Vasking av konsumegg - effekt av vaskemetode og vaskemiddel på eggkvalitet.

Washing of table eggs - effect of washing method and detergent on egg quality.

Vivian Andreassen

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
Institutt for kjemi, biotekknologi og matvitenskap
Masteroppgave 30 stp. 2013

Forord

Denne oppgaven er et videre arbeid av et ”vasking av egg” prosjekt fra Animalia som ble gjennomført i samarbeid mellom Animalia, KLF og Nortura, og hadde som hovedmål å utvikle rutiner som sikrer at vasking av egg foregår på en trygg måte. Alt laboratoriearbeid foregikk på Universitetet for miljø og biovitenskap og den praktiske gjennomføringen ble gjort på Kroer gård. Råvarer og økonomisk støtte ble gitt av Animalia. En enorm takk til Ole Egge og hans medarbeidere som har stilt lokale, utstyr, egg og kunnskap til disposisjon, samt vært tålmodig når vi har vært tilstede og forstyrret den daglige driften. Uten deres hjelp hadde denne oppgaven vært vanskelig å gjennomføre.

Hovedveileder for oppgaven var forsker Tove Gudbrandsen Devold ved Universitetet for miljø og biovitenskap (UMB). Tilleggsveiledere var prosjektleder Stefania Bjarnadottir ved Animalia og førsteamanuensis Hilde Østlie og professor Solve Sæbø ved UMB. Deres råd og konstruktive tilbakemeldinger har vært til enorm hjelp i prosessen. En spesielt stor takk rettes til Solve som har vært tålmodig og hjelpsom med de statistiske analysene. Stefanias hjelp med gjennomføringen av eggvasking og andre praktisk ting forbundet med det har vært uvurderlige.

Vil takke Brit Våga ved Nortura Heimdal for lån av EggAnalyzer.

Jeg vil også rette en stor takk til Irene Comi og May Helene Aalberg som hjalp til med forberedelse og gjennomføring av det praktiske laboratoriearbeidet.

Ås, 15. mai 2013

Vivian Andreassen

_____

Sammendrag

Hovedmålet med denne oppgaven var å finne ut om vaskemiddel og vaskemetode påvirket kvaliteten i konsumegg over tid. Eggene ble vasket i dysevask med vaskemidlene Asepto MT, Alkacip og DM CID og i bøttevask med vaskemidlene America, Rotosan og DM CID. Eggene ble deretter lagret ved 8 °C og analyser ble gjennomført 1, 28, 35 og 49 dager etter vasking. Analyser av eggkvalitet inkluderte blant annet pH-målinger, beregning av Haugh Unit (HU), og visuell vurdering. I denne oppgaven ble eggene vasket slik det er anbefalt av Animalia, Kjøttbransjens landsforbund (KLF) og Nortura. Kravene for vask av egg ble oppfylt med unntak av noen få utfordringer underveis, som blant annet besto av å oppnå riktig temperatur i vaskevann og skyllevann.

Generelt påvirket verken vaskemetode eller vaskemiddel eggkvaliteten over tid. Det at eggene ble skylt eller ikke etter vasking hadde heller ingen effekt på kvaliteten. Det ble observert noen forskjeller i eggehvitens pH mellom kontrollgruppen og egg vasket med Rotosan og America ved tid 0, hvor vaskete egg hadde noe høyere pH enn egg fra kontrollgruppen. Det ble ikke observert lignende forskjeller i pH ved tid 1, 2 og 3, og dette kan skyldes at forskjeller i pH som måtte oppstå ved tid 0 jevner seg ut ettersom eggene blir eldre.

Analysene som buffertest og desinfeksjonstest for vaskemidlene, samt mikrobiologiske analyser av vaskevannet viste at vaskemidlene har ulike egenskaper. America og DM CID kom dårligst ut av buffertesten, mens Alkacip utviste den beste bufferkapasiteten av dem alle. I de mikrobiologiske analysene av vaskevannet ble det funnet mest vekst i det skitne vaskevannet til America og DM CID (dysevask). Ingen av vaskemidlene ble godkjent i desinfeksjonstesten, der America kom dårligst ut med mest vekst.

Fra et bakteriologisk standpunkt er risikoen ved å spise norske egg lav. Egg er godt rustet mot bakterier, og med både flere antimikrobielle proteiner til stede og med eggehvitens høye pH trives bakteriene sjelden. Konsumegg lagres heller ikke i lengre perioder og med riktig lagringstemperatur vil det sjelden oppstå problemer.

Om gitte retningslinjer for vasking av egg følges, samt vaskemiddelets instruksjoner om dosering og temperaturanbefalinger, vil man i stor grad kunne unngå problemstillinger som bakteriell kontaminering og vaskemiddelinntregning.

Abstract

The main objective of this study was to determine whether detergent and washing method affected the quality of table eggs over time. The eggs were washed with the detergents Asepto MT, Alkacip and DM CID in the continuous egg washer, and with the detergents America, Rotosan and DM CID in the bucket wash. Following washing, the eggs were stored at 8 °C, and analyses were conducted 1 (time 0), 28 (time 1), 35 (time 2) and 49 (time 3) days after washing. Analyses of egg quality included pH measurements, calculation of Haugh Unit (HU), and visual assessment. In this study, the eggs were washed according to guidelines published by Animalia, Kjøttbransjens landsforbund (KLF) and Nortura. These requirements for washing eggs in a safe manner were fulfilled, with the exception of a few challenges occurring, which consisted of achieving the right temperature in the washing water and rinsing water.

In general, neither the washing method nor the detergents were found to affect the egg quality over time. Whether the eggs were rinsed or not after washing, also did not affect the quality. Some differences were observed in the pH values for albumin between the control group and eggs washed with Rotosan and America at time 0. Washed eggs were observed to have a slightly higher pH values than eggs from the control group. Similar differences were not observed in the pH values for albumin at time 1, 2 and 3. The reason for this might be that as the eggs get older, differences in the pH value for albumin that may occur at time 0 get smaller.

Analyzes like buffer test and disinfection test for detergents, and microbiological analyzes of washing water, revealed that the detergents have different properties. America and DM CID were found to have the worst buffer capacity, while Alkacip exhibited the best buffer capacity of all of the detergents. In the microbiological analysis of washing water, the dirty washing water with America and DM CID (continuous washer) was found to have the most growth. None of the detergents were approved by the disinfection test, and America came out worst with the most growth.

From a bacteriological standpoint, the risk from eating Norwegian eggs is low. Eggs are well protected against bacteria because of its antimicrobial properties. Table eggs will not be kept for longer periods, and with proper storage temperature bacterias will rarely cause problems.

Given that guidelines for washing eggs and instructions regarding detergent dosage, as well as temperature recommendations, are followed, issues like bacterial contamination and detergent penetration will largely be avoided.

Innhold

1. Innledning 1
2. Teori.....3
2.1 Egget – sammensetning og bestanddeler.....3
2.1.1 Eggeskallets struktur.....5
2.2 Kjennetegn på eggets kvalitet.....6
2.2.1 Gjennomlysning av egg 7
2.2.2 Eggehviten.....7
2.2.3 Eggeplommen.....8
2.2.4 Haugh unit (HU).....9
2.2.5 Måling av tykkelsen på eggeskall.....9
2.3 Vasking av egg.....10
2.3.1 Risiko forbundet med vasking av egg.....10
2.3.2 Hvordan vasker man egg korrekt?.....12
2.4 Lagring av egg 13
2.5 Generell mikrobiologi 14
2.5.1 Luftbårne mikroorgansimer.....15
2.6 Bakterier forbundet med egg 15
2.7 Vaskemidler til egg 16
3. Materialer og metoder.....18
3.1 Materialer.....18
3.1.1 Råvarer 18
3.1.2 Subjektiv vurdering av eggene 20
3.1.3 Måling av Haugh Unit ved hjelp av EggAnalyzer™.....20
3.1.4 Måling av pH i eggehvite og eggeplomme 20
3.1.5 Vaskemidlene 20
3.2 Metoder.....22
3.2.1 Vasking av egg - dysevask.....22
3.2.2 Vasking av egg - bøttevask 23
3.2.3 Vaskemidlets egenskaper.....23
3.2.4 pH og måling av bufferkapasitet 23
3.2.5 Test av desinfeksjonseffekt.....24
3.2.6 Mikrobiologiske analyser av vaskevann.....24

3.2.7 Skalltykkelse 25
3.3 Statistiske analyser 25
4. Resultater 26
4.1 Subjektiv vurdering av eggkvalitet 26
4.2 Vasking av egg – registrering av pH og temperatur i vaskevann 28
4.3 Fordeling av klasse AA, A og B – egg ved hjelp av EggAnalyzer 29
4.3.1 Fordeling av klasser – bøttevask 29
4.3.2 Fordeling av klasser – dysevask 31
4.4 pH og måling av bufferkapasitet 34
4.4.1 pH og buffertest 34
4.5 Desinfeksjonstest 35
4.6 Mikrobiologiske analyser av vaskevann 36
4.6.1 Mikrobiologiske analyser av vaskevann - dysevask 36
4.6.2 Mikrobiologiske analyser av vaskevann - bøttevask 36
4.7 Måling av skalltykkelse 36
4.8 Statistiske analyser av eggkvalitet 37
4.8.1 pH i eggehvite 37
4.8.2 Haugh Unit 42
4.8.3 Eggeplommens pH 44
4.8.4 Farge på eggeplommen 44
5. Diskusjon 45
5.1 Subjektiv vurdering av eggkvalitet 45
5.2 Vasking av egg (bøttevask og dysevask) 45
5.3 EggAnalyzer 47
5.4 Vaskemidlets egenskaper 47
5.5 Mikrobiologisk analyse av vaskevann 48
5.6 Lagring 49
5.7 Skalltykkelse 50
5.8 Statistiske analyser av eggkvalitet 50
5.8.1 pH i eggehvite 50
5.8.3 Haugh Unit 52
5.8.4 Farge på eggeplommen 53
6. Videre arbeid 54

7. Konklusjon 55
8. Litteraturliste 57
Vedlegg

1. Innledning

Hensikten med denne oppgaven er å undersøke hvorvidt holdbarhet og kvaliteten på egg til konsum påvirkes av ulike vaskemetoder og ulike vaskemidler. Grunnen til at dette ønskes undersøkt er at det per i dag ikke finnes lover og regler fra norske myndigheters side for hvordan egg skal vaskes annet enn at det er opp til hver enkelt produsent å velge egnet vaskemetode og vaskemiddel. Animalia som rådgivningsfunksjon ønsker å kunne tilby produsentene den kunnskapen de trenger for å gjennomføre korrekt vask av egg. Animalia, i samarbeid med Nortura og KLF (Kjøtt – og fjørfebransjens landsforbund), har gjennom tidligere prosjekt (avsluttet i 2011) utarbeidet en plansje med retningslinjer for vask av egg som produsenter kan bruke som veiledning.

Både egghvitens pH og Haugh Unit (HU) er et mål for eggkvalitet og det er ønskelig med denne oppgaven å finne ut om vaskemiddel eller vaskemetode påvirker disse parameterne. Ved å undersøke hvor raskt pH i eggehviten stiger over tid vil man kunne se hvor mye holdbarheten påvirkes. En EggAnalyzer ble brukt for å regne ut Haugh Unit (HU) for egget, samt registrere eggets vekt, klassifisering og fargen på plommen. Eggehvitens og eggeplommens pH ble vurdert, samt at vekten av plommen, skallet og eggehviten ble registrert individuelt. I tillegg ble det gjennomført bakteriologiske analyser på vaskevannet for å kunne si noe om den mikrobielle belastningen eggene blir utsatt for. Vaskemidlene gjennomgikk en desinfeksjonstest for å vise hvor godt de ulike vaskemidlene greide å holde utvalgte bakterier og mugg i sjakk. En buffertest ble gjennomført for å se hvor god bufferkapasitet de ulike vaskemidlene hadde. Alle disse tileggsanalysene (vaskevannsprøvene, desinfeksjonstesten og buffertesten) kan bidra til å forklare eventuelle kvalitetsendringer. Noen av vaskemidlene hevder å kunne legge igjen en kunstig beskyttende hinne rundt egget som skal erstatte den naturlige hinnen (kutikula) som kan gå tapt i vaskeprosessen. Det er derfor lagt litt vekt på teori om eggeskall og dets funksjon.

Det ble foretatt en subjektiv vurdering av hvor effektivt vaskemidlene – og vaskemetodene fjerner skitt. Lukt, utseende og skalltykkelse ble også vurdert.

2. Teori

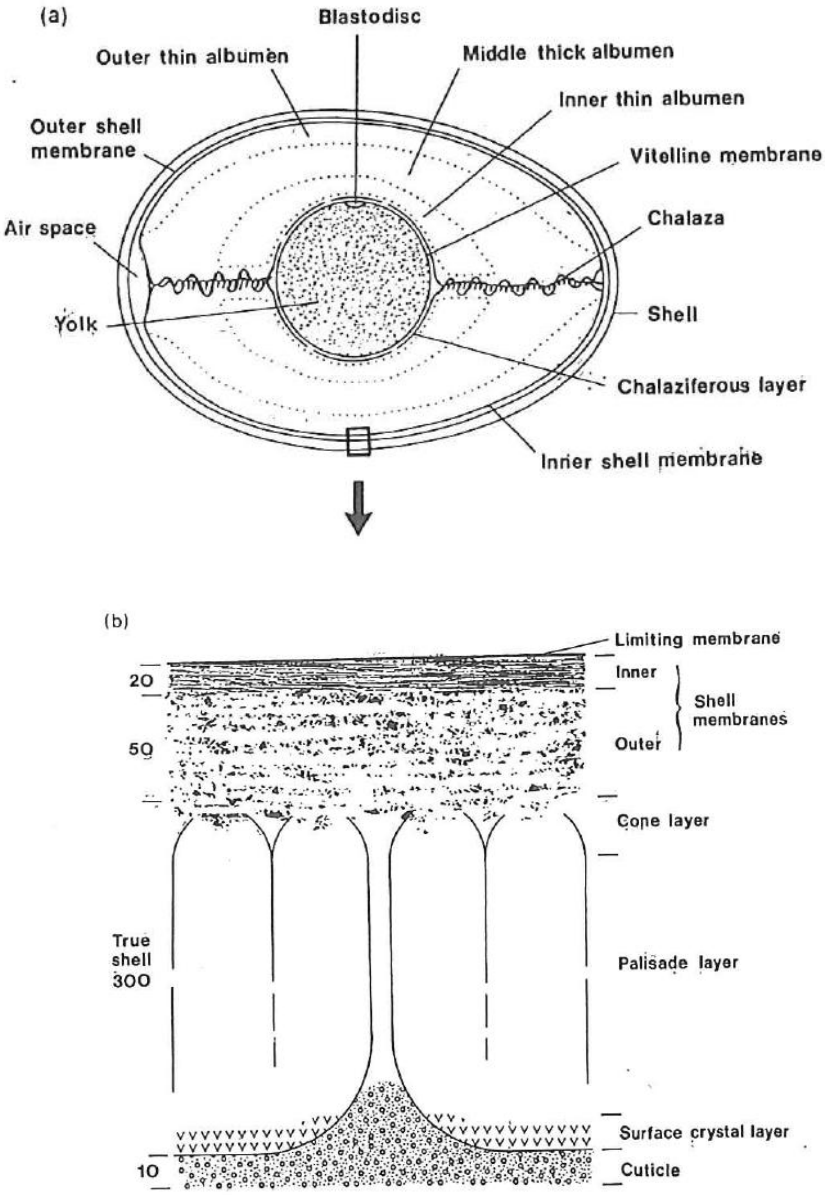
Egg er et næringsmiddel som er vanlig å finne på nordmenns frokostbord, men at egget er av god kvalitet er derimot ikke en selvfølgelighet. At det i Norge finnes verpehøns av god helse er et godt utgangspunkt for å få produsert egg av høy kvalitet. Hvordan eggene blir håndtert i ettertid er derfor viktig for ikke å ødelegge kvaliteten. Ved å ha litt kunnskap om eggets oppbygning kan man se hvilke faktorer som er viktig å holde øye med på eggets reise fra gård til forbrukernes spisebord.

2.1 Egget – sammensetning og bestanddeler

For å kunne si noe om de endringene som oppstår i egget under lagring er det greit å vite hva det i grove trekk består av. Den ernæringsmessige verdien av egg er høy og tabell 1 viser i grove trekk andelen av makronæringsstoffer i egget. I tilegg til disse hovedkomponentene inneholder egg nyttige stoffer som jern, fosfor, sporminerаler og vitaminer som A, E, K, B og D (Cook & Briggs 1986).

Tabell 1 Sammensetning av egg pr. 100 gram (uten skall) (Defra u.å).

Hovedkomponenter	Helt egg	Eggehvite	Eggeplomme
Vann (g)	75,1	88,3	51,0
Protein (g)	12,5	9,0	16,1
Fett (g)	10,8	Spor	30,5
Karbohydrater (g)	Spor	Spor	Spor



Figur 1 (a) Tverrsnitt av hønas egg. (b) Tverrsnitt av eggets skall og dets underliggende membraner. Tallene på venstre side i figur (b) representerer lagenes omtrentlige tykkelse i µm (Tullett 1987).

I figur 1 kan man se et tverrsnitt av et egg og dets bestanddeler. Det tar omtrent to uker å danne et egg i hønas reproduksjonssystem (Stadelman 1986). Eggeplommen utgjør omtrentlig 30 til 33 % av eggets vekt (Stadelman 1986) og holdes sentrert i egget ved hjelp av chalazae som er festet til de indre membranene til egget (Robinson 1987). Eggehviten består av 4 lag og utgjør omtrent 60 % av eggets vekt (Stadelman 1986). Det er også den delen av egget som inneholder mest vann med sine omtrentlige 88,5 % (Hunton 1987). Det harde ytre skallet utgjør omtrent 9-12 % av eggets vekt. I skallet finnes også porer, som selv om de delvis er

dekket av keratin (såkalt kutikula), tillater gassutveksling og tap av vann (Stadelman 1986). De neste avsnittene vil beskrive eggeskallet, porene og kutikula i detalj.

2.1.1 Eggeskallets struktur

Eggeskallets funksjon er å beskytte embryo slik at det kan utvikles uforstyrret av ytre påvirkning. Skallet må derfor være solid, men samtidig være enkelt å bryte fra innsiden slik at kyllingen kommer seg ut når den er ferdig utviklet (Nys & Joël 2007a). Det består av flere ulike lag, som har litt forskjellig oppbygning, bestanddeler og funksjon (Stadelman 1986). Eggehviten omsluttes av den indre skallmembranen mens den ytre skallmembranen er festet til innsiden av selve skallet (Solomon et al. 1994). Den tykkeste delen av skallet (”palisade layer”) er 200 µm (Hunton 1987), og består hovedsakelig av kalsiumkarbonat (94 %) med noe magnesiumkarbonat (1 %), kalsiumfosfat (1 %) og noe protein (Stadelman 1986). Den indre membranen som direkte berører eggehviten er ca. 20 µm tykk. Den ytre membranen er ca. 50 µm tykk og ligger mellom den indre membranen og det forkalkede skallet. Det indre forkalkede laget er ca 70 µm tykt og består av kjegleformede strukturer som gjennomtrenger de ytre skallmembranene slik som illustrert i figur 1 (også beskrevet som ”cone layer”). Det ytterste laget er kutikula, et lag på ca. 10 µm som tetter igjen porene i egget (Nys & Joël 2007b).

Skallmembranene er komplekse strukturer. Den ytre skallmembranen består av tre lag med fibre mens den indre skallmembranen består av to lag (Solomon et al. 1994). Membranene består av 95 % protein, 2 % karbohydrat og 3 % fett (Tullett 1987) og danner et nettverk av forgreinede fibre med porer med en omtrentlig diameter størrelse på 1 µm (Solomon et al. 1994). Det betyr at mellomrommene i den ytre skallmembranen er større enn de fleste bakterier (Solomon et al. 1994). Den indre og den ytre skallmembranen fungerer som en av eggets viktigste barrierer mot en bakteriell invasjon (Stadelman 1986), da de fungerer som et filter, noe som gjør membranene mer i stand til å beskytte mot bakterier enn selve skallet (Solomon et al. 1994). Om bakterier skulle trenge inn i egget vil de mest sannsynligvis ikke kunne vokse på grunn av mangelen på jern, siden eggehviten inneholder det jernbindende proteinet ovotransferrin (Baker & Bruce 1994). En luftlomme dannes mellom den ytre og den indre skallmembranen i den butte enden av egget, rett etter egget er verpet. Luftlommen dannes på grunn av at egget kjøles ned og innholdet trekker seg sammen. Etter hvert som vann og CO_2 fordamper gjennom porene blir luftlommen større (Stadelman 1986).

2.1.1.1 Porene

Antall porer i skallet varierer mellom 7.000-17.000. De er 15-65 µm i diameter og er større enn de fleste mikroorganismer som er omtrent 1-5 µm i diameter. (Hutchison et al. 2003). Størsteparten av porene befinner seg i eggets butte ende og ved eggets ekvator. Ikke alle porene strekker seg gjennom hele skallet (De Reu et al. 2006), og deres etiologi er ikke helt avklart (Solomon et al. 1994). I og med at porene kan være helt åpne ned til skallmembranene er det grunn til å tro at de representerer en stor risiko når det kommer til bakteriell kontaminasjon. Reu et al. (2006) undersøkte om utvalgte bakteriestammer kunne trenge gjennom eggeskallet og om hele egg kunne bli infisert. Egg ble utsatt for 7 ulike bakteriestammer, som alle greide å trenge gjennom eggeskallet. Eggeskallets tykkelse og antall porer i skallet viste seg og ikke å påvirke den bakterielle inntrengningen. Betydningen av hønens alder på bakteriell inntrengning og kontaminering var heller ikke signifikant. Resultatene strider litt i mot tidligere studier, noe som kan skyldes at de fleste studiene er av eldre årgang. Ulike faktorer som alle spiller en rolle i hvor godt egget klarer å beskytte seg mot bakterier, varierer i studiene, noe som gjør de vanskelige å sammenligne med hverandre.

2.1.1.2 Kutikula

Kutikula er et organisk lag med uregelmessig tykkelse som dekker egget og tetter igjen porene i eggeskallet med organisk materiale (Hunton 1987) som består av 85 – 87 % keratin, 3,5 – 4,4 % karbohydrat, 2,5 – 3,5 % fett og 3,5 % aske. Tykkelsen på kutikula hos domestiserte høner kan variere mellom 0,5-12 µm (Solomon et al. 1994). Ifølge Solomon et al. (1994) er variasjon i kutikulas tilstedeværelse normalt, og dekningsgraden er avhengig av hønas rase, alder og miljø. Det er heller ikke sjeldent at dannelsen av kutikula uteblir. I det egget blir verpet er kutikula fuktig og umoden, og vil stivne og modne etter som den avkjøles. Kutikula har flere funksjoner; alt fra å redusere tap av fuktighet, til å være den første hindringen mot en bakteriell kontaminasjon (Solomon et al. 1994). For å undersøke kutikula og dens tilstedeværelse kan man bruke et elektronmikroskop (Lund 1985; Solomon et al. 1994).

2.2 Kjennetegn på eggets kvalitet

Eggkvalitet kan være så mangt, men de aller fleste vil synes det viktigste med god eggkvalitet er at de er trygge å spise. Mattilsynet vil gjennom matloven § 1 sikre forbrukerne trygg mat. Egg som ikke er skadelig å spise vil bli ansett som et egg med god helsemessig kvalitet (Lovdata 2003). Forbrukerne har et videre syn på kvalitet, utover den mikrobiologiske som

omfatter at egget er uskadet, rent, ”riktig” farge på skall og plomme og ikke minst smak. Ifølge Stadelman (1986) er eggets kvalitet basert på de karakteristika som påvirker forbrukernes akseptabilitet til produktet. Det er ikke nødvendigvis slik at forbrukeren foretrekker de ferskeste eggene da de kan være vanskelig å rense eller skrelle etter koking (Oosterwoud 1987).

2.2.1 Gjennomlysning av egg

Ute hos produsenten er ”egg candling” (gjennomlysning av egg) en måte å bestemme eggets kvalitet på (Solomon et al. 1994). Dette er grunnlaget for inndeling i klasser: AA, A og B. Et rent, uskadet og ellers feilfritt egg blir plassert i klasse AA. Egget blir undersøkt for skittflekker og andre åpenbare defekter før det gjennomlyses (Stadelman 1986). Gjennomlysingen kan avdekke eventuelle sprekker, blod og kjøttflekker inne i egget, samt til å se variasjoner i skalltykkelse innad i egget (Solomon et al. 1994). Skallets struktur og tykkelse sier noe om hvor godt de er beskyttet mot eksempelvis klinkskader (Hunton 1987). Man kan også se om egget er befruktet eller ikke og størrelsen på luftlommen (Oosterwoud 1987). Ved gjennomlysningen kan man også se hvor klar eggehviten er og dets viskositet. Klarheten og viskositeten kan sees på hvor godt eggeplommen er definert når egget roteres i lyset (Stadelman 1986). Gjennomsiktige områder på eggeskallet er et resultat av akkumulering av vann fra nedbrytningen av eggehviten og gir et visuelt bevis på strukturelle defekter eller skader (Solomon et al. 1994). Gjennomlysning av egg er en subjektiv prosess og man må være trent for å kunne si noe om kvaliteten. Selv om det er utfordringer med gjennomlysningsmetoden er det ofte nok for å møte de enkleste kravene til kvalitet (Overfield 1987).

2.2.2 Eggehviten

Så fort egget er lagt vil de ulike delene av egget begynne å endre seg. Dette er en irreversibel prosess som bare kan bremses ved at egget behandles riktig i etterkant. Eggehviten i ferske egg av god kvalitet vil ha en geléaktig konsistens og være litt ugjennomsiktig (Defra u.å). Av laboratoriske metoder er det flere egenskaper man kan vurdere for å bestemme kvaliteten. Eggehvitens pH sier veldig mye om eggets alder og vil derfor være en særdeles viktig kvalitetsindikator (Hunton 1987). Over tid vil eggehvitens fysiske egenskaper endre seg og dette er korrelert med eggehvitens økende pH. Et ferskt egg har eggehvite med en pH på rundt 7,8. Dette vil over tid stige til et maksimum på pH 9,7. Dette gjør egget til en av naturens mest alkaliske biologiske produkt. Økende pH fører til forringelse av både eggeplommens og

eggehvitens fysiske egenskaper, og skyldes hovedsakelig tap av CO_2 gjennom de ytre membranene og eggeskallet. Som et resultat av pH-økningen vil andelen fast eggehvite reduseres og andelen av den tynne eggehviten øke (se figur 1 som viser eggehvitens oppbygging) (Hunton 1987).

Grunnen til at pH øker så raskt i de første dagene er at det initiale utslippet av CO_2 påvirker likevekten til karbonat-bikarbonats buffersystem til å produsere enda mer CO_2. Hvor raskt pH øker avhenger hovedsakelig av eggehvitens bufferkapasitet, men temperatur, lagringstid og luftforholdene i lagringsmiljøet spiller også inn. Resultatet er at man etter bare noen dager vil få en pH rundt 9. Bufferkapasiteten til fersk eggehvite er dårligst mellom 7,0 og 9,0 (Suppakul et al. 2010).

Effekt av temperatur og luftfuktighet på eggehvitens pH ble studert av Suppakul et al. (2010). De undersøkte om et påført lag med cellulose kunne forbedre holdbarheten på egg, i og med at gassutvekslingen begrenses. Det viste seg at egg uten celluloselag ble raskere degradert enn egg med celluloselag. I løpet 4 ukers lagring gikk eggene dekket med cellulose fra en pH til 8,71 til 9,44, og eggene uten et celluloselag gikk fra å ha en pH på 8,72 til 9,76. Lagringsbetingelsene er da noe ulikt ordinære betingelser da de lagret dem ved 26 ± 3 °C og ved en relativ fuktighet på 65 ± 2 %. Anbefalt lagringstemperatur er 8-12 °C (Animalia. et al. 2011), og en relativ luftfuktighet på 75 – 80 % bør etterstrebes (Animalia. et al. u.å).

2.2.3 Eggeplommen

Eggeplommens egenskaper har sjelden vært gjenstand for kvalitative analyser, selv om plommen står for 30 % av eggets totale vekt (Hunton 1987). Over tid vil eggeplommen bli forstørret fordi den trekker til seg vann fra eggehviten (Oosterwoud 1987). Når man først skal undersøke eggeplommen er fargen det mest interessante å se på. Forbrukere har sterke preferanser når det kommer til fargen. Fargedannelsen er ekstremt sensitiv i forhold til innholdet av karotenoider og forløperne i hønenes kost, og bestemmelsen av fargen kan være et verktøy for de som utvikler fôringsregimer. Det har gjennom historien vært ulike måter å vurdere plommefargen. De fleste vurderingene ble gjort ved rene visuelle vurderinger som ble sammenlignet med en standard. Måling av optiske egenskaper til ekstrahert pigment og lysrefleksjon har også vært brukt. I mange år ble Heiman-Curver fargerotor brukt som industriell standard. Senere, i 1965, ble Heiman-Curver fargerotor erstattet med Roche fargevifte, som har erstattet alle tidligere standarder for evaluering av plommefarge. Roche fargevifte består av 15 fargestandarder som man vanligvis vil forvente å finne i plommen

(Hunton 1987). Skjoldete eggeplomme har vært beskrevet som et problem i mange år. De påvirker mer enn bare det rent visuelle, men det er også forskjeller i sammensetningen som påvirker eggeplommenes funksjonelle egenskaper som emulgering –og skumdanningsevne og viskositet. Det finnes derfor flere markører for de ulike karakteristika for å få numeriske definisjoner av hva skjoldete er. Det kan være av interesse ute i industrien siden noen av disse egenskapene er viktige for deres sluttprodukt (Hunton 1987).

2.2.4 Haugh unit (HU)

Det viktigste karakteristikum i eggehviten er ikke dets kjemiske sammensetning slik som i eggeplommen, men den fysiske. Eggehvitens fysiske egenskaper vil avgjøre hvordan egget flyter utover etter at det er knekket (Hunton 1987). HU beregnes ut i fra eggehvitens høyde i millimeter (h) og eggets vekt i gram (w) etter formelen nedenfor.

$$HU = 100 * \log\ (h - 1{,}7w^{0{,}37} + 7{,}6)$$

Ferske egg kan klassifiseres inn i klasser på grunnlag av HU: AA (over 72), A (71-60), B (59-31) og C (under 30) (Suppakul et al. 2010).

Den første som beskrev denne metoden var Haugh i 1937, som utviklet det i dag som er den mest anvendte (og anerkjente) metode for å bestemme og evaluere eggets kvalitet. Dette ble i den spede start målt med en tripod (trefot) mikrometer, som senere ble kritisert for å være en unøyaktig og meget tidkrevende metode. I 1971 kom den automatiske varianten og kunne direkte gi høydeverdier via en skjerm. En senere modell av en annen produsent kom i 1981. Ingen av disse kunne gi HU direkte, men gjorde dog jobben mye enklere og ga mer presise resultater. En svakhet ved HU er at HU-verdien i de individuelle eggene har en tendens til å øke når eggene blir eldre. Desto eldre eggene blir jo flere bør man teste for å jevne ut de individuelle variasjonene som kan oppstå over tid. Flere studier av eggehvitens biokjemiske endringer over tid har blitt utført, men ingen av disse har vært vurdert til å erstatte HU som metode (Hunton 1987).

2.2.5 Måling av tykkelsen på eggeskall

Eggeskallets tykkelse sier noe om hvor godt egget tåler håndtering (Geake & Tyler 1961). Den enkleste måten å måle eggeskallets tykkelse på, er å måle direkte på skallet ved hjelp av et mikrometer (Geake & Tyler 1961; Hunton 1987). Dette forutsetter selvsagt at man er nødt til å knuse egget. Dette redskapet har også blitt benyttet til å måle langs eggeskallets lengde

eller langs skallets bredeste punkt (breddegrad), mens andre har målt ved helt tilfeldige punkter. Hvis dette skal være en pålitelig metode for å framskaffe en troverdig gjennomsnittsverdi, vil det være et svært møysommelig arbeid. De fleste som måler tykkelsen direkte gjør det mens membranene er intakte, dette er ikke tilfredsstillende siden tykkelsen på membranen kan variere mye fra egg til egg og selv med en sperrehake på mikrometeret vil den ikke gi et nøyaktig resultat med tanke på membranens elastitet. For å få en måling som er nøyaktig bør den indre membranen fjernes. Bruk av spesifikk vekt (via archimede's metode) eliminerer behovet for å knuse egget og er meget nøyaktig, men krever tilgang på flere vannbad med ulike konsentrasjoner natriumklorid. Ulempen er at man kun kan bruke metode på helt ferske egg samt at det kreves stor nøyaktighet i konsentrasjonen av natriumklorid i løsningen (Geake & Tyler 1961). Man bør ha tilgang på et hydrometer som er i stand til å kjenne igjen nærliggende par av løsninger som ikke avviker 0,005 gram per milliliter (Stadelman 1986).

2.3 Vasking av egg

Valg av vaskemetode for egg avhenger ofte av hva som er mest praktisk i forhold til størrelsen på produksjonen. Bøttevaskeren har i lang tid vært i bruk, men det er en økende trend at produsenter bytter den ut med mer moderne og mindre arbeidsbelastende dysevaskere. En annen grunn er at det oppleves at det er mer klinkegg ved bøttevask enn i dysevask, dette er fordi eggene har en større tendens til å støte borti i hverandre under vask. Det hender at noen produsenter velger å vaske absolutt alle eggene slik at de slipper arbeidet med å sortere ut de som kvalifiserer til vask og de rene eggene som egentlig ikke trenger å vaskes (ekstremt skitne egg bør ikke vaskes). Det er veldig viktig at eggene blir vasket korrekt, dvs. med riktig temperatur og pH på vaskevannet. Hvis det for eksempel brukes for lave temperaturer på vaskevannet risikerer man at vaskevannet går inn i egget på grunn av at eggets innhold trekker seg sammen, og ved bruk av for høye temperaturer kan de bli kokt. For lav pH i vaskevannet kan gi bakterievekst.

2.3.1 Risiko forbundet med vasking av egg

Når eggene blir verpet på bakken vil sjansen for en fekal kontaminasjon øke, og siden skitne egg ikke er like mye verdt som rene, vil de bli forsøkt vasket for å øke verdien. Hvis vasken blir gjennomført korrekt vil eggene bli rene (Solomon et al. 1994). At egget er i kontakt med vann øker risikoen for bakteriell kontaminering, enten gjennom sprekker eller porene (Hutchison et al. 2003). Hvis kutikula blir skadet eller fjernet i vaskeprosessen vil vann lett

kunne trenge inn i porene. Bruk av vaskemiddel kan forverre situasjonen ved at den reduserer vannets overflatespenning og gjør at vannet ikke preller av eggskallets overflate så lett. Det er derfor ikke anbefalt å vaske ekstremt skitne egg flere ganger. Selv om egget framstår som rent vil gjentatte vask øke kontakttiden med vannet og dermed øke risikoen for en bakteriell inntrengning (Sparks 1994). Det hender at eggene skal skylles etter vask, avhengig av hvilket vaskemiddel man bruker og feilaktig skylling kan etterlate uakseptable rester av vaskemiddel på skallets overflate (Solomon et al. 1994). Egg til konsum lagres som regel ikke i lange perioder etter vasking og det finnes ingen sikre bevis på at vaskede og lagrede egg er mer helsefarlige enn uvaskede egg (Sparks 1994).

I Norge finnes det ikke noe eget regelverk som regulerer vasking av egg til konsum. Det finnes heller ikke noe godkjenningskrav til vaskemidler til bruk i næringsmiddelproduksjon. Det faller imidlertid under EUs rådsforordning 852/2004 inntatt i norsk lov gjennom næringsmiddelhygieneforskriften kapittel 1 artikkel 5 – krav til HACCP; at virksomheten selv gjennom egen fareanalyse vurderer om vasking av egg er et kritisk punkt. Virksomheten er selv ansvarlig for å fastsette metoder til vasking og sikre at vaskemidler som brukes er egnet (Lovdata 2008). Eggbransjen i Norge sorterer egg ut etter følgende eggkvaliteter: A-egg, klinkegg, knekkegg, blodegg og skitne egg. For at et egg skal falle inn under klassen A-egg må skallet være helt og rent og ha en jevn struktur. Luftlommen i egget skal ikke overstige 5 mm og være fri for blodflekker og fremmelegemer. Egget skal ha en god og normal form og vær fri for fremmed lukt. Det skal heller ikke ha vært ruget. Det er kun klasse A-egg som er godkjent for salg til forbruker. Ved utsortering til konsumegg hender det at det blir med noen klinkegg, skitne egg og blodegg. Det er tillatt med opptil 5 % egg som kan ha annen klasse enn A-egg (Animalia. et al. 2011). Det betyr at skitne egg som har blitt rene etter vask selges som klasse A-egg (Animalia. et al. 2011). I EU er det kun klasse A-egg som beregnes til konsum, og skal ifølge EU's markedsregulering ha et rent skall og skal ikke være vasket, skitne egg og vaskede egg vil derfor bli nedgradert (Oosterwoud 1987). I andre land som eksempelvis USA og Japan er det vanlig praksis å vaske alle egg som beregnes til konsum, skitne som rene (Hutchison et al. 2003).

I 1940-årene i USA begynte eggprodusenter å vaske egg i stor skala. Før den tid brukte de å vaske eggene ved å bløtlegge de i vann i flere timer for så å tørke av skitten, eller rett og slett bare å tørke av egget med en fuktig klut. Vannet som ble brukt til bløtleggingen var ofte kaldere enn eggene, noe som kunne resultere i at bakterier ble trukket inn i egget, og dette førte utvilsomt til at noen av eggene ble kontaminert. Vaskingen førte derfor til flere

problemer enn det løste (Baker & Bruce 1994). På 50-tallet kom det flere studier som satte lys på problemer forbundet med vasking av egg, og da spesielt med tanke på at eggene råtnet ute i butikkhyllene. Videre studier viste at årsakene var kontaminering oppsto under vasking. For store temperaturforskjeller mellom egg og vann og høyt bakterieantall i vaskevann kan gi problemer. For å vaske egg riktig bør man følge disse trinnene (Sparks 1994): (1) temperaturen på vaskevannet må være varmere enn egget; (2) den bakterielle belastningen i vaskevannet bør være minst mulig; (3) vaskemidlets effektivitet må opprettholdes under prosessen; (4) skallet må ikke bli skadet under vaskeprosessen; (5) egget bør tørkes raskest mulig etter vaskingen. Nyere teknologi gjør det enklere å møte disse kravene/faktorene og vasking med bøtte blir etter hvert erstattet med kontinuerlige eggvaskere. En typisk kontinuerlig vaskemaskin vil bestå av tre deler. I den første delen blir eggene sprayet med varmt vaskevann (43 °C), og det høye trykket i dysene vil hjelpe til å fjerne organisk materiale fra eggets overflate. Vaskemidlet inneholder gjerne kvartære ammoniumsforbindelser eller andre klorbaserte midler som virker desinfiserende. I det tredje og siste kammeret blir eggene tørket med enten en strøm av varm luft eller med varme fra infrarøde lamper (Sparks 1994). Oppdagelsen av å bruke vaskevann som er varmere enn eggene var essensielt, siden eggets innhold vil ekspandere og dermed skape et overtrykk som hindrer at bakterier blir trukket inn i egget. Med dagens teknologi og ikke minst på grunn av bruken av vaskemidler og desinfeksjonsmidler blir det sjelden funnet egg som har blitt kontaminert i løpet av vaskeprosessen, eller råtne egg (Baker & Bruce 1994).

Hutchison et al. (2003) beskriver historien om vasking av egg og hvilke teknologiske utfordringer det kan by på. Denne artikkelen viser at, til tross for hvor utberedt eggvasking er i andre deler av verden, finnes det overraskende lite vitenskapelig litteratur for egg som har blitt vasket under kommersielle forhold. I tillegg er det knapphet på informasjon om hvordan faktorer som vasketemperatur, vaskemiddelkonsentrasjon og endringer i skallet på grunn av besetningens alder, påvirker den mikrobielle floraen i og på eggene. Gitt de framskrittene som er gjort de siste årene, samt at mange av anbefalningene som eksisterer i dag er gjort på grunnlag av utdatert teknologi, er det argument for å kunne revurdere dagens kriterier. På den måten kan man utnytte tilgjengelig teknologi for å forbedre eggvaskprosessen.

2.3.2 Hvordan vasker man egg korrekt?

I 2011 ble det utgitt retningslinjer for vask av egg fra Kjøtt- og fjørfebransjens Landsforbund (KLF), Animalia og Nortura. Den sier at korrekt vaskede egg og naturlig rene egg pakkes i

samme pakker og at det er ingen krav til merking av vaskede egg. Dokumentasjon av vaskemetode er nøkkelordet i denne sammenhengen. Vaskemetoden bør være en del av produsentens eget internkontrollsystem (Animalia. et al. 2011). I utgangspunktet er rene egg av høy kvalitet og trenger ikke å vaskes. Det forekommer også en del skitne egg, som må vaskes før de når ut til forbrukerne (Animalia. et al. u.å).

Generelle krav til vasking av egg

- Vasking skal alltid gjøres med vann av drikkevannskvalitet
- Temperaturen skal være 40 °C.
    - Bøttevaskere: Min. 38 °C og maks 42 °C.
    - Dysevaskere: Min. 38 °C og maks 45 °C.
- Temperaturen skal kontrolleres og registreres.
- pH i vaskevannet, med vaskemiddel, skal være min. 10,5.
- pH kontrolleres og registreres.
- Datablad for vaskemiddel skal forefinnes.
- Doser i henhold til brukerveiledningen for vaskemiddel.
- Eventuell skylling:
    - Temperatur på skyllevann skal være min. 10 °C høyere enn vaskevanntemperaturen. Dette gir raskere tørking og hindrer vaskevann å trenge inn i egget.
    - Skyllevannet brukes kun en gang og skal være av drikkevannskvalitet.
- Eggene skal kun vaskes en gang.
- Eggene tørkes før de settes på brett.
- Vaskeutstyret tømmes og rengjøres.

(Animalia. et al. 2011).

2.4 Lagring av egg

Under lagring taper egget vekt på grunn av fordamping av vann fra eggets eggehvite. Hastigheten dette foregår med er lineær med luftas omkringliggende relative fuktighet. En tommelfingerregel er at egget under gunstige forhold taper cirka 1 % av sin vekt i løpet av en uke. Så lenge den relative luftfuktigheten rundt eggene er mindre enn 99,6 % vil eggene tape vann til omgivelsene. Man må derimot tillate at noe fordamper fra eggene siden en luftfuktighet på 99,6 % vil føre til at eggene begynner og ”svette” og dermed gi gunstige vekstvilkår for mugg. Den relative luftfuktigheten bør ikke overstige 85 %. Fordampingen av vann fra eggehviten er også temperaturavhengig og lave temperaturer vil forsinke den, men den bør ikke bli for lav. EU har forbud mot å lagre egg under 8 °C for klasse A egg. (Oosterwoud 1987). For at egg skal holde best mulig kvalitet lengst mulig skal de holdes rene,

tørre og fri for fremmed lukt samt beskyttes mot støt og direkte sollys. Ved transport og oppbevaring skal ikke temperaturen overstige 12 °C og helst holdes stabil over 8 °C og egg vil under disse forholdene kunne stemples med en holdbarhetsdato på 35 dager (Animalia. et al. 2011). Svetting kan føre til at bakterier på overflaten begynner å vokse og kan ende opp med å gå gjennom eggets porer og vokse på membranene (Oosterwoud 1987). Skallets struktur vil også spille en rolle i hvor godt egg holder seg under lagring. Det er forventet at høner mellom 38-42 uker legger egg som klarer seg best under lagring, mens egg som legges helt i begynnelsen og i slutten av deres verpeperiode holder seg dårligere (Solomon 1991).

2.5 Generell mikrobiologi

Det er indre og ytre faktorer som påvirker mikrobiell vekst. De faktorene som er direkte forbundet med matvaren regnes som indre faktorer. Dette inkluderer vannaktivitet, pH, redokspotensiale og komponenter som enten stimulerer eller hemmer mikrobiell vekst. Av ytre faktorer er det temperatur og atmosfære som påvirker mikrobiell vekst. Viktigheten av temperaturpåvirkning kan ikke understrekes nok. Bakterier er klassifisert som psykrofile, psykrotrofe, mesofile og termofile ut i fra hvordan temperaturen påvirker veksten deres. Psykrofile og psykrotrofe er i stand til å vokse, dog noe langsomt, ved 0 °C. Psykrofile har et temperaturoptium på 15 °C og et temperaturmaksimum på 25 °C. Noen patogene bakterier kan vokse ved kjøleskapstemperatur, og det bør derfor tilsettes et hemmende agens (konserveringsmiddel) til matvarer som ikke kan hindre vekst av patogene mikroorganismer på annet vis. I næringsmikrobiologi er det fire faser av mikrobiell vekst man er opptatt av. Vekstkurver som viser lag-fase, eksponentiellfase, stasjonærfase og dødsfase av en kultur er normalt plottet inn som antall celler på en logaritmisk skala mot tid. Tradisjonell dyrkningsmedium er basert på det faktum at hver celle danner en koloni. Evnen til å danne en koloni avhenger av flere faktorer som cellens fysiologiske tilstand, vekstmedium, inkubasjonstemperatur og tid, og antall celler som er tilstede i prøven (Doyle & Beuchat 2007). Man kan dele inn bakterier i to kategorier; Gram-positive og Gram-negative bakterier. Forskjellen mellom de to er innholdet og oppbygningen av peptidoglykan i celleveggen, der celleveggen til Gram-positive bakterier vil inneholde flere lag, mens Gram-negative bare har ett. For å finne ut om en bakterie er Gram-positiv eller Gram-negativ kan man tilsette gramfarge og se på de gjennom et mikroskop. De Gram-positive vil få en blå eller fiolett farge mens de Gram-negative vil være røde eller rosa (Mathews et al. 2000).

2.5.1 Luftbårne mikroorgansimer

Det finnes luftbårne mikroorgansimer i luften rundt oss. Et kvalitativt estimat av antall sporer som befinner seg i luften kan anslås ved å plassere en petriskål med et passende vekstmedium uten lokk i en viss tid. En slik lufteksponeringsskål vil ofte vise et bredt spekter av kolonier der de fleste er pigmenterte. De pigmenterte koloniene vil ofte være av slektene *Micrococcus* eller C*orynebacterium*. Pigmentene virker beskyttende mot både synlig og usynlig stråling fra solen som kan tørke ut bakteriene. Det er spesielt den tykke celleveggen til Gram-positive bakterier som vil gi god beskyttelse mot nettopp dette (Adams & Moss 2008).

2.6 Bakterier forbundet med egg

Skader og misdannelser i skallet øker risikoen for inntregning av mikroorgansimer. Faktorer som utforming av hønenes verpebur, samlebånd og videre sortering av eggene bør derfor tilrettelegges for å unngå skader slik at eggene kommer uskadet frem til forbrukeren (Solomon et al. 1994). I det egget blir verpet er det få eller ingen mikroorganismer på eggeskallet eller inne i egget. Kontaminering av skallet vil forekomme fra omgivelsene, som gulv, rusk fra verpeområdet og fugleavføring. Porene er en potensiell inngangsport for bakteriene, men kutikula som dekker disse porene er regnet for å være en barriere. Kontamineringsfloraen består hovedsakelig av Gram-positive kokker, men Gram-negative staver er også til stede i lavt antall. Eggene kan bli kontaminert på grunn av feilaktig vasking og lagring (Froning et al. 1993). Både skallet, skallmembranene og de antimikrobielle stoffene til egget vil favorisere penetrering og vekst av Gram-negative bakterier. Om bakteriene skulle greie å trenge gjennom egget og komme inn til eggeplommen vil den tilby et utmerket vekstmedium der mikroorganismene kan trives (Froning et al. 1993). Når bakteriene har kommet helt inn til plommen regnes egget for å være råttent (Oosterwoud 1987). Skallets åpenbare fysiske hindring og de antimikrobielle proteinene som finnes i eggehviten vil i stor grad beskytte mot patogene bakterier som gjør egget trygt å spise for mennesker (Nys & Joël 2007a). Det at eggets innhold trekker seg sammen etter verping er vurdert til å være en mulighet for omkringliggende bakterier og trenge gjennom eggets porer. Selv om porene tilbyr en åpenbar inngang for bakterier er ikke dette den største risikofaktoren når det kommer til en eventuell bakteriell kontaminasjon. Strukturelle defekter kan, avhenging av alvorlighetsgrad, være en mye enklere rute inn til egget (Solomon et al. 1994).

Salmonella enteritidis er en velkjent patogen bakterie som kan forekomme i egg. Kontaminasjon av *S.enteritidis* kan enten skje horisontalt, altså kontaminering etter verping, eller vertikalt, ved at den har infisert hønas reproduksjonssystem og blir med under dannelsen av et nytt egg (Bruce & Drysdale 1994). I Norge er ikke *Salmonella* i egg noe utstrakt problem, men er en større utfordring i andre europeiske land. Der det er mistanke eller bekreftet tilfelle av *Salmonella* skal hønsebesetningen slaktes etter at mattilsynet har gitt særskilt tillatelse (Lovdata 2007).

2.7 Vaskemidler til egg

I 1985 ble det utgitt en melding som ga oversikt over virkningen av vasking på eggkvalitet (Lund 1985). Der blir temperatur på vaskevann og vasketid påpekt som noen av de viktige parameterne ved eggvask. Det påpekes også at vaskevannet bør være av drikkevannskvalitet og nærmest fritt for jern og andre metallioner. Egg med skallskader skal selvsagt ikke vaskes siden innholdet vil lekke ut i vaskevannet og redusere vaskeffekten. Det skal brukes vaske og -desinfeksjonsmidler som er godkjent for vasking av egg, der alkaliske egner seg bedre enn sure. Det anbefales også at vaskemidlene er tilsatt kvartære ammoniumsforbindelser eller klorderivater som desinfeksjonsmidler (Lund 1985). Kvartære ammoniumsforbindelser er kationiske tensider som har antimikrobielle egenskaper, dvs. dreper mikroorganismer eller hemmer formeringen av disse (Teknisk komité for vaske- og desinfeksjonsmidler til næringsmiddelindustrien 2001). I tillegg til valg av vaskemiddel er en kombinasjon av temperatur og pH på vaskevannet med på å kontrollere innholdet av bakterier i vaskevannet. Temperaturen må derimot ikke bli for høy, og en høy pH (> 10) vil redusere den mikrobielle belastningen på vaskevannet uten at egget blir kokt i prosessen (Bruce & Drysdale 1994).

Alkaliske vaskemidler brukes hovedsakelig for å fjerne organisk smuss. Vaskemidlene kan påvirkes av vannkvaliteten, men hvis kravene til drikkevann overholdes, vil ikke vannkvaliteten forårsake store problemer. I næringsmiddelrenhold er de også gruppert inn etter materialpåvirkning, altså, hvordan de ulike vaskemidlene påvirker materialet de er i kontakt med. Lut og silikater er de mest brukte alkaliene i næringsmiddelindustrien. Silikater er generelt mildere kjemikalier enn lut, men kan ved feil bruk tørke inn på overflatene og omdannes til kiselsyre som gir et hvitaktig belegg som er umulig å fjerne. Silikater er ofte brukt for å redusere korrosjon av aluminium. Vaskemidler kan også inneholde tensider, som er et samlebegrep for overflateaktive stoffer. De består av en hydrofil og hydrofob del og vil derfor redusere vannets overflatespenning og omslutter hydrofobt smuss ved å danne miceller.

Dette hjelper til med å fukte, emulgere og stabilisere smusset slik at det kan skylles vekk. Det finnes både kationiske og anioniske tensider, men de vil nøytralisere hverandre, disse må derfor ikke blandes. Mange alkaliske vaskemidler er tilsatt natriumhypokloritt som virker blekende på blodflekker og bryter ned proteiner (Sundheim 1999). I tabell 2 er det oppnevnt noen vanlige alkaliske komponenters egenskaper og risikoen forbundet med dem.

Tabell 2 Egenskaper og risiko ved bruk av noen av de vanlige alkaliske komponentene (Sundheim 1999).

Type alkali	Eksempel	Egenskaper	Risiko
Hydroksider	Natronlut Kaliut	Reagerer med smuss slik at det løses	Etseskader på øyne, hud; noen materialer ødelegges
Silikater	Natriumsilikat Natriummetasilikat Natriummortosilikat	Løser smuss, visse blandinger hemmer korrosjon	Noen virker etsende, andre irriterende
Karbonater	Krystakksoda	Middels sterk alkali, reagerer med syre og utfelling i hardt vann	Irriterende på øyne, hud og slimhinner
Fosfater	Natriumtrifosfat Natriumpyrofosfat	Buffereffekt, vannforbedrer, forbedrer tensidenes vaskeeffekt	Bruk begrenses av lovgivning.

En god del rengjøringsmiddel inneholder klorforbindelser. Det er fortrinnsvis den oksiderende effekten slike klorforbindelser har på organiske forbindelser som gjør at de tilsettes i vaskemiddel (Granum 2008). Natrium hypokloritt er et av de billigste og mest effektive desinfeksjonsmidler som finnes. Selv ved svært lave konsentrasjoner kan det drepe bakterier, noe som gjør den egnet til å desinfisere/klore eksempelvis drikkevann. Konsentrasjonen betegnes ofte som aktivt klor og er det samme som tilgjengelig klor. Det er et uttrykk for den totale oksiderende kapasitet i forhold til rent klor. Hypokloritt reagerer med organisk smuss og da særlig med proteiner, og det gir en skarp lukt. Hypokloritts evne til å binde seg til organisk smuss gir en god evne til å løse opp smuss, men det vil samtidig føre til at desinfeksjonseffekten lett blir redusert. Effekten av klor blir mindre påvirket av hardt vann. Stabilitet og effekt av hypokloritt er avhengig av pH, der alkaliske løsninger vil gi mest stabile forhold. I konsentrerte former har den pH 12, men vil synke når hypokloritt fortynnes i vann fordi den har liten bufferkapasitet (Sundheim 1999).

3. Materialer og metoder

3.1 Materialer

3.1.1 Råvarer

Eggene ble hentet på Kroer gård i Ås. Hønsehuset ble tatt i bruk i 2011 og er innredet for burhøns. Hønene var 44 uker gamle ved uttak. Kriteriene for hvor skitne egg brukt til forsøk er de samme i både dyse – og bøttevask, og dette er illustrert med figur 2 og 3.

Figur 2 Viser et eksempel på hvor skitne eggene var før de ble vasket (Foto: Stefania Bjarnadottir).

Figur 3 Viser et eksempel på hvor skitne eggene var før de ble vasket (Foto: Stefania Bjarnadottir).

Ved å velge egg etter like kriterier og dermed sammenligne bruk av vaskemetode og vaskemiddel kan man se om vaskemetoden eller vaskemiddelet har en innvirkende effekt på eggets kvalitet. På innsamlingstidspunkt var eggene 0 – 24 timer gamle siden innsamlingen bare foregår en gang i døgnet. Etter vasking og tørking ble eggene plassert med den butte enden opp i eggbrett av papp og lagret i et inkuberingsskap som holdt en jevn temperatur på 8 °C. Luftfuktigheten ble ikke kontrollert. Eggene ble deretter analysert på følgende tidspunkter etter 1 dag (tid = 0), 28 dager (tid 1), 35 dager (tid 2) og 49 dager (tid 3). På begge dagene ble det tatt ut en kontrollgruppe av rene uvaskede egg. Hvert vaskemiddel ble testet, med og uten skyll etter vasking ved fire ulike tidspunkt (tid 0, 1, 2 og 3) med tolv egg i hvert tidspunkt. Til sammen blir det 96 egg for hvert vaskemiddel. Totalt blir det 336 egg i hver vaskemetode og 672 egg til sammen. På grunn av arbeidsmengden ble ikke alle brukt til analyser, og ca. 6-10 egg i hver undergruppe (skyll/ikke skyll) ble analysert. Eggbrettet ble merket med et identifikasjonsnummer slik at hvert egg fikk sin egen identitet. I vedlegg 3 kan man se forsøksoppsettet.

3.1.2 Subjektiv vurdering av eggene

Det ble foretatt en subjektiv vurdering av eggenes utseende, lukt, klink og eventuelt andre endringer som måtte oppstå over tid. I tillegg ble eggets høyde målt med et digitalt skyvelær (produsent ukjent, Kina).

3.1.3 Måling av Haugh Unit ved hjelp av EggAnalyzer™

I denne oppgaven ble det brukt en EggAnalyzer™ (EA) (Orka Food Technology Ltd.) for kvalitetsanalyser. Den veier egget, og måler egghvitens høyde, og beregner deretter HU, slik at det kan grupperes inn i klasse AA, A eller B. Den analyserer også eggeplommens farge. Både før og underveis ble EA sjekket opp mot kalibreringsverktøy. En roche fargevifte med 15 farger som korresponderer med bredden av plommefarge ble brukt til fargekalibreringen. Testrekkefølgen for eggene ble randomisert ved hjelp av en randomiseringsgenerator i Excel (Microsoft Office, 2007). Egget veides på en vekt på maskinens overside, og så ble eggets innhold ført over på en sort plate som automatisk kommer ut av maskinen etter at vekten er registrert. I løpet av 10 sekunder ble egget analysert, både målinger av eggehvitens høyde og vurdering av eggeplommens farge er gjennomført, og resultatet blir skrevet ut på maskinen. Deretter ble egget helt over i en eggeplommeskiller, for å skille eggehvite og eggeplomme fra hverandre før veiing og pH-målinger. Det ble benyttet et skalpellblad for å hjelpe til med å skille eggehviten og eggeplommen, siden mye av eggehviten kunne henge seg fast i eggets chalaza.

3.1.4 Måling av pH i eggehvite og eggeplomme

Et pH-meter av typen 827 pH lab (Metrohm, Sveits) ble brukt for pH-målinger i eggehvite og eggeplomme, og det ble kalibrert med buffer med pH 7 og 10 (CertiPUR buffer solution, Merck, Germany) før hver eneste analysedag. Det ble foretatt minimum tre målinger per eggehvite og opptil seks målinger per eggeplomme for å kunne sikre pålitelige data.

3.1.5 Vaskemidlene

Asepto MT, Alkacip, DM CID, Rotosan og America ble brukt i forsøket. De ble brukt i henhold til bruksanvisningen. Alkacip, Asepto MT og DM CID ble benyttet ved dysevasking, mens America, Rotosan og DM CID ble brukt ved bøttevasking. Felles for vaskemidlene er at de er alkaliske, pH i bruksløsningene er ca. 10 – 11,8. Ihht. produsentene av Asepto MT, Rotosan og America legger disse vaskemidlene igjen en beskyttende hinne på eggeskallets

overflate og skal derfor ikke skylles vekk etter vask, men det er ikke kjent hvilken ingrediens som danner denne hinnen. Produsenten av Rotosan er den eneste som angir kjemikaliet som danner den beskyttende hinnen (sodium dichloroisocyanurate dihydrate). Nedenfor følger beskrivelser av vaskemidlene gjengitt fra datablad og innholdslisten er kopiert fra disse databladene, som noen ganger er gjengitt på engelsk, de blir derfor gjengitt på engelsk nedenfor for å unngå misforståelser ved å oversette til norsk.

DM CID (egnet til både dyse – og bøttevask)

Henholdsvis importør og produsent av DM CID er Agronor A/S og Cid Lines Belgium. Det er et flytende ikke-skummende klorvaskemiddel til bruk i alle typer dysevaskere – og vaskemiddel. DM CID inneholder natriumhypokloritt (CAS nr. 7681-52-9) og kalsiumhydroksid (CAS nr. 1310-58-3), begge er vannløselige. pH ved 1 % bruksløsning er ca. 11,8 (Agronor u.å).

Asepto MT (egnet til dysevask)

Ecolab er leverandør av Asepto MT, som er et ikke-skummende sterkt alkalisk klorholdig rengjøringsmiddel for egg i pulverform. Asepto MT inneholder 30-50 % natriumkarbonat (CAS nr. 497-19-8), 5-10 % dinatriummetasilikat (CAS nr. 6834-92-0) og 2-5 % Troclosennatrium dihydrat (CAS nr. 51580-86-0), alle stoffene er vannløselige. pH-verdi ved 1 % bruksløsning er 10,3 – 10,7 (Ecolab 2011).

America (egnet til bøttevask)

Produsent av America vaskemidlet er America A/S, et lett-skummende rengjøringsmiddel i pulverform som kun er beregnet på bøttevasking av egg. Vaskemidlet inneholder kloramin (CAS nr. 7080-50-4), natriumkarbonat (CAS nr. 497-19-8), tetranatriumpyrofosfat (7722-88-5), natriumlaurylsulfat (CAS nr. 68955-19-1) og natriumklorid (CAS nr. 7647-14-5), og alle stoffene er løselige i vann. pH-verdi ved 0,25 % bruksløsning er 10 (America A/S u.å).

Rotosan (egnet til bøttevask)

Produsent av Rotosan er DAW enterprises Ltd. Rotosan inneholder natriumkarbonat (CAS nr. 497-19-8), PDV salt (CAS nr. 7647-14-5), disodium metasilikat (CAS nr. 6834-92-0), STPP Light granular (CAS nr. 7758-29-4), alcyl benzene suphonic acid Na-salt (CAS nr. 85117-50-6), alcyl alcohol ethoxylate (CAS nr. 68439-46-3), sodium dichloroisocyanurate dihydrate (CAS nr. 51580-86-0), SCMC (CAS nr. 9004-32-4), og neodol 98-8 (CAS nr. 68439-45-2),

hvorav alle stoffene er vannløselige. pH-verdi ved 1 % bruksløsning er 10 – 11,5 (DAW Enterprises Ltd u.å).

Alkacip (egnet til dysevask)

Nasjonal importør i Norge er Remitek AS. Alkacip inneholder natriumhydroksid (CAS nr. 1310-73-2), kaliumhydroksid (CAS nr. 1310-58-3), natriumhypoklorittløsning (CAS nr. 7681-52-9) og kaliumtripolyfosfat (CAS nr. 13845-36-8), alle vannløselige. Ingen opplysninger om brukskonsentrasjon eller bruksområde (Remitek AS 2003). Det inneholder noe fosfat som tilsvarer 1,7 % fosfor, det ligger derfor under det største tillatte fosforinnhold, som er 10,0 % i et slikt produkt.(Remitek AS 2003). Ingen opplysninger om anbefalt pH i bruksløsning eller informasjon om bruksområde.

3.2 Metoder

Av praktisk årsaker ble dysevask og bøttevask gjennomført på to forskjellige dager med to dagers mellomrom. Kriteriene for egg som ble valgt til vasking var at de skulle være like skitne som egg som vanligvis kvalifiseres til vask, dvs. likest mulig som det er i praksis ute hos produsentene. Egg som hadde veldig store skittflekker ble ikke vasket, men kastet. Etter at egg hadde vært plukket ut etter de gitte kriteriene ble de plassert i vanlige eggbretter før vaskingen ble gjennomført. Siden forsøkseggene skulle utsettes for mest mulig realistiske forhold ble de vasket i brukt vaskevann. Det ble vasket flere forsøksegg enn det var bruk for siden det kunne oppstå egg med sprekker, hull og lignende. Disse ble ikke inkludert blant forsøkseggene. Et mobilt pH-meter (Checker portable pH-meter, Hanna Instruments®, Inc., USA) ble brukt til å registrere pH og ble kalibrert med buffer med pH 7 og 10 (CertiPUR buffer solution, Merck, Germany) på forhånd. Temperaturen på vaskevann og skyllevann ble også registrert. Det ble tatt mikrobiologisk prøve fra vaskevannet før vannet ble tatt i bruk og rett før forsøkseggene ble vasket. Vaskevannsprøvene ble lagt i en isoporeske med is fram til utsåing på laboratoriet senere på dagen.

3.2.1 Vasking av egg - dysevask

Maskinen var av typen Sideliner 3180 LH (Victorsson Industrier AB, Sverige). For å få mest mulig realistiske forhold ble forsøkseggene vasket etter ca. 20 minutters drift. Omtrent 1300 egg gikk gjennom vaskemaskinen før forsøkseggene ble vasket. Eggene brukte omtrent 38 sekunder gjennom selve vaskedelen av vaskemaskinen etterfulgt av skylling (der det var påkrevd) og tørket deretter ved hjelp av en vifte før de kom tilbake på samlebåndet for videre

sortering. Viften tok inn luft fra rommet og vil da hatt samme temperatur som lufta for øvrig. Vannbeholderen på vaskemaskinen var fylt med 162 liter vaskevann. Samme praksis ble gjentatt for alle vaskemidlene.

3.2.2 Vasking av egg - bøttevask

Bøttevaskeren var av typen ROTOMAID 100 (DAW Enterprises Ltd., Stone, Staffordshire England), og har plass til opptil 100 egg og 12 liter vann. Det anbefales ikke at det blir vasket mer enn fem bøtter med egg før vaskevann byttes (Animalia. et al. 2011). I dette forsøket ble 80 egg vasket per bøtte og det ble brukt 10 liter vaskevann i bøtta. For at egg inkludert i forsøket skulle bli utsatt for realistiske forhold, dvs. i forhold til hvordan det gjøres i praksis ute hos produsenter, ble det vasket to bøtter med skitne egg før forsøkseggene ble vasket. To bøtter med forsøksegg ble vasket og temperatur og pH ble registrert like før de ble senket i bøttevaskeren. Det er anbefalt å vaske eggene i 2-3 minutter (Animalia. et al. 2011) og i denne oppgaven ble de vasket i 2 minutter og 30 sekunder.

3.2.3 Vaskemidlets egenskaper

Vaskemidlet pH og bufferkapasitet er viktige egenskaper for å oppnå tilfredsstillende vaskeresultat. Med bruksløsning menes i dette forsøket vaskemiddel oppløst i destillert vann ved romtemperatur med den angitte normaldosering som er anbefalt brukt. Analysene av bufferkapasiteten og desinfeksjonsevne ble utviklet av teknisk komité for vaske- og desinfeksjonsmidler til næringsmiddelindustrien (TKVDN) (Devold et al. 2012). Det at bruksløsningen har riktig pH er særdeles viktig i næringsmiddelsammenheng siden det sier noe om evnen til å løse opp organiske og uorganiske avleiringer, samt bekjempe bakterievekst. Det er ønskelig at vaskemidlets alkalitet opprettholdes, selv når det er utsatt for mye organisk materiale. Ved å måle vaskemidlets bufferkapasitet i form titrering med syre med kjent konsentrasjon kan man anslå i hvilket pH-område den er størst. Titreringskurven gir et utrykk for hvor mye urenheter vaskemidlet tåler før det begynner å miste sin effekt.

3.2.4 pH og måling av bufferkapasitet

Bruksløsningen besto av romtemperert destillert vann og den anbefalte konsentrasjonen av vaskemiddel som var oppgitt i de respektive databladene. Det ble blandet ut 100 ml bruksløsning i en målekolbe. 10 ml av bruksløsningen ble overført til en erlenmeyerkolbe ved hjelp av en fullpipette og tilsatt 2 dråper fenolftalein. 1 ml 0,01 M saltsyre (HCl) ble tilsatt

etter tur og pH registrert fram til fargeomslag (Devold et al. 2012). Testen ble gjennomført to ganger for å kunne bekrefte eventuelle trender og minimere feilkilder.

3.2.5 Test av desinfeksjonseffekt

En test utformet av TKVDN ble utført på alle vaskemidlene som er inkludert i denne oppgaven. Denne testen brukes for å vise hvor godt ulike vaske – og desinfeksjonsmidler virker mot uønskede mikroorganismer. Det var 3 bakterier og en gjærstamme som inngikk i testen; *Escherichia coli* ML308-225, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Psedumomonas aeruginosa* ATCC 90279 og S*accaromyces cerevisae* ATCC 48866. Bakteriesuspensjonene ble dyrket av laboratorieansatt på Universitetet for miljø og biovitenskap, mens gjærsuspensjonene ble dyrket fram av studenter tilknyttet et kurs denne testen blir kjørt. Alle vaskemidlene brukt ved dysevask og bøttevask ble testet opp mot alle fire mikroorganismene. Riktig mengde vaskemiddel ble målt eller veid opp og fortynnet til 100 ml målekolber med romtemperert destillert vann. Bruksløsningene, 19,8 ml, ble målt opp med en fullpippete og overført til sterile flasker. Det ble tilsatt 0,2 ml av de ulike suspensjonene til hver flaske med vaskemiddel, totalt 4 ulike løsninger for hvert enkelt vaskemiddel. Etter litt lett miksing ble flaskene stående i 3 minutter. Etter 3 minutter ble 1 ml fra hver flaske overført til et rør med 9,9 ml peptonvann og 0,1 % Tween 80. Tween 80 stopper desinfeksjonseffekten. Røret med peptonvann ble mikset og 0,1 ml ble sådd ut på sterile agarplater. Plate Count Agar (PCA) (Merck, Tyskland) ble brukt for bakteriestammene mens agaren for gjærstammen ble laget komponentvis av agar-agar (Merck, Tyskland), yeast-extract granuled (Merck, Tyskland) og tryptone (Oxoid ltd., England). Det ble dyrket paralleller av alle skålene. Helt i begynnelsen har suspensjonen et celletall på 10^9 cfu/ml, men vil bli fortynnet til 10^4 cfu/ml idet det blir sådd ut på petriskålen. For at vaskemidlet skal bli godkjent må vaskemidlene har redusert celletallet med log 4, altså ingen vekst på skålen (Devold et al. 2012).

3.2.6 Mikrobiologiske analyser av vaskevann

Prøver til mikrobiologiske analyser ble tatt av rent og skittent vaskevann. Rent vaskevann er rent vann med vaskemiddel, dvs. før noen egg var vasket. Skittent vaskevann er vaskevann som har blitt brukt for vask av egg. Prøvene ble tatt ut i sterile rør, og holdt på is fram til videre analyser. Alle prøvene ble fortynnet med ringers løsning (Merck, Tyskland). De rene prøvene ble fortynnet til 10^{-2} mens de skitne prøvene ble fortynnet til 10^{-6}. Det ble sådd ut paralleller av alle prøvene. Prøvene ble utplatet på PCA agar (Merck, Tyskland) for bestemmelse av mesofilt aerobt celletall. Skålene ble inkubert aerobt ved 30 °C i fire dager.

3.2.7 Skalltykkelse

Et digitalt skyvelær (produsent ukjent, Kina) ble brukt til å måle skallets tykkelse på 3 tilfeldige plasser på skallet.

3.3 Statistiske analyser

Det ble gjennomført variansanalyse (ANOVA) i R (R Core Team 2012) med pakken R commander (Fox 2005). Til analysene ble det benyttet en lineær ANOVA-modell og parvise sammenligninger av effektnivåer ved bruk av Tukey's test med 5 % signifikansnivå. Det ble undersøkt hvordan vaskemetode, vaskemiddel, skylling eller tid påvirket pH i eggehviten og eggeplommen, HU, samt fargen på plommen. Til sammen ble 384 egg inkludert i datasettet og de kan sees i det vedlagt CD–rom. Alle rådata vil også finnes der.

4. Resultater

4.1 Subjektiv vurdering av eggkvalitet

Alle forsøkseggene ble undersøkt for klink, lukt, flekker og eventuelt andre defekter. Tabell 4 viser antall egg med klinkskader etter gjennomført dysevask og bøttevask. Ved tid 0 ble det generelt sett ikke observert noen spesielle avvik. Til sammen (for tid 0, 1, 2 og 3) ble det funnet tre egg med noe som synes å være kjøttflekker, og fire egg med blodflekker. Skittflekker ble også observert (for tid 0, 1, 2 og 3), men generelt sett var de aller fleste eggene helt rene. Tabell 3 viser hvordan de skitne eggene fordeler seg mellom vaskemidlene. I et egg ble det observert at det hadde kommet litt blod i eggehviten fra blodflekken som var på eggeplommen. En annen observasjon som skilte seg ut var i gruppen for egg vasket med DM CID, der det virker som det har oppstått en misfarging i skallet på eggene vasket i bøttevaskeren. Istedenfor å være helt hvite er de litt lyse gulaktige slik som vist i figur 4. Denne observasjonen var best synlig ved tid 1 og 3, mens det ved tid 2 ble oppfattet mindre misfarging. Misfargingen ble ikke observert ved tid 0. Det var ingen synlig forskjell i farge på de eggene som var skylt eller ikke. Denne observasjonen ble ikke gjort på eggene vasket i dysevaskeren. Ved uttakstider 1, 2 og 3, uavhengig av vaskemiddel og om det var en kontrollgruppe eller ikke ble det registrert flekkdannelser som ga gjennomsiktige områder på eggeskallene.

Tabell 3 Antall egg med skittflekker på seg etter vask. Tid 0 ble ikke inkludert.

Vaskemiddel	Antall egg totalt	Antall skitne egg uten skyll	Antall skitne egg med skyll	Totalt
DM CID (dysevask)	96	3	5	8
Alkacip	96	3	7	10
Asepto MT	96	9	1	10
Kontroll (dysevask)	48			1
DM CID (bøttevask)	96	7	7	14
America	96	6	4	10
Rotosan	96	3	0	3
Kontroll (bøttevask)	48			4

Tabell 4 Antall egg med klinkskader.

Vaskemetode	Antall egg totalt	Antall egg med klink
Bøttevask	336	7
Dysevask	336	10

Figur 4 Til venstre er egg vasket med DM CID (bøttevask) og til høyre er kontrollgruppen ved tid 1. Eggene i kontrollgruppen har noe hvitere eggeskall enn eggene vasket med DM CID. Den samme observasjonen ble gjort ved tid 3. (Foto: Vivian Andreassen)

4.2 Vasking av egg – registrering av pH og temperatur i vaskevann

Underveis i vaskingen ble det målt temperatur og pH for det rene vaskevannet og rett før forsøkseggene ble vasket. For å se registreringsskjemaene i sin helhet se vedlegg 2. I alle tilfellene der forsøkseggene ble vasket ble pH i brukskonsentrasjonen opprettholdt, unntatt ved bruk av DM CID (bøttevask), der pH ble litt lavere enn anbefalt. I og med at pH-meteret ble kalibrert ved romtemperatur er pH-verdiene justert etter hvilke temperaturer de ble målt ved. De opprinnelige og omregnede pH-verdiene kan sees i vedlegg 2.

Tabell 5 Registrering av vaskeforhold ved dysevask, der temperatur på vaske – og skyllevann samt pH av vaskevann er registrert. Tabellen i sin helhet kan sees i vedlegg 2.

Vaskmiddel	Dosering	Anbefalt pH	Anbefalt temp. (°C)	Temp. vaskevann forsøksegg (°C)	pH vaskevann forsøksegg	Temp. skyllevann (°C)	pH rent vaskevann
DM CID	0,5 %	11,8	40-45	45,2	11,31	34,8	11,25
Asepto MT	1 %	10,3-10,7	38-42	45,6	10,51	29,7	10,50
Alkacip	1 %	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt	46,7	11,86	26,6	11,97

Tabell 6 Registrering av vaskeforhold ved bøttevask, der temperatur på vaske – og skyllevann samt pH av vaskevann er registrert. Tabellen i sin helhet kan sees i vedlegg 2. *Temperatur og pH registrert før bøtte nummer 1 og 2 med forsøksegg ble vasket.

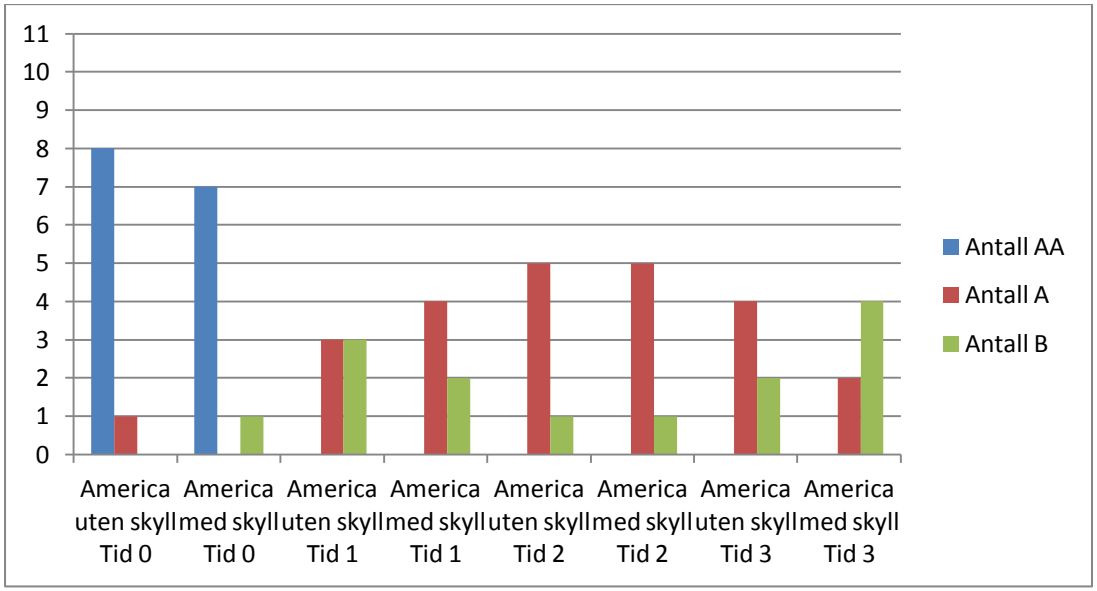
Vaskemiddel	Dosering	Anbefalt pH	Anbefalt temp. (°C)	Temp. vaskevann forsøksegg (°C)*	pH vaskevann forsøksegg*	Temp. skyllevann (°C)	pH rent vaskevann
DM CID	0,5 %	11,8	38-42	B1: 38,0 B2: ikke registrert	B1: 11,72 B2: 11,70	46,1	11,78
America	0,25 %	10	38-42	B1: 38,5 B2: 38,3	B1: 10,80 B2: 10,78	45	10,79
Rotosan	0,5 %	10-11,5	38-42	B1: 38,11 B2: 37,9	B1: 11,15 B2: 11,05	46	11,09

4.3 Fordeling av klasse AA, A og B – egg ved hjelp av EggAnalyzer

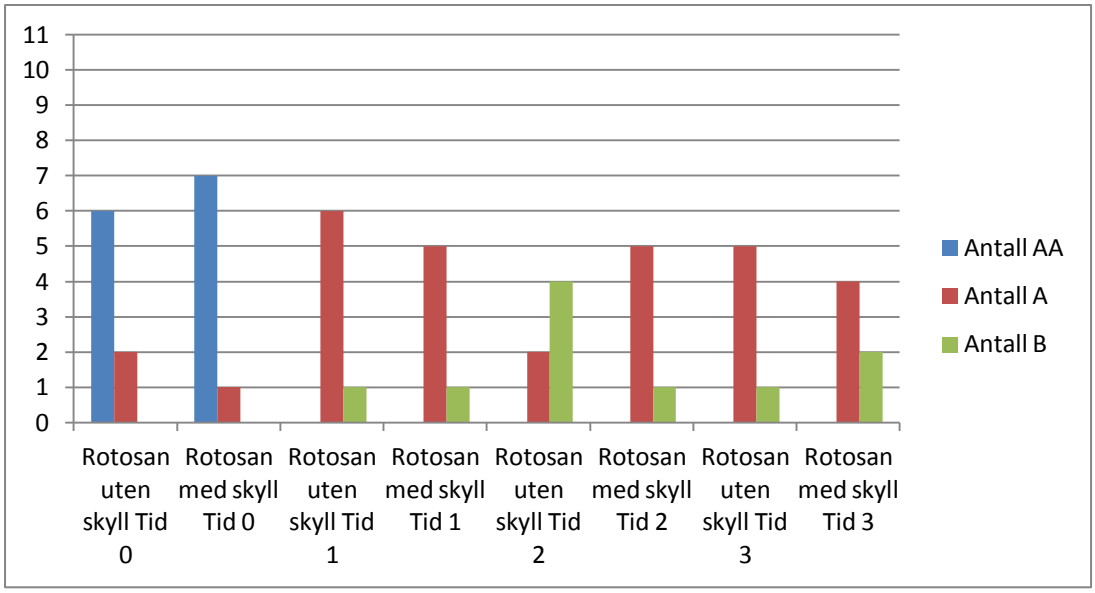
EggAnalyzer identifiserte hvilken klasse eggene hørte hjemme ifølge HU og nedenfor (figurene 5 – 12) kan man se hvordan eggene fordeler seg i de ulike klassene innenfor hver gruppe. Det er ikke testet like mange egg ved hvert uttak, det er noe flere egg ved tid 0 enn ved eksempelvis tid 3.

4.3.1 Fordeling av klasser – bøttevask

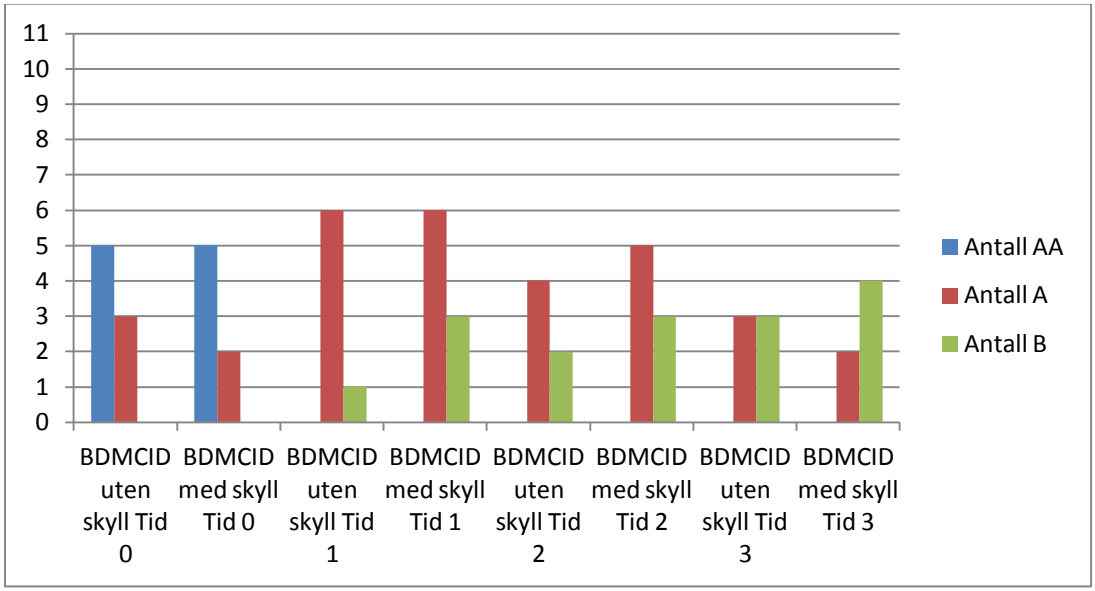
Fordeling av klasser av egg vasket med bøttevask. Egg av klasse A er vanligst å finne i tid 0, mens antallet av egg med klasse B øker jo eldre eggene blir. Man kan dog se i tabellene at antallet varierer i de ulike gruppene.



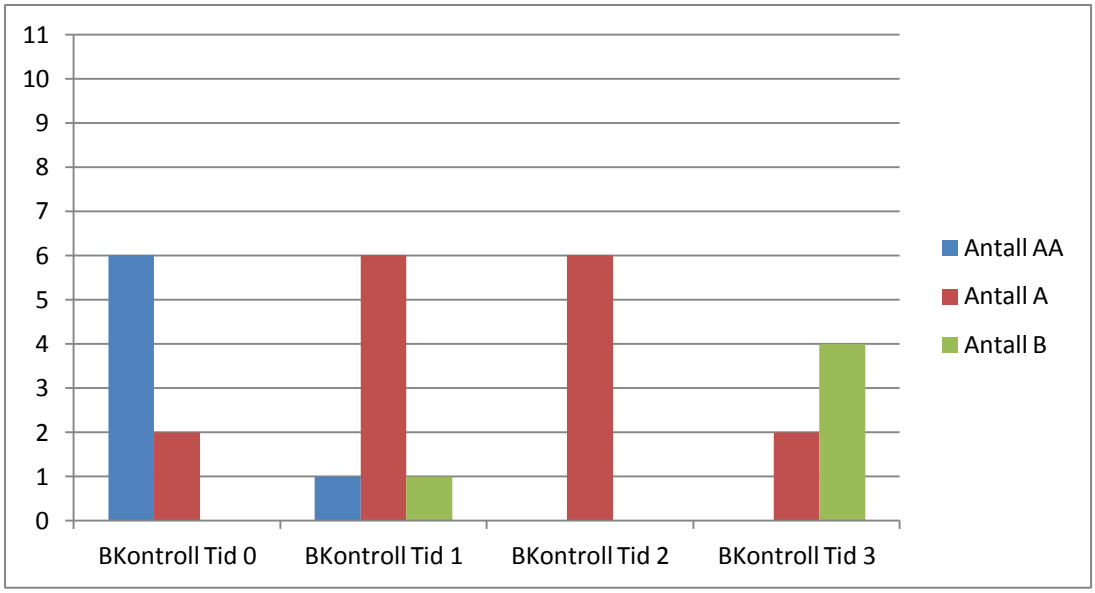
Figur 5 Fordeling av klasser for egg vasket med America, med og uten skyll, ved alle uttakstider.



Figur 6 Fordeling av klasser for egg vasket med Rotosan, med og uten skyll, ved alle uttakstider.



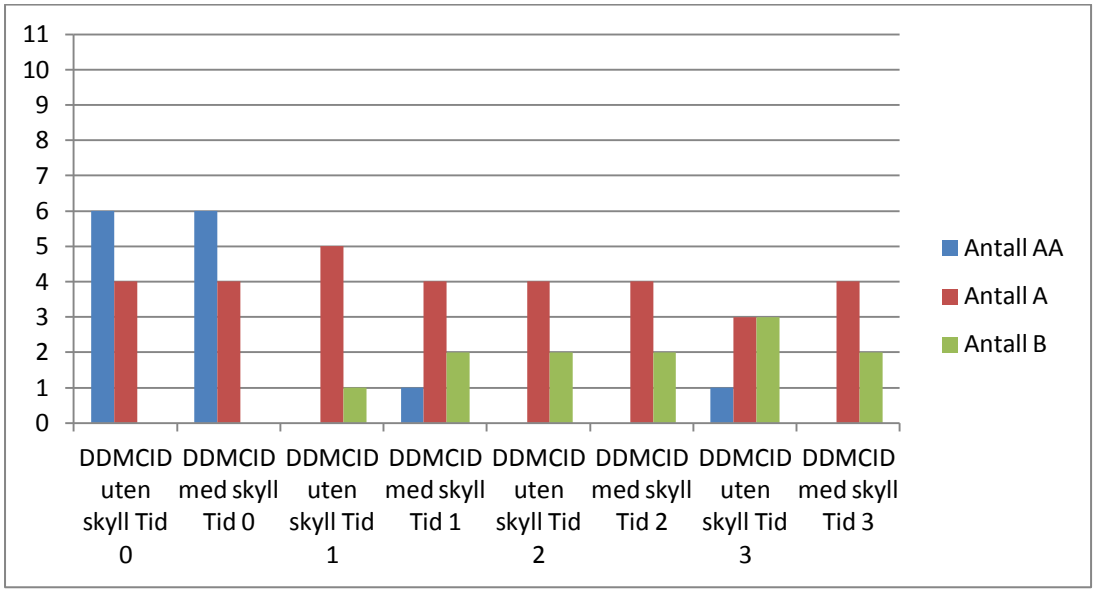
Figur 7 Fordeling av klasser for egg vasket med DM CID, med og uten skyll, ved alle uttakstider.



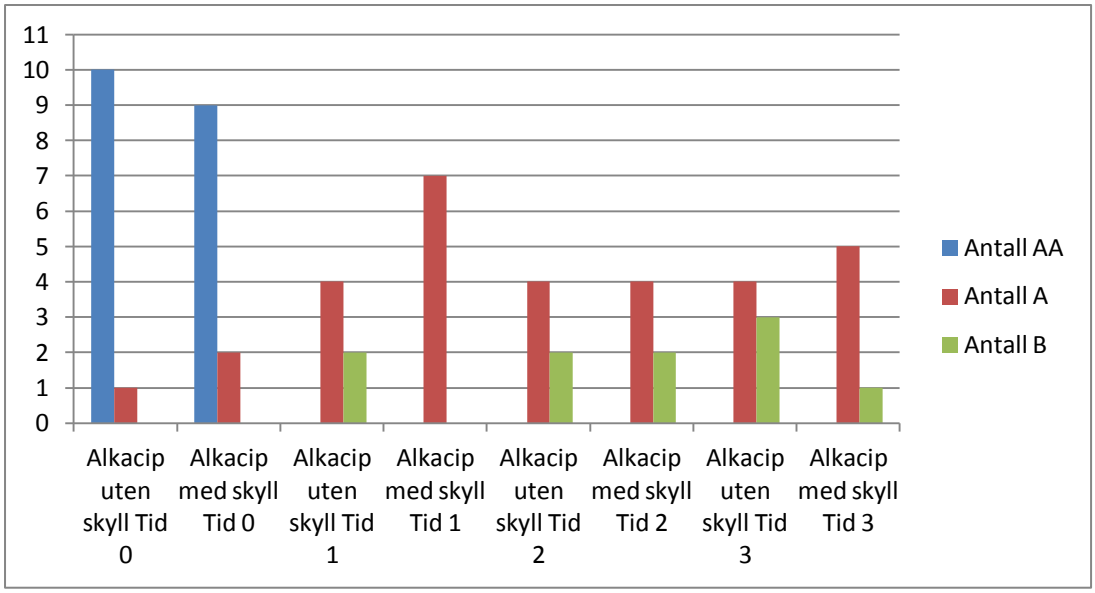
Figur 8 Fordeling av klasser for kontrollegg ved alle uttakstider.

4.3.2 Fordeling av klasser – dysevask

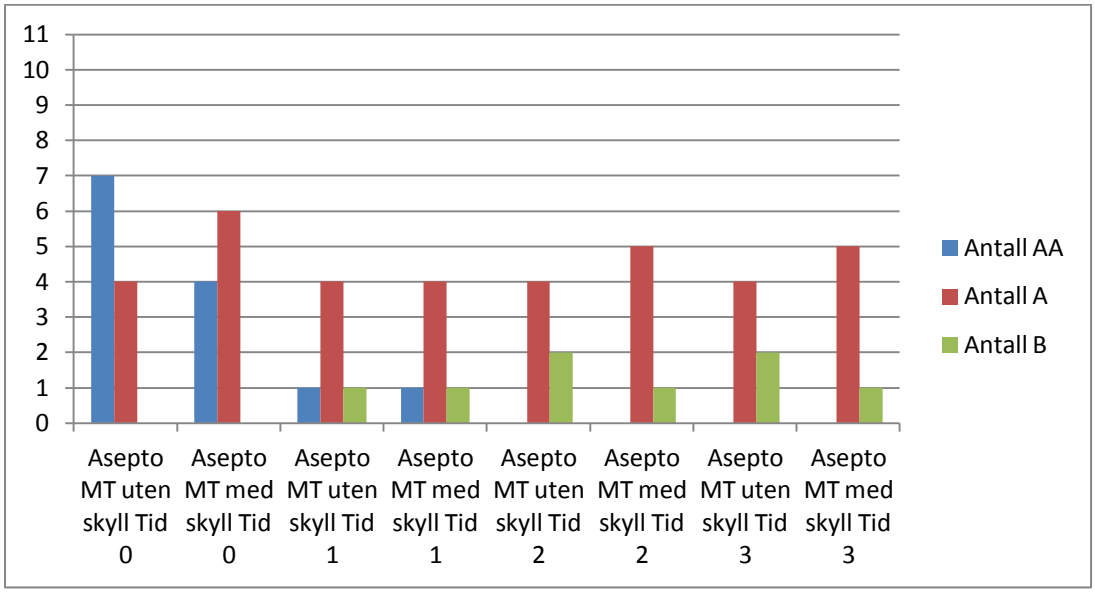
Fordeling av klasser av egg vasket med dysevask. Egg av klasse A er vanligst å finne i tid 0, mens antallet av egg med klasse B øker jo eldre eggene blir. Man kan dog se i tabellene at antallet varierer i de ulike gruppene.



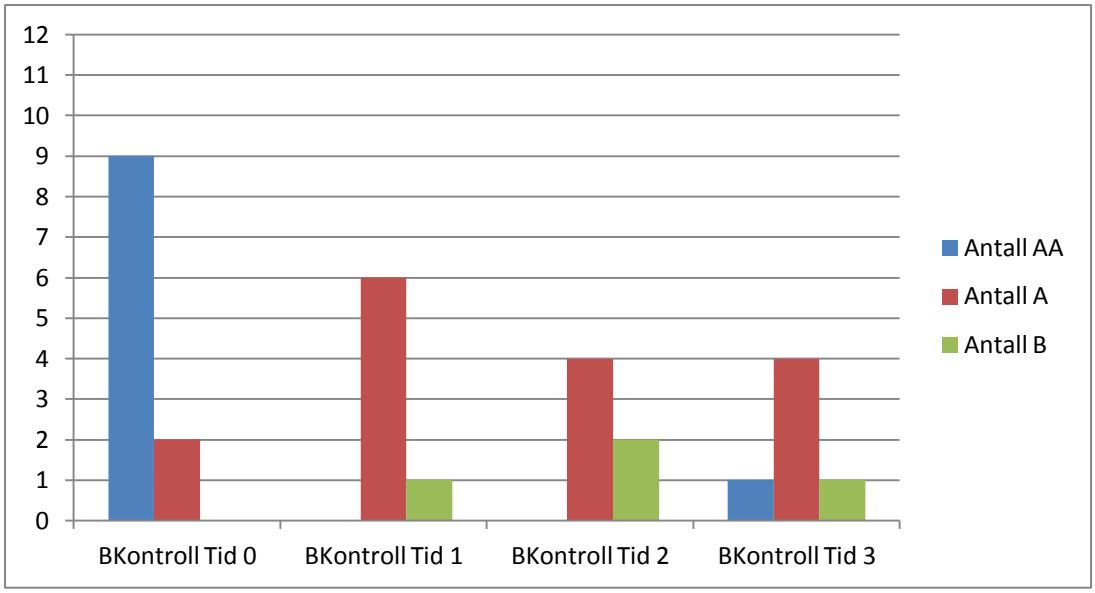
Figur 9 Fordeling av klasser for egg vasket med DM CID, med og uten skyll, ved alle uttakstider.



Figur 10 Fordeling av klasser for egg vasket med Alkacip, med og uten skyll, ved alle uttakstider.



Figur 11 Fordeling av klasser for egg vasket med Asepto MT, med og uten skyll, ved alle uttakstider.

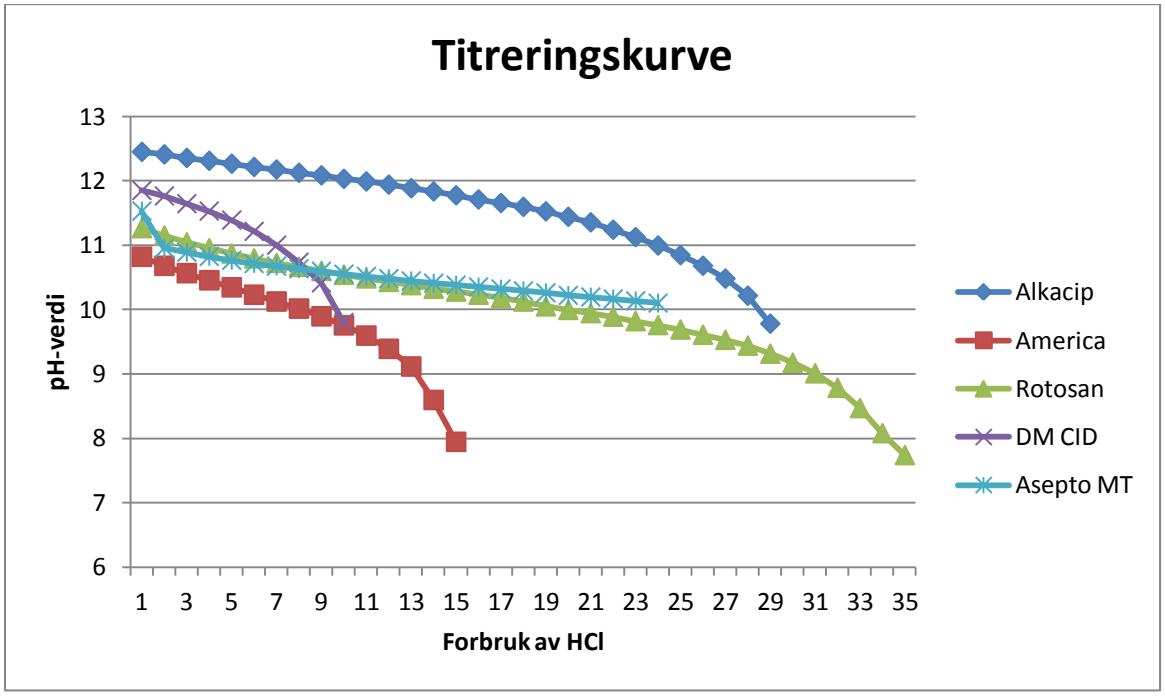


Figur 12 Fordeling av klasser for kontrollegg ved alle uttakstider.

4.4 pH og måling av bufferkapasitet

4.4.1 pH og buffertest

Analyse av bufferkapasitet for alle vaskemidlene ble gjennomført to ganger og gjennomsnittet av de to titreringskurvene vises i figur 13. Titreringskurvene viser at vaskemidlene har ulik pH og bufferkapasitet der America og DM CID viser dårligst bufferkapasitet, mens Alkacip ser ut til å være det vaskemidlet som har best bufferkapasitet.



Figur 13 Titreringskurve for alle vaskemidler brukt for vasking av egg i denne oppgaven med 0,01 M HCl. Verdiene er et gjennomsnitt av to buffertester.

4.5 Desinfeksjonstest

Bakteriesuspensjonene som ble brukt ble kontrollert (med totaltall) til å ha et celletall på $2x10^9$ cfu/ml. For gjærsuspensjonen ble ikke celletallet som forventet, disse blir da ikke vurdert. I Tabell 9 vises det i hvor stor grad de ulike vaskemidlene greide å redusere bakterieveksten. For at vaskemiddelet eller desinfeksjonsmiddelet skal kunne godkjennes må de være i stand til å redusere antall levende celler i alle kulturene med 4 log-enheter på 3 minutter (Devold et al. 2012). America kom dårligst ut med mest vekst i alle kulturene. Asepto MT greide å redusere bakteriene til akseptabelt nivå med unntak av *e.coli*. DM CID greide å redusere bakteriene til et akseptabelt nivå med unntak av *P.aeruginosa*.

Tabell 7 Celletall etter 3 minutter i ulike vaskemiddelløsninger og utplatning på PCA agar.

Vaskemiddel	**Vekst (cfu/ml)**			
	E.coli	***S.aureus***	***P.aeruginosa***	***S.cerevisiae***
Alkacip	<1	$5x10^4$	$92x10^5$	$5x10^5$
Asepto MT	$5x10^4$	<1	<1	<1
Rotosan	<1	$5x10^4$	$50x10^5$	$5x10^4$
America	$>300x10^5$	$2x10^7$	$56x10^5$	$15x10^4$
DM CID	<1	<1	$5x10^4$	$20x10^4$

4.6 Mikrobiologiske analyser av vaskevann

4.6.1 Mikrobiologiske analyser av vaskevann - dysevask

I tabell 7 kan man se resultatet av de mikrobiologiske analysene av vaskevannet. DM CID skiller seg ut med mest vekst i de skitne prøvene, mens alle prøvene med rent vaskevann ikke hadde noe vekst.

Tabell 8 Totaltall av bakterier i vaskevannet. Rent vaskevann er rent vann tilsatt vaskemiddel, før noen egg er vasket. Skittent vaskevann er brukt til å vaske ca. 1300 egg.

Vaskemiddel	Vekst (cfu/ml)
DM CID rent vaskevann	<1
DM CID skittent vaskevann	301
Alkacip rent vaskevann	<1
Alkacip skittent vaskevann	2
Asepto MT rent vaskevann	<1
Asepto MT skittent vaskevann	<1

4.6.2 Mikrobiologiske analyser av vaskevann - bøttevask

I tabell 8 kan man se resultatet av de mikrobiologiske analysene av vaskevannet. America skiller seg ut med mest vekst i de skittent vann, mens alle prøvene med rent vaskevann ikke hadde noe vekst.

Tabell 9 Totaltall av bakterier i vaskevannet. Rent vaskevann er rent vann tilsatt vaskemiddel, før noen egg er vasket. Skittent vaskemiddel er vaskevann som blitt brukt til å vaske 2 bøtter med skitne egg.

Vaskemiddel	Vekst (cfu/ml)
DM CID rent vaskevann	<1
DM CID skittent vaskevann	1
America rent vaskevann	<1
America skittent vaskevann	301
Rotosan rent vaskevann	<1
Rotosan skittent vaskevann	1

4.7 Måling av skalltykkelse

Skalltykkelsen ble målt etter vask ved tid 0, men det viste seg at metoden og utstyret ikke egnet seg til dette formålet i denne sammenhengen (resultater ikke inkludert).

4.8 Statistiske analyser av eggkvalitet

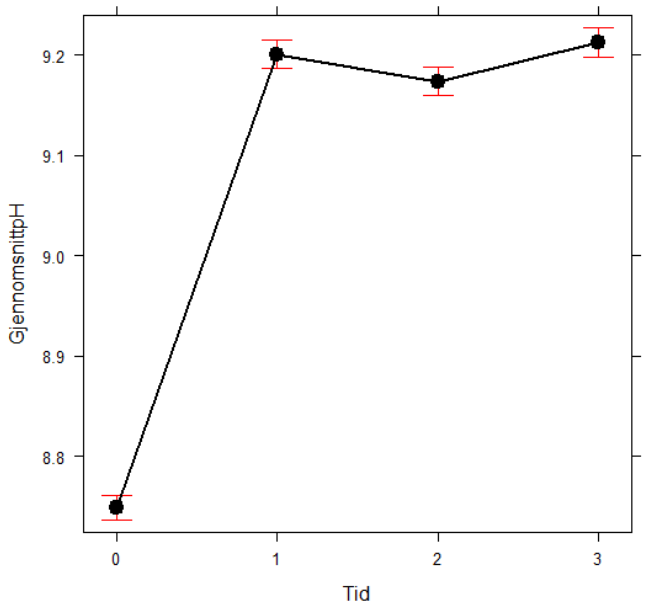
I de kommende plottene er de sorte prikkene gjennomsnittsverdi og de røde strekene representerer standardfeilen til gjennomsnittet. I alle de statistiske analysene blir det benyttet et signifikantnivå på 5 %, hvis ikke annet er oppgitt.

4.8.1 pH i eggehvite

Gjennomsnittsverdien i eggehvitens pH er et resultat av tre målinger på samme eggehvite. De første modellene 4.8.1.1 – 4.8.1.3 er forenklede modeller som er nødvendige for å komme fra til hovedmodellen i 4.8.1.4.

4.8.1.1 Effekt av tid

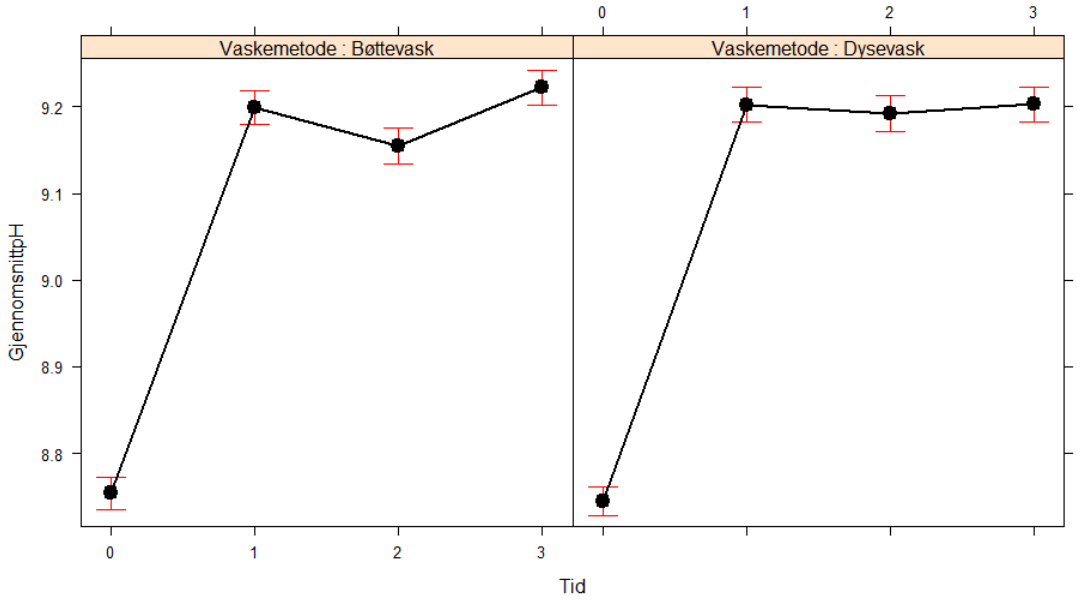
I plottet i figur 14 er gjennomsnitts-pH ved ulike prøveuttak vurdert opp mot tid uten korreksjon for andre variabler. En ANOVA-modell med kun effekt av tid ga en p = < 0,001 som viser at effekt av tid har signifikant betydning på egghvitens pH. Statistisk modell kan sees i vedlegg 1 punkt 1. Tid 0 er tydelig signifikant forskjellig fra tid 1, 2 og 3. Ved tid 1 var pH noe høyere enn ved tid 2 og de er signifikant forskjellige (p = 0,050). Den signifikante forskjellen mellom tid 3 og 2 er større (p = 0,0015), enn mellom tid 1 og 2. Resultatene samlet sett antyder en rask økning i pH de første dagene og at den flater ut ved rundt pH 9,2.



Figur 14 Gjennomsnittsverdier av pH (y-akse) i eggehvite ved ulike prøveuttak (x-akse) uten korreksjon for andre variabler.

4.8.1.2 Effekt av vaskemetode

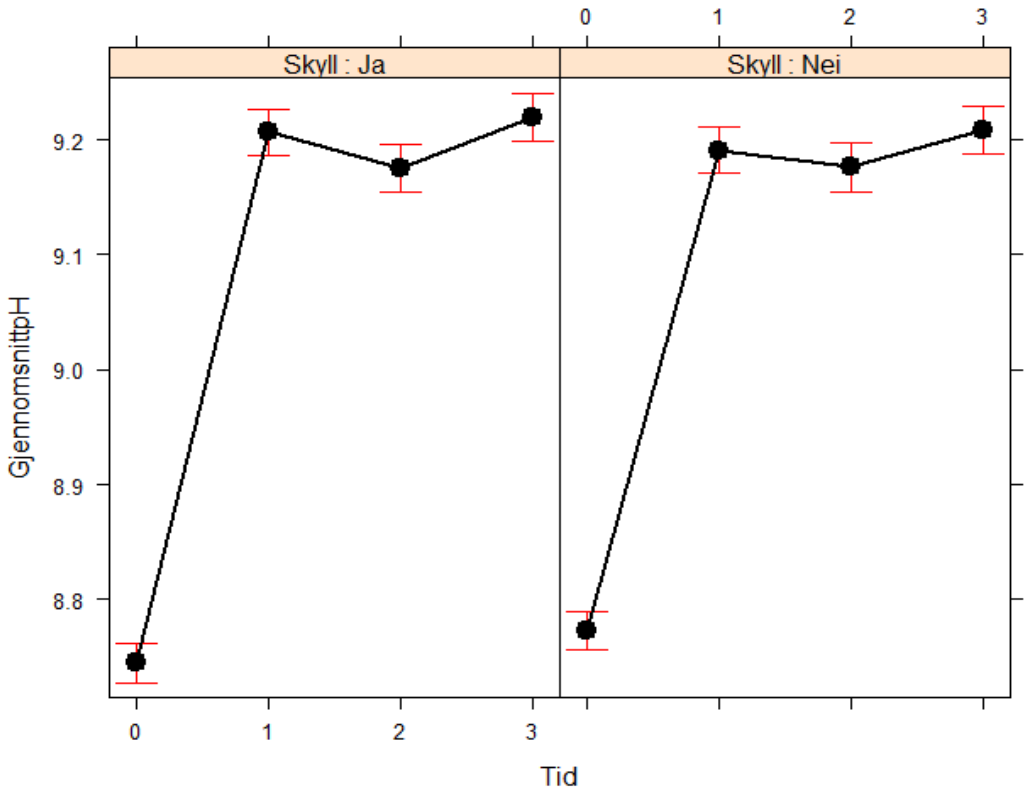
En ANOVA-modell med effekt av tid, vaskemetode og samspillet mellom disse ble kjørt. I figur 15 kan man se gjennomsnitts-pH som effekt av tid og om det er noen forskjeller mellom bøtte – og dysevask. Resultatet (vedlegg 1, punkt 2) viser ingen generell effekt av vaskemetode (p = 0,66), men det er et signifikant samspill (p = 0,038) som antyder at det for enkelte uttakstider kan være forskjell mellom vaskemetodene. En parvis test (vedlegg 1 punkt 2.) antyder at det kan være en forskjell ved tid 2 selv om den ikke er signifikant (p = 0,19).



Figur 15 Viser effekten av vaskemetode på gjennomsnitts-pH (y-akse) ved de ulike uttakene (x-akse) uten at det er tatt hensyn til andre variabler. Til venstre er pH-utviklingen til egg vasket med bøttevask og til høyre er pH-utviklingen til egg vasket med dysevask.

4.8.1.3 Effekt av skylling

Her er gjennomsnitts-pH for eggehvite vurdert opp mot tid, vaskemiddel, skylling og parvise samspill mellom disse i en ANOVA modell. Kontrollgruppene er utelatt siden de verken gjennomgikk vasking eller skylling. I figur 16 ser man hvordan pH i eggehvite utvikler seg med skylling som forklaringsvariabel. Generelt sett har skylling ingen effekt (p = 0,99), men samspillet mellom tid og skylling er signifikant på 10 % nivå (p = 0,067) (vedlegg 1, punkt 3.1). Dette skyldes nok i hovedsak tid 0 der egg som er skyllet har noe lavere pH enn de som ikke ble skylt ved dette uttaket. Den parvise sammenligningen mellom skyll og ikke skyll ved tid 0 viser seg likevel ikke å være signifikant på 5 % nivå (vedlegg 1, punkt 3.2).

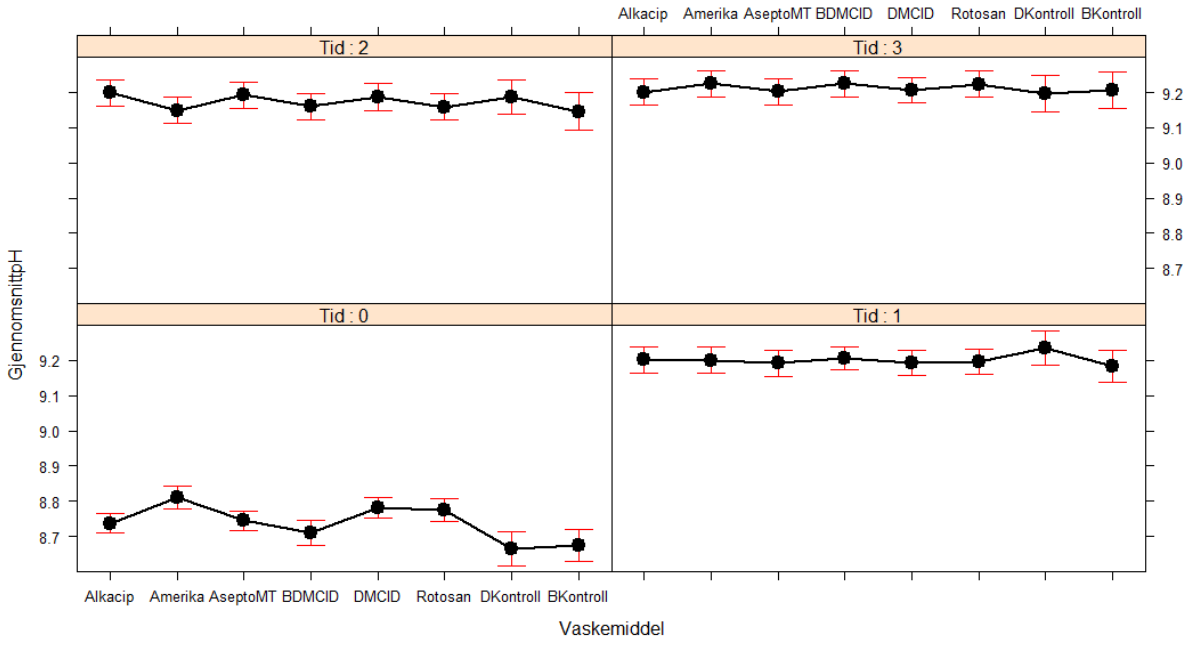


Figur 16 Effekt at skylling på gjennomsnitts-pH (y-akse) i eggehviten ved de ulike uttakene (x-akse). Kontrollgruppene er ikke inkludert siden de verken gjennomgikk vasking eller skylling. Til venstre er pH-utviklingen til egg som er vasket og skylt, mens til høyre er pH-utviklingen til egg som er vasket men ikke skylt.

4.8.1.4 Hovedmodell pH eggehvite

I denne modellen er det sett på samspillet mellom tid og vaskemiddel der det er tatt hensyn til variabler som vekt av plomme, vekt av helt egg og eggets høyde. Det er ikke skilt mellom skyll og ikke skyll siden det ikke ble funnet signifikante forskjeller mellom dem. (Vedlegg 1, punkt 3.1). Det var ingen hovedeffekt av vaskemiddel (p = 0,190) (vedlegg 1, punkt 4.1). Men det er likevel signifikant effekt av samspill mellom vaskemiddel og tid 0 for noen av vaskemidlene. America og Rotosan ble ved tid 0 funnet til å være forskjellig fra sin kontrollgruppe (signifikant på 5 % nivå) med p-verdier på henholdsvis p = 0,0011 og p = 0,040. DM CID (dysevask) ved tid 0 ble funnet til å være signifikant forskjellig fra kontrollgruppen på 10 % nivå (p = 0,054) (vedlegg 1, punkt 4.2). I figur 17 vises hvordan effekt av tid påvirker gjennomsnitts-pH ved de ulike uttakene.

Videre påvirker vekt av plomme og vekt av helt egg, samt høyde på egget eggehvitens pH (vedlegg 1, punkt 4.3). Når det gjelder vekt av plommen (p = 0,0096) vil den bidra til å øke pH jo tyngre den er gitt at alle andre variabler (inkludert vekt av helt egg og høyde egg) holdes konstant. Høyden (p = 0,035) vil også bidra til en pH-økning jo høyere egget er (gitt alle andre variabler er konstante). Vekt av helt egg (p < 0,001) vil føre til en pH-reduksjon jo tyngre egget blir (gitt at alle andre variabler er konstante).



Figur 17 Gjennomsnitts-pH (y-akse) i eggehvite ved bruk av de ulike vaskemidlene (x-akse) og effekt av tid ved de ulike uttakstidene. Her er det tatt hensyn til variabler som vekt av plomme, vekt av helt egg og eggets høyde. Øverst til venstre er tid to, øverst til høyre er tid 3, nederst til venstre er tid 0 og nederst til høyre er tid 1.

Reanalyse av hovedmodellen uten tid 0

Ved sjekk av residualplott fra hovedanalysen ble det observert at pH-verdiene i tid 0 hadde en tendens til å variere mer enn ved tid 1, 2 og 3, noe som kanskje kunne kamuflere forskjeller mellom tid 1, 2 og 3. For å undersøke dette ble det gjort en residualanalyse der tid 0 ble ekskludert fra datamaterialet, men der ble det heller ikke funnet noen forskjeller mellom tid 1, 2 og 3. Resultatene fra hovedanalysen er derfor holdbare (vedlegg 1, punkt 4.4)

4.8.1.5 Forholdet mellom HU og gjennomsnitts-pH

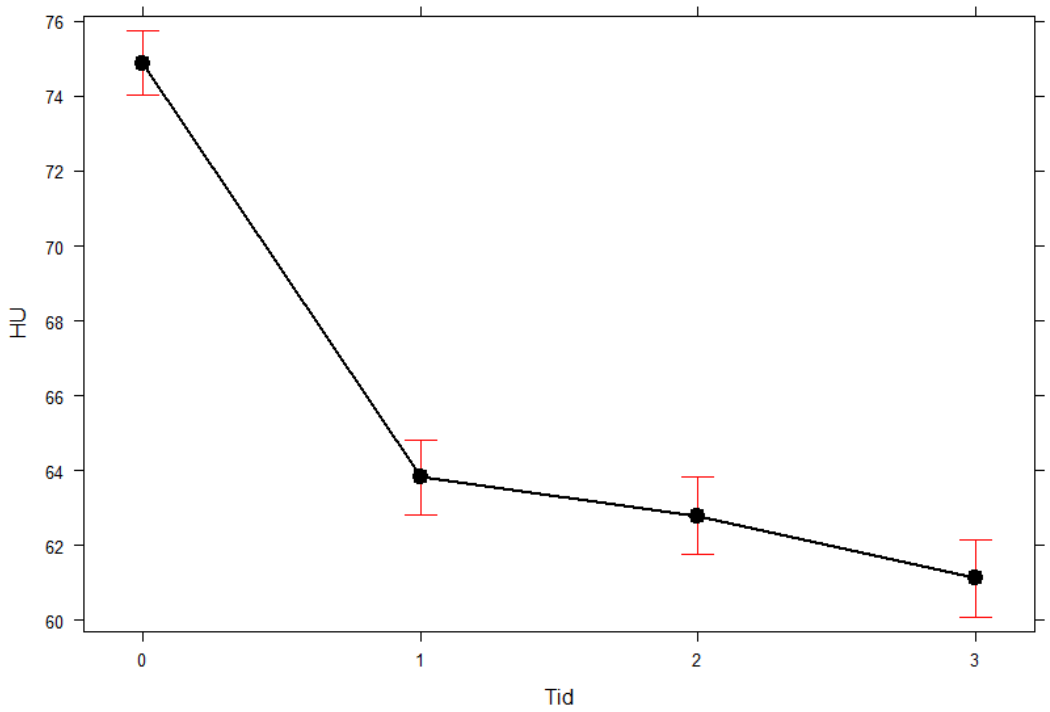
Her er gjennomsnitts-pH sett i sammenheng med tid og vaskemiddel mens variablene vekt av helt egg, høyde på egg og HU ble inkludert Vekt av plomme ble ikke inkludert i denne modellen (vedlegg 1 punkt 5.1). En $p < 0{,}001$ viser en sterk korrelasjon mellom HU og pH. Et negativt estimat på -0,0037 viser at jo større HU, desto lavere pH (gitt at alt annet er konstant) (vedlegg 1 punkt 5.2).

4.8.2 Haugh Unit

I de kommende modellene er det brukt gjennomsnitt av HU. De første modellene er forenklede og er nødvendige for å komme fram til hovedmodellen i 4.8.2.3.

4.8.2.1 Effekt av tid på HU

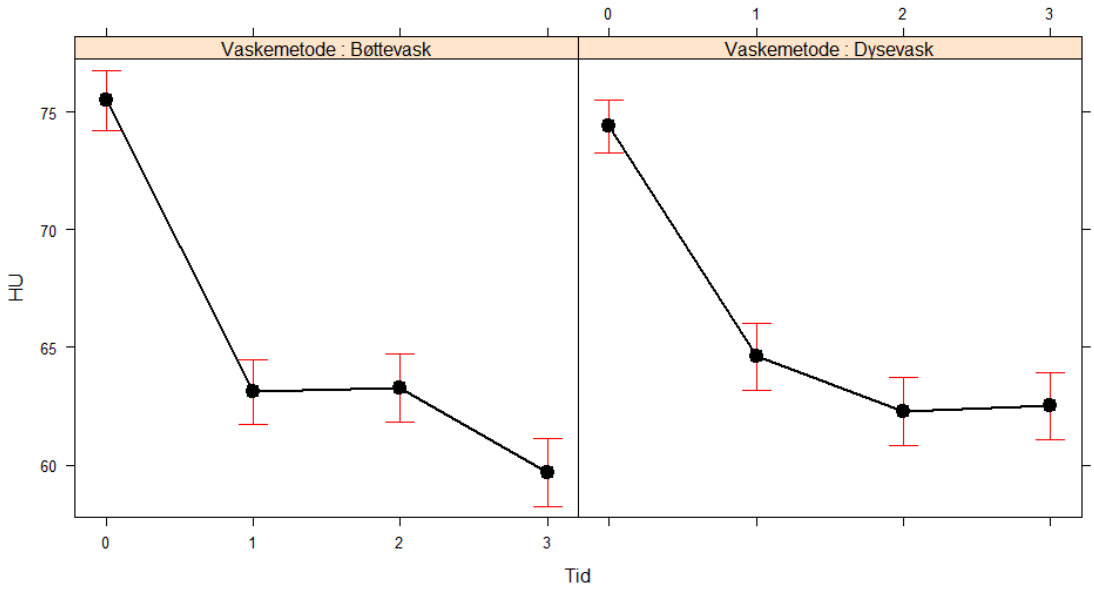
Effektplottet i figur 18 viser at gjennomsnitts-HU er påvirket av tid og får en konsekvent lavere verdi jo eldre eggene blir. En ANOVA-modell med kun effekt av tid ga en p = < 0,001 som viser at tid har signifikant betydning på HU (vedlegg 1 punkt 6.1).



Figur 18 Gjennomsnittsverdier av HU (y-akse) ved ulike prøveuttak (x-akse) uten korreksjon for andre variabler.

4.8.2.2 Effekt av vaskemetode på HU

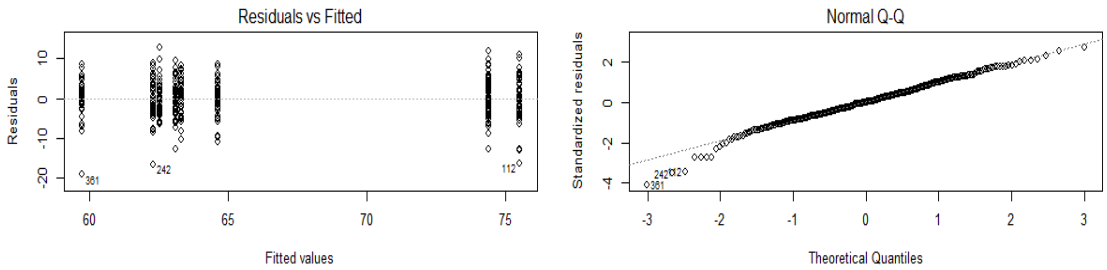
Her er HU sett i sammenheng med tid og vaskemetode. I figur 19 vises hvordan HU påvirkes av vaskemetodene. Generelt sett er det ingen signifikante forskjeller (p = 0,26) mellom bøtte – og dysevask, men det er likevel et samspill mellom vaskemetodene (p = 0,0097) (vedlegg 1 punkt 7.1). For å finne ut hvor forskjellen lå ble det kjørt en parvis sammenligning på vaskemetode og tid (vedlegg 1 punkt 7.3), og den indikerer at forskjellen mellom bøtte – og dysevask ligger ved tid 3 uten at dette er signifikant på 5 % nivå (p = 0,12). HU ligger noe høyere i dysevask enn i bøttevask ved tid 3.



Figur 19 Gjennomsnittsverdier av HU (y-akse) ved ulike (x-akse) uttak sammenlignet med vaskemetode uten korreksjon for andre variabler. Til venstre er utvikling av HU over tid med egg vasket i bøttevask og til høyre er utvikling av HU over tid med egg vasket i dysevask.

Analyse av variasjon i HU

Det har vært nevnt i teorien av HU ikke er så egnet som kvalitetsmål når eggene blir for gamle (Hunton 1987). Det ble derfor gjort en modellsjekk av ”effekten av vaskemetode på HU” for å se hvordan variasjonen i dataene var ved de ulike uttakene. Til venstre i figur 20 vises det at residualene har lik variasjon ved ulike uttakstider og til høyre vises det at dataene er normalfordelte.



Figur 20 Viser residualplott (til venstre) og normalfordeling av HU (til høyre). I resiudalplottet kan man se at HU fordeler seg jevnt ved alle uttakstider. Fra venstre i residualplottet er variasjonene i data henholdsvis tid 3, 2, 1 og 0. I plottet til høyre ser man at dataene er normalfordelte.

4.8.2.3 Hovedmodell Haugh Unit

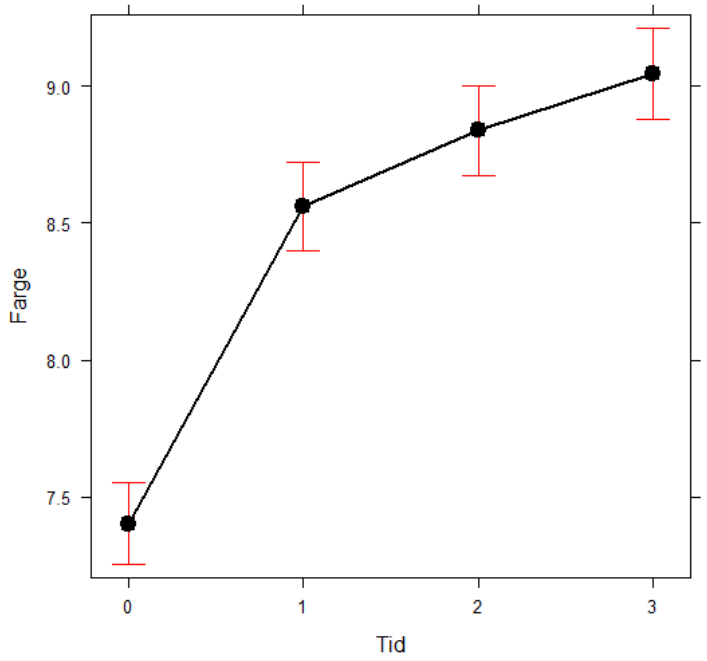
Etter å ha erstattet gjennomsnitts-pH for eggehvite med HU i hovedmodellen, der det er tatt hensyn til variabler som vekt av plomme, vekt av helt egg og eggets høyde, ble det funnet ut at verken vaskemetode eller vaskemiddel hadde noen effekt på HU (vedlegg 1, punkt 8.1). Effekt av tid og vekt av plommen ble funnet til å påvirke HU signifikant ($p < 0{,}0001$). Jo lengre tid som går jo lavere vil HU bli. Alle andre variabler hadde ingen signifikant betydning ($p > 0{,}05$).

4.8.3 Eggeplommens pH

Det ble ikke funnet noen signifikante sammenhenger mellom eggeplommens pH og vaskemiddel eller vaskemetode (resultater ikke inkludert).

4.8.4 Farge på eggeplommen

En ANOVA-modell med farge som respons og tid og vekt av plomme som forklaringsvariabel ble kjørt. I figur 21 kan man se hvordan fargen utvikler seg over alle uttakstidene. Ingen andre variabler enn tid ($p < 0{,}001$) og vekt av plommen ($p = 0{,}036$) viste seg å påvirke eggeplommens farge signifikant (vedlegg 1 punkt 9.1).



Figur 21 Viser hvordan fargen i eggeplommen (y-akse) utvikler seg over tid (x-akse), der ingen andre variabler enn tid og vekt av plommen har signifikant effekt. Høyere fargeverdi betyr mørkere farge på plommen.

5. Diskusjon

5.1 Subjektiv vurdering av eggkvalitet

Det ble ikke registrert noe form for uvanlig eller vond lukt fra eggene. Selv om det ble oppdaget mindre defekter som blod i eggplommen eller kjøttflekker i noen få egg ble disse inkludert i forsøket, det ser ikke ut som dette har påvirket pH-målinger eller andre kvalitetsanalyser på noe vis. Det ble funnet noen egg med klinkskader, sprekker eller hull. Disse ble ikke brukt til å måle pH i eggehvite elle eggeplomme da defekter i skallet kan øke risikoen for bakteriell kontaminering (Hutchison et al. 2003) og dermed eventuelle endringer i pH. Det kan finnes sprekker i egget som man ikke kan se med det blotte øyet (Overfield 1987), så det kan hende at noen egg hadde sprekker uten at de ble oppdaget. Det ble registrert noen flere egg med klinkskader i dysevasken enn i bøttevasken, selv om det er kjent at risikoen for klinkskader er større ved bøttevasking.

Misfargingen på egg vasket med DM CID later til å stamme fra vaskemidlet siden ingen av de andre vaskemidlene later til å ha gitt slik misfarging. Ingenting tyder på at skylling har noe effekt, siden det ikke ser ut til å ha verken forsterket eller forminsket misfargingen. Farge på skall er en forbrukerpreferanse (Stadelman 1986), og en slik misfarging kan muligens føre til at det ikke egner seg som konsumegg.

Fra og med uttakstid 1 ble det lagt merke til flekkdannelser som ga egget et skjoldete utseende. Slike områder er et resultat av akkumulering av vann fra nedbrytningen av eggehviten (Solomon et al. 1994) og forekomsten og alvorlighetsgraden så ut til å øke desto eldre eggene ble. Dette ble observert for alle vaskemidlene ved alle uttakstidene der ingen skiller seg ut på noe vis. Mange av flekkene så til å være lokalisert i den butte enden, dette er mest sannsynligvis på grunn av at det er der mesteparten av porene er lokalisert og at mesteparten av gassutvekslingen foregår der (De Reu et al. 2006).

5.2 Vasking av egg (bøttevask og dysevask)

Alle vaskemidlene ble kjøpt inn fra respektive leverandører til dette prosjektet, med unntak av Alkacip, der det allerede sto tilgjengelig ute hos produsent. Databladet til Alkacip var på daværende tidspunkt dessverre mangelfullt, og det sto ingen instrukser om bruksområde eller brukskonsentrasjon. Det ble derfor brukt 1 % bruksløsning (gjelder også i buffertesten og desinfeksjonstesten) i denne sammenhengen siden de fleste andre vaskemidlene brukte det.

Alkacip holdt seg innenfor den anbefalte pH da den ble målt til å være 11,86 før vasking av forsøkseggene, og den anbefalte pH for slike bruksløsninger er > 10 (Bruce & Drysdale 1994). I dysevasken brukte eggene ca 38 sekunder gjennom vaskedelen. Dette er noe lengre tid enn anbefalt i bruksanvisningen til Asepto MT, hvor det er oppgitt at eggene skal vaskes i 15 sekunder. Det er ikke oppgitt hvor lenge egg skal vaskes ved bruk av DM CID.

Underveis oppsto det problemer med bøttevaskeren, som besto av å få temperaturen opp til laveste anbefalte vasketemperatur (38 °C). I et av tilfellene (under vasking med Rotosan) ble det tilsatt 800 ml varmt vann før første forsøksbøtte for å komme opp i den anbefalte temperaturen, det påvirket derimot ikke pH nok til å havne utenfor den anbefalte pH i brukskonsentrasjonen på 10 – 11,5. Egg vasket med America fikk tilsatt 100 ml ekstra varmt vann før bøtte nummer to for å komme opp på den anbefalte temperaturen. Før forsøkseggene ble vasket var pH 10,94 mens den anbefalte pH er 10. Så pH har i heller ikke i dette tilfellet lavere enn det som er anbefalt. Vaskemidlene har veldig god bufferkapasitet, så litt tilsats av vann påvirker ikke pH nevneverdig.

Den anbefalte minimumstemperaturen er 38 °C og ble målt før eggene ble lagt i bøttevaskeren. I det man legger i de romtempererte eggene vil temperaturen i vaskevannet synke noe. Temperaturen bør derfor ikke gå under 38 °C, noe den ikke gjorde i dette forsøket.

I dysevask skal ikke vasketemperaturen overstige 45 °C og skyllevannet skal være minimum 10 °C høyere enn vaskevannet (Animalia. et al. 2011). Temperaturene kom noe utenfor de anbefalte da, temperaturene i vaskevannet ble mellom 45,5 °C og 46,7 °C og skyllevannet mellom 26,6 °C og 34,8 °C (se tabell 5). Det kan likevel hende at temperaturen på vaskevannet ble korrekt siden vaskevannet taper noe varme på vei opp til og på vei ut av dysene. I dysene ble temperaturen målt til å være noe lavere, men dette er ikke inkludert i resultatene. Den lave temperaturen på skyllevannet skyldtes tekniske problemer ute hos produsenten. Lav temperatur på skyllevannet kan føre til at eggets innhold trekker seg sammen og på den måten trekke bakterier som ligger på eggeskallets overflate gjennom porene (Solomon et al. 1994). Og få tørket eggene rask etter vasking er derfor viktig. De statistiske analysene viser at eggene som ble skyllet ikke er signifikant forskjellig fra de som ikke ble skyllet, så den lave skylletemperaturen ser ikke ut til å ha gitt utslag i eggehvitens pH eller HU i dette tilfellet.

5.3 EggAnalyzer

Det er oppgitt i EA's brukermanual at den kan ha problemer med å lese av fargen i plommen på helt ferske egg, siden det ligger en hinne over plommen som kan forstyrre målingen litt. Det ble observert at det ved tid 0 var noe større variasjoner i farge mellom eggene enn ellers, men denne variasjonen ble mindre ved tid 1, 2 og 3. Når det kommer til klasse AA, A og B – egg kan man se i histogram i figur 2 – 9 hvordan de fordeler seg mellom de ulike uttakstider, vaskemiddel, vaskemetode og om de er skyllet eller ikke. I både dysevask og bøttevask ble det observert flest egg av klasse AA ved tid 0, men de dukker likevel sporadisk opp enkelte steder etter tid 0. Den samme trenden kan man se i kontrollgruppene. HU avtar over tid på grunn av på grunn av at egget taper vekt og eggehvitens høyde avtar (Suppakul et al. 2010). Eggehvitens høyde avtar fordi at pH-økningen vil føre til en redusert andel tykk eggehvite mens andelen tynn eggehvite øker (Hunton 1987).

5.4 Vaskemidlets egenskaper

Test av bufferkapasitet ble gjennomført to ganger, og gjennomsnittet av disse kan sees i figur 13. Man kan klart se trendene mellom de ulike vaskemidlene. DM CID og America viste seg å ha dårligst bufferkapasitet blant alle vaskemidlene. Det tyder på at de ikke er like gode til å holde den anbefalte pH etter som mengden urenheter øker i vaskevannet. Alkacip ser ut til å ha en mye bedre bufferkapasitet enn de andre. Av alle vaskemidlene var det Alkacip som hadde den høyeste start-pH og America hadde den laveste.

Det er noen mulige feilkilder i dette forsøket. I buffertesten ble det tilsatt HCl til prøvene fikk et fargeomslag fra rosa til blank, fargeomslaget var derimot ikke like lett å se hos alle vaskemidlene siden noen av de i utgangspunktet hadde en litt grå farge til å begynne med. Det var spesielt vanskelig å se fargeomslaget til Asepto MT. Det ble også dannet en del skum i miksingen av bruksløsningen til America (og noe skum i Rotosan), noe som gjorde det vanskelig å måle helt nøyaktig, men det ble tatt bedre hensyn til dette i det andre gjentaket av buffertesten.

For at vaskemiddelet eller desinfeksjonsmiddelet skal ha tilfredsstillende desinfeksjonseffekt for bruk i næringsmiddelindustrien må det være i stand til å redusere antall levende mikroorganismer i alle kulturene med 4 log-enheter på 3 minutter (Devold et al. 2012), som betyr at det ikke kan være noe vekst på skålene for å kunne godkjennes. Det betyr at ingen av vaskemidlene i desinfeksjonstesten ble godkjent, der America skiller seg ut med mest vekst.

Dette kan henge sammen med at dette vaskemidlet har en av de laveste anbefalte pH i bruksløsningen blant alle vaskemidlene og den laveste doseringen (0,25 %).

5.5 Mikrobiologisk analyse av vaskevann

Mikrobiologiske undersøkelser ble gjort for å kunne eventuelt utelukke at vaskevannet er kilden til en merkbar kvalitetsendring i eggene. En kan forvente å finne bakterier som stammer fra verpeburenes gulv, som avføring, støv og annet skitt som kan legge seg på eggeskallets overflate og kontaminere vaskevannet. I denne sammenhengen var man bare interessert i å finne et estimat av totalt antall bakterier, det ble derfor ikke undersøkt for spesifikke bakterier, men det er grunn til å tro at veksten skyldes bakterier som man forventer å finne i et slikt miljø. Sjansen for at det er *Salmonella* tilstede i miljøet er liten siden dette jevnlig sjekkes av mattilsynet og besetninger som får påvist denne bakterien vil bli slaktet (Lovdata 2007).

Rent vaskevann er i denne sammenhengen rent vann med vaskemiddel, mens skittent vaskevann er vaskevann brukt til vask av egg før selve forsøkseggene. Et totaltall kan vise hvor stor mikrobiell belastning vaskevannet har. Hvor mye vekst som skulle vise seg i det skitne vannet var mer usikkert, og det ble derfor sådd ut på mange ulike fortynninger, helt til 10^{-6}. Det viste seg at det å så ut over en fortynning på 10^{-2} er unødvendig. I det rene vaskevannet ble det oppdaget ingen eller svært lite vekst. I det skitne vaskevannet kom America (bøttevask) og DM CID (dysevask) dårligst ut med mest vekst. De andre vaskemidlene kom ut med ingen eller ubetydelig vekst. Den mikrobiologiske prøven for det rene vaskevannet til Alkacip ble tatt etter at vaskingen hadde kommet litt i gang, men det ser ikke ut til å ha påvirket resultatet da det er ingen vekst på den prøven.

Det at America og DM CID (dysevask) kom ut med mest vekst på vaskevannsprøvene kan sees i sammenheng med at de også var de to vaskemidlene som hadde dårligst bufferkapasitet. De inneholder også klor som gir en god evne til å løse opp smuss, men det vil også føre til at desinfeksjonseffekten lett blir redusert (Sundheim 1999).

I og med at DM CID brukes i både bøttevask og dysevask kunne man kanskje forvente noenlunde lik mikrobiologisk belastning på vaskevannet. Dette var dog ikke tilfelle, da det var ubetydelig vekst i den skitne vaskevannsprøven ved bøttevask, mens det var mye vekst i den skitne vaskevannsprøven ved dysevask. Hvis man ser på pH (vaskevann forsøksegg) i bøttevask og dysevask (tabell 5 og 6) er pH i bøttevasken 11,78 mens den er 11,31 i

dysevasken, dvs. at begge er noe under den anbefalte pH på 11,80. Det kan hende at kombinasjonen av litt for lav pH og dårlig bufferkapasitet (figur 10) gir høy mikrobiell belastning på vaskevannet i dysevasken. Hvorfor det da er ingen vekst i vaskevannet fra bøttevaskeren er mer uvisst, men det kan hende at den noe høyere pH på 11,78 var nok til å hindre bakteriene å vokse så mye, siden det lå ganske nært opptil anbefalt pH. I dysevasken ser det ut til at en pH på 11,31 er litt for lavt til å hindre mikrobiell vekst, og hvorfor den ble så mye lavere i dysevasken enn i bøttevasken er uvisst. Årsaken kan være at DM CID var det første vaskemidlet som ble brukt i maskinen. Selv om maskinen ble rengjort på forhånd kan det hende at det var igjen noen urenheter som har vært med på å smusse til vaskevannet. Både det faktum at DM CID har dårlig bufferkapasitet og inneholder natrium hypokloritt kan ha vært medvirkende årsaker til veksten.

I de tilfellene det ble oppdaget mye vekst av bakterier i det skitne vaskevannet vil sjansen for en bakteriell kontaminering av eggene være større enn med vaskevann med lav mikrobiell belastning. Hvis det i tillegg har vært for lav pH og for lave temperaturer i vaskevannet er det en mulighet for at bakteriene overlever og faktisk kan trenge gjennom porene på eggeskallet. Hvis det er tilfelle så er egget rustet mot bakterier med sine antimikrobielle proteiner og ikke minst den høye pH i eggehviten. Den indre og den ytre skallmembranen fungerer som en av eggets viktigste barrierer mot en bakteriell invasjon (Stadelman 1986). Om bakterier skulle trenge inn i egget vil de mest sannsynligvis ikke vokse på grunn av mangelen på jern, siden eggehviten inneholder flere antimikrobielle proteiner, blant annet det jernbindende proteinet ovotransferrin (Baker & Bruce 1994).

Mange av koloniene (ca.50 %) i alle vaskevannsprøvene med vekst var pigmenterte. Pigmenterte kolonier tyder på luftforurensning i form av bakterier i slekten *Micrococcus* eller *Corynebacterium* (Adams & Moss 2008), så veksten i vaskevannet skyldes ikke bare kontaminering fra skitt fra egg men også fra luften i rommet.

5.6 Lagring

For at egg skal holde best mulig kvalitet lengst mulig skal de holdes rene, tørre og fri for fremmed lukt samt beskyttes mot støt og direkte sollys. Ved transport og oppbevaring skal ikke temperaturen overstige 12 °C og helst holdes stabil over 8 °C (Animalia. et al. 2011). Temperaturen ble loggført i hele perioden og den har holdet seg rund 8-9 °C, altså innenfor de

kriteriene som ble satt. Det forventes derfor at temperaturen ikke har indusert endringer i egget som er negativ for kvaliteten. Luftfuktigheten ble ikke kontrollert.

5.7 Skalltykkelse

Måling av skalltykkelse var et parameter som ble vurdert til å være en del av forsøket, men etter å ha undersøkt metodene ble det besluttet at måleinstrumentet – og metoden som var tiltenkt den bruken var altfor unøyaktig og tidkrevende i denne sammenhengen (Geake & Tyler 1961).

5.8 Statistiske analyser av eggkvalitet

Det ble oppdaget en liten feil i datasettet som er brukt i de kommende modellene. Der et egg (DCIDUS11T2) ble plassert i gruppen for dysekontroll (Dkontroll) istedenefor DMCID (dysevask). Etter å ha dobbeltsjekket noen av modellene, tyder det på at det har minimale invirkninger på resultatene i denne sammenhengen. Noen av modellene er kjørt med denne feilen mens andre ikke er det. I datasettet er det inkludert 383 egg og kan sees i sin helhet i vedlagt CD-rom.

5.8.1 pH i eggehvite

Eggeplommen viste seg å være utfordrende for pH-meteret å måle, verdiene spriket ofte og det tok veldig langt tid før det stabiliserte seg, eller at det ikke stabiliserte seg i det hele tatt. Dette kan skyldes plommens fysiske struktur, da den klinget seg veldig på elektroden til pH-meteret. Eggehviten er mer løs i konsistensen og var lettere å måle. Eggeplommens pH har ikke vært beskrevet i teorien som et viktig mål for eggkvalitet.

Gjennomsnitts-pH i egghviten hadde en tendens til å variere mer ved tid 0 enn ved tid 1, 2 og 3. Dette skyldes antageligvis at noen av eggene som ble samlet inn nylig var verpet, mens andre kanskje hadde ligget så mye som et døgn før innsamling. Dette har da ikke påvirket modellen. Den første tiden etter verping er bufferkapasiteten til eggehviten dårlig og pH vil stige raskt (Suppakul et al. 2010).

Resultatene (avsnitt 4.8.1.1) viser at pH er påvirket av tid. De første dagene etter at egget er lagt vil pH i eggehviten stige raskt (Hunton 1987), så eggene ser ut til å ha normal pH-utvikling. I begynnelsen øker pH raskt mens den flater ut etter hvert og stiger ikke dramatisk etter tid 1. Det forventes at pH skal stige jevnt, men tid 1 og 2 er signifikant forskjellige fra

hverandre der tid 2 ligger med noe lavere pH enn ved tid 1. Dette er ikke forventet, men pH ved tid 3 er noe høyere enn ved tid 2, og de er også signifikant forskjellig fra hverandre. At tid 3 har høyere pH enn tid 2 er logisk siden de er eldre. Selv om det er signifikante forskjeller i pH mellom ulike uttakstider er det trenden som er viktig her, at pH øker jo eldre eggene blir. De observerte forskjellene er marginale og det at kurven ikke stiger som forventet kan skyldes naturlige variasjoner.

Resultatene (avsnitt 4.8.1.2) viser at vaskemetoden ikke hadde noen generell effekt på eggehvitens pH. Ved tid 2 er det antydning til forskjeller mellom dysevask og bøttevask ($p = 0,19$), men det er usikkert hva det skyldes og kan være et resultat av naturlige variasjoner.

Generelt sett har skylling ingen effekt (avsnitt 4.8.1.3). Det tyder derimot på at det er noen små forskjeller, og at de i så fall er mest tydelige ved tid 0, da de skyllede har noe lavere pH enn de som ikke er skylt. I den parvise testen viste det seg å ikke være signifikant på 5 % nivå. Ved tid 1, 2 og 3 har nok pH jevnet seg mer ut siden det ikke er mulig å finne antydninger til forskjeller der.

Nå er det slik i denne oppgaven at noen av eggene gjennomgikk skylling, selv om det for enkelte vaskemidler ikke skulle det. Egg vasket med America, Rotosan og Asepto MT skulle ikke skylles, mens egg vasket med DM CID skulle skylles (vedlegg 2). I dette tilfellet tyder det ikke på at betydningen av skylling eller ikke skylling påvirker pH i eggehviten over tid.

Generelt sett er det ingen effekt av vaskemiddel på egghvitens pH (avsnitt 4.8.1.4). I den parvise sammenligningen ble det derimot funnet at både America og Rotosan var signifikant (på 5 % nivå) forskjellige fra kontrollgruppen, samt at DM CID (dysevask) var signifikant (på 10 % nivå) forskjellig fra kontrollgruppen. De signifikante forskjellene var bare sporbart ved tid 0 og kan bety at forskjeller i pH ved tid 0 blir utjevnet etter hvert som eggene blir eldre.

America kom dårligst ut i desinfeksjonstesten og er en av de med dårligst bufferkapasitet samt at den mikrobielle belastningen i det skitne vaskevannet var høy. Summen av alle disse faktorene kan kanskje forklare hvorfor eggene vasket med America har signifikant høyere pH i eggehviten enn kontrollgruppen. America har en av de laveste pH i bruksløsningen og hvorvidt vaskemiddelinntregning er årsaken til den forhøyede pH er uviss. Det tyder på at det ikke nødvendigvis er en høy pH i seg selv nødvendigvis påvirker eggehvitens pH til å bli høyere.

Rotosan ble heller ikke godkjent i desinfeksjonstesten, men hadde bedre bufferkapasitet enn America. Det er også ubetydelig vekst i det skitne vaskevannet. Eggene vasket med Rotosan

er signifikant forskjellig på 5 % nivå fra kontrollgruppen, med noe høyere pH. Årsaken til dette er uviss, siden både vasketemperatur og pH var innenfor de anbefalte verdiene.

DM CID kom sammen med America dårligst ut i buffertesten og de besto heller ikke desinfeksjonstesten. I DM CID (dysevask) ble det funnet høy mikrobiell belastning i det skitne vaskevannet. Eggene vasket med DM CID var signifikant forskjellig fra kontrollgruppen, dog bare på 10 % nivå. Selv om pH i eggehviten er signifikant forskjellige fra kontrollgruppene ved tid 0, er det mest sannsynligvis uten praktisk betydning for forbrukerne, siden pH uansett vil øke raskt den første tiden.

Det ble vist at vekt av plomme, vekt av helt egg og eggets høyde påvirker pH i eggehviten. Dersom vekt på helt egg og høyde ble holdt konstant, økte pH i eggehviten med vekten på plommen. Dette kan skyldes at andelen plomme blir større i forhold til eggehviten slik at den er mer påvirkelig for endringer. Dersom plommevekt og totalvekt ble holdt konstant økte pH med økende eggehøyde. Dette svarer til at egget blir smalere og vil få større overflate i forhold til volumet av eggehvite og vil lettere gi en pH-økning. Hvis vekt av eggeplomme og høyde på egget ble holdt konstant, men totalvekten økte ble pH-økningen mindre. Dette skyldes at egget blir mindre og dermed mindre overflate pr. volum noe som gir mindre påvirkning utenfra.

Forholdet mellom HU og gjennomsnitts-pH er svært signifikant. Det betyr at endringer i eggehvitens pH vil påvirke HU, som er naturlig siden eggehviten over tid vil bli tynnere (Hunton 1987) og høyden på eggehviten reduseres og HU synker.

5.8.3 Haugh Unit

Eggehvitens fysiske egenskaper, som forandrer seg over tid, sier noe om hvordan egget flyter utover etter at det er knekket (Hunton 1987), noe som påvirker eggehvitens høyde (Suppakul et al. 2010). Det betyr at HU påvirkes av tid noe som også kan sees i figur 18 (avsnitt 4.8.2.1) der HU ble lavere jo eldre eggene ble. HU blir lavere fordi eggehvitens høyde avtar (Hunton 1987).

Generelt sett har vaskemetode ingen signifikant betydning på HU (avsnitt 4.8.2.2). At HU ved tid 3 gikk raskere ned for bøttevask enn dysevask tyder på at bøttevask kan ha påvirket HU i negativ grad. Det kan også være at HU ved tid 2 for bøttevask er noe høyere enn normalt og fallet til tid 3 blir desto større sammenlignet med dysevaskeren uten at det er signifikant (p =

0,12). Årsaken til denne variasjonen er uviss og kan tilskrives naturlige variasjoner eller mer i variasjon i målingene innefor bøttevask enn i dysevask.

Etter hvert som eggene blir eldre vil HU være en dårlig kvalitetsindikator og det trengs et større antall egg for å få pålitelige data, men det nevnes ikke hva som er definert som gamle egg (Hunton 1987). ANOVA modellen antar at det er like stor variasjon i HU mellom alle uttakene, og siden det var grunn til å tro at HU kunne variere ble det gjort en residualanalyse (avsnitt 4.9.1). Denne analysen viser at HU ikke varierer noe mer i tid 0 enn i tid 1, 2 eller 3, og støtter opp under ANOVA modellen. Det kan tyde på at HU ikke er en dårlig kvalitetsindikator innenfor det tidsrommet som ble benyttet i dette forsøket.

HU ble sjekket opp mot alle mulige variabler, der blant annet vaskemiddel eller vaskemetode ble funnet til og ikke å ha noen effekt. I hovedmodellen med gjennomsnitts-pH i eggehviten ble det derimot funnet noen signifikante forskjeller mellom vaskemiddel, noe som kan tyde på at vaskemidler har mer effekt på pH i eggehvite enn HU.

5.8.4 Farge på eggeplommen

Det er kun vekt av eggeplomme og tid som i dette tilfellet påvirket fargen i eggeplommen etter at egget er lagt. Noe av grunnen til det kan være at vann fra eggehvite over tid vil gå inn i eggeplommen slik at den blir større (Oosterwoud 1987). Det kan kanskje være med på å forklare hvorfor fargen endrer seg. Det er andre faktorer som påvirker eggplommens farge mer, slik som eksempelvis fôr, der fargedannelsen er ekstremt sensitiv i forhold til innholdet av karotenoider (Hunton 1987).

Av alle de statistiske analysene kom det fram at eggehvitens pH øker raskt den første tiden parallelt med at HU går ned, noe som er i tråd med forventningene. En økende pH og minkende HU betyr at egget blir eldre og taper kvalitet. Generelt sett hadde verken vaskemetode, vaskemiddel eller skylling ingen signifikant betydning på eggehvitens pH eller HU. Der det ble funnet forskjeller var forskjellene små og dermed av liten praktisk betydning for forbrukere. Det interessante er hvis de signifikante forskjellene mellom kontrollgruppen og egg vasket med America og Rotosan skyldes vaskemidlet. Selve pH-økningen utgjør ingen helserisiko, men hvis pH-økningen skyldes vaskemidlet betyr det nødvendigvis at det har trukket inn i egget. Brukskonsentrasjonen er ganske lav i alle vaskemidlene, mellom 0,25 – 1 %, og utgjør mest sannsynligvis ikke akutt helserisiko for forbrukerne.

6. Videre arbeid

I et videre arbeid kan det kanskje vurderes å bruke noen færre vaskemidler og eventuelt ha uttakene med større mellomrom. Med færre vaskemidler vil man kunne analysere flere egg per analysedag og få et større statistisk grunnlag. Eggene i dette forsøket ble vasket og lagret i henhold til anbefalningene, men det kunne vært et alternativ å lagre eggene ved litt mer ugunstige forhold for å indusere kvalitetsendringer i egget, med og foreksempel lagre de ved en høyere temperatur. Det kunne også vært interessant å se hvilken effekt det hadde hatt på kvaliteten om eggene ble vasket utenfor anbefalningene som er satt for eggvask, dvs. med lavere pH og lavere eller høyere temperatur på vaskevannet, samt lavere eller høyere temperatur på skyllevannet. Det kunne også vært interessesant og kjørt noen kjemiske analyser av eggets innhold etter vask for å se etter eventuelle produktrester.

7. Konklusjon

Verken vaskemiddel eller vaskemetode som er brukt i denne oppgaven ser ut til å ha effekt på konsumeggenes kvalitet. Det ble funnet noen forskjeller. Rotosan og America kommer opp som signifikant forskjellige på 5 % nivå fra sine respektive kontrollgrupper i gjennomsnitts-pH ved tid 0. DM CID (dysevask) er signifikant på 10 % nivå ved tid 0. Denne forskjellen later bare til å dukke opp i tid 0, og ved tid 1, 2 og 3 er det ingen signifikante forskjeller. Dette resultatet kan skyldes at forskjeller som måtte oppstå ved tid 0 vil utjevne seg over tid og vil dermed ikke påvirke kvaliteten i eggehviten utover de naturlige endringene som skjer. Selv om det er noe høyere pH i eggehviten ved bruk av noen av vaskemidlene ved tid 0, vil dette antageligvis ikke oppfattes som en stor kvalitetsendring hos forbrukerne.

I de mikrobiologiske analysene av vaskevannet ble det funnet noen forskjeller mellom vaskemidlene. America og DM CID kom ut med mest vekst i det skitne vaskevannet. Hvis det i tillegg har vært for lav pH, samt for lave temperaturer i vaskevannet, er det en mulighet for at bakteriene overlever og kan dermed trenge inn i egget. Egget er derimot relativt godt rustet mot en eventuell bakteriell invasjon. Av patogene bakterier er det *Salmonella* som er mest fryktet i egg, men det er lite sannsynlig at den oppstår i norske egg siden kontrollen av dette er strengt regulert av mattilsynet. Konsumering av norske egg, fra et bakteriologisk standpunkt, er nok forbundet med lav helserisiko. Dette skyldes blant annet at konsumegg ikke lagres i lengre perioder, og vil derfor bli konsumert innen rimelig kort tid etter verping.

Når det kommer til vaskemidlene og dets evne til å trenge gjennom eggeskallet, er det grunn til å anta at det er teoretisk mulig at det kan forekomme. Alle vaskemidlene er sammensatt av kjemikaler som er løselige i vann, og disse stoffene kan derfor trenge inn gjennom eggeskallet med vaskevannet, ved hjelp av osmotiske krefter. Dette kan f.eks. forekomme ved feil temperaturbruk under vaskingen. Men konsentrasjonen av kjemiske stoff i vaskemidlene er også veldig lav, og om de skulle trenge inn i egget er det mest sannsynligvis ikke helsefarlig. Litt av utfordringen med vaskemidlene er at de reduserer overflatespenningen og dermed gjør det lettere for vannet og eventuelt å trenge inn i egget. Både når det gjelder bakteriell kontaminering og en eventuell vaskemiddelinntregning, vil dette sannsynligvis unngås hvis retningslinjer for vasking av egg blir fulgt, og hvis riktig dosering av vaskemidler etterstrebes.

Det ser ut til å være en sammenheng mellom vaskemidlene med dårligst bufferkapasitet og mest vekst i det skitne vaskevannet. America og DM CID (dysevask) var to av de fem vaskemidlene som hadde mest vekst i de skitne vaskevannsprøvene. Dette stemmer overrens med at disse to vaskemidlene hadde dårligst bufferkapasitet av alle vaskemidlene brukt i denne oppgaven. Det at America og DM CID har dårligst bufferkapasitet betyr at de er dårligst egnet til å holde den ønskede pH over tid, ettersom vaskevannet blir utsatt for en økende mengde organisk materiale og urenheter etter hvert som det blir brukt til vask av flere egg.

I denne oppgaven ble eggene vasket slik det er anbefalt av Animalia, Kjøttbransjens landsforbund (KLF) og Nortura, dette er med unntak av litt lave temperaturer i skyllevannet ved dysevask. Det ser ikke ut til vasking av egg har gitt noen negative endringer på kvaliteten gitt at retningslinjene følges. At eggene behandles riktig er først og fremst produsentenes ansvar og om man følger anbefalningene vil man kunne vaske og produsere konsumegg av god kvalitet.

8. Litteraturliste

Adams, M. R. & Moss, M. O. (2008). *Food microbiology*. 3 utg.: The royal society of chemistry.

Agronor. (u.å). DM CID eggvask. *Datablad*.

America A/S. (u.å). Brukerinformasjon for "America" eggvask. *Datablad*.

Animalia., Kjøttbransjens landsforbund & Nortura. (2011). *Den norske kjøtt- og fjørfebransjens retningslinje for egg*.

Animalia., Kjøttbransjens landsforbund & Nortura. (u.å). *Egg - et unikt næringsmiddel - hvordan opprettholde kvaliteten*.

Baker, R. C. & Bruce, C. (1994). Effects of processing on the microbiology of eggs. I: Board, R. G. & Fuller, R. (red.) *Microbiology of the avian egg*. England: Champan & Hall.

Bruce, J. & Drysdale, E. M. (1994). Trans-shell transmission. I: Board, R. G. & Fuller, R. (red.) *Microbiology of the avian egg*. England: Chapman & Hall.

Cook, F. & Briggs, G. M. (1986). The nutritive value of eggs. I: Stadelman, W. J. & Cotterill, O. J. (red.) *Egg science and technology*. England: The avi publishing company, Inc.

DAW Enterprises Ltd. (u.å). Brukerinformasjon for rotosan eggvaskepulver. *Datablad*.

De Reu, K., Grijspeerdt, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Uyttendaele, M., Debevere, J. & Herman, L. (2006). Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including Salmonella enteritidis. *International Journal of Food Microbiology*, 112 (3): 253-260.

Defra. (u.å). *Egg quality guide*: Department for environment food and rural affairs.

Devold, T., Hansen, J. F., Molland, T. & Wetlesen, A. (2012). Øvingsforskrifter til matvaretrygghet og hygiene - MVI 230: Universitetet for miljø og biovitenskap.

Doyle, M. P. & Beuchat, L. R. (2007). *Food microbiology: fundamentals and frontiers*. Washington: ASM Press.

Ecolab. (2011). Asepto MT. *Datablad*.

Fox, J. (2005). The R Commander: A basic-statistics graphical user interface to R. *Journal of statistical software*, 14 (9): 1-42.

Froning, G., Izat, A., Magwire, H. & Riley, G. (1993). Eggs and egg products. I: Vanderzant, C. & Splittstoesser, D. F. (red.) *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Washington: American Public Health Association.

Geake, F. H. & Tyler, C. (1961). Critical appraisal of various methods of assessing shell thickness. *Journal of the science of food and agriculture*: 281.

Granum, P. E. (2008). *Industrielt renhold*: Norges veterinærhøgskole - Institutt for mattrygghet og infeksjonsbiologi.

Hunton, P. (1987). Laboratory evaluations of egg quality. I: Belyavin, C. G. & Wells, R. G. (red.) b. 20 *Egg quality - current problems and recent advances*. England: Butterworths.

Hutchison, M. L., Gittins, J., Walker, A., Moore, A. & Burton, C. (2003). Washing table eggs: a review of the scientific and engineering issues. *World's poultry science journal*, 59: 233-248.

Lovdata. (2003). *Lov om matproduksjon og mattrygghet mv. (matloven)*.

Lovdata. (2007). *Forskrift om kontroll med Salmonella i fjørfe, fjørfefôr, fjørfekjøtt og egg*.

Lovdata. (2008). *Forskrift om næringsmiddelhygiene (næringsmiddelhygieneforskriften)*.

Lund, S. (1985). *Virkning av vasking på eggkvaliteten - oversikt over tidligere undersøkelser*.

Mathews, C. K., Holde, K. E. & Ahern, K. G. (2000). *Biochemistry*. 3 utg.: Robin Heyden.

Nys, Y. & Joël, G. (2007a). Function of eggshell matrix proteins. I: Anton, M., Huopalahti, R., López-Fandiño, R. & Schade , R. (red.) *Bioactive egg compounds*.

Nys, Y. & Joël, G. (2007b). Structure and formation of the eggshell. I: Anton, M., Huopalahti, R., López-Fandiño, R. & Schade , R. (red.) *Bioactive egg compounds*.

Oosterwoud, A. (1987). Effect of egg handling on egg quality. I: Belyavin, C. G. & Wells, R. G. (red.) b. 20 *Egg quality - current problems and recent advances*. England: Butterworths.

Overfield, N. D. (1987). Evaluation of egg quality in commercial practice. I: Wells, R. G. & Belyavin, C. G. (red.) *Egg quality - current problems and recent advances*. England: Butterworth.

R Core Team. (2012). *A language and environment for statistical computing*. Tilgjengelig fra: http://www.r-project.org/.

Remitek AS. (2003). Alkacip CL 10. *Datablad*.

Robinson, D. S. (1987). The chemical basis of albumen quality. I: Wells, R. G. & Belyavin, C. G. (red.) b. 20 *Egg quality - current problems and recent advances*. England: Butterworths.

Solomon, S. E. (1991). The egg contents. I: Solomon, S. E. (red.) *Egg and eggshell quality*.

Solomon, S. E., Bain, M. M., Cranstoun, S. & Nascimento, V. (1994). Hen's egg shell structure and function. I: Board, R. G. & Fuller, R. (red.) *Microbiology of the avian egg*. England: Chapman & Hall.

Sparks, N. H. C. (1994). Shell accessory materials: structure and function. I: Board, R. G. & Fuller, R. (red.) *Microbiology of the avian egg*. England: Chapman & Hall.

Stadelman, W. J. (1986). Quality identification of shell eggs. I: Stadelman, W. J. & O.J., C. (red.) *Egg science and technology*. England: The avi publishing company, Inc.

Sundheim, G. (1999). *Renhold i næringsmiddelindustrien*: Matforsk.

Suppakul, P., Jutakorn, K. & Bangchokedee, Y. (2010). Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. *Journal of food engineering*, 98 (2): 207-213.

Teknisk komité for vaske- og desinfeksjonsmidler til næringsmiddelindustrien. (2001). *Produktguide for vaske- og desinfeksjonsmidler til næringsmiddelindustrien*.

Tullett, S. G. (1987). Egg shell formation and quality. I: Belyavin, C. G. & Wells, R. G. (red.) b. 20 *Egg quality - current problems and recent advances*. England: Butterworths.

Statistiske modeller

1. Effekt av tid

1.1 ANOVA modell

```
> LinearModel.1 <- lm(GjennomsnittpH ~ Tid, data=pHHvit.tmp)
> Anova(LinearModel.1, type="III")
             Df  Sum Sq Mean Sq   F value    Pr(>F)
(Intercept)   1 30855.4 30855.4 6630071.9 < 2.2e-16 ***
Tid           3    16.8     5.6    1200.5 < 2.2e-16 ***
Residuals   379     1.8     0.0

$Tid
           diff         lwr          upr     p adj
1-0  0.45182167  0.42748071 4.761626e-01 0.0000000
2-0  0.42519164  0.40027455 4.501087e-01 0.0000000
3-0  0.46385270  0.43902287 4.886825e-01 0.0000000
2-1 -0.02663004 -0.05326566 5.589220e-06 0.0500709
3-1  0.01203103 -0.01452300 3.858505e-02 0.6467095
3-2  0.03866106  0.01157796 6.574417e-02 0.0014970
```

1.2 Oppsummering parvise tester

```
> cld('TukeyHSD', LinearModel.1, 0.05, 'Tid')
Tid
     means gr1 gr2 gr3
0 8.748618   a
2 9.173810       b
1 9.200440       b   c
3 9.212471           c
```

2. Effekt av vaskemetode

2.1 ANOVA modell

```
> LinearModel.2 <- lm(GjennomsnittpH ~ Tid + Vaskemetode + Tid*Vaskemetode,
+   data=pHHvit.tmp)

> Anova(LinearModel.2, type="III")
                 Df  Sum Sq Mean Sq    F value  Pr(>F)
(Intercept)       1 30743.4 30743.4 6.6861e+06 < 2e-16 ***
Tid               3    16.6     5.5 1.1998e+03 < 2e-16 ***
Vaskemetode       1     0.0     0.0 1.9890e-01 0.65591
Tid:Vaskemetode   3     0.0     0.0 2.8401e+00 0.03781 *
Residuals       375     1.7     0.0
Fit: aov(formula = LinearModel.2)
```

2.2 Oppsummering parvise tester

```
> cld('TukeyHSD', LinearModel.2, 0.05, 'Tid:Vaskemetode')
Tid:Vaskemetode
               means gr1 gr2 gr3
0:Dysevask  8.744638   a
0:Bøttevask 8.753704   a
2:Bøttevask 9.155238       b
2:Dysevask  9.192381       b   c
1:Bøttevask 9.198750       b   c
1:Dysevask  9.202326           c
3:Dysevask  9.203023           c
3:Bøttevask 9.222143           c
```

2.3 Effektestimat

```
$`Tid:Vaskemetode`
                                diff          lwr           upr     p adj
1:Bøttevask-0:Bøttevask  0.4450462963  0.404044215  0.4860483772 0.0000000
2:Bøttevask-0:Bøttevask  0.4015343915  0.359010069  0.4440587140 0.0000000
3:Bøttevask-0:Bøttevask  0.4684391534  0.425914831  0.5109634759 0.0000000
0:Dysevask-0:Bøttevask  -0.0090660225 -0.046619870  0.0284878253 0.9958519
1:Dysevask-0:Bøttevask   0.4486218777  0.406376610  0.4908671458 0.0000000
2:Dysevask-0:Bøttevask   0.4386772487  0.396152926  0.4812015711 0.0000000
3:Dysevask-0:Bøttevask   0.4493195521  0.407074284  0.4915648202 0.0000000
2:Bøttevask-1:Bøttevask -0.0435119048 -0.087183525  0.0001597152 0.0516222
3:Bøttevask-1:Bøttevask  0.0233928571 -0.020278763  0.0670644771 0.7301571
0:Dysevask-1:Bøttevask  -0.4541123188 -0.492960535 -0.4152641030 0.0000000
1:Dysevask-1:Bøttevask   0.0035755814 -0.039824362  0.0469755246 0.9999968
2:Dysevask-1:Bøttevask  -0.0063690476 -0.050040668  0.0373025724 0.9998438
3:Dysevask-1:Bøttevask   0.0042732558 -0.039126687  0.0476731990 0.9999892
3:Bøttevask-2:Bøttevask  0.0669047619  0.021800907  0.1120086171 0.0002203
0:Dysevask-2:Bøttevask  -0.4106004141 -0.451052005 -0.3701488228 0.0000000
1:Dysevask-2:Bøttevask   0.0470874862  0.002246629  0.0919283428 0.0317967
2:Dysevask-2:Bøttevask   0.0371428571 -0.007960998  0.0822467123 0.1943121
3:Dysevask-2:Bøttevask   0.0477851606  0.002944304  0.0926260173 0.0274704
0:Dysevask-3:Bøttevask  -0.4775051760 -0.517956767 -0.4370535847 0.0000000
1:Dysevask-3:Bøttevask  -0.0198172757 -0.064658132  0.0250235809 0.8800337
2:Dysevask-3:Bøttevask  -0.0297619048 -0.074865760  0.0153419504 0.4755751
3:Dysevask-3:Bøttevask  -0.0191196013 -0.063960458  0.0257212554 0.8986786
1:Dysevask-0:Dysevask    0.4576879002  0.417529764  0.4978460365 0.0000000
2:Dysevask-0:Dysevask    0.4477432712  0.407291680  0.4881948625 0.0000000
3:Dysevask-0:Dysevask    0.4583855747  0.418227438  0.4985437110 0.0000000
2:Dysevask-1:Dysevask   -0.0099446290 -0.054785486  0.0348962277 0.9975666
3:Dysevask-1:Dysevask    0.0006976744 -0.043878632  0.0452739810 1.0000000
3:Dysevask-2:Dysevask    0.0106423034 -0.034198553  0.0554831601 0.9962703
```

3. Effekt av skylling

3.1 ANOVA-modell

```
> LinearModel.2 <- lm(GjennomsnittpH ~ (Tid + Vaskemiddel + Skyll)^2,
data=pHHvit.tmp, subset=-id)

> Anova(LinearModel.2, type="III")
                   Df  Sum Sq Mean Sq    F value  Pr(>F)
(Intercept)         1 26128.8 26128.8 6.5492e+06 < 2e-16 ***
Tid                 3    13.6     4.5 1.1397e+03 < 2e-16 ***
Vaskemiddel         5     0.0     0.0 6.9110e-01 0.63051
Skyll               1     0.0     0.0 3.0000e-04 0.98522
Tid:Vaskemiddel    15     0.1     0.0 1.9628e+00 0.01771 *
Tid:Skyll           3     0.0     0.0 2.4078e+00 0.06732 .
Vaskemiddel:Skyll   5     0.0     0.0 8.2530e-01 0.53245
```

3.2 Oppsummering parvise tester

```
> cld('TukeyHSD', LinearModel.3, 0.05, 'Tid:Skyll')
Tid:Skyll
         means gr1 gr2 gr3
0:Ja  8.745660   a
0:Nei 8.772909   a
2:Ja  9.174722       b
2:Nei 9.174857       b   c
1:Nei 9.191053       b   c
1:Ja  9.207105       b   c
3:Nei 9.208378       b   c
3:Ja  9.220278           c
```

4. Hovedmodell

4.1 ANOVA modell

```
> LinearModel.9 <- lm(GjennomsnittpH ~ (Tid + Vaskemiddel)^2 + gr..lomme +
+   gr.helteggEA + Høydeegg, data=pHHvit.tmp)


> Anova(LinearModel.9, type="III")
                 Df  Sum Sq Mean Sq   F value    Pr(>F)
(Intercept)       1 30.9776 30.9776 7492.9973 < 2.2e-16 ***
Tid               3  8.5995  2.8665  693.3651 < 2.2e-16 ***
Vaskemiddel       7  0.0416  0.0059    1.4361 0.1896906
gr..lomme         1  0.0281  0.0281    6.7855 0.0095876 **
gr.helteggEA      1  0.0740  0.0740   17.9054 2.979e-05 ***
Høydeegg          1  0.0185  0.0185    4.4774 0.0350622 *
Tid:Vaskemiddel  21  0.2058  0.0098    2.3700 0.0007435 ***
Residuals       345  1.4263  0.0041
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

4.2 Effektestimat (utdrag)

```
0:BKontroll-0:America   -0.1333291547 -0.239502044 -0.0271562659 0.0010832
0:DKontroll-0:DMCID     -0.1070569785 -0.214735941  0.0006219839 0.0537471
0:BKontroll-0:Rotosan   -0.1079556910 -0.214128580 -0.0017828022 0.0403620
3:BKontroll-3:DKontroll  0.0129680399 -0.128595812  0.1545318916 1.0000000
```

4.3 Effektestimat

```
Coefficients:
                    Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)        9.0206000  0.1042096  86.562  < 2e-16 ***
Tid1              -0.3286849  0.0072271 -45.480  < 2e-16 ***
Tid2               0.1186235  0.0062630  18.940  < 2e-16 ***
Tid3               0.0895309  0.0062772  14.263  < 2e-16 ***
Vaskemiddel1       0.0020392  0.0085143   0.240 0.810855
Vaskemiddel2       0.0133536  0.0085624   1.560 0.119781
Vaskemiddel3       0.0032258  0.0085615   0.377 0.706565
Vaskemiddel4       0.0008334  0.0085820   0.097 0.922693
Vaskemiddel5       0.0094603  0.0084463   1.120 0.263468
Vaskemiddel6       0.0109755  0.0084882   1.293 0.196866
Vaskemiddel7      -0.0141736  0.0114502  -1.238 0.216614
gr..lomme          0.0073839  0.0028346   2.605 0.009588 **
gr.helteggEA      -0.0056039  0.0013243  -4.231 2.98e-05 ***
Høydeegg           0.0046809  0.0022121   2.116 0.035062 *
Tid1:Vaskemiddel1 -0.0084385  0.0128912  -0.655 0.513165
Tid2:Vaskemiddel1 -0.0056985  0.0150202  -0.379 0.704632
Tid3:Vaskemiddel1  0.0292753  0.0152002   1.926 0.054929 .
Tid1:Vaskemiddel2  0.0541070  0.0138544   3.905 0.000113 ***
Tid2:Vaskemiddel2 -0.0148440  0.0150672  -0.985 0.325222
Tid3:Vaskemiddel2 -0.0372592  0.0151190  -2.464 0.014212 *
Tid1:Vaskemiddel3  0.0069198  0.0129189   0.536 0.592557
Tid2:Vaskemiddel3 -0.0135667  0.0159466  -0.851 0.395495
Tid3:Vaskemiddel3  0.0189972  0.0151904   1.251 0.211927
Tid1:Vaskemiddel4 -0.0198281  0.0142317  -1.393 0.164445
Tid2:Vaskemiddel4  0.0133584  0.0141371   0.945 0.345361
Tid3:Vaskemiddel4 -0.0103384  0.0151024  -0.685 0.494087
Tid1:Vaskemiddel5  0.0249489  0.0131629   1.895 0.058876 .
Tid2:Vaskemiddel5 -0.0186395  0.0149914  -1.243 0.214583
Tid3:Vaskemiddel5  0.0083936  0.0155259   0.541 0.589121
Tid1:Vaskemiddel6  0.0371839  0.0138065   2.693 0.007422 **
Tid2:Vaskemiddel6 -0.0137176  0.0146934  -0.934 0.351168
Tid3:Vaskemiddel6 -0.0307206  0.0152089  -2.020 0.044165 *
Tid1:Vaskemiddel7 -0.0593816  0.0192137  -3.091 0.002160 **
Tid2:Vaskemiddel7  0.0450354  0.0193437   2.328 0.020481 *
Tid3:Vaskemiddel7  0.0198989  0.0194137   1.025 0.306084
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

4.4 Reanalyse av hovedmodellen uten tid 0

```
> LinearModel.10 <- lm(GjennomsnittpH ~ (Tid + Vaskemiddel)^2 + gr..lomme +
+  + +   gr.helteggEA + Høydeegg, data=pHHvituten0)

> Anova(LinearModel.10, type="III")
                 Df  Sum Sq Mean Sq    F value    Pr(>F)
(Intercept)       1 15.8729 15.8729 13161.5448 < 2.2e-16 ***
Tid               1  0.0005  0.0005     0.4138 0.5206780
Vaskemiddel       7  0.0169  0.0024     2.0070 0.0550065 .
gr..lomme         1  0.0088  0.0088     7.2599 0.0075535 **
gr.helteggEA      1  0.0165  0.0165    13.6799 0.0002692 ***
Høydeegg          1  0.0048  0.0048     4.0091 0.0463896 *
Tid:Vaskemiddel   7  0.0126  0.0018     1.4961 0.1692969
Residuals       238  0.2870  0.0012
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

5. Forholdet mellom HU og gjennomsnitts-pH

5.1 ANOVA modell

```
 > LinearModel.5 <- lm(GjennomsnittpH ~ (Tid + Vaskemiddel)^2 +
+   gr.helteggEA + Høydeegg + HU, data=pHHvit.tmp)

> Anova(LinearModel.5, type="III")
                 Df  Sum Sq Mean Sq   F value    Pr(>F)
(Intercept)       1 24.8835 24.8835 6391.7003 < 2.2e-16 ***
Tid               3  4.9088  1.6363  420.2988 < 2.2e-16 ***
Vaskemiddel       7  0.0421  0.0060    1.5437 0.1514304
gr.helteggEA      1  0.0741  0.0741   19.0410 1.690e-05 ***
Høydeegg          1  0.0118  0.0118    3.0391 0.0821654 .
HU                1  0.1037  0.1037   26.6366 4.142e-07 ***
Tid:Vaskemiddel  21  0.1986  0.0095    2.4297 0.0005202 ***
Residuals       347  1.3509  0.0039
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> summary(LinearModel.5, cor=FALSE)

Call:
lm(formula = GjennomsnittpH ~ (Tid + Vaskemiddel)^2 + gr.helteggEA +
    Høydeegg + HU, data = pHHvit.tmp)
```

5.2 Effektestimat

```
Coefficients:
                    Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)        9.4103401  0.1177056  79.948  < 2e-16 ***
Tid1              -0.3047638  0.0088333 -34.502  < 2e-16 ***
Tid2               0.1159061  0.0060228  19.245  < 2e-16 ***
Tid3               0.0810490  0.0063740  12.716  < 2e-16 ***
Vaskemiddel1       0.0015897  0.0081464   0.195  0.84540
Vaskemiddel2       0.0118732  0.0083095   1.429  0.15394
Vaskemiddel3       0.0061409  0.0082086   0.748  0.45491
Vaskemiddel4      -0.0032036  0.0082983  -0.386  0.69969
Vaskemiddel5       0.0119242  0.0081496   1.463  0.14433
Vaskemiddel6       0.0097902  0.0082341   1.189  0.23526
Vaskemiddel7      -0.0125535  0.0111128  -1.130  0.25941
gr.helteggEA      -0.0047554  0.0010898  -4.364 1.69e-05 ***
Høydeegg           0.0037089  0.0021275   1.743  0.08217 .
HU                -0.0037211  0.0007210  -5.161 4.14e-07 ***
Tid1:Vaskemiddel1 -0.0053849  0.0124529  -0.432  0.66571
Tid2:Vaskemiddel1 -0.0041719  0.0145033  -0.288  0.77379
Tid3:Vaskemiddel1  0.0229043  0.0147349   1.554  0.12099
Tid1:Vaskemiddel2  0.0592229  0.0134817   4.393 1.49e-05 ***
Tid2:Vaskemiddel2 -0.0211199  0.0146195  -1.445  0.14946
Tid3:Vaskemiddel2 -0.0310537  0.0147284  -2.108  0.03571 *
Tid1:Vaskemiddel3  0.0008339  0.0124957   0.067  0.94683
Tid2:Vaskemiddel3 -0.0076284  0.0149673  -0.510  0.61061
Tid3:Vaskemiddel3  0.0173441  0.0146501   1.184  0.23727
Tid1:Vaskemiddel4 -0.0184065  0.0138039  -1.333  0.18327
Tid2:Vaskemiddel4  0.0132399  0.0137010   0.966  0.33454
Tid3:Vaskemiddel4 -0.0091213  0.0146313  -0.623  0.53343
Tid1:Vaskemiddel5  0.0227309  0.0126885   1.791  0.07409 .
Tid2:Vaskemiddel5 -0.0139449  0.0145536  -0.958  0.33864
Tid3:Vaskemiddel5  0.0034959  0.0149676   0.234  0.81546
Tid1:Vaskemiddel6  0.0405367  0.0134128   3.022  0.00270 **
Tid2:Vaskemiddel6 -0.0174659  0.0142564  -1.225  0.22136
Tid3:Vaskemiddel6 -0.0274505  0.0146759  -1.870  0.06226 .
Tid1:Vaskemiddel7 -0.0600803  0.0186439  -3.223  0.00139 **
Tid2:Vaskemiddel7  0.0429797  0.0187624   2.291  0.02258 *
Tid3:Vaskemiddel7  0.0130866  0.0189012   0.692  0.48917
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

s: 0.06239 on 347 degrees of freedom
  (1 observation deleted due to missingness)
Multiple R-squared: 0.927,
Adjusted R-squared: 0.9199
F-statistic: 129.6 on 34 and 347 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

6. Effekt av tid på HU

6.1 ANOVA modell

```
> LinearModel.6 <- lm(HU ~ Tid, data=pHHvit.tmp)

> Anova(LinearModel.6, type="III")
             Df  Sum Sq Mean Sq  F value    Pr(>F)
(Intercept)   1 1611725 1611725 69699.29 < 2.2e-16 ***
Tid           3   12920    4307   186.24 < 2.2e-16 ***
Residuals   379    8764      23
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

7. Effekt av vaskemetode på HU

7.1 ANOVA-modell

```
> LinearModel.7 <- lm(HU ~ Tid + Vaskemetode + Tid*Vaskemetode,
+   data=pHHvit.tmp)

> Anova(LinearModel.7, type="III")
                 Df  Sum Sq Mean Sq    F value    Pr(>F)
(Intercept)       1 1606946 1606946 71016.1931 < 2.2e-16 ***
Tid               3   12922    4307   190.3592 < 2.2e-16 ***
Vaskemetode       1      29      29     1.2709  0.260327
Tid:Vaskemetode   3     262      87     3.8605  0.009652 **
Residuals       375    8485      23
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

7.2 Parvise sammenligninger tid

```
> TukeyHSD(aov(LinearModel.7),c('Tid','Vaskemetode','Tid:Vaskemetode'),
+   conf.level=0.95)
  Tukey multiple comparisons of means
    95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = LinearModel.7)

$Tid
          diff        lwr         upr     p adj
1-0 -11.064773 -12.762133  -9.3674121 0.0000000
2-0 -12.100029 -13.837564 -10.3624946 0.0000000
3-0 -13.764553 -15.496003 -12.0331022 0.0000000
2-1  -1.035256  -2.892629   0.8221166 0.4762009
3-1  -2.699780  -4.551463  -0.8480973 0.0011149
3-2  -1.664524  -3.553101   0.2240532 0.1058799
```

7.3 Estimat på parvis sammenligning vaskemetode

```
$Vaskemetode
                        diff        lwr      upr    p adj
Dysevask-Bøttevask 0.4139739 -0.5423031 1.370251 0.395191

$`Tid:Vaskemetode`
                              diff         lwr         upr     p adj
1:Bøttevask-0:Bøttevask -12.405324 -15.2816501  -9.5289981 0.0000000
2:Bøttevask-0:Bøttevask -12.224074 -15.2071864  -9.2409617 0.0000000
3:Bøttevask-0:Bøttevask -15.809788 -18.7929007 -12.8266760 0.0000000
0:Dysevask-0:Bøttevask   -1.110306  -3.7447359   1.5241239 0.9041842
1:Dysevask-0:Bøttevask  -10.886477 -13.8500136  -7.9229407 0.0000000
2:Dysevask-0:Bøttevask  -13.221693 -16.2048055 -10.2385808 0.0000000
3:Dysevask-0:Bøttevask  -12.998105 -15.9616415 -10.0345686 0.0000000
2:Bøttevask-1:Bøttevask   0.181250  -2.8823461   3.2448461 0.9999997
3:Bøttevask-1:Bøttevask  -3.404464  -6.4680604  -0.3408682 0.0176256
0:Dysevask-1:Bøttevask   11.295018   8.5697874  14.0202489 0.0000000
1:Dysevask-1:Bøttevask    1.518847  -1.5256909   4.5633847 0.7960126
2:Dysevask-1:Bøttevask   -0.816369  -3.8799651   2.2472270 0.9923869
3:Dysevask-1:Bøttevask   -0.592781  -3.6373188   2.4517568 0.9989450
3:Bøttevask-2:Bøttevask  -3.585714  -6.7497827  -0.4216458 0.0141178
0:Dysevask-2:Bøttevask   11.113768   8.2760594  13.9514768 0.0000000
1:Dysevask-2:Bøttevask    1.337597  -1.8080220   4.4832158 0.8999948
2:Dysevask-2:Bøttevask   -0.997619  -4.1616875   2.1664494 0.9794593
3:Dysevask-2:Bøttevask   -0.774031  -3.9196499   2.3715879 0.9953297
0:Dysevask-3:Bøttevask   14.699482  11.8617737  17.5371911 0.0000000
1:Dysevask-3:Bøttevask    4.923311   1.7776923   8.0689301 0.0000714
2:Dysevask-3:Bøttevask    2.588095  -0.5759732   5.7521637 0.2014758
3:Dysevask-3:Bøttevask    2.811683  -0.3339356   5.9573022 0.1184609
1:Dysevask-0:Dysevask    -9.776171 -12.5932939  -6.9590486 0.0000000
2:Dysevask-0:Dysevask   -12.111387 -14.9490959  -9.2736784 0.0000000
3:Dysevask-0:Dysevask   -11.887799 -14.7049218  -9.0706765 0.0000000
2:Dysevask-1:Dysevask    -2.335216  -5.4808349   0.8104030 0.3171375
3:Dysevask-1:Dysevask    -2.111628  -5.2386884   1.0154326 0.4441138
3:Dysevask-2:Dysevask     0.223588  -2.9220309   3.3692069 0.9999989
```

7.4 Parvise sammenligninger

```
> cld('TukeyHSD', LinearModel.7, 0.05, c('Tid','Vaskemetode',
+   'Tid:Vaskemetode'))
Tid
     means gr1 gr2 gr3
3 61.12000   a
2 62.78452   a   b
1 63.81978       b
0 74.88455           c

Vaskemetode
             means gr1
Bøttevask 65.97581   a
Dysevask  67.08629   a

Tid:Vaskemetode
               means gr1 gr2 gr3
3:Bøttevask 59.69762   a
2:Dysevask  62.28571   a   b
3:Dysevask  62.50930   a   b
1:Bøttevask 63.10208       b
2:Bøttevask 63.28333       b
1:Dysevask  64.62093       b
0:Dysevask  74.39710           c
0:Bøttevask 75.50741           c
```

8. Effekt av vaskemiddel og vaskemetode på HU

8.1 ANOVA modell

```
> Anova(LinearModel.5, type="III")
             Df  Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
(Intercept)   1 18079.0 18079.0 891.167 < 2.2e-16 ***
Tid           3  7534.2  2511.4 123.794 < 2.2e-16 ***
gr..lomme     1  1128.0  1128.0  55.603  6.18e-13 ***
Residuals   376  7627.9    20.3
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

9. Farge på eggeplommen

9.1 ANOVA modell

```
> LinearModel.8 <- lm(Farge ~ Tid + gr..lomme, data=pHHvit.tmp)

> Anova(LinearModel.8, type="III")
             Df  Sum Sq Mean Sq  F value Pr(>F)
(Intercept)   1 130.286 130.286 222.1623 <2e-16 ***
Tid           3 141.486  47.162  80.4196 <2e-16 ***
gr..lomme     1   2.612   2.612   4.4532 0.0355 *
Residuals   376 220.504   0.586
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> summary(LinearModel.8, cor=FALSE)

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  7.42030    0.49784  14.905  < 2e-16 ***
Tid(0)      -1.05724    0.07089 -14.915  < 2e-16 ***
Tid(1)       0.09912    0.07132   1.390   0.1654
Tid(2)       0.37572    0.07150   5.255 2.49e-07 ***
gr..lomme    0.05440    0.02578   2.110   0.0355 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Vedlegg 2 (1 av 2)

Registreringsskjema bøttevask

	Dosering	**Anbefalt pH**	**Anbefalt temp. (°C)**	**Temp. rent vaskev.**	**Temp. forsøksegg (°C)***	**pH forsøksegg***	**pH rent vaskevann**	**Temp.variasjon pH**	**Skyllev. temp. (°C)**	**Kommentar**	**Bruk**
DM CID	0,5 %	11,8	38-42	39,3	B1: 38,0 B2: --	B1: 11,86 **(11,72)** [a)] B2: 11,84 **(11,70)** [a)]	11,88 **(11,78)** [a)]	-0,14 (ved 40 °C)	46,1		Skal skylles. Vaskevann byttes etter 3-5 bøtter.
America	0,25 %	10	38-42	38,4	B1: 38,5 B2: 38,3	B1: 10,94 **(10,80)** [a)] B2: 10,92 **(10,78)** [a)]	10,93 **(10,79)** [a)]	-0,14 (ved 40 °C)	45	Tilsatte 100 ml varmt vann før forsøksbøtte nr 2.	Skal ikke skylles. Kun beregnet for bøttevask.
Rotosan	0,5 %	10-11,5	38-42	38,3	B1: 38,11 B2: 37,9	B1: 11,29 **(11,15)** [a)] B2: 11,19 **(11,05)** [a)]	11,23 **(11,09)** [a)]	-0,14 (ved 40 °C)	46	Tilsatte 800 ml varmt vann før første forsøksbøtte nr 1.	Eggene skal ikke skylles, men lufttørkes. Bytt vaskevann etter 5 bøtter.

[a)] pH-verdier i **tjukk** font er den omregnede og faktiske pH-verdien. Siden pH-meteret er kalibrert ved romtemperatur må man må trekke fra 0,14 i pH fra den opprinnelige målte verdien ved 40 °C, 0,27 ved 50 °C og 0,20 ved 45 °C. Verdiene er hentet fra instruksjonene fra pakken med bufferløsningene.

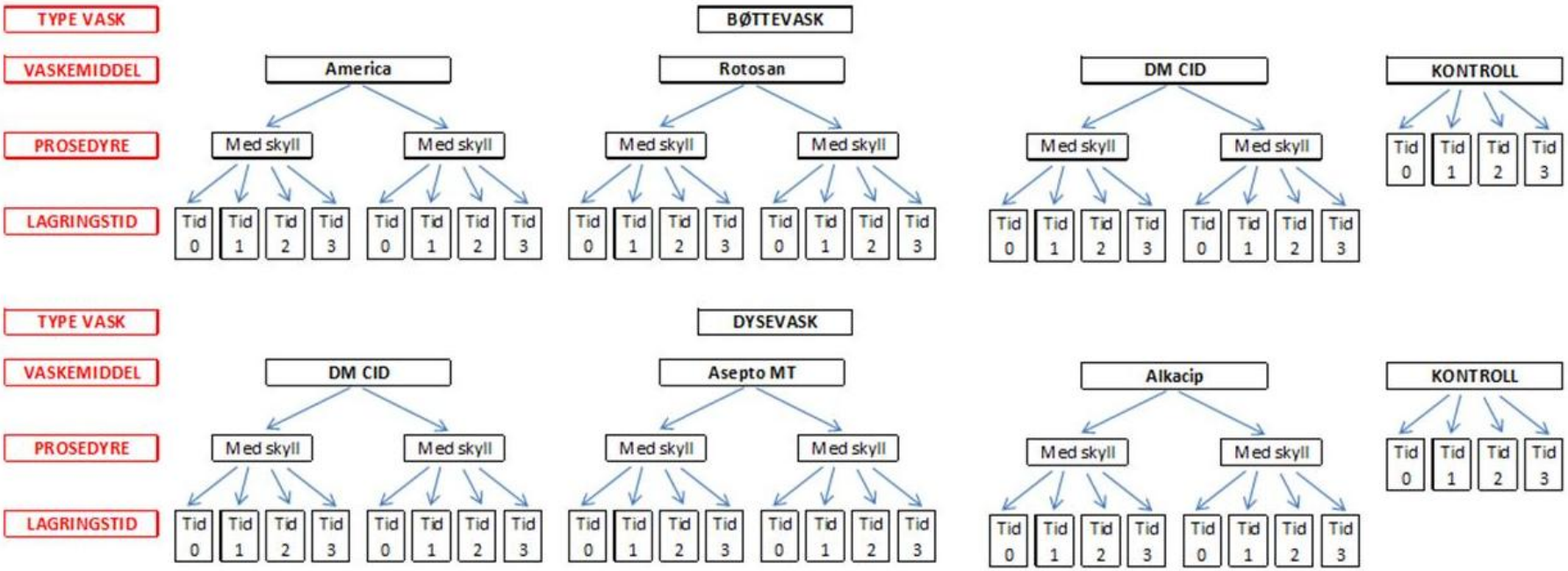
* Temperatur og pH registrert før bøtte nummer 1 og 2 med forsøksegg ble vasket.

Vedlegg 2 (2 av 2)

Registreringsskjema dysevask

Vaskemiddel	**Dosering**	**Anbefalt pH**	**Anbefalt temp. (°C)**	**Temp rent. (°C)**	**Temp. forsøksegg. (°C)**	**pH rent vaskevann**	**pH vaskevann forsøks egg**	**Temp.variasjon pH**	**Skyllevann temp. (°C)**	**Bruk**
DM CID	0,5 %	11,8	40-45	48,4	45,2	11,52 **(11,25)** [a)]	11,58 **(11,31)** [a)]	-0,27 (ved 50 °C)	34,8	Skal skylles.
Asepto MT	1%	10,3-10,7	38-42	42,0	45,6	10,64 **(10,50)** [a)]	10,65 **(10,51)** [a)]	-0,14 (ved 40 °C)	29,7	Ikke skyll.
Alkacip	1%	Ikke oppgitt	Ikke oppgitt	43,8	46,7	12,17 **(11,97)** [a)]	12,06 **(11,86)** [a)]	-0,20 (ved 45 °C)	26,6	Mangler brukerveiledning.

[a)] pH-verdier i **tjukk** font er den omregnede og faktiske pH-verdien. Siden pH-meteret er kalibrert ved romtemperatur må man må trekke fra 0,14 i pH fra den opprinnelige målte verdien ved 40 °C, 0,27 ved 50 °C og 0,20 ved 45 °C. Verdiene er hentet fra instruksjonene fra pakken med bufferløsningene.

Vedlegg 3

Forsøksoppsett