

# Optimal emballering av pelagisk fisk

Delprosjekt 1: Emballasje tilpasset ulike markeder  
(Holdbarhetsforsøk)

**Forlenget lagringsforsøk: uttak etter 15 og 18 mnd**



SINTEF Energiforskning AS

SINTEF Fiskeri og Havbruk AS



# Innhold

- Bakgrunn
- Forsøksoppsett og gjennomføring
- Resultater fram til 11 mnd
- Resultater fra uttak etter 15 og 18 mnd
- Konklusjon
- Forslag til videre arbeid

# Bakgrunn

- I dag - mange ulike emballasjevarianter som brukes til pakking av sild.
- Formål med prosjektet: Utvikle emballasje, samt retningslinjer for emballering som er tilpasset pelagisk råstoff, til bruk både for produsent og kjøper.
- Formålet med dette delprosjektet: Undersøke forskjeller i holdbarhet for ulike typer plastemballasje samt ulike lagringsbetingelser.
- Hypotese.
  - Lufttetthet gir forlenget holdbarhet ?

# Viktigste resultater

- Transport test
- Holdbarhetsforsøk 1
  - Filét
  - GramFlex m/hull – 14 mnd lagring
  - To temperaturer: Ideell og fluktuerende
- Holdbarhetsforsøk 2
  - Filét
  - 3 emballasjevarianter - 11 mnd lagring
    - GramFlex m/hull (referanse)
    - GramFlex (uten hull)
    - GramVac (uten hull)
  - To temperaturer: Ideell og fluktuerende

# Forsøksoppsett

## Sildefilét

- 3 varianter (2 ulike plastlaminater)
  - GramFlex (GF)
  - GramVac (uten ekstra oksygenbarriere) (GV)
  - Referanse: GramFlex med hull (hull ble påført frosne pakninger ved bruk av en syl). Denne skulle representere dagens reelle løsning samt være sammenlignbar med resultater holdbarhetsforsøk 1 (GF-hull)
- 2 temperaturer (-24 og fluktuerende – ukes fluktuasjon: -24 og -18)



# Resultater – oksyngengjennomgang (OTR) (resultater fra første pakkeforsøk høsten-05)

<b>Emballasjevariant</b>	<b>23°C + fukt *</b> ml O <sub>2</sub> /pkn·24h·atm	<b>- 20°C + fukt</b> ml O <sub>2</sub> /pkn·24h·atm
1. GramFlex *	274.77 ± 3.22	13.68 ± 0.49
2. GramVac u/EVOH	3.98 ± 0.16	0.07 ± 0.06

# Gjennomføring

- Råstoff: Relativt små skinnfrie sildefiléter, alle fra samme båt.
- Pakking på dyptrekker hos Lofoten Pelagiske.
- Etter pakking ble posene lagt i plastkasse og kjørt gjennom dagens innfrysningsslinje. Alle forsøkspakningene ble stablet i en frysereol.
- Dagen etter innfrysing ble forsøkspakningene tatt direkte ut fra frysetunnel og fraktet i plastkassen via transportbåndet ned til stableplass.
- Pallene ble lagret hos LP i ca 1 uke før de ble sendt med Hurtigruta til fortsatt lagring hos SINTEF i Trondheim.
- Ved prøveuttak ble sildeblokkene tint ved 10 °C i 2 døgn før inspeksjon av tint pakke og uttak til diverse analyser.
- **Reelle** tider for prøveuttak: 2 uker, 5.5, 7, 9 og 11 mnd + forlengnet forsøk: 15 og 18 mnd

# Gjennomføring – tiltak for å hindre hull i posene



Kassene med poser tatt direkte ut fra fryser og transportert ned via transportbåndet. Pallen ble viklet med strekkfilm før transport.



# Forsøksdesign

Design - holdbarhetsforsøk med sild - nytt forenklet forsøk høsten-06.											
Produkter: Kun sildefilet											
Råstoffkvalitet: Godt råstoff av "normal" kvalitet											
			Pakke dag		Prøveuttak og antall						
Produkt	Emballasje	Lagringstemp	2 uker	6 mnd	8	10	12	15	24 mnd	Ekstra	Sum
Filet	GramFlex (GF)	1	3	3	3	3	3	3	3	5	26
		2						3	3		6
	GramVac (GV)	1	3	3	3	3	3	3	3	5	26
											0
	GramFlex m/hull	1	3	3	3	3	3	3	3	3	24
											<b>82</b>

Opptelling etter brekkasje påført under transport:

- 40 GramFlex, fordeling av prøvene etter 2 ukers uttak:
  - 20 til lagringstemp 1
  - 6 til lagringstemp 2
  - 12 med hull (påføres hull, ett i hvert hjørne – kontroll)
- 20 GramVac

# Analyseoppsett – 15 og 18 mnd

- Analysene ble utført på SINTEF Sealab (S) og ved Matforsk (M).
- Analyser som utført:
  - Inspeksjon av pakninger for lekkasjer: alle uttak (S)
  - Kjemisk sammensetning: etter 2 uker (S)
  - Maskinsyn: alle uttak (S)
  - Harskning (TBARS), alle uttak (S)
  - Sensorikk: alle uttak (M)

# Prøveuttak – 15 mnd

Prøvevariant	Emballasje	Lakemengde	Lukt og utseende
GramVac - 16	Hel pakning	Lite lake? / lite vakuum?	Harsk. Gule partier der eksponert mot luft.
GramVac - 13	Hel pakning	Tilstekkelig (heldekkende)	Nøytral, frisk syrlig lukt. Lite gule partier.
GramFlex u/hull - 34	Hel pakning	Lite lake. Områder uten lake – gule.	Antydning harsk lukt. Gule partier der eksponert mot luft.
GramFlex u/hull - 32	Hel pakning (snudde ikke pkn)	Mye lake. Noen få gule partier – over lake.	Antydning harsk lukt.
GramFlex m/hull - 42	Påførte hull i "lokk" ved start lagring		Harsk. Gule partier.
GramFlex m/hull - 29	Påførte hull i "lokk" ved start lagring		Harsk. Gule partier.

# Rangering ved prøveuttak etter 15 mnd (vurdert av deltagerne fra FoU-instituttene)

GramVac 13	GramVac 16	GramFlex 34	GramFlex 32	GramFlex m/hull 42	GramFlex m/hull 29
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Best. Nøytral, Frisk Lukt. Rødlig Farge.	Litt harsk. Litt blekere Farge enn 13.	Litt harsk. Litt blekere Farge enn 13.	Litt harsk. Litt blekere Farge enn 13.	Litt harsk. Litt blekere Farge enn 13.	Verst. Mest harsk Lukt. Gul overflate.

Konklusjon etter 15 mnd: Kvalitet i GramVac var OK såfremt tett film + nok lake!

# Rangering - lukt



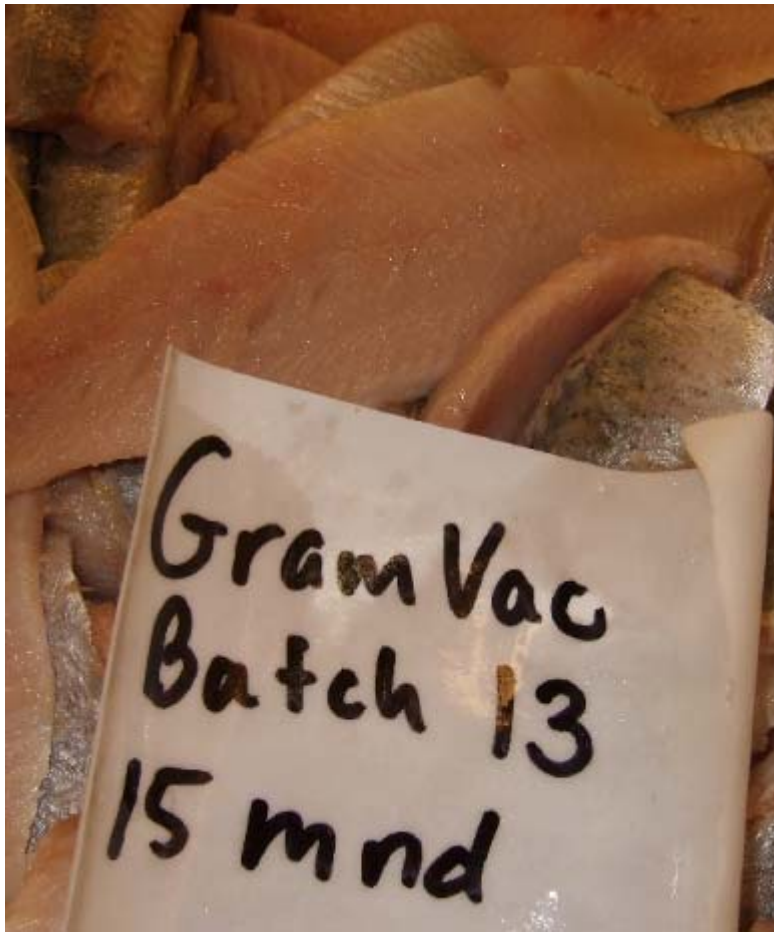
# Fargeforskjell – god/dårlig prøve



Rødlig farge

Blek farge – gule partier

# Fargeforskjell – god/dårlig prøve

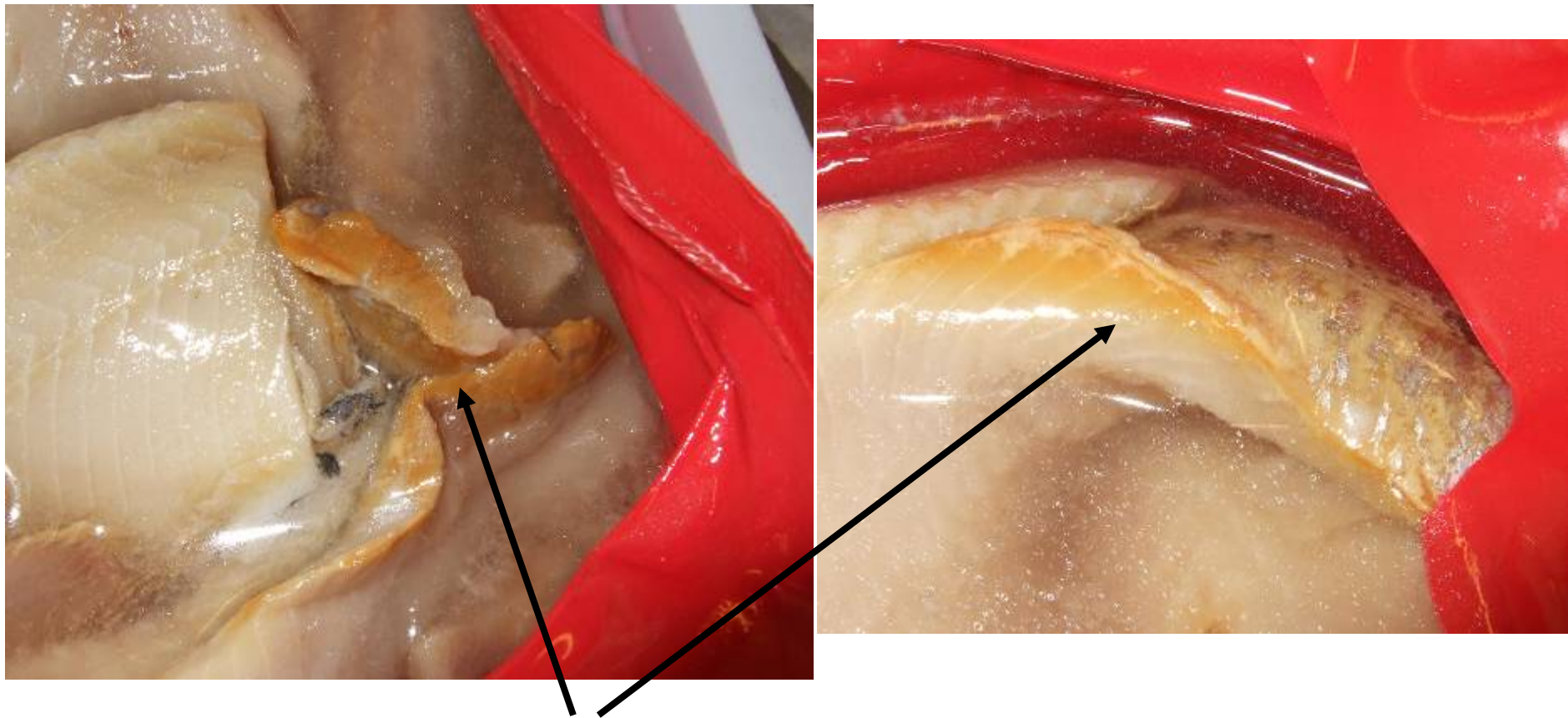


Rødlig farge



Blek farge – gule partier

# Gule partier – over lake



Gule partier over lake – GramFlex (nr 32 – ikke snudd)



# Observasjon – 15 mnd uttak

- Større andel gule partier der filéten ligger over lake (ikke beskyttende islag)
- Uavklart: Hva har størst effekt – lakemengde/vakuumeringsgrad eller filmkvalitet?

# Prøveuttak – 18 mnd

Prøve-variant	Emballasje	Lakemengde	Lukt og utseende
GramVac - 17	Hel pakning	Tilstekkelig (heldekkende)	Ok utseende, ikke gule partier. Intens sildelukt, antydning harsk?
GramVac - 18	Hel pakning	Tilstekkelig (heldekkende) – men noen gule områder – spesielt i hjørnene	Ok utseende, 4 gule partier. Intens sildelukt, antydning harsk - spesielt i de gule områdene.
GramFlex u/hull - 12	Hel pakning	Lake ca 2 cm lavere enn nivå av fisk	Ca 20 % gule partier. Tydelig harsk.
GramFlex u/hull - 30	Hel pakning	Lake ca 1,5 cm lavere enn nivå av fisk	Ca 20 % gule partier. Tydelig harsk.
GramFlex m/hull - 35	Påførte hull i "lokk" ved start lagring	Lake ca 2 cm lavere enn nivå av fisk	Ca 20 % gule partier. Tydelig harsk.
GramFlex m/hull - 13	Påførte hull i "lokk" ved start lagring	Lake ca 5 cm lavere enn nivå av fisk	Ca 20 % gule partier. Tydelig harsk.

## Vurdering – utseende og lukt – 18 mnd

- **GramVac:** Filétene hadde et rosa skjær (uendret i forhold til de andre uttakene). Nøytral fiskelukt (litt emmen – som gammel fisk) – ikke harsk lukt.
- **GramFlex** med og uten hull: Filétene hadde store gule partier under overbanen (lokket). Tydelig harsk lukt – spesielt i de gule områdene.

# GramFlex – 18 mnd



Brungule  
partier

# Resultater

- Kjemisk sammensetning: etter 2 uker (S)
- Farge vha maskinsyn: alle uttak (S)
- Harskning (TBARS), alle uttak (S)
- Sensorikk: alle uttak (M)

# Resultat – Kjemisk analyse

Lagringstid	Emballasje	Fett	Vann	Aske
2 uker	GramFlex	19,1	66,2	1,6
	GramVac	19,9	65,9	1,5

# Fargemålinger med maskinsyn

**Fileter**

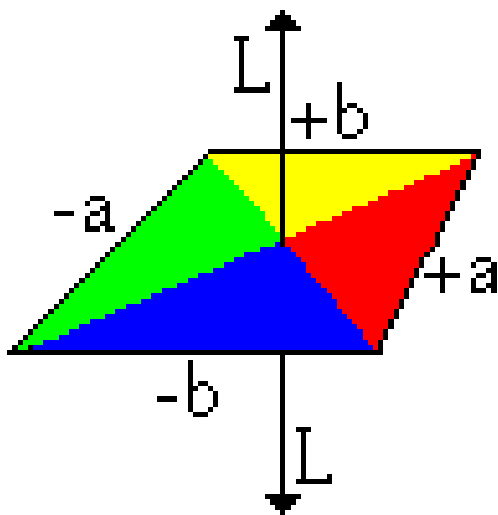


**Referanse for kalibrering**



# Fargeanalyse

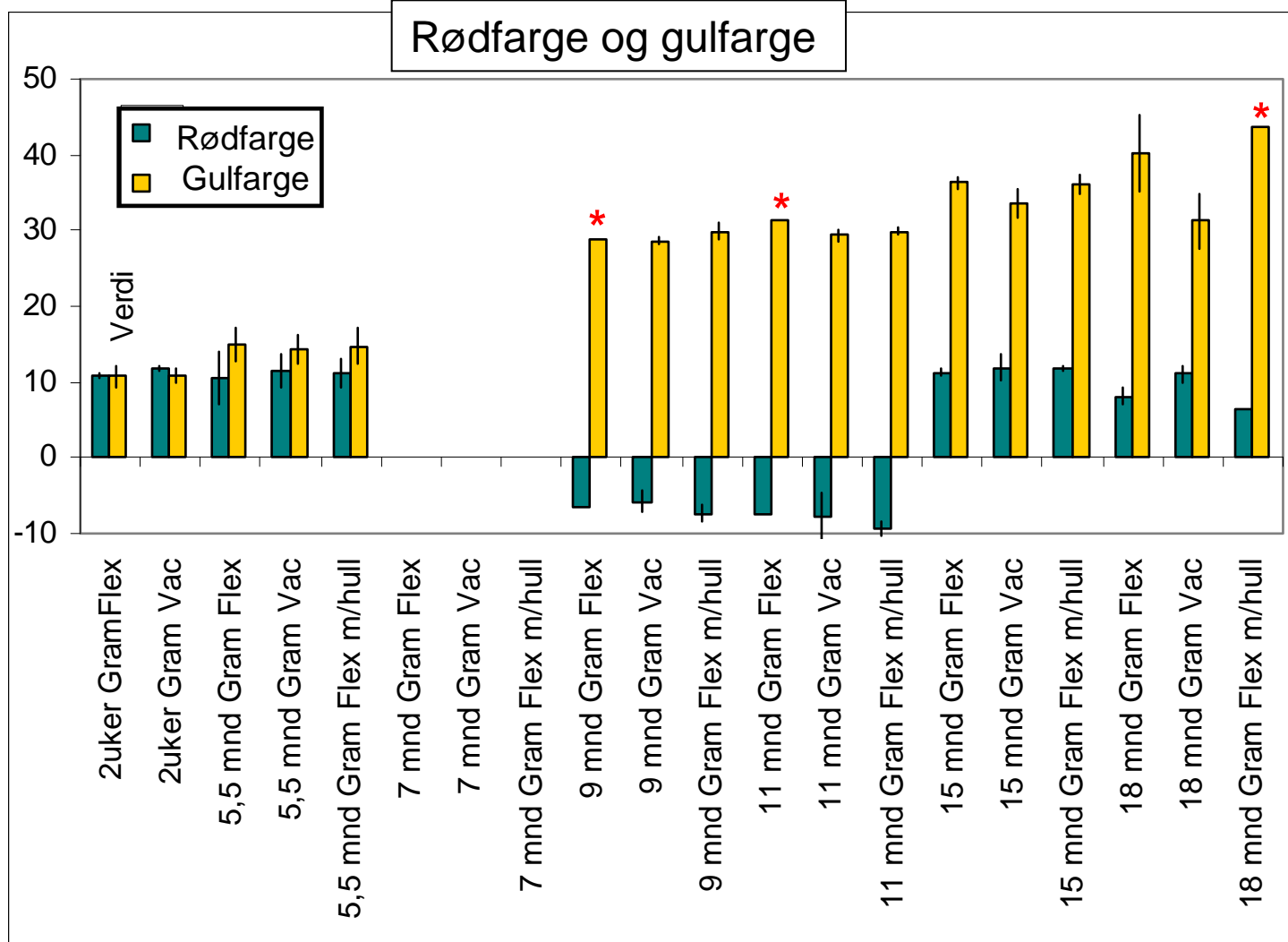
Fargeendring i sild henger sammen med harskning. Sild av god kvalitet har en frisk rødlig farge, ved harskning vil denne fargen gå over i blekere og etter hvert gulere farge. Det er derfor hensiktsmessig å måle fargeendringen i silda for å få et bilde av harskningsprosessen.



a = rødfarge  
b = gulfarge



# Farge målt med maskinsyn: Rødhets og gulhet



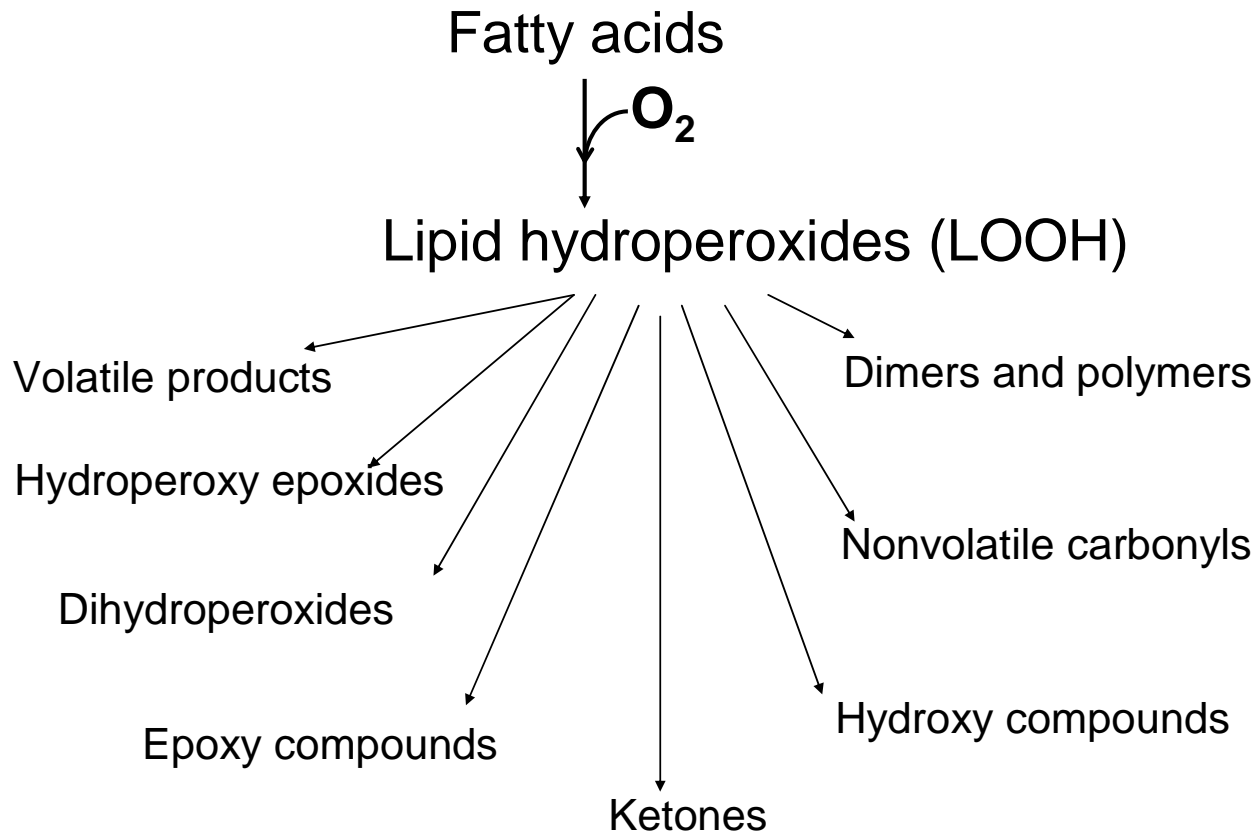
\* standardavvik mangler, kun 1-2 parallelle målinger ble utført

# Fargemålinger – Kommentarer

- Etter 9 mnd lagring var filetene signifikant blekere/gulere og det friske rosaskjæret var forsvunnet. Denne fargeendringen assosieres med en begynnende harskning.
- Etter 15 mnd lagring ble en mørkere gulfarge observert, denne fargen hadde også en rød komponent. Fargeendringen assosieres med ytterligere harskning.
- Filetene lagret i GramFlex ble videre signifikant gulere fra 15 mnd til 18 mnd. Ingen signifikante forskjeller ble funnet for fileter lagret i GramVac.
- Etter 18 mnd lagring var fileter lagret i GramFlex signifikant gulere enn GramVac.

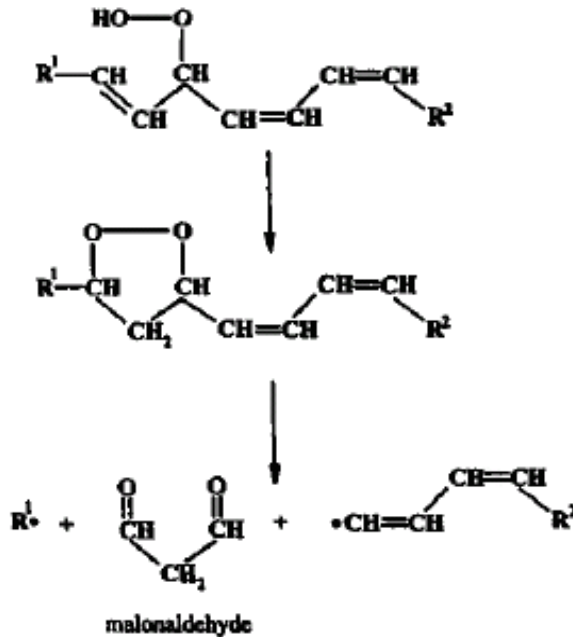
# TBARS

Ulike oksidasjonsprodukter kan dannes som følge av lipidoksidasjon

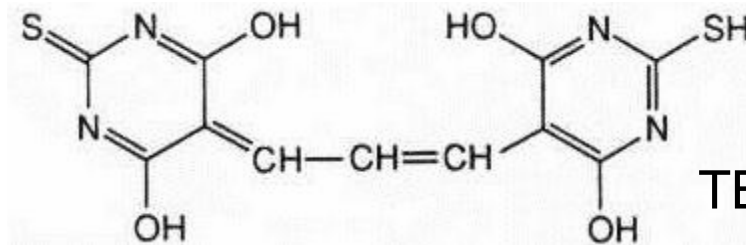
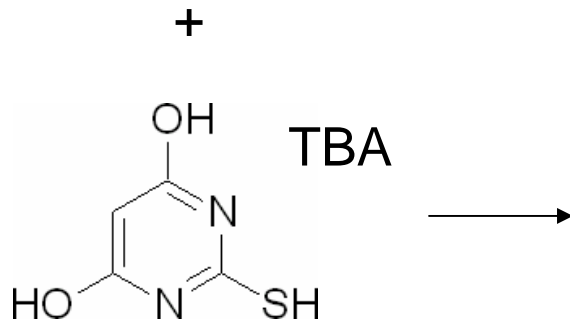


# Oksiderte lipider + TBA = TBARS (komponenter med rosa farge)

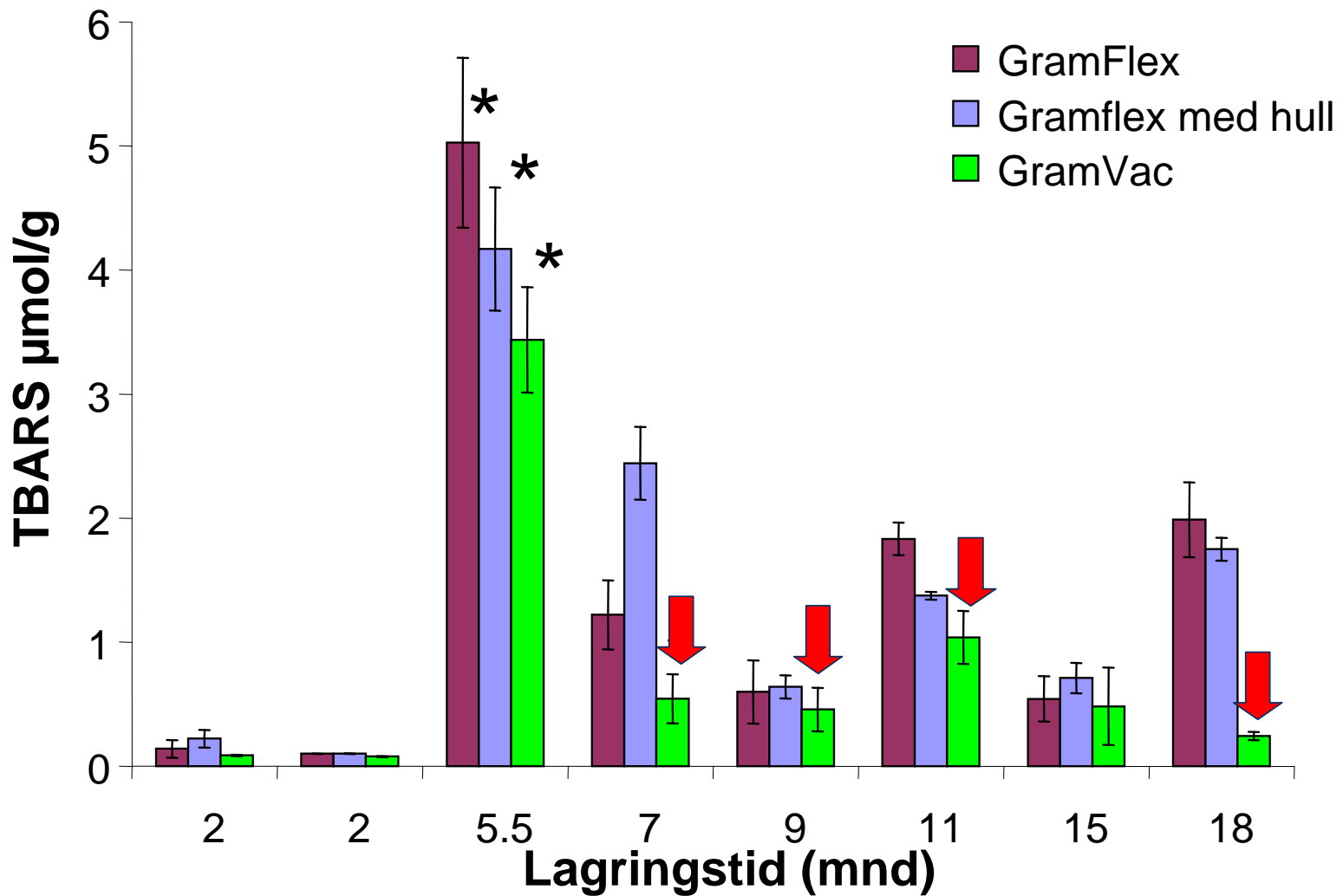
Lipidoksidasjon



Flere oksidasjonsprodukter danner et rosa farget kompleks sammen med TBA, disse produktene refereres til som TBA-reaktive substanser eller TBARS



TBA pigment



Signifikant lavere harskningsgrad enn de andre emballasjetypene

Analysert for seint – derfor har verdiene blitt for høye

\* i forhold til hva som var tilfellet. Forskjellene innbyrdes mellom prøvene stemmer imidlertid fortsatt.

# Tolkning av TBARS-resultater

Oksidasjon er svært vanskelig å måle. En av testene som benyttes i dag er TBARS. Denne metoden er uspesifikk fordi mange primære og sekundære oksidasjonsprodukter danner TBA-reaktive substanser. Dette kan forklare noen ukonsistente resultater i datasettet, som for eksempel at det ble målt lavere verdier etter 15 måneder sammenliknet med 11 måneder. Likevel kan metoden benyttes til å sammenlikne de ulike emballasjene ved ulike lagringstider.

- TBARS-verdiene som ble målt antyder generelt forholdsvis lav harskningsgrad.
- Fileter lagret i GramVac hadde generelt lavere harskningsgrad enn de som ble lagret i GramFlex og Gram Flex med hull
- Det ble ikke funnet signifikante forskjeller mellom harskningsgraden til fileter lagret i GramFlex og de lagret i GramFlex med hull.
- Hypotese: tilgangen på oksygen i GramFlex og GramFlex med hull var ganske lik (samme gjennomgang i emballasjematerialet; og for GramFlex med hull, kun ekstra stor oksygentilgang begrenset til områdene rundt påførte hull).

# Sensoriske analyser

- Prøver til sensorisk analyse ble frosset ned ved - 80 °C etter hvert prøveuttak. Prøvene ble bedømt samlet i to testomganger: 7, 9 og 11 mnd (første sett) og 15 og 18 mnd (andre sett).
- Sildefilétene ble tint i ca 12 timer før de ble grovkvernet og vakuumert i små poser. Prøvene stod deretter på kjølerom over natten før de ble varmebehandlet rett før bedømmelse.
- Et sensorisk panel med 9 dommere ble benyttet til den beskrivende sensoriske analysen (akkreditert).
- Flere detaljer fra den sensoriske analysen er vist i vedlegg.

# Egenskaper bedømt i sensorisk test

- Sildelukt
- Syrlig lukt
- Stikkende lukt
- Harsk lukt
- **Hardhet**
- **Saftighet**
- Tyggemotstand
- Sildesmak
- Syrlig smak
- Bitter smak
- Emmen smak
- **Metallsmak**
- Stikkende smak
- Harsk smak

Egenskaper markert med rødt hadde ikke signifikante forskjeller mellom prøvene og er ikke vist i de følgende figurene



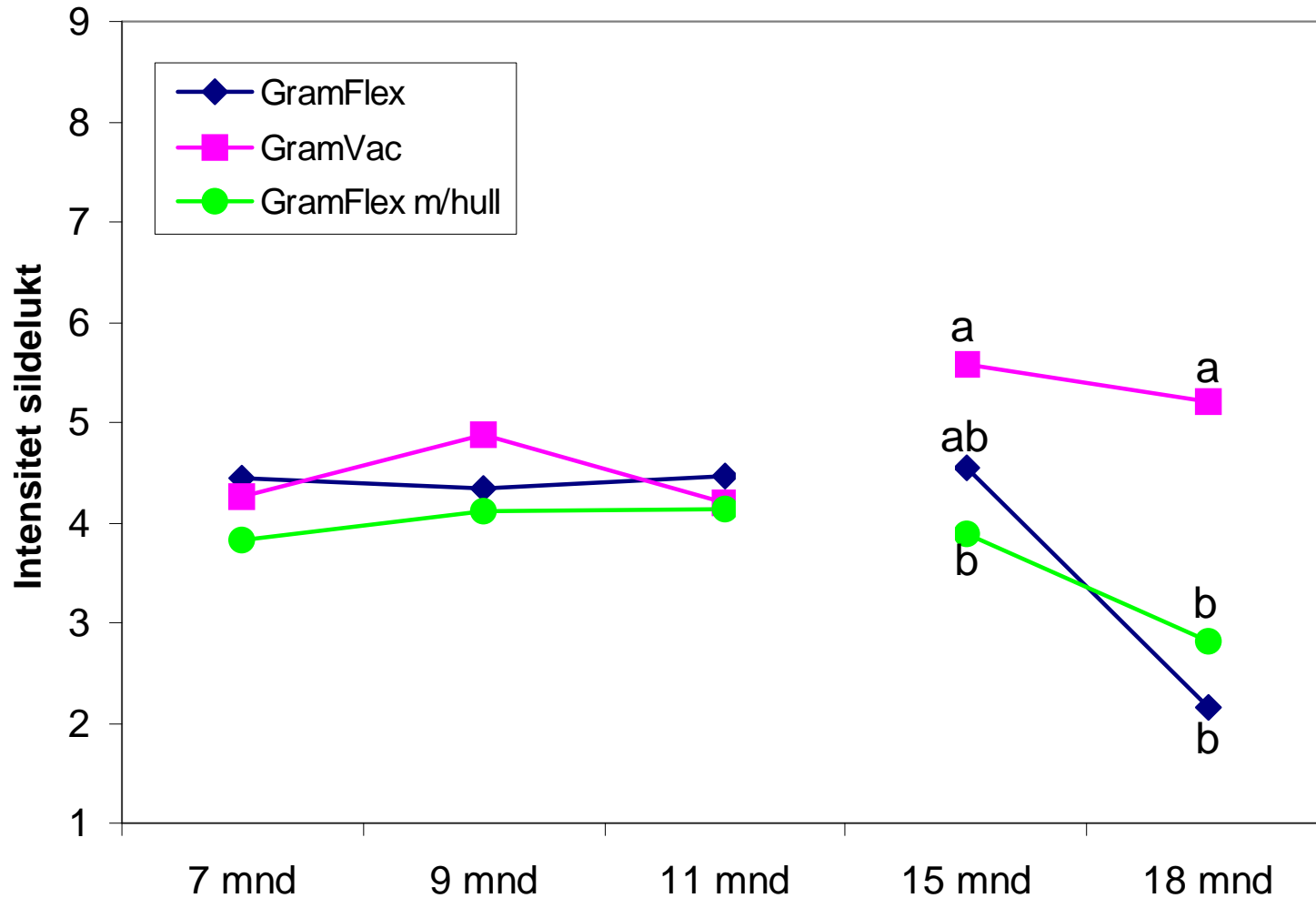
# Kommentarer til sensoriske egenskaper

- Sild av god kvalitet har følgende egenskaper: relativ høy intensitet av "positive" egenskaper som sildelukt, syrlig lukt, sildesmak og syrlig smak – og lav intensitet av "negative" egenskaper.
- Sild av dårlig kvalitet har følgende egenskaper: relativ lav intensitet av "positive" egenskaper som sildelukt, syrlig lukt, sildesmak og syrlig smak, og relativt høy intensitet av "negative" egenskaper som stikkende og harsk lukt, bitter smak, emmen smak, stikkende smak og harsk smak.

# Tolkning av sensoriske data

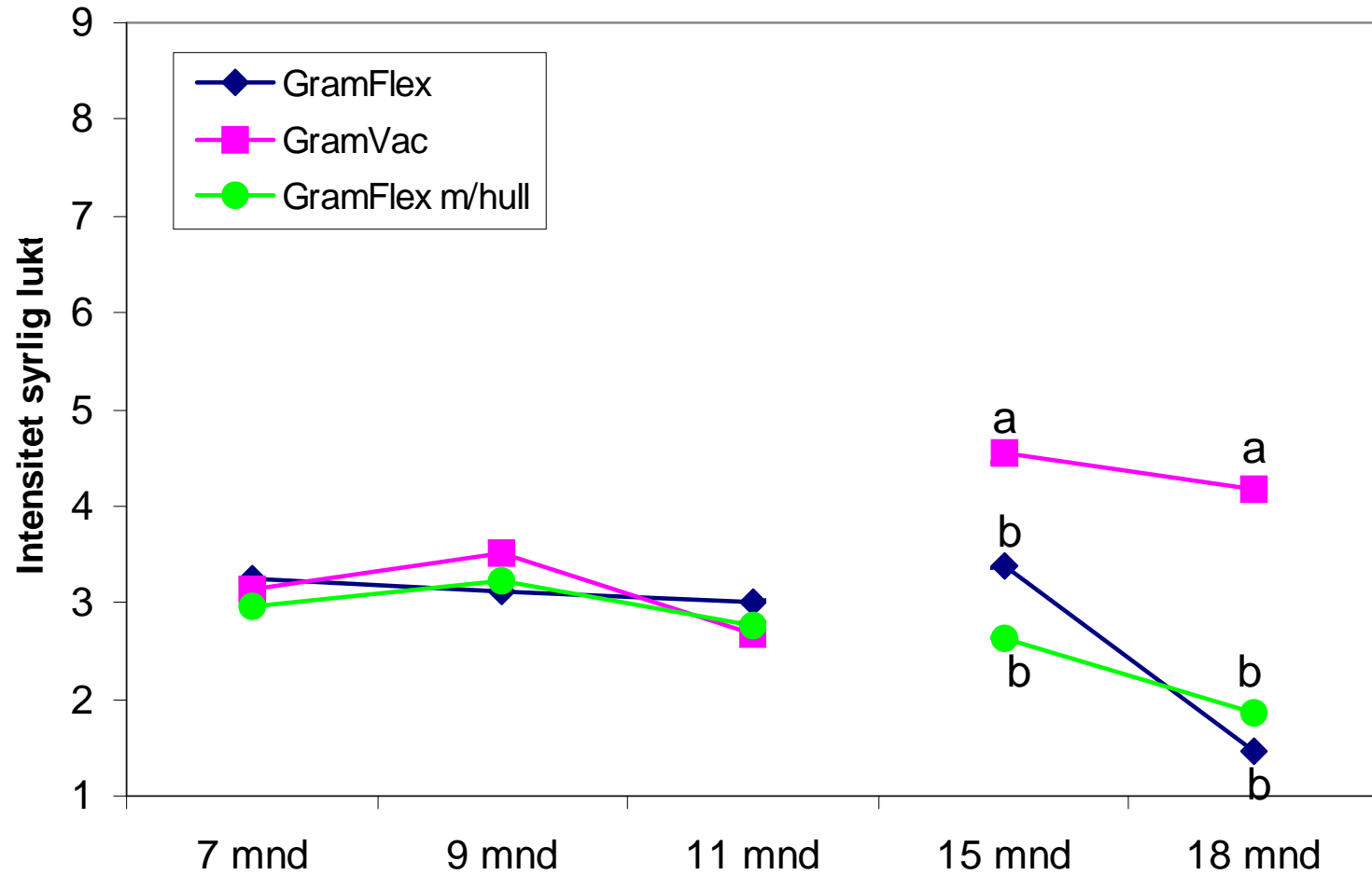
- Generelt: Når prøver til sensoriske tester blir tatt ut på ulike tidspunkter i et lagringsforsøk, har man en metodisk utfordring med "drift" i panelet hvis man ikke har meget stabile referanseprøver. Stabile referanseprøver er en utfordring å lage i lagringsforsøk med fisk.
- De sensoriske testene som er vist i rapporten er utført i 2 testomganger: 7, 9 og 11 mnd (første sett) og 15 og 18 mnd (andre sett).
- Figurene viser primært forskjellen mellom emballasjevariantene ved de ulike tidspunktene for prøveuttakene.
- Idet analysene er utført ved to ulike tidspunkter, må endringen i kurvene fra uttak 11 mnd ikke sammenlignes direkte med uttak 15 mnd. Tidslinjene visualiserer til en viss grad endringer over tid for de ulike variantene.
- En sensorisk analyse ble også foretatt for prøver tatt ut etter 2 uker og 5,5 mnd. Disse resultatene er ikke tatt med i figurene idet verdiene for mange av de negative egenskapene lå høyere ved 5,5 mnd enn ved 7 mnd selv om sildefilétene var av god kvalitet ved uttak. Dette fenomenet har bakgrunn i at det er benyttet kalibreringsprøver med ulik kvalitet (ulik harskhetsgrad) i de 3 sensoriske bedømmelsene.

# Sildelukt: 7 til 18 mnd



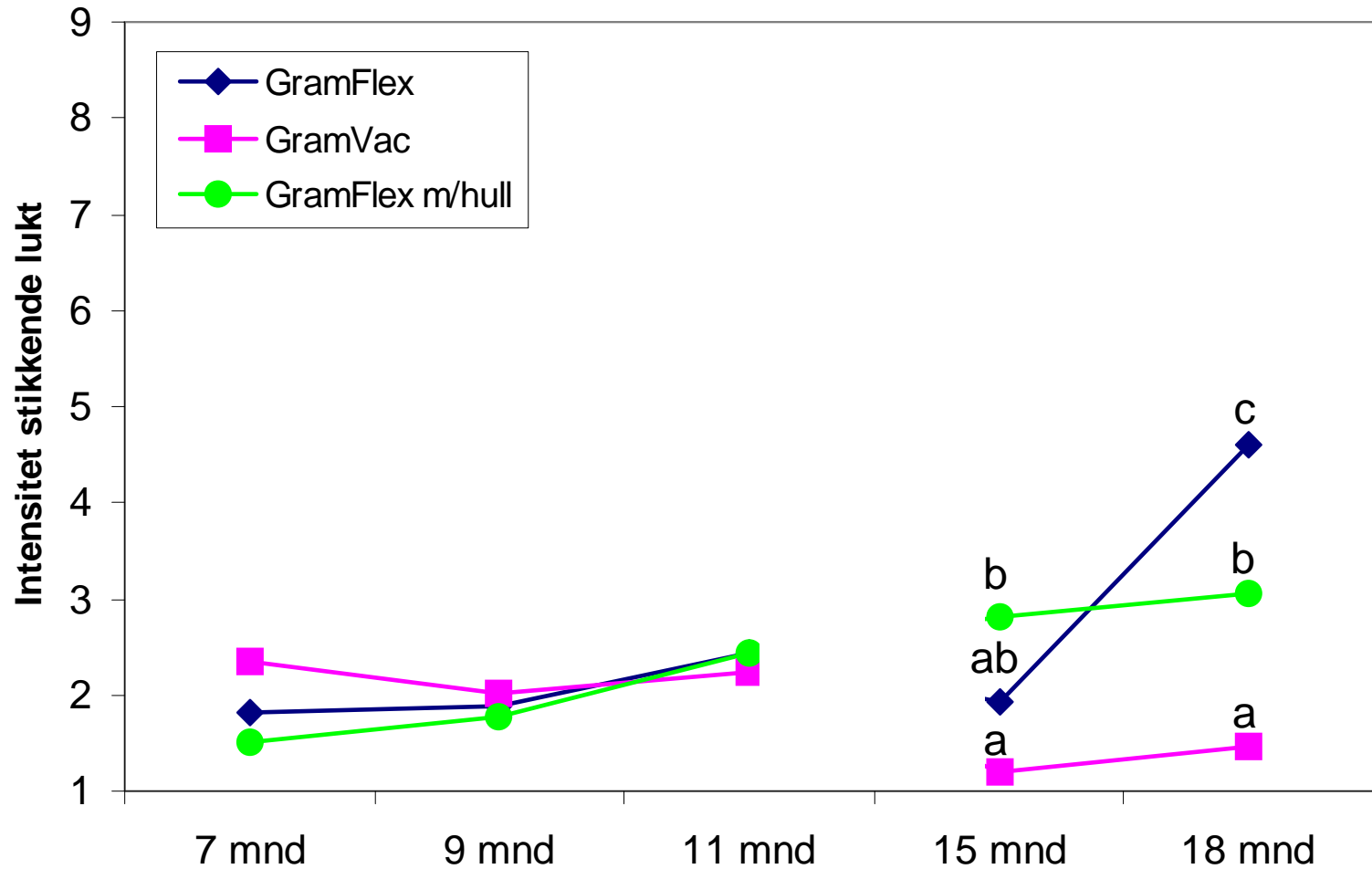
Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Syrlig lukt: 7 til 18 mnd



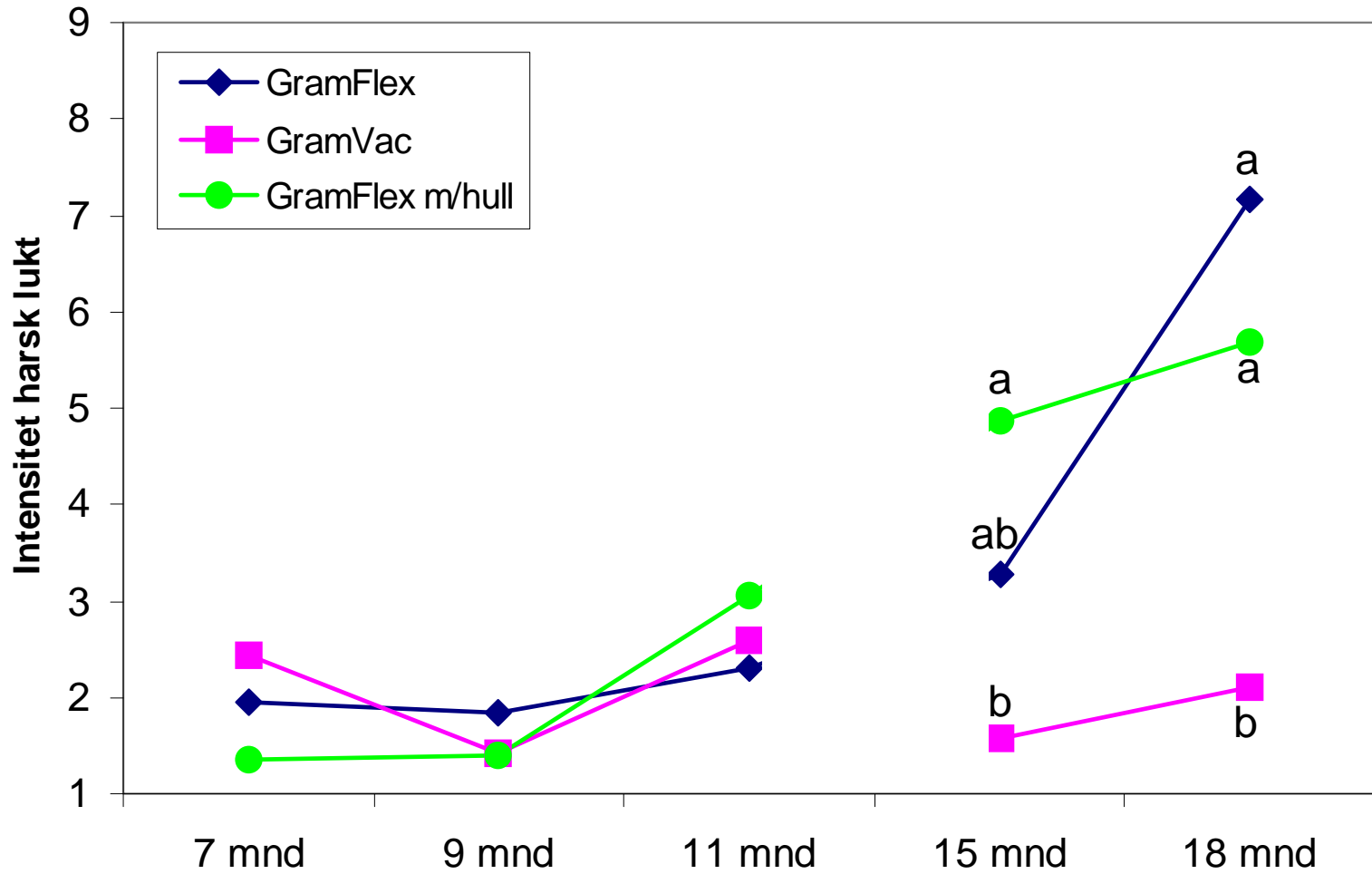
Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Stikkende lukt: 7 til 18 mnd



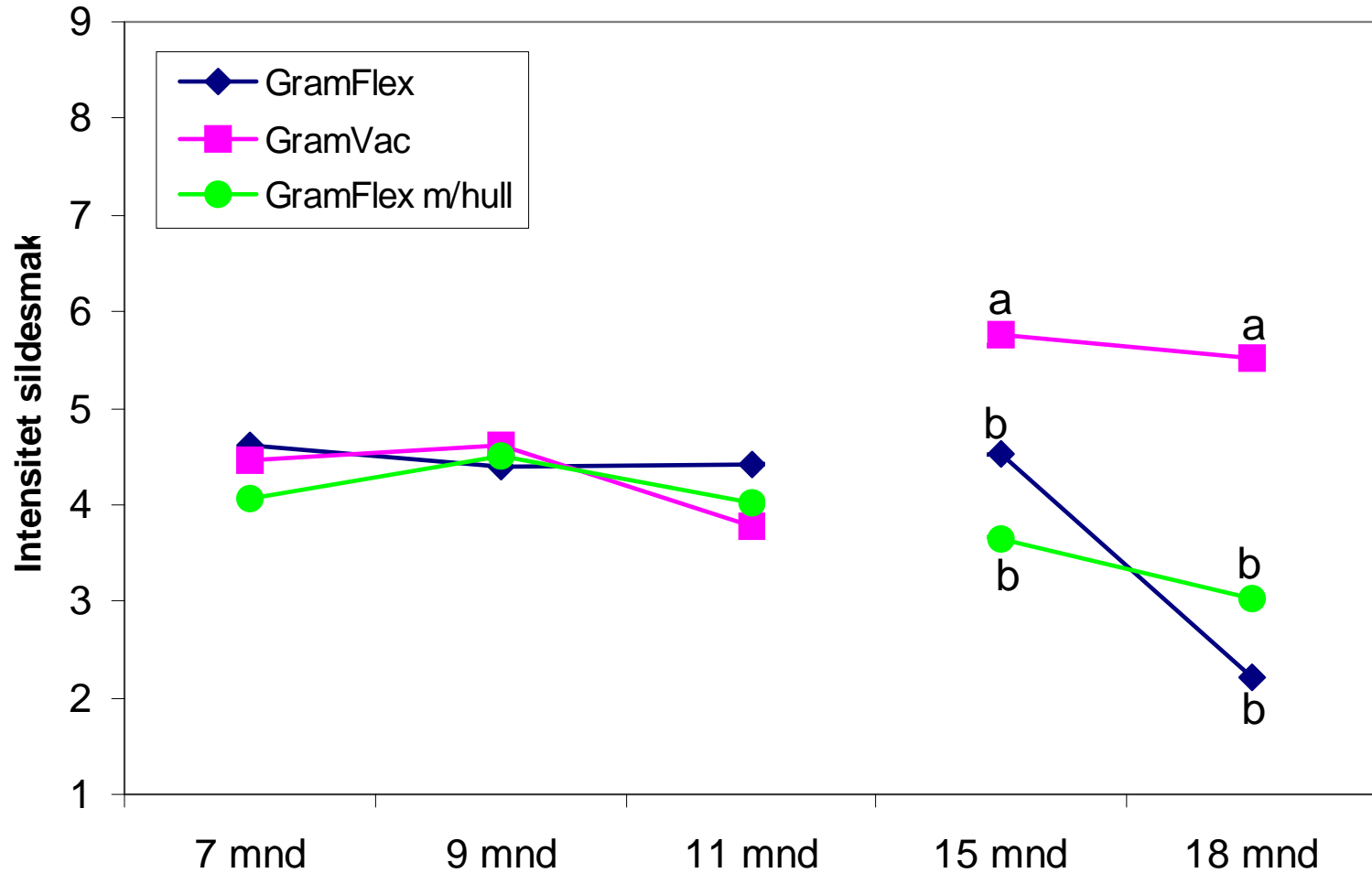
Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Harsk lukt: 7 til 18 mnd



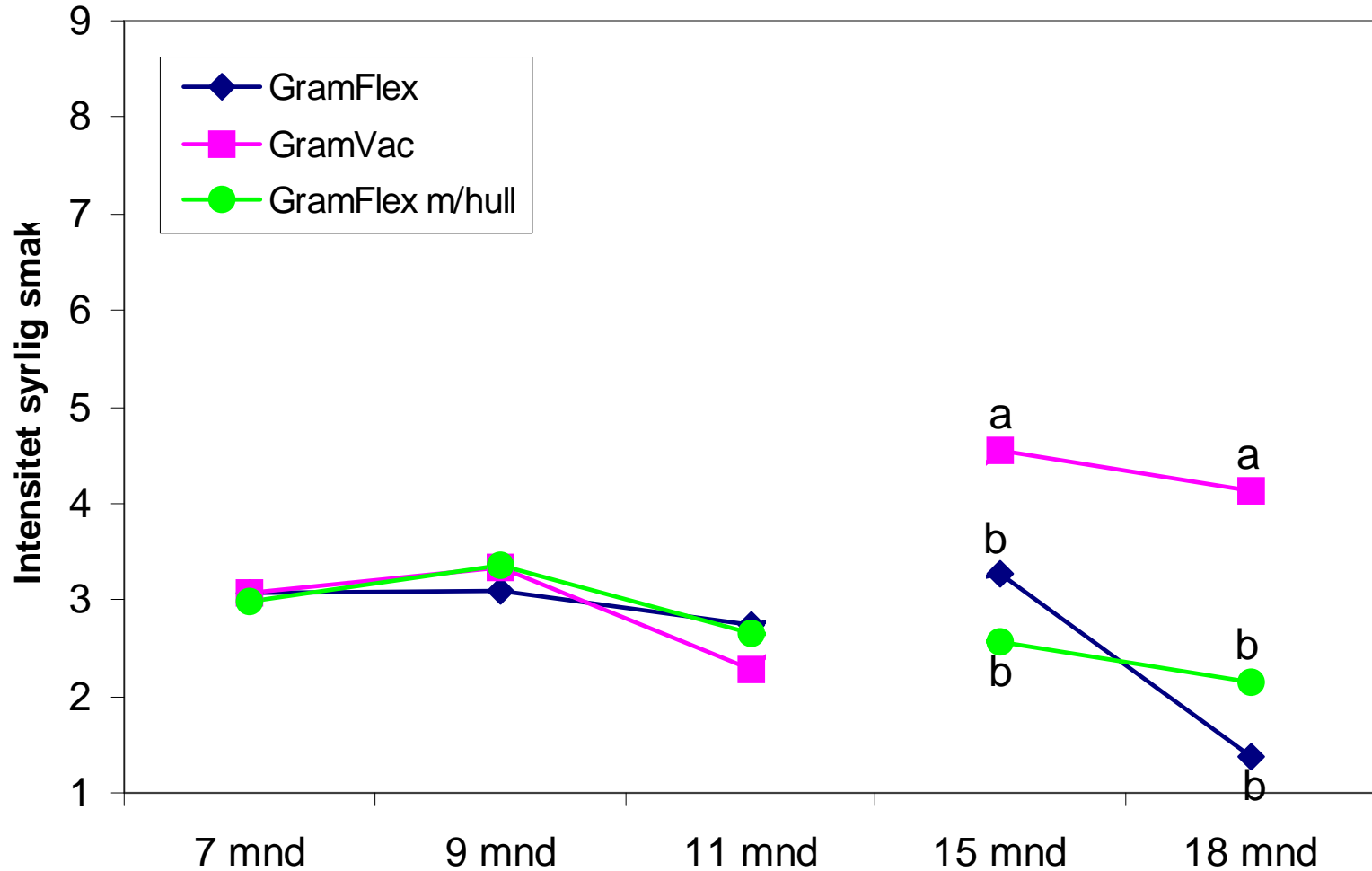
Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Sildesmak: 7 til 18 mnd



Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

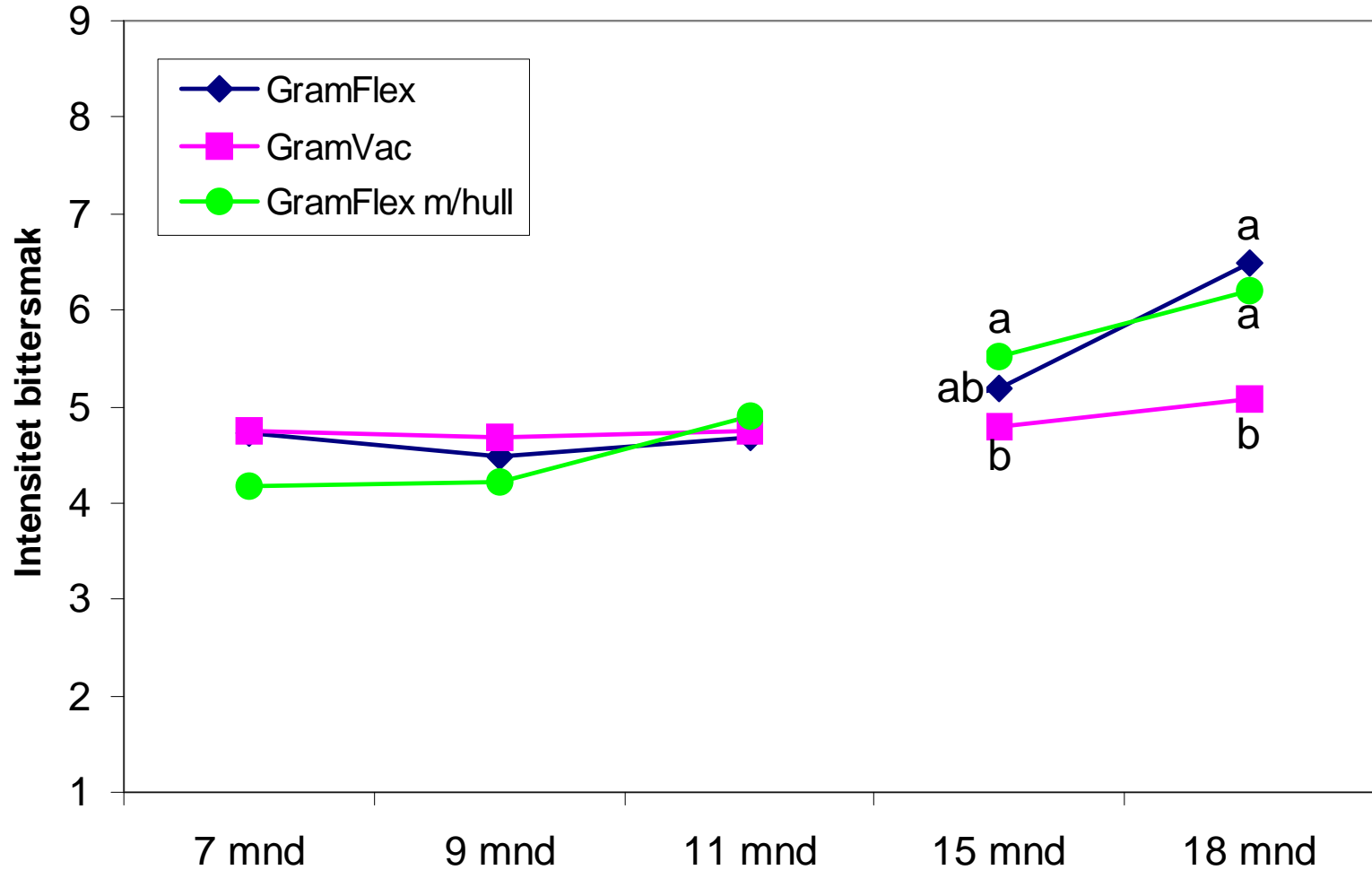
# Syrlig smak: 7 til 18 mnd



Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

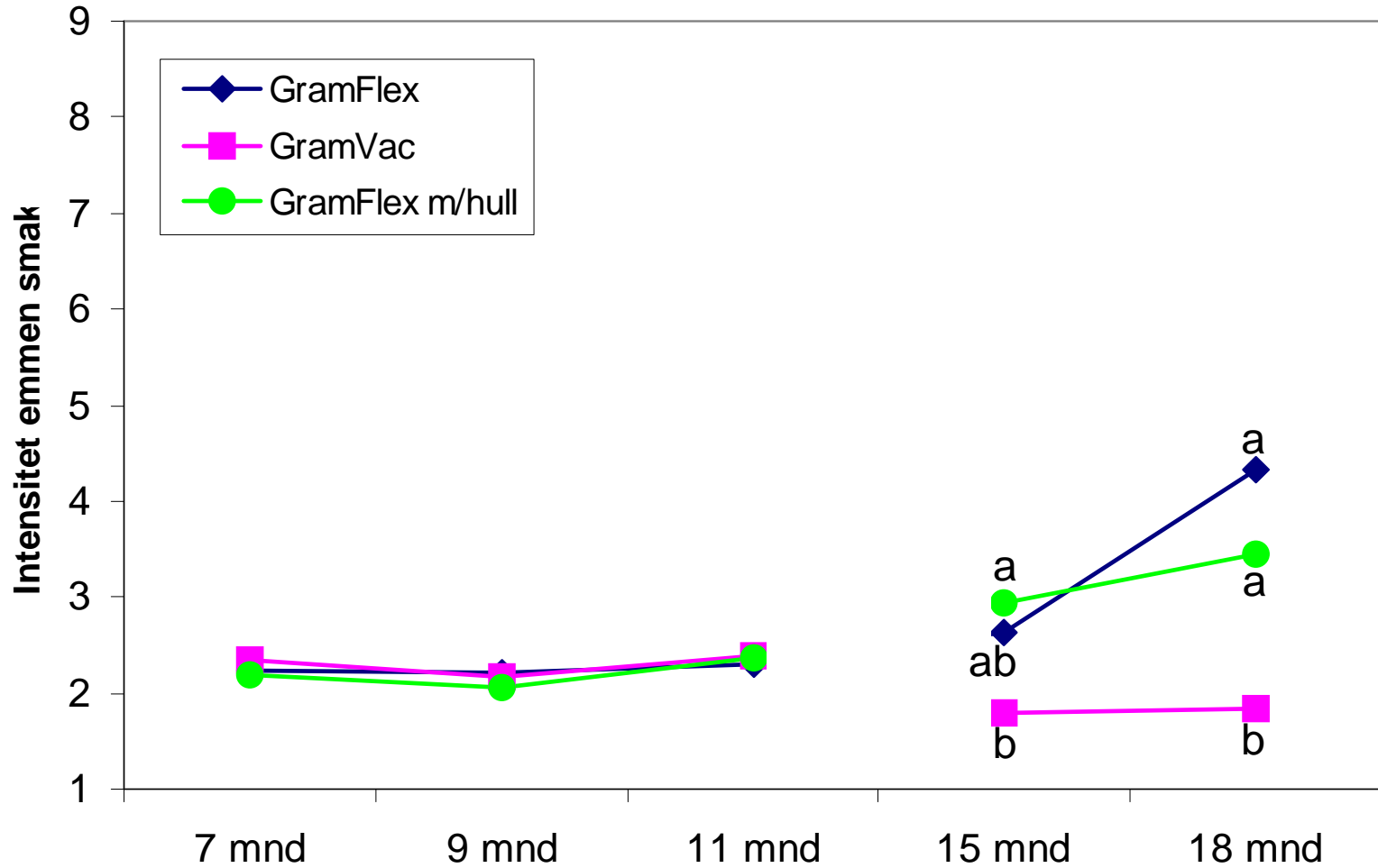


# Bitter smak: 7 til 18 mnd



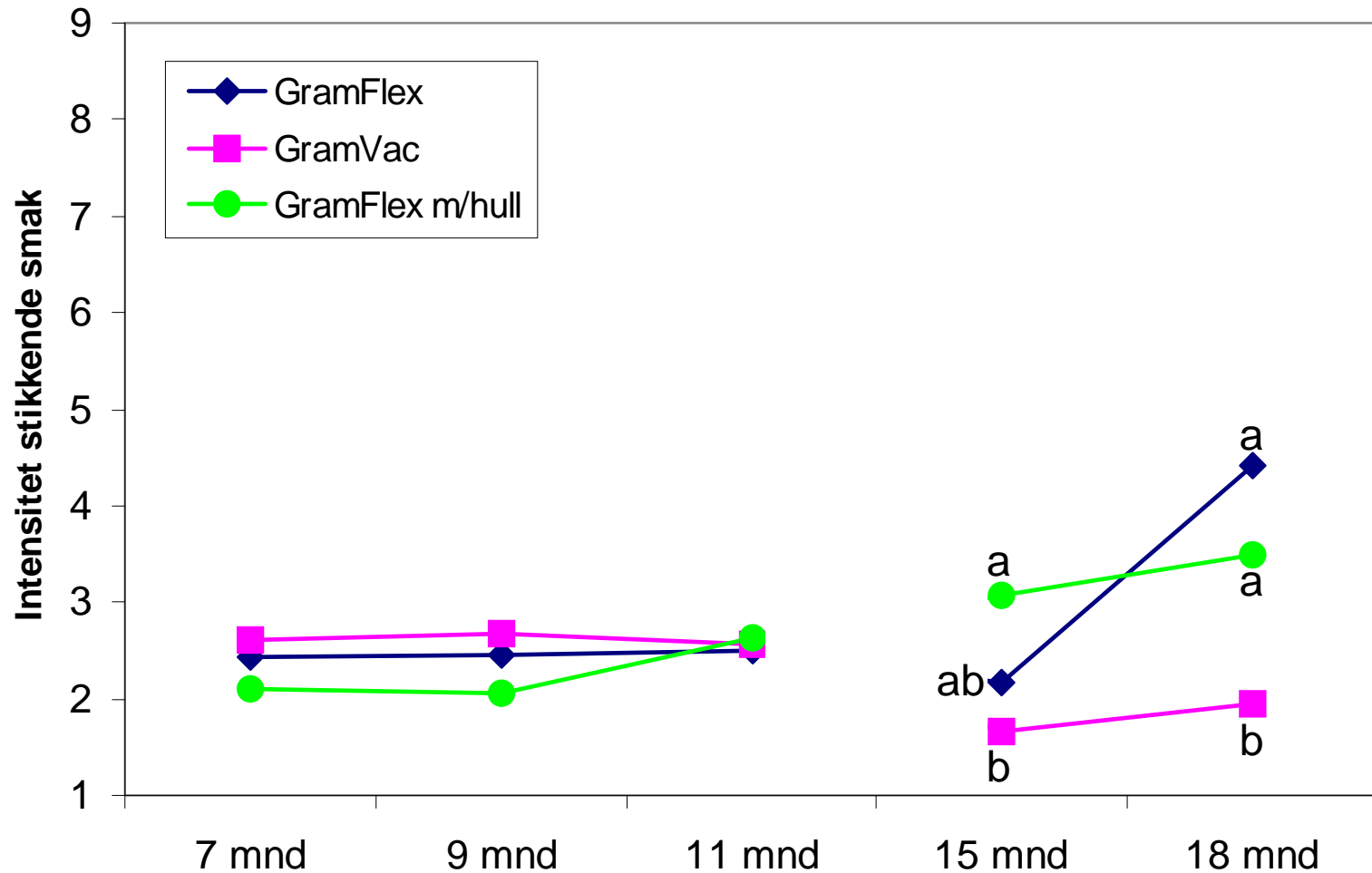
Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Emmen smak: 7 til 18 mnd



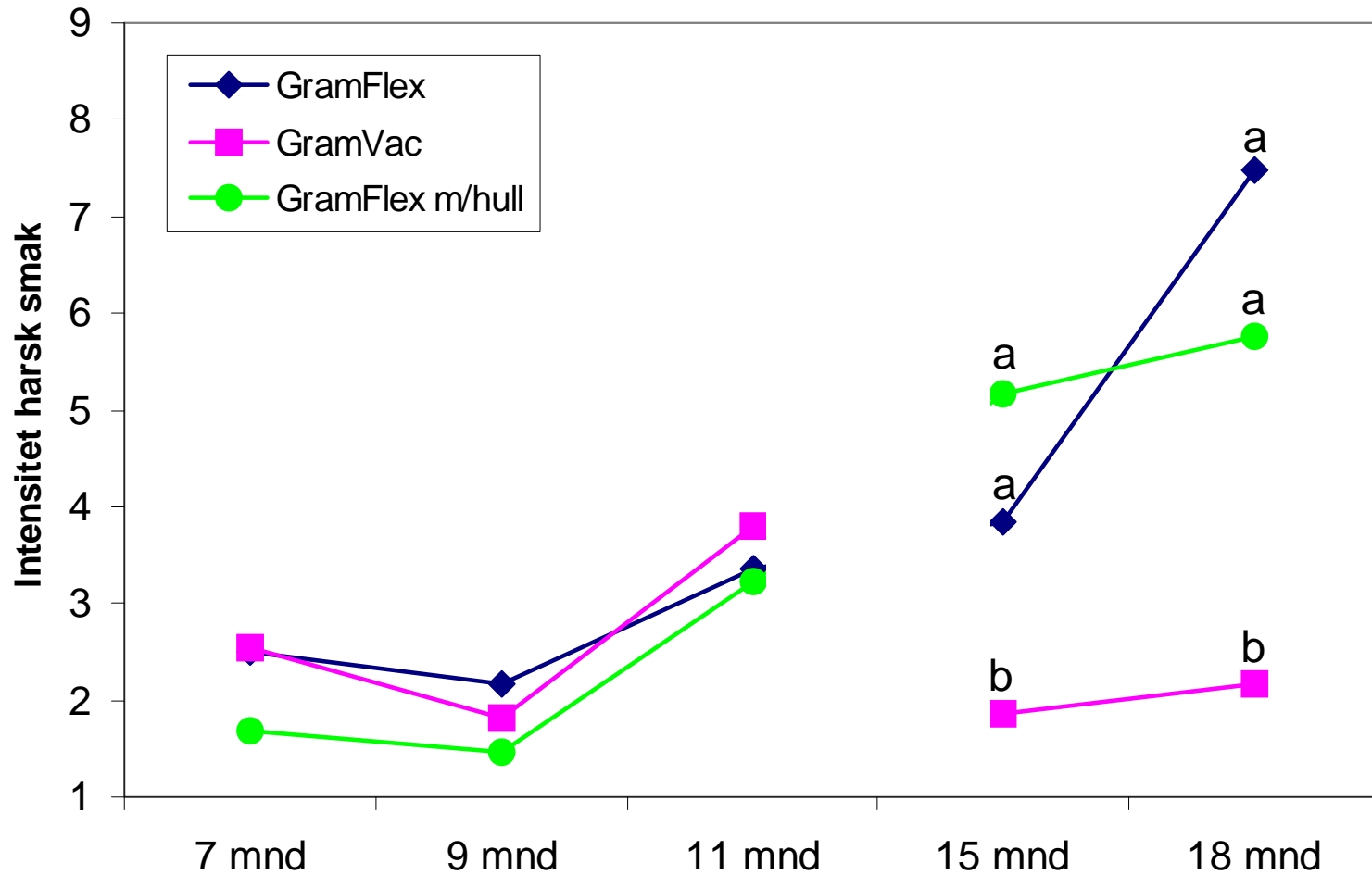
Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Stikkende smak: 7 til 18 mnd



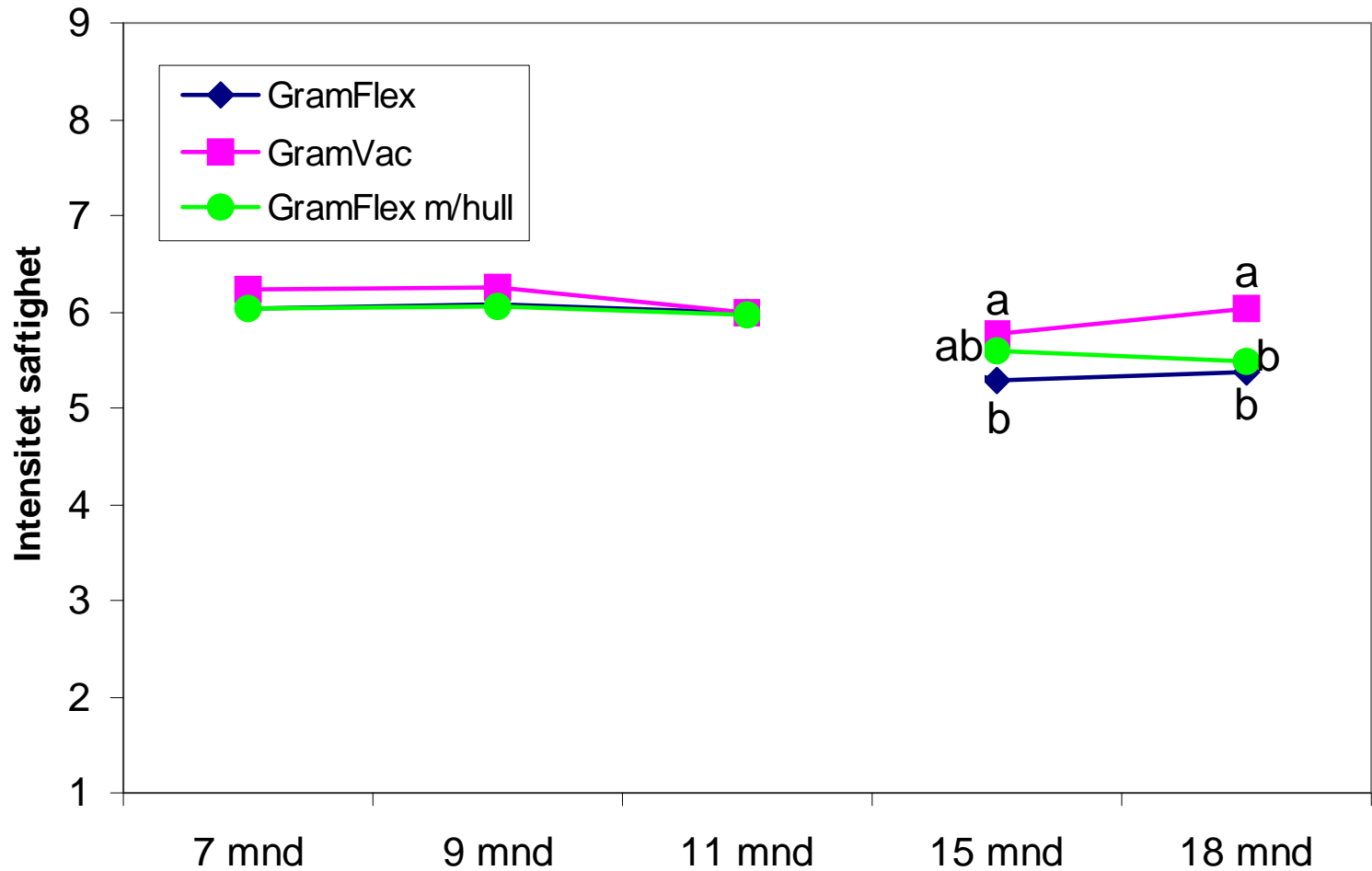
Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Harsk smak: 7 til 18 mnd



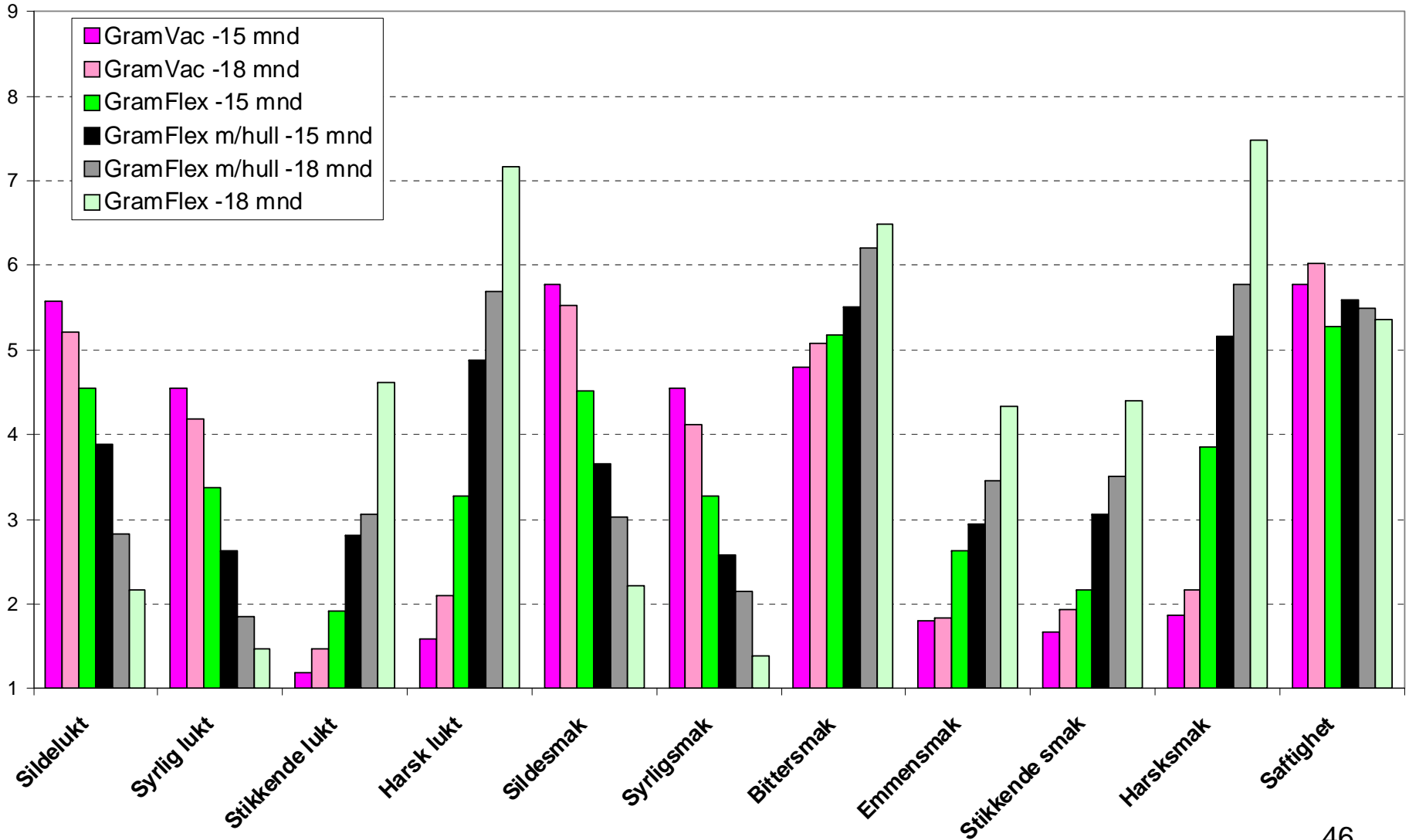
Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Saftighet: 7 til 18 mnd



Prøver med like bokstaver er ikke signifikant forskjellige

# Alle egenskaper med signifikante forskjeller mellom prøvene: uttak 15 + 18 mnd (samlet)



# Kommentarer til sensoriske resultater (1)

- Rangeringen mellom prøvene ved samlet sensorisk bedømmelse av prøvene tatt ut etter 15 og 18 mnd var lik for alle de sensoriske egenskapene:
  1. GramVac - 15 mnd
  2. GramVac – 18 mnd
  3. GramFlex – 15 mnd
  4. GramFlex m/hull – 15 mnd
  5. GramFlex m/hull – 18 mnd
  6. GramFlex – 18 mnd

## Kommentarer til sensoriske resultater (2)

- For GramFlex med og uten hull: overgangen fra god/akseptabel til dårlig kvalitet skjedde i tidsrommet 11 til 15 mnd.
- For GramVac: overgangen fra god/akseptabel til dårlig kvalitet skjedde i tidsrommet 15 til 18 mnd.
- GramFlex uten hull var mindre harsk enn GramFlex med hull etter lagring i 15 mnd. Ved 18 mnd var imidlertid GramFlex uten hull den harskeste varianten.
- De ulike variantene ble vurdert av prosjektdeltagerne etter 12 mnd lagringstid (prosjektmøte 28. nov 2007) – se detaljer i vedlegg 1. Ved dette tidspunktet ble GramFlex med og uten hull vurdert som ikke akseptable. Det var ved dette uttaket litt ukart hvilken effekt lakemengden har på holdbarhetstiden for sild pakket i GramFlex.



# Vurdering av lakemengde – 18 mnd uttak – omfang av gule partier

- Ved 18 mnd uttaket ble 2 frosne pakninger (GramFlex) dyppet i varmt vann i kort tid for å lettere kunne fjerne filmen.
- Det var tydelig at et tykt islag hadde en beskyttende effekt i forhold til dannelse av gul farge på filétene. Det var mest gule partier i områder der filétene ikke var dekket av lake. Fisken luktet imidlertid harskt selv i områder som var lite gule.
- Det er usikkert hvilken beskyttende effekt frossen lake har forhold til å hemme oksidasjon i sildefilétene. For å sikkert kunne dokumentere effekt av lakemengde bør det gjennomføres et nytt lagringsforsøk.

# Mye lake – dekker fisken



Heldekkende islag – ikke gul fisk

# Lite lake – dekker fisken dårlig



Lite lake/is – gul fisk

# Konklusjon – Holdbarhetsforsøk 2

## Fargemålinger

- Fargeendringer mot en blekgul farge ble observert allerede etter 9 mnd lagring for GramVac og GramFlex.
- En mer intens gulbrun farge ble observert etter 15 mnd lagring for både GramVac og GramFlex.
- GramVac bevarte den rødgule fargen til "fersk" sild bedre enn GramFlex.

## TBARS

- TBARS-målingene viste at GramVac generelt hadde lavere harskningsgrad enn GramFlex.

## Sensorikk

- De sensoriske resultatene viste at GramVac hadde lavere harskningsgrad enn GramFlex.
- For GramFlex med og uten hull: overgangen fra god/akseptabel til dårlig kvalitet skjedde i tidsrommet 11 til 15 mnd.
- For GramVac: overgangen fra god/akseptabel til dårlig kvalitet skjedde i tidsrommet 15 til 18 mnd.

## Totalt

- Alle analysene indikerte at sildefilét pakket i GramVac generelt hadde lavere harskningsgrad enn sildefilét pakket GramFlex.
- Funnene tyder på at gassbarrieresjiktet i GramVac forsinker harskningsprosessen.
- Det ble ikke funnet forskjeller på GramFlex med hull og GramFlex uten hull. Dette tyder på at 1) oksyngjennomgangen i GramFlex materialet var høy nok til at harskningsprosessen går raskere sammenlignet mot GramVac og 2) hullene i varianten GramFlex med hull ga bare ekstra harskning lokalt rundt hullene.

## **Anbefaling:**

- Holdbarhetstid for sildefilét pakket i GramFlex settes til 10 mnd
- Holdbarhetstid for sildefilét pakket i GramVac settes til 15 mnd.
- For å oppnå disse holdbarhetstidene er det en forutsetning at pakningen er uten hull og pakningen er fylt med tilstrekkelig lake.

# Forslag til videre arbeid

- Studere effekt av lakemengde på harskningsgrad

## Sensorisk vurdering av sildefileter, prosjektmøte 28.11.2007

Vurdert av 6 dommere fra prosjektets deltakere.

	Beskrivelse av lukt	Beskrivelse av farge	Godkjent	Rangering (1=best)
<b>GramVac</b>	1: lukt av lake 2: grei lukt 3: fin, lite lukt 4: ok 5: fin sildelukt 6: frisk sildelukt	1: ok 2: lyst og fin 3: ok farge 4: 5: rødlig 6: fin farge	1: ja 2: ja 3: ja 4: 5: ja 6: ja	1: 1 2: 1 3: 1 4: 5: 1 6: 1
<b>GramFlex (u/lake, skulle vært med lake*)</b>	1: harsk 2: harskt i ytterste laget 3: harsk lukt, spesielt øverste lag (lite lake) 4: harsk lukt 5: harsk? 6: harsk, mest på toppen	1: gul 2: bra 3: litt gul 4: 5: litt gule partier 6: noe gulfarge	1: nei 2: nei 3: nei 4: 5: nei 6: nei (pga uten lake)	1: 2 2: 3: 5 4: 5: 3 6: 3
<b>GramFlex m/hull</b>	1: - 2: lukter harskt 3: harsk lukt 4: harsk lukt 5: harsk 6: harsk	1: - 2: bra 3: gul/brun 4: 5: gule partier (litt) 6: fin farge	1: nei 2: nei 3: nei 4: 5: nei 6: nei	1: 3 2: 3: 5 4: 5: 3 6: 3
<b>Butterfly, 2 år (lagret ved -24°C),</b>	1: 2: bra 3: 4: ok 5: gammel lukt, ikke tydelig harsk 6: "tørr" lukt	1: 2: bra 3: 4: ok 5: ok 6:	1: 2: ja 3: 4: ja? 5: ja 6: ja	1: 2: 3: 4: 5: 2? 6: 2

\*Sildeprøver pakket med GramFlex hadde sannsynligvis blitt vurdert som bedre dersom det hadde vært riktig mengde lake i pakningen.