore of The Kitchen*, Scribner, New York.

Meinert, L., Schäfer, A., Bjergegaard, C., Aaslyng, M. D. and Bredie, W. L. P.: 2009, Comparison of glucose, glucose 6-phosphate, ribose, and mannose as flavour precursors in pork; the effect of monosaccharide addition on flavour generation, *Meat Science* **81**, 419–425.

Meynier, A. and Mottram, D. S.: 1995, The effect of pH on the formation of volatile compounds in meat-related model systems, *Food Chemistry* **52**, 361–366.

Mishu, B., Koehler, J., Lee, L., Rodrigue, D., Brenner, F., Blake, P. and Tauxe, R.: 1994, Outbreaks of *Salmonella enteritidis* infections in the United States, 1985-1991, *Journal of Infectious Diseases* **169**, 547–552.

Mossel, D. A. A. and Struijk, C. B.: 1991, Public health implication of refrigerated pasteurized ('sous-vide') foods, *International Journal of Food Microbiology* **13**, 187–206.

Mottram, D. S.: 1998, Flavour formation in meat and meat products: A review, *Food Chemistry* **62**(4), 415–424.

Myhrvold, N., Young, C. and Bilet, M.: 2011, *Modernist Cuisine: The Art and Science of Cooking*, The Cooking Lab.

National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food: 2008, Response to the questions posed by the food and drug administration and the national marine fisheries service regarding determination of cooking parameters for safe seafood for consumers, *Journal of Food Protection* **71**(6), 1287–1308.

Neklyudov, A. D.: 2003, Nutritive fibers of animal origin: Collagen and its fractions as essential components of new and useful food products, *Applied Biochemistry and Microbiology* **39**, 229–238.

Nicolaï, B. M. and Baerdemaeker, J. D.: 1996, Sensitivity analysis with respect to the surface heat transfer coefficient as applied to thermal process calculations, *Journal of Food Engineering* **28**, 21–33.

Norén, N. and Arnold, D.: 2009, Cooking issues: The French Culinary Institute's tech'n stuff blog.
URL: *http://www.cookingissues.com/*

Nyati, H.: 2000a, An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products, *Food Control* **11**, 471–476.

Nyati, H.: 2000b, Survival characteristics and the applicability of predictive mathematical modelling to *Listeria monocytogenes* growth in sous vide products, *International Journal of Food Microbiology* **56**, 123–132.

O'Bryan, C. A., Crandall, P. G., Martin, E. M., Griffis, C. L. and Johnson, M. G.: 2006, Heat resistance of *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* 0157:H7, and *Listeria* innocua M1, a potential surrogate for *Listeria monocytogenes*, in meat and poultry: A review, *Journal of Food Science* **71**(3), R23–R30.

O'Mahony, F. C., O'Riordan, T. C., Papkovskaia, N., Ogurtsov, V. I., Kerry, J. P. and Papkovsky, D. B.: 2004, Assessment of oxygen levels in convenience-style muscle-based sous vide products through optical means and impact on shelf-life stability, *Packaging Technology and Science* **17**, 225–234.

Peck, M. W.: 1997, *Clostridium botulinum* and the safety of refrigerated processed foods of extended durability, *Trends in Food Science & Technology* **8**, 186–192.

Peck, M. W. and Stringer, S. C.: 2005, The safety of pasteurised in-pack chilled meat products with respect to the foodborne botulism hazard, *Meat Science* **70**, 461–475.

Powell, T. H., Dikeman, M. E. and Hunt, M. C.: 2000, Tenderness and collagen composition of beef semitendinosus roasts cooked by conventional convective cooking and modeled, multi-stage, convective cooking, *Meat Science* **55**, 421–425.

Roca, J. and Brugués, S.: 2005, *Sous-Vide Cuisine*, Montagud Editores, S.A.

Rybka-Rodgers, S.: 2001, Improvement of food safety design of cook-chill foods, *Food Research International* **34**, 449–455.

Sanz, P. D., Alonso, M. D. and Mascheroni, R. H.: 1987, Thermophysical properties of meat products: General bibliography and experimental values, *Transactions of the ASAE* **30**, 283–289 & 296.

Schellekens, M.: 1996, New research issues in sous-vide cooking, *Trends in Food Science and Technology* **7**, 256–262.

Schuman, J. D., Sheldon, B. W., Vandepopuliere, J. M. and Ball, Jr., H. R.: 1997, Immersion heat treatments for inactivation of *Salmonella enteritidis* with intact eggs, *Journal of Applied Microbiology* **83**, 438–444.

Sheard, M. A. and Rodger, C.: 1995, Optimum heat treatments for 'sous vide' cook-chill products, *Food Control* **6**, 53–56.

Sheridan, P. S. and Shilton, N. C.: 2002, Determination of the thermal diffusivity of ground beef patties under infrared radiation oven-shelf cooking, *Journal of Food Engineering* **52**, 39–45.

Simpson, M. V., Smith, J. P., Simpson, B. K., Ramaswamy, H. and Dodds, K. L.: 1994, Storage studies on a sous vide spaghetti and meat sauce product, *Food Microbiology* **11**, 5–14.

Singh, R. P.: 1982, Thermal diffusivity in food processing, *Food Technology* **36**(2), 134–137.

Siripon, K., Tansakul, A. and Mittal, G. S.: 2007, Heat transfer modeling of chicken cooking in hot water, *Food Research International* **40**, 923–930.

Skog, K.: 1993, Cooking procedures and food mutagens: A literature review, *Food and Chemical Toxicology* **31**(9), 655–675.

Skog, K.: 2009. Personal correspondence.

Skog, K., Jägerstad, M. and Reuterswärd, A. L.: 1992, Inhibitory effect of carbohydrates on the formation of mutagens in fried beef patties, *Food and Chemical Toxicology* **30**(8), 681–688.

Snyder, Jr., O. P.: 2006, Food safety hazards and controls for the home food preparer, *Technical report*, Hospitality Institute of Technology and Management.

Sosa-Morales, M. E., Orzuna-Espíritu, R. and Vélez-Ruiz, J. F.: 2006, Mass, thermal and quality aspects of deep-fat frying of pork meat, *Journal of Food Engineering* **77**, 731–738.

Stea, T. H., Johansson, M., Jägerstad, M. and Frølich, W.: 2006, Retention of folates in

cooked, stored and reheated peas, broccoli and potatoes for use in modern large-scale service systems, *Food Chemistry* **101**, 1095–1107.

This, H.: 2006, *Molecular Gastronomy: Exploring the Science of Flavor*, Columbia University Press, New York.

Tornberg, E.: 2005, Effect of heat on meat proteins — implications on structure and quality of meat products, *Meat Science* **70**, 493–508.

Tsai, S.-J., Unklesbay, N., Unklesbay, K. and Clarke, A.: 1998, Thermal properties of restructured beef products at different isothermal temperatures, *Journal of Food Science* **63**(3), 481–484.

Vaudagna, S. R., Sánchez, G., Neira, M. S., Insani, E. M., Picallo, A. B., Gallinger, M. M. and Lasta, J. A.: 2002, Sous vide cooked beef muscles: Effects of low temperature-long time (LT-LT) treatments on their quality characteristics and storage stability, *International Journal of Food Science and Technology* **37**, 425–441.

Vélez-Ruiz, J. F., Vergara-Balderas, F. T., Sosa-Morales, M. E. and Xique-Hernández, J.: 2002, Effect of temperature on the physical properties of chicken strips during deep-fat frying, *International Journal of Food Properties* **5**(1), 127–144.

Willardsen, R. R., Busta, F. F., Allen, C. E. and Smith, L. B.: 1977, Growth and survival of *Clostridium perfringens* during constantly rising temperatures, *Journal of Food Science* **43**, 470–475.

Tämä dokumentti sisältää kaiken asiasisällön alkuperäiseltä Douglas Baldwinin sivulta 12.8.2014. Edellinen muutos tähän: 26. heinäkuuta 2015.

Vastuuvapauslauseke: oppaan kaikkien tietojen käyttö omalla vastuulla. Sekä alkuperäisessä, että käännöksessä voi olla virheitä. Lue myös alkuperäinen vastuuvapauslauseke alla.

Suomenkielisen version ©2011-2013 Olli Jarva. Käännetty ja julkaistu Douglas Baldwinin luvalla. Tätä dokumenttia suojaa tekijänoikeus. Luvaton kopioiminen, levittäminen tai myyminen on kiellettyä. Jos haluat jakaa tätä, jaa osoite www.sousvide.fi.

Kansikuva ©xlibber @ flickr.

Alkuperäisen dokumentin vastuuvapauslauseke ja tekijänoikeudet:

Disclaimer: All of the information contained in this guide is intended for educational purposes only. Douglas Baldwin makes no guarantees, warranties or representations, implied or express, as to the appropriateness, timeliness, accuracy, completeness, and/or usefulness of any of the information in this guide. There may be mistakes in the information presented. Douglas Baldwin assumes no risk or obligation for your use of this guide.

©2008 by Douglas Baldwin. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden.

	#	% tekstissä	% suomessa		#	% tekstissä	% suomessa
a	8793	12.69 +	11.62	v	1546	2.23 -	2.45 ↓2
i	7276	10.5 -	10.71	y	1482	2.14 +	1.81 ↑1
t	6677	9.63 -	9.88	h	1316	1.9 +	1.82 ↓1
s	5423	7.82 -	7.86 ↑2	j	1275	1.84 -	1.93 ↓3
e	5120	7.39 -	8.21	d	815	1.18 +	0.84
n	4738	6.84 -	8.67 ↓2	ö	519	0.75 +	0.47
l	4230	6.1 +	5.76	c	257	0.37 +	0.03 ↑3
o	3349	4.83 -	5.31	b	183	0.26 +	0.05 ↑1
u	3322	4.79 -	5.00 ↑1	g	173	0.25 +	0.11 ↓2
k	3172	4.58 -	5.27 ↓1	f	155	0.22 +	0.05 ↓2
ä	3057	4.41 -	4.81	w	140	0.2 +	0.01
m	2368	3.42 -	3.51	z	13	0.02 +	0.00 ↑1
r	2001	2.89 +	2.16 ↑1	x	9	0.01 +	0.00 ↑1
p	1893	2.73 +	1.66 ↑4	q	6	0.01 +	0.00 ↑1

- Kirjaimia 69312 (93.11%)
- Numeroita 1625 (2.18%)
- Muita merkkejä 3502 (4.7%)
- Yhteensä 74439 merkkiä, 8364 sanaa
- Lämpötiloja 400 kpl, keskimäärin 44.9°C
- Aikoja 860 kpl, keskimäärin 13.8h

% suomessa julkaisusta Matti Pääkkönen: Grafeemit ja konteksti. Oulun yliopiston suomen ja saamen kielen laitos 1970.