

KANANMUNAMASSAN PASTÖROINNISTA JA JÄÄDYTTÄMISESTÄ

MERIMAIJA HOLOPAINEN

Saapunut 17. 3. 1971

Maitotaloustuotteiden tarkastuslaitos, Helsinki

THE PASTEURIZATION AND COOLING OF LIQUID EGG

MERIMAIJA HOLOPAINEN

Abstract. According to overseas studies the beating time of liquid egg is prolonged and the specific volume of foam is reduced through pasteurization and cooling. As simultaneously, however, the foam stability is improved, the volume of ready made cakes will be equal irrespective of the handling of the raw material.

In the above studies of liquid egg, no significant differences were established either in the beating time of shell egg and pasteurized and raw liquid egg or in the foam specific volume or the foam stability. The freezing of liquid egg has reduced the foam specific volume, on the other hand it has improved significantly the foam stability. When pasteurized and frozen liquid egg was stored in -25°C , the foam specific volume was reduced further after three months' storing and after eight months it was reduced to about half of the foam specific volume of the pasteurized fresh liquid egg. In unpasteurized liquid egg this property remained unchanged.

Judging by the microbiological studies the unpasteurized liquid egg can be rated as a very doubtful product hygienically, whereas the pasteurized liquid egg stored in $+6^{\circ}\text{C}$ can be regarded as harmless for human health as late as on the 5th day from the date of manufacturing. Nowadays a storage temperature of $+4^{\circ}\text{C}$ is maintained which also secures the keeping quality of the product according to information in the literature.

The 0.05, 0.1 or 0.2 per cent weight increases of sodium benzoate (calculated in benzoic acid) did not have any effect on the keeping quality of the product when stored in $+6^{\circ}\text{C}$.

Vuonna 1967 aloitettiin maassamme pastöroidun munamassan valmistus. Aluksi kokeiltiin pienen erien pastörointia patapastöörissä. Noin vuoden kuluttua siirryttiin suurempiin eriin ja levypastörointiin. Munamassan valmistamisen syyt ovat lähinnä seuraavat:

a) Munien laatutarkkailussa erotetaan suuri määrä munia siitä syystä, että niiden kuorissa on säröjä. Lisäksi valkeaan Leghorn-rotuun kuuluvat kanat tulevat varhain sukukypsiksi ja munivat pitkään ja paljon pieniä munia. Viime vuonna käytettiin pastöroidun massan valmistukseen n. 2.5 milj. kg särökuorisia tai pieniä munia.

b) Munien tuotanto on suurimmillaan marras-tammikuussa. Tuotannon ja toisaalta kysynnän vaihtelua voidaan tasoittaa massaa valmistamalla koska se pastöroituna ja jäädytettynä on helposti varastoitavissa.

c) Elintarviketeollisuus, joka käyttää suuria munamääriä tarvitsee massaa käyttäessään vain vähän varastotilaa, välttyy munien särkymisvaaralta ja joukossa mahdollisesti olevan pilaantuneen tavaran säilyttämiseltä. Munia ei myöskään tarvitse rikkoa samoissa tiloissa joissa tuotteita valmistetaan. Tällöin vältetään likaisten kuorien aiheuttamalta kontaminaatiovaaralta.

Käsillä oleva kirjallisuuskatsaus ja tutkimustyö pyrkii selvittämään munamassassa pastöroinnin ja jäädyttämisen aikana tapahtuvia muutoksia, jotka vaikuttavat massan käyttöominaisuuksiin. Maassamme on otettu käytäntöön korkein ulkomailla suositeltu pastörointilämpötila ja koska suomalaisen kananmunan koostumus jossakin määrin poikkeaa ulkomailla saaduista tuloksista (KYTI *et al.* 1968 a ja b) on katsottu aiheelliseksi suorittaa tutkimuksia maassamme pastöroiduista munamassoista. Näin saatuja tuloksia ulkomaisiin tutkimustuloksiin verrattaessa saadaan lähtökohta mahdollisia teknillisiä parannuksia suunniteltaessa.

Vaahdonmuodostuskyky

Munan tärkein leivontaominaisuus on sen vaahdonmuodostuskyky, joka on riippuvainen munien proteiini-koostumuksesta. Vaahdonmuodostusta tutkittaessa on pyritty selvittämään proteiinin eri komponenttien merkitystä, jotta samalla saataisiin tietoja pastöroinnin aiheuttamista muutoksista. PARKINSON (1967) esittää tutkimuksessaan kananmunan proteiini-koostumuksen prosentteina munan sisällöstä seuraavasti:

ovalbumiini	4.1 %	lysotsyymi	0.3 %	lipovitelliini	2.3 %
konalbumiini	1.0 %	ovomukiini	0.1 %	fosvitiini	1.0 %
ovomukoidi	0.8 %	flavoproteiini	0.06 %	livetiini	0.7—1.8 %
globuliinit	0.6 %	lipovitelliini	3.0 %		

Näistä on valkuaisen sisältämiä komponentteja tutkittu eniten. Seuraavaan on kerätty vaahdonmuodostukseen eniten vaikuttavat yhdisteet sekä selostettu niiden mahdollista osuutta leivonnassa (KNIGHT *et al.* 1967, GARIBALDI *et al.* 1963, NAKAMURA 1966).

Ovalbumiini, jota munassa on eniten säilyttää tuotteen rakenteen huokoisena saostamalla paistamisen aikana liukenemattomiksi yhdisteiksi vaahtokuplien pinnalle.

Ovomukiinin kuitujen pituus lyhenee vatkaamisen aikana. Tämä ilmeisesti parantaa valkuaisen vatkaautuvuutta. Ovomukiinin tärkein osuus leivonnassa on kuitenkin sen vaahtoa stabiloiva ominaisuus. Tämä ominaisuus johtuu sen korkeasta viskositeetista sekä sen saostumisesta vaahtokuplien pinnalle. Ovomukiinin ja lysotsyymin saostuminen ja siitä johtuva aggregaattien muodostuminen ennen vatkaamisen alkamista huonontaa selvästi valkuaisen vatkaautuvuutta.

Globuliinien vaikutuksesta vatkaattavan valkuaisen tilavuus suurenee, muodostuu pieniä kuplia ja rakenteesta tulee pehmeä.

Pastöroinnin ja jäädyttämisen aiheuttamat muutokset munamassassa

Munamassoja pastöroitaessa on lämpötila pidettävä suhteellisen alhaisena ja kesto-aika lyhyenä saostumisen välttämiseksi. Saostuminen johtuu ilmeisesti siitä, että proteiini-molekyylissä olevien polypeptidien väliset heikot sidokset särkyvät tai muuttavat luonnettaan, josta saattaa olla seurauksena molekyylin liittyminen toisiinsa aggregaateiksi. Näitä muutoksia lähinnä munamassan pastörointia silmällä pitäen ovat selostaneet ja tutkineet LINEWEAVER ja CUNNINGHAM (1964), REINKE ja BAKER (1966), PARKINSON (1966 ja 1967), GARIBALDI *et al.* (1968) sekä PALMER *et al.* (1969).

Ovalbumiini säilyy muuttumattomana 65°C:ssa 30 min:in ajan kun se on vesiliuoksena, jonka happamuusaste on pH 6.5—7.0. Myös ovomukoidi ja lysotsyymi ovat suhteellisen kestäviä lämpökäsittelyyn nähden. Sensijaan konalbumiini hyytyy herkästi, ellei läsnä ole tarpeeksi rautaa, joka yhtyessään konalbumiiniin muodostaa lämpöä kestävän yhdisteen. Tästä syystä valkuaismassaa valmistettaessa koaguloituminen tapahtuu herkästi, koska valkuaisessa ei ole tarpeellista rautamäärää. Munamassan rautapitoisuus on normaalisti riittävä. Valkuaismassan lämpökäsittelyssä on voitu käyttää korkeampia lämpötiloja lisäämällä massaan 50 ppm ferrikloridia. Sama vaikutus on saatu aikaan lisäämällä 25 ppm aluminiumsulfaattia.

Proteiiniosan entsyymien lämpöherkkyyteen perustuen on kehitetty koe pastöroinnin tehokkuuden määrittämiseksi. α -amylaasin on todettu tuhoutuvan kun munamassaa kuumennetaan 2.5 min:n aika 64.5°C:ssa. Tämä tuhoutuminen on helposti määritettävissä tärkkelystestillä.

Valkuaismassan herkän saostumisen johdosta sen pastörointilämpötilaksi suositellaan 55—56°C ja kesto-aikaa 2 min. Keltuaismassalle suositellaan lämpötiloja 62.2—64.4°C ja kesto-aikaa 3.5 min. Pastörointilämpötilojen 63.3°C ja 64.4°C on todettu aiheuttavan keltuaisessa lievää viskositeetin nousua, joka ei kuitenkaan ole vaikuttanut keltuaismassan käyttöominaisuuksiin.

Munamassaa valmistettaessa muodostuu valkuaisen ja keltuaisen proteiinien kesken ilmeisesti kompleksiyhdisteitä, jolloin proteiiniosan luonne jossakin määrin muuttuu. Munamassan viskositeetin on todettu kohoavan hitaasti, mutta tasaisesti lämpötilan kohotessa 56°C:sta 60°C:een ja vähenevän välillä 67—68°C, jossa vaiheessa muodostuu runsaasti saostumaa. Lämpötilan kohotessa edelleen viskositeetti kohoaa jälleen kunnes saostuminen tapahtuu täydellisenä juuri ennenkuin on saavutettu lämpötila 73°C. Varsinaisissa pastörointiin suositelluissa lämpötiloissa 61.1°C:sta 64.4°C:een on kokeita tehty kesto-aikojen vaihdella 0.5 minuutista 14 minuuttiin. Tällöin on todettu viskositeetin lisääntyvän samassa lämpötilassa lineaarisesti ajan suhteen. Lisäys on kuitenkin sitä nopeampaa mitä korkeampi lämpötila on kyseessä.

LINEWEAVER ja CUNNINGHAM (ref. PARKINSON 1966) ovat esittäneet tärkeimmät munamassan lämmönkestävyyttä lisäävät tekijät seuraavasti:

a) Keltuaisen tulee sisältää tarpeellinen määrä rautaa, jotta valkuaisen konalbumiini sitoutuisi

b) Kanamunan pH:n tulee olla rajoissa 7.5—7.8, jotta lysotsyymi, ovalbumiini ja ovomukoidi eivät saostuisi.

Myös jäädyttäminen vaikuttaa munamassan rakenteeseen. Sekä keltuais- että munamassassa on jäädyttämisen todettu lisäävän viskositeettia. Säilytettäessä pastöroitua

massaa jäädytettynä, se saa sulaessaan helposti »rikkoutuneen» tai »erottuneen» ulkonäön. Homogenoitaessa massan tasaisuus palautuu. Säilytyksen aikana muodostuu ilmeisesti palautuvia aggregaatteja yhdestä tai useammasta kananmunan aineosasta. Nämä aggregaatit särkyvät kuitenkin, jos massaa sulattamisen aikana sekoitetaan tai jos massa sulatuksen jälkeen homogenoidaan. On kuitenkin ilmeistä, että aggregaattien muodostuminen aiheuttaa osittaisen emulsion rikkoutumisen, jolloin öljyä vapautuu, ja massan leipoutumisominaisuudet huononevat.

Jäädyttämisen ja pastöroinnin aiheuttamia muutoksia ovat KALOYERAS *et al.* (1962) poistaneet lisäämällä massoihin 500 ppm erilaisia proteolyttisiä entsyymejä, joista voidaan mainita fikiini, bromeliini ja papaiini.

Pastöroidun massan leivontaominaisuudet

KNIGHT *et al.* (1967) ovat määrittäneet vaahdon ominaisvolyymin (ml vaahtoa/g massaa) sekä raakamassalle että eri lämpötiloissa pastöroiduille massoille seuraavasti:

	lämpötila ja aika		ml/g
raakamassa			3.82
pastöroitu massa	63.0°C	2.5 min	3.94
pastöroitu massa	63.3°C	2.5 min	3.18
pastöroitu massa	63.9°C	2.5 min	3.29
pastöroitu massa	64.4°C	2.5 min	3.37

Pastörintilämpötilan kohotessa yli 63°C alenee näiden tutkimusten mukaan vaahdon ominaisvolyymi selvästi.

MILLER ja WINTER (1950) ovat tutkineet munamassojen ja munien vatkamiseen tarvittavia aikoja. Tutkimusten tulokset osoittavat, että pastöroitujen ja jäädytettujen massojen vatkautumiseen tarvittava aika on ollut noin 8 % pitempi kuin munien vatkautumiseen tarvittava aika ja noin 17 % pitempi kuin käsittelemättömän massan vatkautumiseen tarvittava aika.

Kuten edellä on selvitetty, on tutkimusten perusteella todettu vatkautuvuusajan pitenevän ja vaahdon tilavuuden vähenevän kun munamassaa pastöroidaan tai jäädytetään. Toisaalta näiden käsittelyjen on todettu lisäävän vaahdon kestävyyttä. Tämä todettiin (MILLER ja WINTER 1950) valumiskokeella, tilavuuseroina vaahdon ja valmiin kakun välillä sekä vertaamalla valmiiden kakkujen volyymejä toisiinsa. Valumiskokeessa seisotettiin punnittu määrä valmista vaahtoa tunnin ajan ja mitattiin tänä aikana valuneen nesteen määrä millilitroina. Kuten seuraavasta numeroasetelmasta voidaan havaita, ei pastöroinnilla ollut vaikutusta kakun tilavuuteen. Vaikka käsitellyistä massoista saatiin vähäisempi määrä vaahtoa, sen säilyvyys paistettaessa oli selvästi munista tehtyä vaahtoa parempi. Myöskään värissä, kiinteydessä, kosteudessa tai maussa ei havaittu eroja eri kakkujen välillä.

	100 g:sta vaahtoa tunnin aikana va- lunut nestemäärä ml	valmiiden kakku- jen tilavuudet ml	vaahdon ja kakun ominaispainojen erotus
kuorimunat	69.8	2160	0.136
pastöroimaton massa	19.5	2206	0.123
pastöroitu 60—61°C:ssa	15.4	2199	0.125
pastöroitu 61—62.2°C:ssa	25.6	2196	0.118
pastöroitu 62.2—63.3°C:ssa	15.1	2186	0.118

HELLER *et al.* (1962) antoivat yhdeksän leipomom verrata keskenään pastöroimatonta massaa 64.4°C:ssa 2.5 min:n ajan pastöroituun ja homogenoituun massaun. Leipomot valmistivat kummastakin massasta rinnakkain erilaisia konditoriatuotteita. Tulokset olivat osittain ristiriitaisia, mutta mitään selvää eroa massojen paremmuudesta toisiinsa verrattuna ei havaittu.

SUGIHARA *et al.* (1966) ovat todenneet ettei pastöroinnilla 62.8°C:seen (3.5 min) ole ollut mitään vaikutusta jäädyttämättömästä massasta valmistettuihin kakkuihin. Jäädytetystä pastöroidusta massasta saatiin sensijaan kakku, jonka tilavuus oli kontrollikakun tilavuutta n. 3 % pienempi. Pastöroinnin ja homogenoinnin yhteisvaikutus pienensi jäädyttämättömästä munamassasta valmistettujen kakkujen tilavuutta, mutta paransi jäädytetystä pastöroidusta massasta valmistetun kakun tilavuuden samaan suuruusluokkaan kuin jäädytetystä massasta tehdyllä kakulla.

Neljän vuorokauden säilytys 3.3—4.4°C:ssa ei aiheuttanut mitään muutoksia pastöroidussa massassa (KNIGHT *et al.* 1967). Samat tutkijat säilyttivät sekä pastöroitua että pastöroimatonta massaa jäädytetynä — 10°...— 11°C:ssa. Pastöroimatonta massaa säilyi näissä olosuhteissa laadultaan muuttumattomana kaksi vuotta, pastöroitu massa sensijaan vain n. 30 viikkoa. Tutkijat totesivat pastöroidun massan vaahdonmuodostuskyvyn huononevan jo 20 viikon jälkeen, mutta valmiin kakun tilavuudessa alkoi ilmetä pienenevästä vasta mainitun 30 viikon kuluttua.

Munamassan mikrobiologiaa

Kun munamassaa valmistetaan suurissa määrissä elintarviketeollisuuden raaka-aineeksi on sen hygienistä laatua tarkkailtava. Munia rikottaessa pääsee kuorista massan joukkoon runsaasti mikrobeja, jotka lisääntyvät nopeasti. Ehjänä kananmuna on suhteellisen säilyvä luonnontuote. Ensinnäkin kuori ja sen pinnalla oleva kutikula hidastavat mikrobien sisäänkäyntiä. Munaan päästyään mikrobit joutuvat ensin kosketukseen valkuaisen kanssa. Tämä sisältää runsaasti mikrobien kasvua estäviä yhdisteitä. Vasta päästessään keltuaiseen mikrobit pystyvät lisääntymään nopeasti. Massaa valmistettaessa keltuainen sekoittuu valkuaiseen, jolloin jälkimmäisen mikrobikasvua estävien tekijöiden vaikutus heikkenee. Vaikka massa välittömästi valmistuksen jälkeen vietäisiin jäädytettäväksi, kestää sekä massan valmistus että sen jäätyminen siksi kauan, että bakteerien kokonaismäärä ehtii kohota huomattavasti. MAJEWSKA (1962) on tutkinut 514 valmistamisen jälkeen — 10°C:ssa jäädytettyä massaa. Jäätyminen kesti 48 tuntia. Bakteerien kokonaismäärät vaihtelivat näissä massoissa 640 000—900 000 pesäkettä/ml. Kun vastaavat massat pastöroitiin vaihteli bakteerien kokonaismäärä 1 700—2 700 pes./ml. Samoista massoista on tekijä esittänyt koliryhmän bakteereja koskevat tutkimustulokset seuraavasti:

	näytemäärä	niiden näytteiden prosentuaalinen osuus kaikista näytteistä, joissa seuraavat kolitesit olivat positiiviset:					
pastöroitu massa		1.0	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
huhtikuu	275	2.5					
toukokuu	251	16.3					
kesäkuu	199	29.6					
pastöroimatonta massa							
huhtikuu	132	31.8	32.5	26.5	9.0		
toukokuu	257	0.3	6.6	17.1	50.1	25.6	
kesäkuu	125	1.6	6.4	24.0	29.6	38.4	

Tarkasteltaessa munamassan mikrobiologista laatua, ovat tutkijat sitä mieltä, että pastörinti tuhoaa yli 99 % massan mikrobistosta silloinkin kun käytetään pastörinti-lämpötilaa 60—61°C ja kestoaikaa 4 min. Näin ollen antaa pastörinti erinomaisen suojan mikrobeja vastaan. Lisäksi tällainen massa säilyy sekä aistinvaraisesti että mikrobiologisesti arvostellen käyttökelpoisena vähintään 6 vrk kun sitä säilytetään 3.3°C:ssa ja vähintään 5 vrk kun sitä säilytetään 4.4°C:ssa (WOOD ja YOUNG 1969).

Maissa, joissa munamassoille on määrätty pastörintipakko, tämä on aiheutunut lähinnä salmonellavaaran olemassaolosta. Salmonellatutkimuksia onkin suoritettu erittäin runsaasti varmuusmarginaalin selville saamiseksi.

MAJEWSKA (1962) on esittänyt tietoja puolalaisten massojen salmonellaesiintymistä. Heillä käytössä oleva pastörintimenetelmä on seuraava: + 10°C:ssa oleva munamassa kuumennetaan 67—68°C:een ja jäädytetään välittömästi takaisin + 10°C:seen. Käsitteily kestää 3.6 min. Tutkimuksissa oli 514 raakamassaa, joista 77 sisälsi ryhmää *Salmonella gallinarum-pullorum* ja yksi *S. typhimuriumia*. Pastöroiduista näytteistä (725 kpl) tehdyt salmonellakokeet olivat kaikki kielteisiä.

HELLER *et al.* (1962) ovat lisänneet munamassaan *Salmonella gallinarumin* ja *S. typhimuriumin* puhdasviljelmäseosta siten, että näiden määrä on ollut 400 000 bakt./ml. Tämän jälkeen massaa pastöroiditiin 2.5 min. eri lämpötiloissa. Todettiin, että 62.8°C:een pastöroinnilla käsitelystä massasta otettu 50 ml:n näyte oli kielteinen salmonellojen suhteen.

SUGIHARA *et al.* (1969) ovat määritelleet hygieenisesti turvalliseksi sellaisen pastörintimenetelmän, jossa lisätyn bakteerimäärän tuhoutumiskertoimeksi saadaan luku 10^7 . *S. typhimuriumille* he saivat 60°C:ssa kahden minuutin kestoajalla tuhoutumiskertoimeksi 10^8 . Sensijaan *S. senftenberg* 775 W:n kertoimeksi saatiin vain 10^4 — 10^5 silloinkin kun käytettiin lämpötilaa 64.4°C ja kestoaikaa 3.5 min.

GARIBALDI *et al.* (1969) ovat lähteneet salmonellatutkimuksissaan tarkastelemaan miten paljon lukumääräisesti näitä mikrobeja esiintyy massoissa. Heidän mielipiteensä mukaan tutkimukset, joissa todetaan ainoastaan näytteiden positiivisuus eivät sinänsä vielä sano mitään näytteiden vaarallisuudesta eivätkä myöskään riitä selvittämään pastöroinnille asetettavia vaatimuksia. He ovat käsitelleet sekä muiden tutkijoiden aineistoja että omien tutkimustensa tuloksia. Tällöin 156:ssa pastöroimattomassa munamassassa ja 131:ssä pastöroimattomassa valkuaismassassa oli 100 salmonella positiivista näytettä. Jakautuma salmonellojen lukumäärän perusteella oli positiivisissa näytteissä seuraava:

näytemäärä	bakteerien todennäköinen lukumäärä (MPN) millilitrassa massaa
------------	--

86 kpl	alle 1
10 kpl	1.4—2.9
1 kpl	5.3
2 kpl	24
1 kpl	110

Samalla he pyrkivät selvittämään bakteerien kokonaismäärän suhdetta salmonellaesiintymiin. Tällöin he toteavat, että massat joissa bakteerien kokonaismäärät ovat suuret (10^6 — 6×10^7 pes/g) myös salmonellojen esiintymisvaara on suuri. Toisaalta eivät kuitenkaan massat joiden bakteerien kokonaismäärä on alhainen (alle 10^5 pes/g) anna täyttä varmuutta siitä, etteikö salmonelloja voisi esiintyä. Munamassan pastörintimini-

min vaatimusta 60°C kestoajalla 3.5 min verrataan näytteistä saatuihin salmonellamääriin jolloin todetaan, että salmonellojen esiintymismahdollisuus yhdessä g:ssa pastöroitua massaa on 1:5 000 000 silloinkin kun lähdetään suurimmasta todetusta raakamassan salmonellamäärästä. Voimakkaasti lämpöäkestävää *S. senftenberg* 775 W:tä ei tutkijoiden mukaan ole pystytty eristämään munista senjälkeen kun se vuonna 1940 eristettiin ensimmäisen kerran. Näin ollen ei liene asiallista asettaa pastörintivaatimuksia tämän bakteerin mukaan. MAJEWSKA (1962) on samansuuntaisesti todennut yleisimmiksi munamassoista löydetyiksi salmonelloiksi seuraavat: *S. thompson*, *S. aberdeen*, ryhmä *S. gallinarum-pullorum* ja *S. typhimurium*.

GARIBALDI *et al.* (1969) ovat esittäneet neljä mahdollisuutta salmonellojen esiintymiselle pastöroiduissa massoissa:

- a) pastörintia ei ole hoidettu suositusten mukaisesti.
- b) massassa esiintyy erittäin lämpöäkestäviä salmonella-lajeja.
- c) salmonelloja on massassa erittäin runsaasti, joka saattaa johtua massan väärästä käsittelystä muniin rikkomisen jälkeen tai massan pitkäaikaisesta säilyttämisestä ennen pastörintia.
- d) jälkitartunta.

Kuitenkin voidaan sanoa näiden neljän mahdollisuuden olevan hyvin harvinaisia. Edellä mainitut tutkijat ovat v. 1968 löytäneet 1100 pastöroitua massaa tutkittuaan vain yhdestä näytteestä salmonelloja.

Omat tutkimukset

Tutkimusten tarkoituksena oli selvittää pastöroidun munamassan käyttöominaisuuksia. Koska ulkomaisten tutkimusten perusteella voidaan todeta vatkaautuvuuden, vaahdon ominaisvolyymin sekä vaahdon säilyvyyden antavan hyvän kuvan munan leivont ominaisuuksista otettiin nämä ominaisuudet tarkastelun kohteiksi. Koesarjoja oli kaksi. Ensimmäisessä tutkittiin edellä mainittujen kokeiden lisäksi massan mikrobiologista laatua sekä massan säilyvyyttä 6°:ssa sekä bentsoehappoa lisäämällä että ilman lisäystä. Toisessa koesarjassa tutkittiin jäädytettynä säilyttämisen vaikutusta massaan.

Tutkimusmenetelmät

Vatkaautuvuuskoee: Ensimmäisessä koesarjassa vatkausaika oli 7 min (3 min nopeudella 180 kierrosta/min ja 4 min nopeudella 240 kierrosta/min). Toisessa koesarjassa vatkausaika oli 3 min nopeudella 950 kierrosta/min. Lämpötila kummassakin oli 20°C. Vaahdon säilyvyys: vahto punnittiin suodatinpaperilla varustettuun Büchner-suppiloon (halkaisija 12 cm). Vaahdon annettiin seisoa yhden tunnin ajan, jonka jälkeen mitattiin vaahdosta valuneen nesteen määrä sekä laskettiin tämän nesteen määrä 100 vaahtogrammaa kohti.

Mikrobiologiset tutkimukset suoritettiin samojen menetelmien mukaan kuin kananmunien mikrobiologista laatua käsittelevissä tutkimuksissa (KYTI *et al.* 1968 d). Kuiva-aineen ja lipidipitoisuuden määrittäminen olivat samat kuin kananmunan kemiallista koostumusta käsittelevissä tutkimuksissa (KYTI *et al.* 1968 a).

Kananmunamassojen käyttöominaisuudet ja säilyvyys

Ensimmäinen koesarja. Materiaalina olivat munat sekä vastaavista munaeristä valmistettuina viisi raakamassaa, kolme levypastöörissä pastöroitua massaa (lämpötila 64.5°C, kesto aika 3.5 min) ja kaksi patapastöörissä pastöroitua massaa (nousu-aika 20 min, korkein lämpötila 64.5°C). Tässä koesarjassa käytetyn sähkövatkaimen pienestä kierrosluvusta johtuen jouduttiin käyttämään neljä minuuttia pitempää vatkausaikaa kuin toisessa koesarjassa. Kaikki raaka-aineet vatkautuivat kuitenkin samassa ajassa, joten saman koesarjan puitteissa ei vatkausaikoja tarvinnut muuttaa.

Munista, raakamassoista ja pastöroiduista massoista valmistettujen vaahtojen ominaisvolyymeissä ei ollut eroavuuksia. Rinnakkaiskokeiden ja eri raaka-aineiden vaihtelut olivat rajoissa 3.9—4.1 ml vaahtoa/g munaa. 6 vrk:n 6°C:ssa tapahtunut säilytys ei vaikuttanut millään tavoin vatkautevuuteen tai vaahton ominaisvolyymiin.

Vaahton säilyvyyttä tarkasteltaessa todettiin patapastöörissä valmistetusta massasta valuneen hieman vähemmän nestettä (76 ml) kuin muista (80 ml). Pastöroitujen massojen haju ja maku säilyivät hyvinä kuuden vrk:n ajan, raakamassoissa vain vuorokauden. Hyvänä säilyi myös pastöroitujen massojen kiinteys, joka raakamassoissa jo 1—2 vrk:n kuluttua alkoi olla vetinen. Samoin säilyi pastöroitujen massojen pH rajoissa 7.6—7.9, kun se raakamassoissa kuuden vuorokauden kuluttua oli laskenut välille pH 6.3—6.5.

Toinen koesarja. Materiaalina olivat munat, pastöroidun massa ja levypastöörissä pastöroituu massa (lämpötila 64.5°C, kesto aika 2.5 min). Massat säilytettiin 500 ml:n muovipulloissa, koesarja oli seuraava: Ensimmäinen koe valmistusta seuraavana päivänä massoista, jotka oli säilytetty 4°C:ssa. Toinen koe valmistuspäivänä jäädytetyistä ja 4 vrk. — 25°C:ssa säilytetyistä massoista. Seuraavat kokeet tehtiin valmistuspäivänä jäädytetyistä ja — 25°C:ssa 2, 3, 4, 5, 6 ja 8 kuukautta säilytettyinä olleista massoista. Tutkimusten tulokset on esitetty taulukossa 1.

Tulosten tarkastelua

Eri pastörintimenetelmät eivät näiden tutkimusten mukaan vaikuttaneet millään tavoin vatkautevuusaikaan, vaahton säilyvyyteen eivätkä vaahton ominaisvolyymiin kun vertailukohteina olivat munat ja raakamassat. Mitkään ominaisuudet eivät myöskään muuttuneet kun massoja säilytettiin 6 vrk 6°C:ssa. Nämä tulokset poikkeavat selvästi ulkomaisista tutkimustuloksista. Vertailu on kuitenkin tehtävä varauksellisesti, sillä julkaisuissa ei yleensä ole selostettu vatkaus- ja vaahtonsäilyvyyskokeiden tarkkaa suoritustapaa. Vain MILLER *et al.* (1950) ovat selostaneet menetelmänsä, joka poikkeaa selvästi näissä tutkimuksissa käytetyistä menetelmistä. He ovat lisänneet 50 g:aan munaa 10 ml vettä, ja seosta on vatkattu 1 min.

Tehtyjen tutkimusten mukaan vasta jäädyttäminen on vaikuttanut massasta tehdyn vaahton ominaisvolyymiin ja vaahton säilyvyyteen. Ominaisvolyyymi on laskenut heti jäädyttämisen jälkeen 3.96:sta välille 2.49—2.68. Jäädytettynä säilytetyn pastöroidumattoman massan ominaisvolyyymi on tämän jälkeen säilynyt tasaisena koko 8 kk kestäneen koesarjan ajan. Sensijaan pastöroidusta massasta valmistetun vaahton ominaisvolyyymi on selvästi huonontunut jo kolmen säilytyskuukauden aikana. Kokeen lopussa se oli vähentynyt noin puoleen jäädyttämättömän massan ominaisvolyymistä. Nämä tulokset vastaavat kirjallisuudesta saatuja tietoja.

Taulukko 1. Jäädätettyä säilyttämisen vaikutus munamassan ominaisuuksiin.

	Ka- nan munat	Jäädätettyä mättömät massat 1 vrk	—25°C säil. 4 vrk	—25°C säil. 2 kk.	—25°C säil. 3 kk.	—25°C säil. 4 kk.	—25°C säil. 5 kk.	—25°C säil. 6 kk.	—25°C säil. 8 kk.
Kuiva-aine %		26.7	25.3	27.1	25.4	26.6	24.7	25.2	24.3
Lipidipit. %		10.7	10.2	10.9	11.3	11.5	11.5	11.2	10.4
Vaahdon ominaisvolyyymi ml/g	3.95—								
	4.20	3.96	2.49	2.68	2.26	2.16	2.57	2.32	2.59
Vaahdon säilyv. 1 t	71 ml	81 ml	75 ml	0.8 ml	0.9 ml	0 ml	0 ml	0 ml	0 ml
1.5 t			3.2 ml	2.7 ml	0 ml	0 ml	0 ml	0 ml	0 ml

Raaka Past. Raaka Past. Raaka Past. Raaka Past. Raaka Past. Raaka Past. Raaka Past. Raaka Past.

Taulukko 2. Munamassoissa esiintyneet mikrobimäärät massagrammaa kohhti.

	Pastöroidottomat massat			Pastöroidut massat			
	Valmistus- päivänä	1 vrk:n kuluttua	3 vrk:n kuluttua	Valmistus- päivänä	4 vrk:n kuluttua	5 vrk:n kuluttua	6 vrk:n kuluttua
Koliryhmän bakteerit	350—9 300	300—300 000	3—6 milj.	0	0	0	0
Bakteerien kokonaismäärä	23 000—900 000	2 milj.—30 milj.		10—2 000	30 000—50 000	50 000—100 000	50 000—8 milj.
Hiivat ja homeet	0	10—300		0	0	0	0
Salmonellat	0	0	0	0	0	0	0

Vaahdon säilyvyyttä jäädyttäminen paransi ratkaisevasti. Vaikka valumisaikaa pidennettiin puolella tunnilla (yht. 1.5 t) valui nestettä ainoastaan niistä massoista, joita oli säilytetty 4 vrk ja niistäkin keskimäärin vain 3 ml. Kun tätä tulosta verrataan munista tai jäädyttämättömistä massoista valmistetuista vaahdoista valuneeseen 70—85 ml:an, on muutos erittäin merkittävä.

Koska kokeessa mukana olleet massat oli pakattu 500 ml:n eriin, tehtiin koesarjan aikana myös kemiallisia tutkimuksia, jotta voitaisiin varmistua siitä, ettei pakkauskohtaisia eroja, kuten kuivumista, ole päässyt syntymään. Lievää haihtumista onkin todettavissa. Pastöroidottomassa massassa, jonka kuiva-ainepitoisuus on kautta linjan korkeampi kuin pastöroidulla massalla, on kuivumista havaittavissa 1.5 %-yksikköä 8 säilytyskuukauden aikana. Pastöroidulla massalla muutos on noin 1 %-yksikköä.

Mikrobiologiset tutkimukset

Ensimmäisen koesarjan yhteydessä tehtiin sekä pastöroidottomista että pastöroiduista massoista myös mikrobiologisia tutkimuksia, joiden tulokset ovat taulukossa 2.

Pastöroidotonta massaa mikrobiologisten tutkimusten valossa tarkasteltaessa voidaan todeta sen olevan hygieenisesti arveluttavaa jo valmistuspäivänä. Sensijaan pastöroidu massa on käyttökelpoista vielä viidentenä päivänä valmistuspäivästä lukien. Mikrobiologisesti arvioiden parhaat massat oli valmistettu patapastöörissä. Tämä on selitettävissä osittain siten, että patapastööriä varten valmistettiin pienempi erä massaa kuin levy-pastööriä varten. Näin ollen patapastööriin tarkoitettu raakamassa joutui pastöroidintäsittelyyn nopeasti. Paras pastöroidu massa (valmistuspäivänä 10 pes./g) olikin valmistettu raakamassasta, jossa oli vähiten mikrobeja grammaa kohti. Tämän lisäksi patapastöörin hidas lämpötilannousu varmistaa massassa kauttaaltaan tapahtuvan tasaisen kuumenemisen.

Samoin kuin aikaisemmissa tutkimuksissa (KYTTI *et al.* 1968 c) olivat näissäkin töissä kaikki salmonellakokeet kielteisiä.

Kuten edellä on mainittu tehtiin mikrobiologisten kokeiden rinnalla koesarja, jossa munamassaan lisättiin 0.05, 0.1 tai 0.2 paino% Na-bentsoaattia bentsohapoksi lasketuna. Nämä lisäykset eivät kuitenkaan vaikuttaneet millään tavoin munamassan säilytyskestävyyteen 6°C:ssa säilytettäessä.

Tiivistelmä

Ulkomaisten tutkimusten mukaan munamassan vatkautuvuus huononee ja vaahdon ominaisvolyyymi (ml vaahtoa/g massaa) pienenee kun massaa pastöroidaan tai jäädytetään. Kun samanaikaisesti kuitenkin vaahdon säilyvyys paranee tulee valmiin kakun volyyymi yhtä suureksi raaka-aineen käsittelystä riippumatta.

Edellä esitetyissä munamassoja käsittelevissä tutkimuksissa ei ole saatu esille mitään mainittavia eroja munien, pastöroidottomien tai pastöroidujen munamassojen vatkautuvuudessa, vaahdon ominaisvolyyymissä tai vaahdon säilyvyydessä. Massan jäädyttäminen on sensijaan alentanut vaahdon ominaisvolyyymiä mutta toisaalta parantanut huomattavasti vaahdon säilyvyyttä. Kun pastöroidtua ja jäädytettyä massaa varastoitettiin — 25°C:ssa alkoi vaahdon ominaisvolyyymi pienentyä edelleen kolmannen säilytyskuukauden lopulla ja 8 kk:n kuluttua se oli pienentynyt noin puoleen siitä mitä oli pastö-

roidun jäädyttämättömän massan ominaisvolyyymi, Pastöroimattomalla massalla tämä ominaisuus säilyi muuttumattomana.

Mikrobiologisten tutkimusten perusteella voidaan pastöroimattoman massan sanoa olevan hygieenisesti erittäin arveluttavan tuotteen. Sensijaan pastöroitua ja 6°C:ssa säilytettyä massaa voidaan pitää terveydelle haitattomana vielä viidentenä päivänä valmistuspäivästä lukien. Nykyisin on siirrytty käyttämään 4°C:een säilytyslämpötilaa, joka kirjallisuustutkimusten perusteella varmistaa tuotteen säilyvyyttä.

Natriumbentsoaatin lisäykset 0.05, 0.1 tai 0.2 paino% (bentsohapoksi laskettuna) eivät vaikuttaneet tuotteen säilyvyyteen 6°C:ssa säilytettäessä.

KIRJALLISUUS

- GARIBALDI, J. A., DONOVAN, J. W., DAVIS, J. G. & CIMINO, S. L. 1968. Heat denaturation of the ovomucin-lysozyme electrostatic complex- A source of damage to the whipping properties of pasteurized egg white. *J. Food Sci.* 33: 514—524.
- GARIBALDI, J. A., LINEWEAVER, H. & IJICHI, K. 1969. Number of salmonellae in commercially broken eggs before pasteurization. *Poult. Sci.* 48: 1096—1101.
- HELLER, C. L., ROBERTS, B. C., AMOS, A. J., SMITH, M. E. & HOBBS, B. C. 1962. The pasteurization of liquid whole egg and the evaluation of the baking properties of frozen whole egg. *J. Hyg.* 60: 135—143.
- KALOYERAS, S. A., NOVAK, A. F. & WATTS, A. B. 1962. Heat sterilization of liquid eggs after stabilization treatment with various proteinases. *Poult. Sci.* 41: 284—288.
- KNIGHT, R. A., MEARS, K., PARKINSON, T. L. & ROBB, J. 1967. The baking properties of pasteurized whole egg. *J. Food Technol.* 2: 143—167.
- KYTTI, M., TUOMAINEN, L. & ANTILA, M. 1968 a. Die Zusammensetzung des Finnischen Hühnerieis. *Maatal.tiet.aikak.* 40: 114—125.
- KYTTI, M. & TUOMAINEN, L. 1968 b. Untersuchungen über die Haltbarkeit von Eiern. *Ibid.* 40: 219—236.
- KYTTI, M. & TUOMAINEN, L. 1968 c. Kananmunamassan mikrobiologinen laatu. *Suom. Eläinlääk.* 1. 74: 206—211.
- KYTTI, M., TUOMAINEN, L., NIKUNEN, E. & UOTILA, M. 1968 d. Kananmunien mikrobiologisesta laadusta. *Suom. Eläinlääk.* 1. 74: 297—306.
- LINEWEAVER, H. & CUNNINGHAM, F. E. 1964. Pasteurizing egg white. U.S. 3,251,697 (Cl. 99—161) May 17 appl. March 19. Ref: *Chem. Abstr.* 1966. 65.
- MAJEWSKA, D. 1962. Vergleichsprüfungen des bakteriologischen Zustandes vom pasteurisierten und unpasteurisierten Gefriervollei. Symposium of the world association of veterinary food-hygienists. *Proceedings Nice, France, May 27 — June 2, 1962.* pp. 254—257.
- MILLER, C. & WINTER, A. R. 1950. The functional properties and bacterial content of pasteurized and frozen whole eggs. *Poult. Sci.* 29: 88—97.
- NAKAMURA, R. 1966. Foaming property of chicken egg white. *Nippon Nogei Kagaku Kaishi* 40: R 13-R 18. Ref: *Chem. Abstr.* 1966, 65: 4539 g.
- PALMER, H. H., IJICHI, K., CIMINO, S. L. & ROFF, H. 1969. Salted egg yolks. I. Viscosity and performance of pasteurized and frozen samples. *Food Technol.* 23: 1480—1485.
- PARKINSON, T. L. 1966. The effect of heat and other factors on whole egg and its constituents. *J. Sci. Food Agric.* 17: 233—237.
- »— 1967. Effect of pasteurisation on the chemical composition of liquid whole egg. I-Development of a scheme for the fractionation of the proteins of whole egg. *Ibid.* 18: 208—213.
- REINCE, W. C. & BAKER, R. C. 1966. The effect of pasteurizing liquid whole egg on viscosity, α -amylase and *Salmonella senftenberg*. *Poult. Sci.* 45: 1321—1327.
- SUGIHARA, T. F., IJICHI, K. & KLINE, L. 1966. Heat pasteurization of liquid whole egg. *Food. Technol.* 20: 1076—1083.
- WOOD, E. C. & YOUNG, M. 1969. The keeping quality of pasteurized egg. *J. Appl. Bact.* 32: 403—407.