

RESTVERDIER AV AKTIV SUBSTANS VED BRUK AV ROSMARINEKSTRAKT SOM ANTIOKSIDANT TIL FERSK OG FRYST MAKRELLFILET

TITTEL	Restverdier av aktiv substans ved bruk av rosmarinekstrakt som antioksidant til fersk og fryst makrellfilet
FORFATTERE	Trygg Barnung og Wenche Emblem Larssen
PROSJEKTLEDER	Trygg Barnung
RAPPORT NR.	2114
UTGIVELSEÅR	2021
SIDER	19
PROSJEKTNUMMER	55091
PROSJEKTITTEL	Restverdier av aktiv substans ved bruk av rosmarinekstrakt som antioksidant til fersk og fryst makrellfilet
OPPDRAGSGIVER	Fiskeri og Havbruksnæringens forskningsfond
ANSVARLIG UTGIVER	Møreforskning AS
ISSN	0806-0789
ISBN	978-82-7830-355-9
NØKKEWORD	Rosmarin, makrell,

SAMMENDRAG

Bruk av antioksidant (rosmarin) på makrellfilet gir signifikant lavere oksidasjon under fryselagring i både proteiner[1] og fett[2]. Enkelte bedrifter bruker rosmarin som antioksidant ved eksport av fileter til land utenfor EØS-området, men innen EU er dette ikke tillatt [3]. Skal bruk av rosmarinekstrakt på fersk og frosset makrellfilet bli godkjent av næringsmiddelmyndighetene i EU/Norge må det synliggjøres hvor stor tilleggsbelastning de aktive komponentene i rosmarinekstrakt brukt på makrellfilet vil gjøre med totalmengden aktive komponenter fra rosmarinekstrakt som konsumenter i EU vil bli utsatt for. Våre resultat viser at behandling av makrellfilet med 2-4 % rosmarinløsning gir et innhold av karnosinsyre og karnosol under de tillatte grenseverdier i bearbejdede produkt. Dette gjelder for både behandling av ferskt og fryst råstoff. En voksen person (70 kg) kan spise 200 g makrell pr dag før en går over det anbefalte inntak av rosmarinekstrakt.

© FORFATTER/MØREFORSKING

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller framstille eksemplarer til privat bruk. Uten særlig avtale med forfatter/Møreforskning er all annen eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt så langt det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

FORORD

Denne rapporten tar for seg resultatene i prosjektet «Restverdier av aktiv substans ved bruk av rosmarinekstrakt som antioksidant til fersk og fryst makrellfilet» finansiert av FHF. Prosjekt har hatt som hovedmål å bestemme nivået av rosmarinekstrakt (E392) i fersk og fryst makrellfilet behandlet med en kjent konsentrasjon av rosmarinekstrakt som sikrer holdbarhet til filetproduktene. Målingene av de aktive komponentene fra rosmarinekstrakt i fersk og fryst makrellfilet vil gi grunnlag for kartlegging av hvor mye "ekstra" rosmarinekstrakt (E392) ulike befolkningsgrupper i EU vil innta dersom rosmarinekstrakt (E392) tillates brukt i fersk og fryst makrellfilet. Prosjektet har vært ledet av Møreforskning som har stått for koordineringen og den praktiske gjennomføringen.

Prosjektet har blitt gjennomført i samarbeid med DTU i Danmark. Takk til Prof. Charlotte Jacobsen for god rådgivning. Takk også til FHF sine fagkoordinatorer Kristian Prytz og Lars Lovund for god dialog.

Ålesund 31.12.21

Trygg Barnung
Prosjektleder

INNHOLD

1. BAKGRUNN.....	8
2. MÅLSETTING.....	9
3. MATERIAL OG METODE.....	9
4. RESULTAT OG DISKUSJON	11
Hovedfunn	15
Videre arbeid	15
5. REFERANSER.....	15

1. BAKGRUNN

Bruk av antioksidant (rosmarin) på makrellfilet gir signifikant lavere oksidasjon under fryselagring i både proteiner[1] og i fett[2]. Dette funnet er viktig for norske filetprodusenter. Enkelte bedrifter bruker allerede rosmarin som antioksidant ved eksport av fileter til land utenfor EØS-området.

I henhold til Forskrift om tilsetningsstoffer i næringsmidler [3] som også implementerer EU forordning 1333/2008 om tilsetningsstoffer i næringsmidler er det i dag ikke lov å bruke rosmarinekstrakt som antioksidant i fersk fryst eller tint fryst filet til det norske og europeiske markedet. Regelverket for tilsetningsstoffer tillater bruk av rosmarinekstrakt (E392) i foredlede fiskeprodukter som f.eks. makrell i tomat eller røkt peppermakrell. Den tillatte mengden rosmarinekstrakt for foredlede fiskeprodukter med et fettinnhold større enn 10 % er 150 mg/kg. Dette er målt som summen av de aktive komponentene karnosol (carnosol) og karnosinsyre (carnosic acid) basert på fettinnholdet i produktet.

For å få godkjent rosmarinekstrakt (E392) til fersk og fryst fet fisk, arbeider Sjømat Norge på vegne av næringen med å sende inn en godkjenningssøknad til EU-kommisjonen. Bli godkjenningen vedtatt vil dette automatisk medføre godkjenning også i Norge. Som grunnlag for en slik søknad er det behov for en dokumentasjon av opptak av aktivt stoff fra rosmarinekstrakt i makrellfileter under antioksidantbehandlingen. Resultatene skal benyttes som grunnlag for en søknad om godkjenning for bruk av rosmarinekstrakt som antioksidant til fersk og fryst makrellfilet. Når EU skal behandle en fremtidig søknad om bruk av rosmarin ekstrakt på makrellfilet tar EU utgangspunkt i mengde aktive komponenter (karnosinsyre og karnosol) som gir antioksidanteffekt. Så beregnes det hvor mye dette ekstra bidraget av rosmarinekstrakt vil føre til i økning i det daglige inntak av rosmarinekstrakt i EU sin befolkning. Det er avgjørende at dokumentasjon knyttet til analysene utføres på fritt grunnlag, ved at prøvene blir analysert ved et akkreditert laboratorium etter en akkreditert metode-

Tidligere arbeid har vist at 10 sekunder med denne behandlingen i 2 % rosmarinløsning gav lavere oksidasjon på makrellfilet fryselagret i 12 og 15 måneder[2]. I dette prosjektet er samme dyppbehandling benyttet for å bestemme mengden av de aktive komponentene i fileten som er nødvendig for å oppnå antioksidasjonseffekten. For å få en dose-respons vil det gjennomføres behandlinger med dypp i 10 sekunder i bad med henholdsvis 2, 3, og 4 % rosmarinekstrakt. Resultatene i dette prosjektet kan legge grunnlaget for det videre arbeidet mot EU og grenseverdiene.

2. MÅLSETTING

Hovedmål:

Bestemme nivået av rosmarinekstrakt (E392) i fersk og fryst makrellfilet behandlet med en kjent konsentrasjon av rosmarinekstrakt som sikrer holdbarhet til filetproduktene.

Målingene av de aktive komponentene fra rosmarinekstrakt i fersk og fryst makrellfilet vil gi grunnlag for kartlegging av hvor mye "ekstra" rosmarinekstrakt (E392) ulike befolkningsgrupper i EU vil innta dersom rosmarinekstrakt (E392) tillates brukt i fersk og fryst makrellfilet.

Delmål:

- Produksjon av fersk og frosset makrellfilet som er behandlet med rosmarinekstrakt.
- Analyse av karnosol og karnosinsyre i makrellfilet dyppet i rosmarinekstrakt
- Utarbeide informasjonsgrunnlag og anbefaling knyttet til inntak av "ekstra" rosmarin ekstrakt (E392) i ulike befolkningsgrupper i EU.

3. MATERIAL OG METODE

Tillaging av prøvematerialet

Makrellfiletene som inngår i forsøket, ble produsert ved Pelagia Selje etter vanlig produksjonsprosedyre for makrellfilet. Makrellfiletene ble produsert fra samme fangst. Det ble totalt tatt ut 6 serier med makrellfilet for behandling med rosmarineksrakt.

Serie nr	Råstoff	Konsentrasjon i rosmarinbad	Tid i rosmarinbad	Serienavn
1	Fersk makrell	2 %	10 sek	Fersk 2 %
2	Fersk makrell	3 %	10 sek	Fersk 3 %
3	Fersk makrell	4 %	10 sek	Fersk 4 %
4	Fryst makrell	2 %	10 sek	Fryst 2 %
5	Fryst makrell	3 %	10 sek	Fryst 3 %
6	Fryst makrell	4 %	10 sek	Fryst 4 %

20 fileter fra hver serie ble analysert. Fire og fire fileter innen hver serie ble slått sammen til en samleprøve.

Råstoff til produksjonen av makrellfilet

Makrellen ble levert av fartøyet Norderveg hos Pelagia Selje 13.10.20. Rund makrell ble pakket i 20 kg kartonger og innfrysst ved -27°C. Makrell til filetering ble overført til tank for nedkjøling til -3°C over natten før filetering 14.10.20.

Produksjon av rosmarinbehandlet filet fra fersk rund makrell

Etter nedkjøling over natten var temperaturen i rund makrell -3,0°C før filetering. Fileteringen ble gjort på Pelagia Selje sin filetlinje med en Toyo-filetmaskin. Filetene ble rensset og skylt for blod før de ble dyppet 10 sekunder i henholdsvis 2 %, 3 % og 4 % rosmarinløsning med temperatur på 10,4°C. Rosmarinløsningene ble laget med rosmarinekstrakt Stablenhance OSR5 fra Naturex SA, France, oppløst i ferskvann. Batchen med Stablenhance OSR5 hadde et oppgitt innhold av karnosinsyre på 5,48 % og et samlet innhold av karnosinsyre og karnosol på 5,9 %.

Filetene ble innfrysst ved -28°C og glassert med 1-2 sekunders dypp i ferskvann etter 48 timer. Filetene ble så fryselagret ved -28°C.

Tining av fryst rund makrell

Rund makrell innfrysst 13.10.20 i 20 kg kartonger (300-500g) ble tint i sjøvann 29.10.20. Temperatur i tinekar med sjøvann var 12,0°C ved start av tining. Etter 70 min var temperaturen i makrellen -3,5°C. Makrellen ble så lagt på is før filetering.

Produksjon av rosmarinbehandlet makrellfilet fra frosset rund makrell

Etter filetering på Pelagia Selje sin filetlinje med en Toyo-filetmaskin ble filetene dyppet i rosmarinløsningene på 2 %, 3 % og 4 % på samme måte som de ferske filetene. Filetene ble innfrysst ved -28°C og glassert med 1-2 sekunders dypp i ferskvann etter 24 timer.

Filetene ble så fryselagret ved -28°C.

Opparbeiding av prøver for analyse

Fra de seks seriene med rosmarinbehandlet makrellfilet ble det tatt ut 20 fileter til tining i 16 timer ved 4°C. Temperaturen i filetene er da -1,0°C til -2,0°C. Filetene ligger på benk i 20-30 min for å tine glasseringen.

Fra hver serie på 20 fileter ble det laget 5 samleprøver á 4 fileter. Totalt 30 prøver.

Serie 1: Filet av fersk makrell 2 % rosmarin ekstrakt – 5 samleprøver á 4 fileter

Serie 2: Filet av fersk makrell 3 % rosmarin ekstrakt – 5 samleprøver á 4 fileter

Serie 3: Filet av fersk makrell 4 % rosmarin ekstrakt – 5 samleprøver á 4 fileter

Serie 4: Filet av fryst og tint makrell 2 % rosmarin ekstrakt – 5 samleprøver á 4 fileter

Serie 5: Filet av fryst og tint makrell 3 % rosmarin ekstrakt – 5 samleprøver á 4 fileter

Serie 6: Filet av fryst og tint makrell 4 % rosmarin ekstrakt – 5 samleprøver á 4 fileter

Samleprøvene ble fryst og lagret ved -25°C før videre analyse.

KJEMISKE ANALYSER

Fettprosent i samleprøvene ble analysert i henhold til NS 9402 med 30 % isopropanol i etylacetat som løsemiddel [4].

Karnosinsyre og karnosol ble analysert ved DTU etter følgende metode. Makrellprøve ble veid (0,5 g) inn i et sentrifugerør og 2,5 ml løsningsmiddel (aceton eller etylacetat) ble tilsatt. Deretter ble prøven ristet (20 sek) og sonikert (30 min). Prøven ble deretter sentrifugert (3.500 rpm, \approx 2.602 g, 10 min). Supernatanten ble overført til et annet sentrifugerør og løsningsmidlet ble fordampet. Prosedyren ble gjentatt to ganger. Sammenslått fordampet supernatant ble oppløst på nytt (blanding 10 sek.) i 1 ml MeOH med iso-askorbinsyre (1 mg / ml) og filtrert (0,2 μ m) før HPLC-analyse (se prosedyre nedenfor for HPLC-metoden). Ekstraksjonen ble utført i triplikater (n = 3).

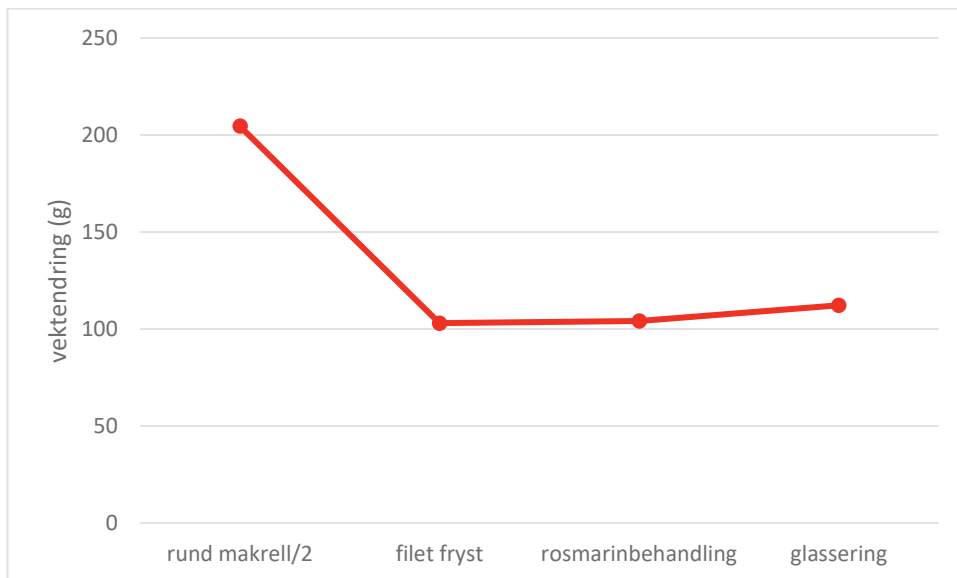
Ekstrakt (20 μ L) ble injisert i HPLC-systemet. Strømmen på HPLC var 0,8 ml og en gradientmetode ble brukt med to løsningsmidler, A) Vann (pH 3, justert med fosforsyre) og B) Acetonitril. Gradientmetoden var som følger: 0-15 min 40-100 % løsningsmiddel B, 15-16 min 100-40 % løsningsmiddel B, 16-20 min 40 % løsningsmiddel B). En C8-kolonne ble brukt for deteksjonen med en deteksjonsbølgelengde ved 280 nm. For kvantifisering av karnosinsyre og karnosol (to hovedfenoliske forbindelser i rosmarinekstrakt), ble det utarbeidet en kalibreringskurve i MeOH. Utvalgte prøver ble tilsatt 10, 50, 100 eller 200 mg/kg for å bestemme prosentvis gjenvinning av forbindelsene. Disse resultatene ble brukt til å beregne konsentrasjonene av karnosinsyre og karnosol.

4. RESULTAT

Råstoff

Makrellen i forsøket hadde en gjennomsnittlig rundvekt på 409 (+/-53) g og den ferske fileten hadde en snittvekt på 117 (+/-21) g. Dette gir et filetutbytte på 57 %. Filetering av fryst råstoff gav en snittvekt på 103 (+/-21) g per filet. Dette tilsvarer et filetutbytte på 50 %. Tinetap ble ikke målt i dette forsøket, men er trolig årsak til noe av utbyttereduksjonen.

Behandling i rosmarinbad øker vekten på filetene gjennomsnittlig 1,1 % og glaseringen gav en vektøkning i snitt på 8 %. Figur 1 illustrerer vektendring gjennom produksjon for fryst filet.



Figur 1. Illustrasjon av vektendring for rund makrell gjennom frysing, filetering rosmarinbehandling og glassering.

Fettinnhold

Fettinnholdet i filetene var 24,5 g/100 g ($\pm 0,8$ g) målt i fem samleprøver.

Innhold av karnosinsyre og karnosol i makrellfilet

Tabell 1 viser at gjenvinningen av karnosinsyre og karnosol avhenger av konsentrasjonen brukt ved tilsats. Når prøvene ble analysert fant en for karnosinsyre at ukorrigerede konsentrasjoner var i området 25 til 66 mg/kg. Derfor ble alle resultater korrigert ved å dele funnet konsentrasjon med 0,854. For karnosol var ukorrigerede konsentrasjoner under 10 mg/kg og det ble derfor antatt at all karnosol var gjenfunnet slik at konsentrasjonene ikke ble korrigert.

Tabell 1. Gjennomsnittlig gjenvinning (%) funnet ved "spiking" forsøk på utvalgte konsentrasjoner av karnosinsyre og karnosol

«Spiking» konsentrasjon (mg/kg)	Gjenvinning % karnosinsyre	Gjenvinning % karnosol
10	127,1	98,0
50	85,4	83,2
100 or 200	62,7	43,1

Tabell 2 viser gjennomsnittlige konsentrasjoner av karnosinsyre og karnosol i samleprøvene av fersk filet og filet produsert av frosset makrell dyppet i henholdsvis 2 %, 3 % og 4 % rosmarinekstrakt. Det vil si at det er 20 fileter totalt for hver type filet og rosmarinbehandling.

Tabell 2. Gjennomsnittlig konsentrasjon av karnosinsyre og karnosol i makrellfileter

Samleprøver	Betegnelse	Karnosinsyre µg/g makrell	Stddev	Karnosol µg/g makrell	Stddev
1-5	2 % RM fersk	66,9	6,3	nd	
6-10	3 % RM fersk	62,5	8,3	nd	
11-15	4 % RM fersk	48,9	6,2	1,4	0,5
16-20	2 % RM frosset	44,3	3,8	0,7	0,2
21-25	3 % RM frosset	44,4	5,9	2,4	0,7
26-30	4 % RM frosset	36,8	5,1	1,7	0,7

5. DISKUSJON

Både syntetiske og naturlige antioksidanter er mye brukt i fiskerinæringen [5], siden de effektivt kan hemme lipidoksidasjon, samtidig som produktets sensoriske og ernæringsmessige egenskaper bevares. Naturlige antioksidanter er ofte foretrukket fremfor syntetiske antioksidanter på grunn av frykt for negativ helseeffekt ved bruk av syntetiske antioksidanter. Rosmarinekstrakt er en naturlig antioksidant, og tidligere studier har vist at rosmarinekstrakt er en passende antioksidant for å forsinke lipidoksidasjon i makrell [6], makrellburgere [7], geler laget av kjøttet av makrell [8], kokte makrellfileter [9], sardin [10,11], regnbueørret [12] og gresskarpe [13].

Resultatene i dette studiet viser at konsentrasjonen av karnosinsyre var mye høyere i makrellfiletene enn konsentrasjonen av karnosol, som i flere av prøvene var under detekterbar grense. Forbrukere som spiser makrellfileter behandlet med rosmarinekstrakt vil dermed bli mer utsatt for karnosinsyre enn karnosol. Rosmarinekstraktet benyttet i forsøket hadde et karnosol innhold på under 1 %, og støtter dermed opp om resultatene.

For frosset filet var det ikke signifikant forskjell mellom seriene med hensyn til innhold av karnosinsyre ($p=0,09$). For fersk filet var det ikke signifikant forskjell på karnosinsyre i fileten behandlet med henholdsvis 2 % og 3 % rosmarinløsning ($p=0,4$), mens filet behandlet med 4 % rosmarinløsning er signifikant forskjellig fra de to andre. 4 % serien har også gitt detekterbare nivå av karnosol i makrellfileten.

Tidligere forsøk har vist at å behandle makrellfilet med en 2 % rosmarinløsning har gitt positiv effekt på oksidasjon under fryselagring [2]. I industriell skala vil en under behandling i rosmarinbad få en uttynning av konsentrasjon over tid pga. vann som kommer med fileten etter filetering. For å opprettholde effekt av rosmarinbehandling gjennom en produksjonsdag vil det være en fordel å starte med et rosmarinbad med noe høyere konsentrasjon. Undersøkelsene i

dette prosjektet viser at selv med en dobling av rosmarinekstrakt konsentrasjonen (fra 2 % til 4 %), så endres ikke rosmarininnholdet i ferske fileter signifikant. Dette støtter opp om å kunne starte med en litt sterkere konsentrasjon enn 2 % i behandlingsbad for å sikre at en har rett konsentrasjon gjennom hele dagen.

I ubearbeidede fiskeprodukter som makrellfilet er det ikke tillatt å bruke rosmarinekstrakt som tilsetningsstoff [3]. Grenseverdi for tillatt innhold av karnosinsyre og karnosol er 150 µg/g produkt for bearbeidede fiskeprodukter med et fettinnhold over 10% [3]. Et estimert normalinntak av rosmarinekstrakt som tilsetningstoff er for voksne 0,01-0,03 mg pr kg kroppsvekt per dag [14]. JFCFA har etablert et midlertidig akseptabelt daglig inntak på 0–0.3 mg/kg kroppsvekt pr. dag[15]

Skal bruk av rosmarinekstrakt på fersk og frosset makrellfilet bli godkjent av næringsmiddelmyndighetene i EU/Norge må det sendes inn en søknad til EU-kommisjonen. Søknaden må synliggjøre hvor stor tilleggsbelastning de aktive komponentene i rosmarinekstrakt brukt på makrellfilet vil gjøre med totalmengden aktive komponenter fra rosmarinekstrakt som konsumenter i EU vil bli utsatt for. Verdiene vi har funnet for aktive komponenter i våre prøver må sammenstilles med forbruket av fersk/frosset makrellfilet i EU. Det finnes ingen kostholdsundersøkelser i Norge og EU som direkte angir hvor mye makrellfilet som konsumeres. I kostholdsundersøkelsene varierer gjennomsnittlig inntak av fisk/fiskeprodukter pr. person fra 12 g/dag (Tsjeckia) til 54 g/dag (Norge) [16,17]. I noen undersøkelser skilles det mellom mager og feit fisk. I Storbritannia spises det i snitt pr. person over 18 år 8-12 g feit fisk/dag [18]. I Norge oppgir ca. 20% av kvinnene og 25% av mennene at de spiste anbefalt mengde av feit fisk [19]. Anbefalt mengde feit fisk er 200g/uke eller 29g/dag [20].

Dersom en går ut fra høyest målte verdi i dette studiet, og at det anbefalte inntak av feit fisk konsumeres gjennom uken og består bare av makrellfilet, vil dette gi et tilskudd av rosmarinekstrakt på 0,028 mg pr kg kroppsvekt per dag.

$$\frac{6,69 \text{ mg rosmarinekstrakt}}{100} * \frac{29 \text{ g makrell pr dag}}{70 \text{ kg kroppsvekt}} = 0,028 \text{ mg pr kg kroppsvekt pr dag [mg rosmarinekstrakt]}$$

= [mg karnosinsyre + mg karnosin]

- Et inntak av 0,028 mg rosmarinekstrakt pr kg kroppsvekt pr dag er under 10% av grenseverdien på 0,3 mg/kg kroppsvekt pr dag som JFCFA har etablert [15], dvs en voksen person (70 kg) kan spise 200 g makrell pr. dag før det går over anbefalt inntak av rosmarinekstrakt.

6. HOVEDFUNN

- Behandling av makrellfilet med 2-4 % rosmarinløsning gir et innhold av karnosinsyre og karnosol langt under de tillatte grenseverdier (mellom 30-45 % av tillatt nivå). Dette gjelder for både behandling av ferskt og fryst råstoff.
- Høyere rosmarinkonsentrasjon i behandlingsbad (fra 2 til 4%) gir ikke signifikante forskjeller på innhold av karnosinsyre og karnosol i fryst råstoff.
- Det er en reduksjon av karnosinsyre og en økning i karnosol for ferskt råstoff behandlet med 4 % rosmarinløsning sammenlignet med 2 og 3 % løsning.
- En voksen person (70 kg) kan spise 200 g makrellfilet behandlet med rosmarineksrakt pr. dag før en går over anbefalt daglig inntak av rosmarineksrakt.

7. VIDERE ARBEID

Det er lite publisert arbeid knyttet til restverdier av rosmarin i fiskefilet. Sammen med Prof. Charlotte Jacobsen ved DTU har en sett på mulighetene for å publisere resultatene i en vitenskapelig publikasjon. Møreforskning har som målsetting å publisere arbeidet i LWT-Food Science and Technology i løpet av 2022.

8. REFERANSER

1. Kvangarsnes, K., et al., Effect of Rosemary on Stabilization of Proteins during Frozen Storage of Mackerel (*Scomber Scombrus*). JOURNAL OF AQUATIC FOOD PRODUCT TECHNOLOGY, 2020.
2. Larssen, W.E., et al., PELAGISK LØFT - OKSIDASJON I FRYSELAGRET JAPANKUTTET MAKRELLFILET. 2018, Møreforskning Ålesund: Møreforskning. p. 34.

3. FOR-2011-06-06-668- Forskrift om tilsetningsstoffer til næringsmidler, https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-06-06-668/*#*
4. Norsk Standard 9402:199. Atlantisk laks. Måling av farge og fett. (1.utgave).
5. Serdaroglu M, Felekoglu E. 2005.Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince. *J Food Qual.* 28(2):109–20.
6. Karoui R, Hassoun A. 2017.Efficiency of rosemary and basil essential oils on the shelf-life extension of atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) fillets stored at 2°C. *J AOAC Int.* 100(2):335–44.
7. Uçak İ, Özogul Y, Durmuş M. 2011. The effects of rosemary extract combination with vacuum packing on the quality changes of Atlantic mackerel fish burgers. *Int J Food Sci Technol.* 46(6):1157–63.
8. Pérez-Mateos M, Gómez-Guillén MC, Hurtado JL, Solas MT, Montero P. 2002. The effect of rosemary extract and omega-3 unsaturated fatty acids on the properties of gels made from the flesh of mackerel (*Scomber scombrus*) by high pressure and heat treatments. *Food Chem.* 79(1):1–8.
9. Crobotova J, Mozuraityte R, Standal IB, Rustad T. 2019. Assessment of lipid oxidation in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) subjected to different antioxidant and sous-vide cooking treatments by conventional and fluorescence microscopy methods. *Food Control.* 104:1–8.
10. Kenar M, Özogul F, Kuley E. 2010.Effects of rosemary and sage tea extracts on the sensory, chemical and micro-biological changes of vacuum-packed and refrigerated sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. *Int J Food Sci Technol.* 45 (11):2366–72.
11. Ozogul Y, Ayas D, Yazgan H, Ozogul F, Boga EK, Ozyurt G. 2010. The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid. 45(8):1717–23.
12. Akhtar P, Gray JI, Booren AM, Garling DL. 1998. Effect of dietary components and surface application of oleoresin rosemary on lipid stability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) muscle during refrigerated and frozen storage. *J Food Lipids.* 5(1):43–58.
13. Roomiani L, Ghaeni M, Moarref M, Fallahi R, Lakzaie F. 2019. The effects of *Rosmarinus officinalis* essential oil on the quality changes and fatty acids of *Ctenopharyngodon idella*. *Iran J Fish Sci.* 18(1):95–10913.
14. Younes, M., et al. (2018). "Refined exposure assessment of extracts of rosemary (E 392) from its use as food additive." *EFSA Journal* 16(8).
15. JECFA (2020). "Compendium of Food Additive Specifications. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 87th Meeting June 2019." *FAO JECFA Monographs* 23: p 110.
16. Mertens, E., et al. (2019). "Geographic and socioeconomic diversity of food and nutrient intakes: a comparison of four European countries." *Eur J Nutr* 58(4): 1475-1493.

17. Abel MH, Totland TH. «Kartlegging av kostholdsvaner og kroppsvekt hos voksne i Norge basert på selvrapportering – Resultater fra Den nasjonale folkehelseundersøkelsen 2020» [Self reported dietary habits and body weight in adults in Norway - Results from the National Public Health Survey 2020] Rapport 2021. Oslo: Folkehelseinstituttet, 2021.
18. Bates B, Lennox A, Prentice A, Bates C, Swan G (eds) (2012) National Diet and Nutrition Survey: Headline results from Years 1, 2 and 3 (combined) of the rolling programme (2008/09-2010/11) Available online:
<https://www.gov.uk/government/publications/national-diet-and-nutrition-survey-headline-results-from-years-1-2-and-3-combined-of-the-rolling-programme-200809-201011>
19. Helsedirektoratet (2021). Utviklingen i norsk kosthold. Kortversjon
https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/utviklingen-i-norsk-kosthold/Utviklingen%20i%20norsk%20kosthold%202021%20%E2%80%93%20Kortversjon.pdf/_/attachment/inline/77ce5bda-c863-406d-a4e7-20b297ea0397:1519f76c444bc6d600bcf7c7fdb71097ba933ee3/Utviklingen%20i%20norsk%20kosthold%202021%20%E2%80%93%20Kortversjon.pdf
20. Helsedirektoratet (2016). 5. Fisk til middag to til tre ganger i uken [nettdokument]. Oslo: Helsedirektoratet (sist faglig oppdatert 24. oktober 2016, lest 30. desember 2021). Tilgjengelig fra <https://www.helsedirektoratet.no/faglige-rad/kostradene-og-naeringsstoffer/kostrad-for-befolkningen/fisk-til-middag-to-til-tre-ganger-i-uken>



MØREFORSKING AS
Postboks 5075
6021 Ålesund
Tlf. +47 70 11 16 00
www.moreforsk.no
NO 991 436 502
