

Skæring og forarbejdning af icebergsalat –

inSpire demoprojekt udført på Lammefjordsgrønt i juli

2013 i samarbejde med Force Technology



Merete Edelenbos
Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer
September 2013

Indholdsfortegnelse	Side
1. Baggrund	3
2. Beskrivelse af forsøg	3
2.1 Råvarer	3
2.2 Forarbejdning	3
2.3 Skylning og pakning	3
2.4 Transport og opbevaring	3
2.5 Kvalitetsanalyser	3
3. Resultater og diskussion	4
3.1 Gassammensætning	5
3.2 Respirationshastighed	6
3.3 Vægttab	7
3.4 Produktkvalitet	7
4. Konklusion	10
5. Anbefalinger	10
6. Litteratur	10

1. Baggrund

Skæreprocessen er central ved forarbejdning af friske grønsager. Når grønsager opskæres, stiger respirationshastigheden, fordi produkterne findeles og reagerer metabolisk på opskæringen. Ved opskæring er der forskel på om produktet hakkes, skæres, slices, ternes eller rives, og om der forarbejdes gulerod, tomat eller salat. Generelt stiger respirationshastigheden, jo mere produktet findeles, og jo mere vævet ødelægges ved opskæring (Barry-Ryan and O'Beirne, 1998; Edelenbos et al., 2010). For at bevare snittede produkters kvalitet er det vigtigt, at begrænse respirationshastigheden ved opskæring, fordi respirationen er direkte relateret til produkternes holdbarhed (Kader, 2002).

Ved Lammefjordsgrønt er der et ønske om at forbedre kvaliteten af snittede grønsager. Virksomheden har fokus på at bevare produkternes sensoriske kvalitet (aroma, smag, tekstur, farve og udseende), men mangler viden om de enkelte processers indflydelse på kvaliteten, herunder knivenes skarphed. Det er med den baggrund, at der blev udført forsøg med snittet icebergsalat i juli 2013.

2. Beskrivelse af forsøg

2.1 Råvarer

Ensartede hoveder af icebergsalat fra Lammefjordsgrønnts lager blev anvendt til forsøg.

2.2 Forarbejdning

Salaten blev industrielt forarbejdet den 1. juli. Først blev salaten trimmet og derefter skåret med en Eillert skærekniv. Kniven bestod af en ring med 6 blade på hver ring. Der indgik 2 faktorer i forsøget:

Skæreknive	Vask efter opskæring
Skarp kniv (fabriksnykniv)	Ikke vasket
Sløv kniv (kniv brugt i virksomheden i 3 uger)	Vasket

2.3 Vask og pakning

Efter snitning blev salaten blandet grundigt, og der blev udtaget salat til centrifugering og til direkte pakning samt til vask, centrifugering og direkte pakning. Al salat blev pakket i 1 kg folieposer, der havde samme længde og bredde. Før svejsning af poserne blev en del af luften klemt ud for hurtigt at få bragt iltindholdet ned og forhindre enzymatisk brunfarvning. Herefter blev poserne pakket i papkasser. Der blev lagt en temperaturlogger i den ene papkasse.

2.4 Transport og opbevaring

På forarbejdningdagen blev kasserne sendt med kølebil til BC Caterings centrallager i Odense, hvor kasserne blev opbevaret på køl til næste dag. Næste dag blev kasserne afhentet af Aarhus Universitet, Institut for Fødevarer (AU-Food) i Årslev på Fyn og poserne med salat blev lagt på køl på AU-Food hurtigst muligt. Poserne blev opbevaret i et kølerum ved 5 °C på en hyldereol i 7 dage frem til mandag den 8. juli, som var sidste holdbarhedsdag.

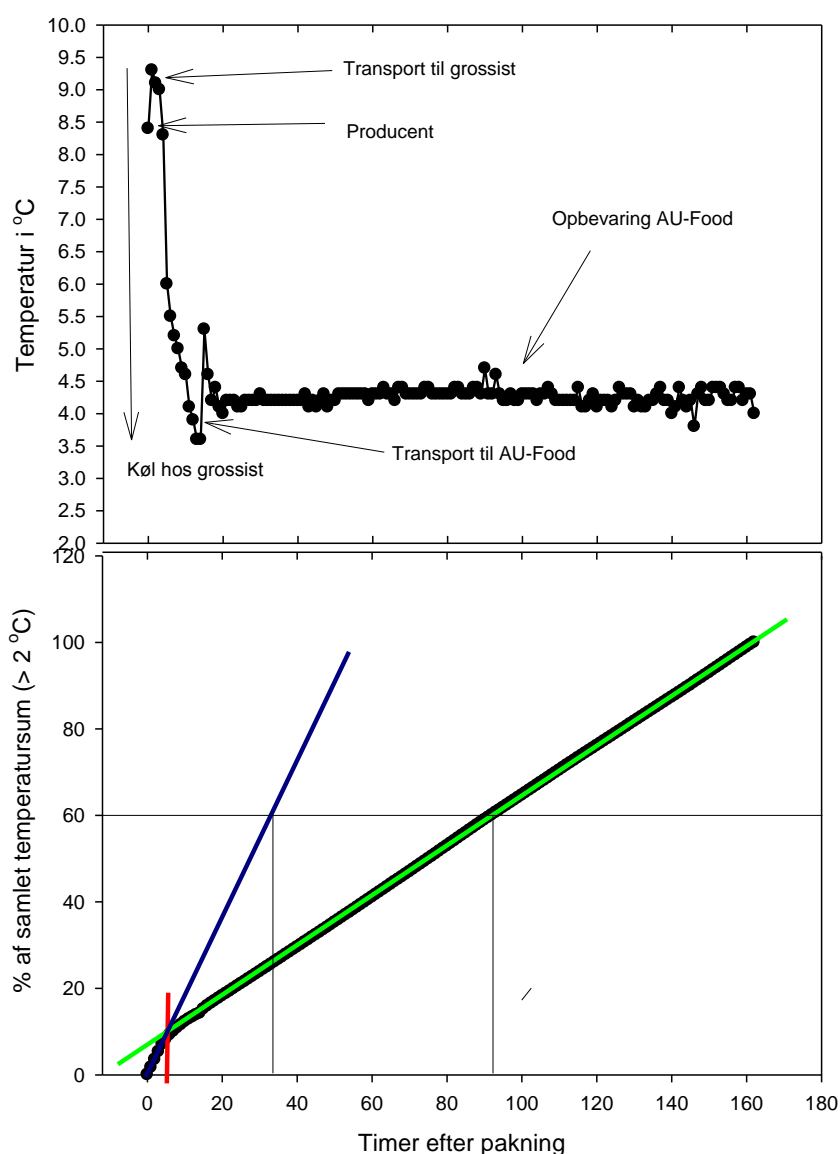
2.5 Kvalitetsanalyser

Ilt- og kuldioxidkoncentrationen i poserne blev målt dagligt med et gasanalyseapparat (Checkmate 9900, PBI Dansensor, Ringsted). Respirationshastigheden i atmosfærisk luft blev bestemt dag 1 og dag 2 i et lukket

system. Vægttabet blev bestemt i procent fra dag 1 til dag 7. Kvaliteten blev bedømt ved ekspertbedømmelse dag 1, 4 og 7 og dokumenteret ved foto dag 7. Knivenes skarphed blev undersøgt efter skæring af salaten ved replikaafstøbning, kemisk bestemmelse ved optisk emissionsspektroskopi (OES), mikrostrukturanalyse på lysoptisk mikroskopi (LOM) og hårdhedsmåling på Institut for Produktudvikling (IPU). Resultaterne af disse undersøgelser er ikke inkluderet i vedlagte rapport. Force Technology stod for planlægning og udførelse af forsøgene hos Lammefjordsgrønt.

3. Resultater og diskussion

Prøverne blev afhentet hos BC Catering i Odense tirsdag den 2. juli kl. 7, hvilket var ca. 16-18 timer efter forarbejdning hos Lammefjordsgrønt. Temperaturforløbet under transport fra fabrik til mellemkøl hos BC Catering og videre til AU-FOOD ses i figur 1. Ved afhentning af prøverne hos Lammefjordsgrønt lå

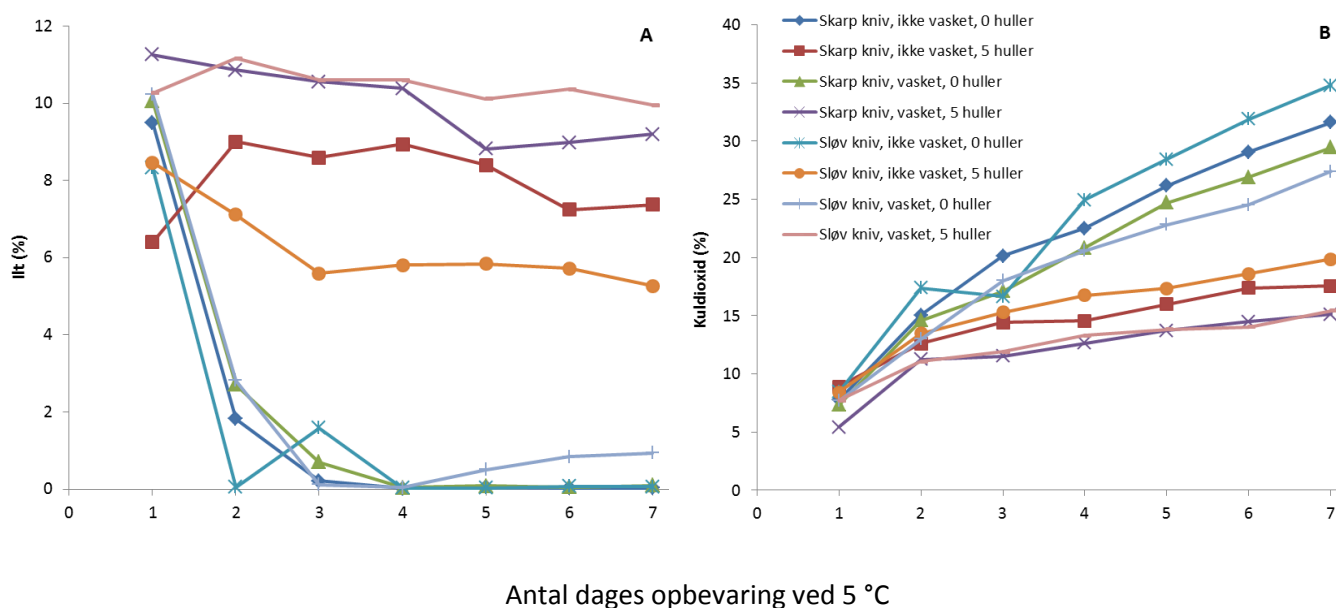


Figur 1. Temperaturforløb under transport og opbevaring af snittet icebergsalat (øverste figur). Betydning af høj (blå) og lav (grøn) opbevaringstemperatur for tiden inden 60 % af den samlede temperatursum nås.

produkttemperaturen på omkring 8.4 °C, hvorefter den steg til 9.4 °C under transporten, for igen at falde til omkring 3.7 °C under mellemlagring hos BC Catering. Under transport til AU-Food steg temperaturen kortvarigt til 7.5 °C for hurtigt at falde til under 5 °C på køl. På køl lå opbevaringstemperaturen stabilt omkring 4.3 °C, hvilket var under de 5-8 °C som virksomheden anbefaler for snittet grønt. For at illustrere betydningen af opbevaringstemperatur for et produkts holdbarhed blev den samlede temperatursum over 2 °C beregnet i opbevaringsperioden (figur 1). I perioden fra den 1. til den 8. juli var temperatursummen 393 (data ikke vist), hvilket svarer til 100 procent i figur 1. Hvis det antages, at salatens spisekvalitet er optimal mellem 0 og 60 procent af denne sum, så er holdbarheden under 40 timer ved høj temperatur (blå linje) og under 100 timer ved lav temperatur (grøn linje) og altså mere end dobbelt så lang ved lav end ved høj temperatur.

3.1. Gassammensætning

Ved modtagelsen af prøverne dag 1 blev gassammensætningen inde i poserne målt, og resultaterne viste, at iltindholdet lå på mellem 6 til 11 % og kuldioxidindholdet på mellem 5 til 10 % (figur 2). Der var flere grunde til



Figur 2. Ilt- og kuldioxidkoncentration (%) i poser med snittet iceberg salat.

disse forskelle i gassammensætningen ved modtagelsen. Nogle af poserne indeholdt fx mere luft end andre, fordi en del af luften trykkes ud i pakkeprocessen. Da luft indeholder 20.9 % ilt og 0.03 % kuldioxid, har mængden af luft ved pakning betydning for hvor hurtigt iltkoncentrationen nedbringes efter pakning. Pakkens produktvægt, som her lå på gennemsnitligt 1018 g svingende fra 1005 g til 1029 g, og produktets respirationshastighed har også betydning for posernes gassammensætning. Da forforsøg havde vist, at iltkoncentrationen formentligt ville blive alt for lav på sidste holdbarhedsdag (data ikke vist) til at sikre en optimal spisekvalitet, blev der prikket 5 huller med en medicinsk nål manuelt i halvdelen af poserne efter modtagelsen. Efter hulning steg iltindholdet i poserne (figur 2A, skarp og sløv kniv, ikke vasket) eller iltindholdet faldt langsommere end ellers (figur 2A). I de hullede poser med uvasket salat lå iltindholdet på mellem 6-9 % i

opbevaringsperioden, mens det lå på mellem 9-11 % i de hullede poser med vasket salat (figur 2A). I samme periode lå iltindholdet meget lavere i de ikke hullede poser (figur 2A). Hulning og vask af salat påvirkede også posernes kuldioxidindhold. Der var fx en klar adskillelse mellem kuldioxidindholdet i de hullede og de ikke hullede poser (figur 2B). Steady-state blev opnået i de hullede poser det første døgn efter hulning, hvor indholdet stabiliserede sig omkring 6-10 % O₂ og 11-17 % CO afhængig af behandling før pakning. Steady-state er et tegn på, at der bruges ligeså meget ilt til respiration, som pakkematerialet tillader ved transmission. Generelt var iltindholdet lavere i alle hullede poser med ikke vasket salat, og kuldioxidindholdet var højere (figur 2). Dette resultat tyder på, at respirationshastigheden var højere for ikke vasket end for vasket salat. Der var ingen tydelig forskel mellem gassammensætningen i poser med skarpt- eller sløvt-skåret salat (figur 2), og det var derfor ikke muligt at bedømme effekten af knivskarphed ud fra posernes gassammensætning.

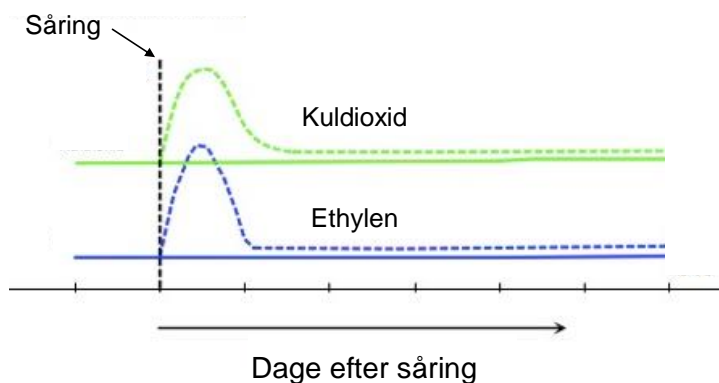
3.2. Respirationshastighed

Respirationshastigheden blev bestemt i atmosfærisk luft dag 1 og dag 2 efter forarbejdning i et lukket system. Respirationshastigheden lå på samme niveau dag 1 og dag 2 (tabel 1). Generelt var respirationshastigheden lavere i vasket end i ikke vasket salat. Disse resultater stemmer overens med de målte gaskoncentrationer i poserne (figur 2). En lavere respirationshastighed af vasket salat skyldes formentligt, at vasket salat indeholder færre enzymer og substrater på snitoverfladen og derfor bruger mindre ilt til oxidation end ikke vasket salat.

Tabel 1. Respirationshastighed for snittet icebergsalat målt over 4 timer i atmosfærisk luft.

Dag efter forarbejdning	Knivskarphed	Vask efter opskæring	ilt	Kuldioxid
			Respirationshastighed (ml/kg*time)	
1	Skarp	Ikke vasket	14,4±1,93	16,9±1,09
		Vasket	13,0±0,23	13,6±0,68
	Sløv	Ikke vasket	15,9±0,04	15,7±0,82
		Vasket	12,5±0,46	12,8±0,73
2	Skarp	Ikke vasket	14,5±1,98	15,0±1,06
		Vasket	13,1±0,25	13,8±0,69
	Sløv	Ikke vasket	16,1±0,06	15,7±0,81
		Vasket	12,6±0,47	12,9±0,76

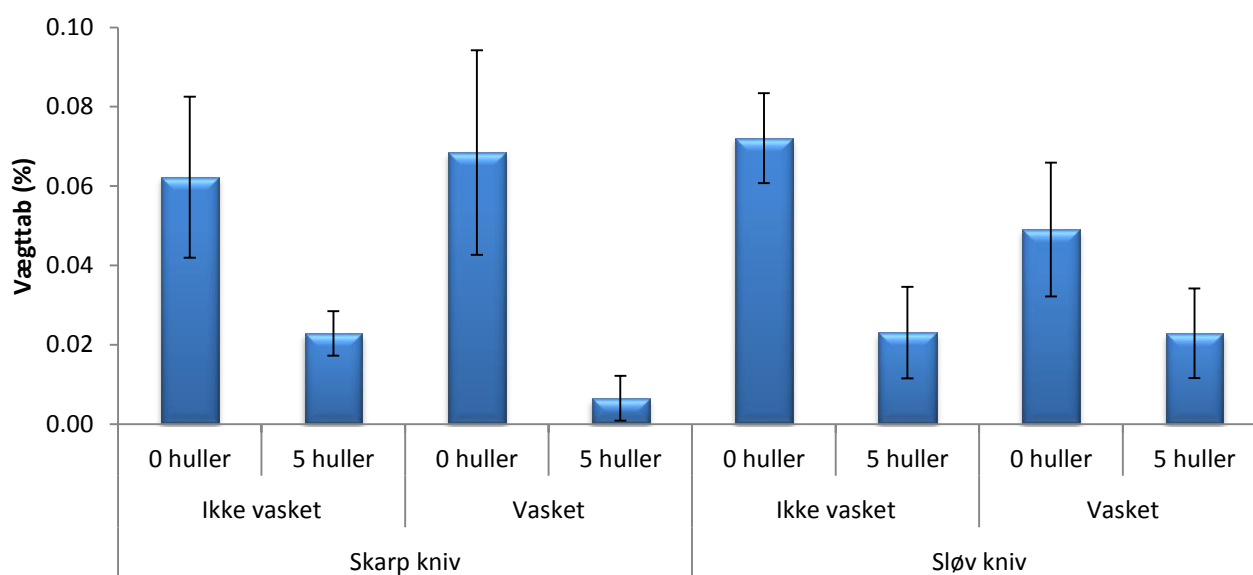
Der var ingen tydelig effekt af knivskarphed på respirationshastigheden af snittet icebergsalat (tabel 1), selvom det er velkendt, at respirationshastigheden stiger ved såring for at falde igen (figur 3). I dette forsøg blev respirationshastigheden først bestemt 24 timer efter forarbejdning, hvilket kan være en af årsagerne til den manglende effekt på respirationshastigheden af knivenes skarphed. En anden forklaring kan være, at forskellen i knivenes skarphed var ubetydelig ved skæring af icebergsalat, der består af tynde, relativt bløde og sprøde blade, hvilket undersøgelserne fra IPU formentlig vil afdække.



Figur 3. Kuldioxid- og ethylenproduktion i intakt (alm linje) og såret væv (stiplet linje). Fra Edelenbos et al. 2010.

3.3. Vægttab

Snittet icebergsalat kan tåle at miste op til 3 procent af vægten uden at det ses på produktet. I dette forsøg lå vægttabet på under 0,1 procent (figur 4), hvilket skyldes pakkematerialets lave vanddamptransmissions-hastighed. Vægttabet var lavest i de hullede poser, hvor der blev opnået steady-state (figur 2).



Figur 4. Vægttab i procent under opbevaring af snittet icebergsalat.

3.4. Produktkvalitet

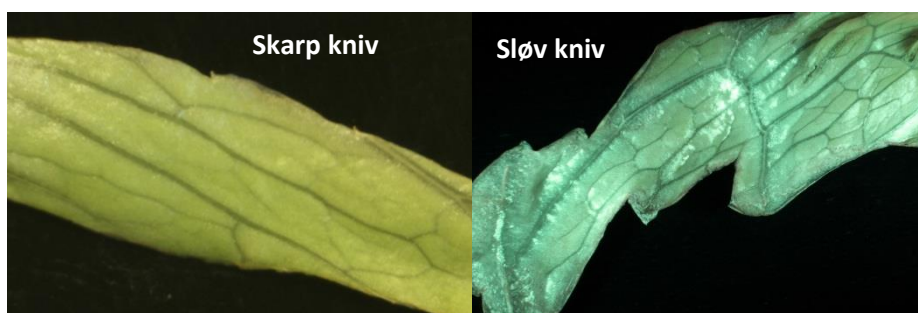
Kvaliteten af snittet salat blev vurderet flere gange i opbevaringsperioden (tabel 2). Ved modtagelsen dag 1 havde salaten sin oprindelige farve, duft, smag og tekstur, og der var ingen blade med brune snitflader. Som

Tabel 2. Spisekvalitet bedømt efter 1, 4 og 7 dages opbevaring af snittet iceberg salat ved 5 °C.

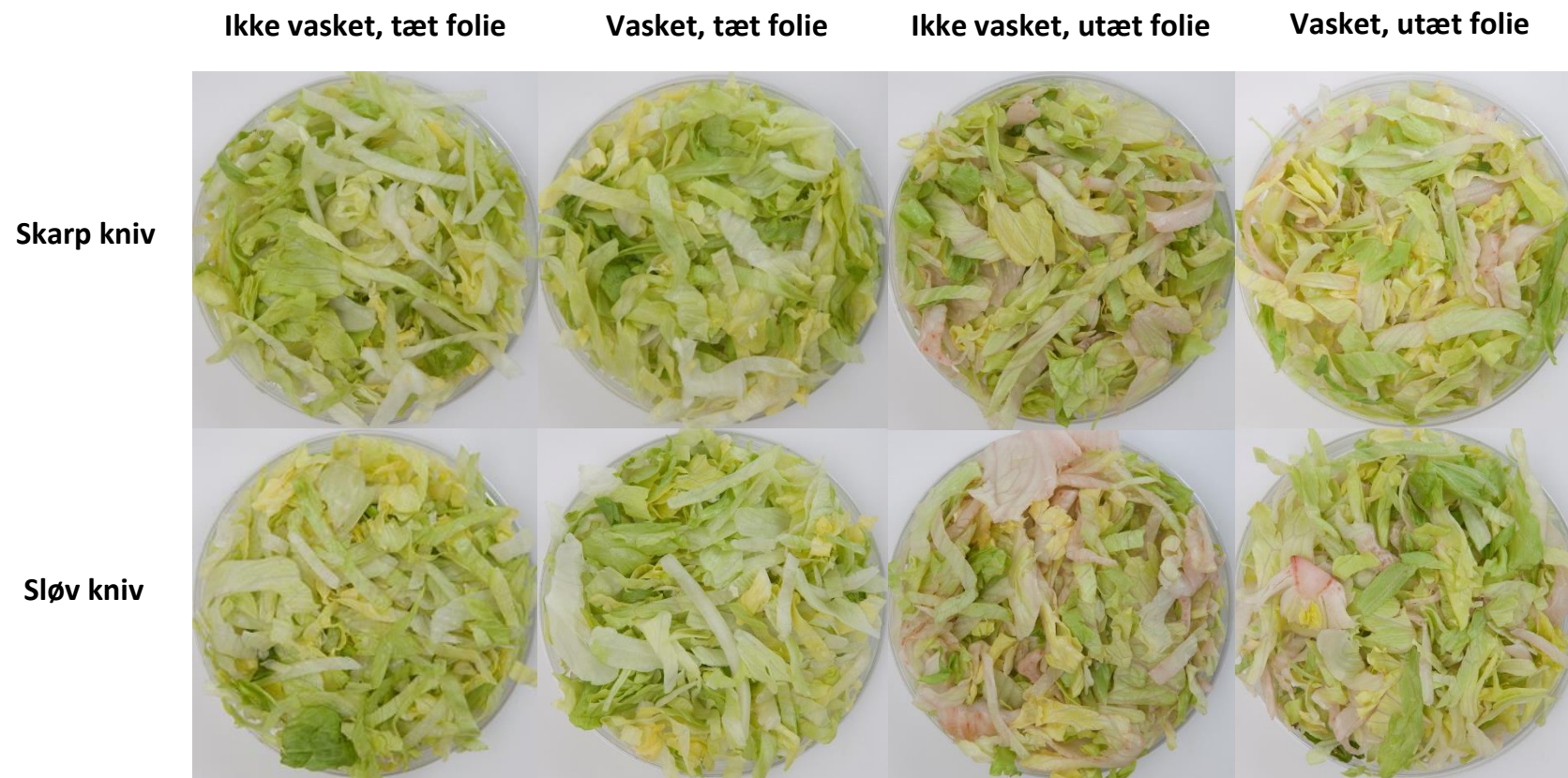
Dage efter forarbejdning	Knivskarp-hed	Håndtering efter opskæring	Antal huller	Udseende ^a		Duft ^a				Smag ^a	Tekstur ^a
				Grøn farve af salat	Brune snitflader	Gammel	Sødlig	Høagtig ^b	Sur ^c		
Dag 1	Skarp	Ikke vasket	0	4	1	2	2	1	1	Sød, nøddeagtig, mild og grøn	Sprødt, fugtig-tør
		Vasket		3	1	2.5	2.5	1	1	Smager meget lidt af salat	Mest sprødt
	Sløv	Ikke vasket		3.5	1	2.5	2	1	1	Sød, nøddeagtig og grønt	Sprødt, fugtig-tør
		Vasket		3	1	3	3	1	1	Smager meget lidt af salat	Mest sprødt
Dag 4	Skarp	Ikke vasket	0	3	1	1	1	1	5	Smager surt og fermenteret - er ikke smagt	
		Vasket		3	1						
		Ikke vasket	5	1	4	1	1	3	1	Smager som dag 1 men af mindre	Tekstur som dag 1
				Vasket	1						
	Sløv	Ikke vasket	0	3	1	1	1	1	5	Smager surt og fermenteret - er ikke smagt	
		Vasket		3	1						
		Ikke vasket	5	1	4	1	1	3	1	Smager som dag 1 men af mindre	Tekstur som dag 1
				Vasket	1						
Dag 7	Skarp	Ikke vasket	0	3	1	1	1	1	5	Smager surt og fermenteret - er ikke smagt	
		Vasket		3	1						
		Ikke vasket	5	1	5	1	1	3	1	Smager som dag 4 men af mindre	Tekstur som dag 4
				Vasket	1						
	Sløv	Ikke vasket	0	3	1	1	1	1	5	Smager surt og fermenteret - er ikke smagt	
		Vasket		3	1						
		Ikke vasket	5	1	5	1	1	3	1	Smager som dag 4 men af mindre	Tekstur som dag 4
				Vasket	1						

^aBedømt på en skala fra lidt (1) til meget (5). ^bHøagtig og græsgrøn duft. ^cSur og fermenteret duft.

tiden gik, blev salaten brun i de hullede poser eller den kom til at dufte og smage surt og fermenteret i de ikke hullede poser. Generelt var alle poserne fra Lammefjordsgrønt alt for tætte (figur 2), hvilket påvirkede salatens kvalitet dag 4 i de ikke hullede poser (tabel 2). Det lave iltindhold i poserne modvirkede enzymatisk brunfarvning, men bevirkede at salaten blev fermenteret og sur (tabel 2). Omvendt blev salaten brun og senere rødlig, når poserne blev hullet og iltindholdet var højt (tabel 2; figur 2). Der var ikke kvalitetsforskel mellem snittet iceberg salat skåret med skarp og sløv kniv dag 1, 4 eller 7 (tabel 2; figur 5). Derimod var der kvalitetsforskel mellem vasket og ikke vasket salat pakket i hullede poser dag 4 og 7 (tabel 2; figur 6). Vasket



Figur 5. Snittet salat skåret med skarp og sløv kniv fotograferet dag 7. Farveforskellen skyldes lysforholdene under optagelserne. Foto: Jens Michael Madsen, AU-Food.



Figur 6. Betydning af knivens skarphed samt vaske- og pakkemetode på udseendet af skåret icebergssalat dag opbevaret 7 dage ved 5 °C. Foto: Jens Michael Madsen, AU-Food.

salat var mindre brun end ikke vasket salat dag 4, fordi enzymer og substrater fjernes ved vask, hvilket udsætter brunfarvning. Dag 7 var alle snitflader rødbrune ved pakning i hullet folie, så vask udsatte men forhindrede ikke enzymatisk brunfarvning (figur 6).

4. Konklusion

Knivenes skarphed havde ingen effekt på udseende og spisekvaliteten af snittet icebergsalat, men det havde vask efter opskæring og iltindhold under opbevaring. Vask udsatte men forhindrede ikke enzymatisk brunfarvning. Pakning i folie med en lav iltgennemtrængelighed forhindrede enzymatisk brunfarvning men ødelagde spisekvaliteten. Allerede dag 4 efter forarbejdning var salaten sur og fermenteret. På baggrund af dette forsøg, kan det ikke konkluderes, at knivenes skarphed er af betydning for kvaliteten af snittede grønsager. Icebergsalat består af tynde blade med et relativt blødt og sprødt væv, som let skæres over, mens andre produkter som fx tomater består af et ydre sejt og et indre blødt væv og rodfrugter af hårdt væv, hvor knivkvaliteten formentlig har større betydning for de snittede produkters kvalitet.

5. Anbefalinger

Den største udfordring ved forarbejdning af snittet icebergsalat er at forhindre enzymatisk brunfarvning uden at gå på kompromis med spisekvaliteten. Brunfarvning kan undgås ved at pakke salat i tæt folie, men desværre bliver salaten hurtig sur og fermenteret på grund af et lavt iltindhold. Internationalt kaldes denne pakkestrategi "pack and pray", fordi producenter pakker icebergsalat, så den ikke brunfarver i holdbarhedsperioden i håbet om at salaten bliver spist inden den bliver sur og fermenteret. Det er muligt at undgå enzymatisk brunfarvning og samtidig forbedre spisekvaliteten af snittet icebergsalat. Hos Lammefjordsgrønt anbefales det at vurdere og optimere følgende parametre:

- Råvarens kvalitet ved forarbejdning
- Styring og kontrol af vaskevandets kvalitet
- Valg af pakkemateriale og gastransmissionshastighed
- Brug af gaspakning og vacuumering
- Produkttemperatur før og under transport
- Opbevaringstemperatur hos slutbrugeren
- Holdbarhedsperiodens længde

6. Litteratur

Barry-Ryan, C. and O'Beirne, D. 1998. Quality and Shelf-life of Fresh Cut Carrot Slices as Affected by Slicing Method. *J. Food Science* 63:1-6

Edelenbos, M., Kidmose, U. og Berthelsen, M. 2010. Udredning af hvordan kvalitet og holdbarhed af frisk frugt og grønt påvirkes af alder og anvendte metoder efter høst. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet, november 2010. 108 sider.

http://www.foedevarestyrelsen.dk/SiteCollectionDocuments/25_PDF_word_filer%20til%20download/06kontor/DJF%20udredning%20frisk%20frugt%20og%20gr%C3%B8nt%202011.pdf

Kader, A.A. 2002. *Postharvest technology for horticultural crops* (vol 3529). Univ. Calif. Agric. and Nat. Res., CA.