

FISKERIDIREKTORATETS SKRIFTER

Serie Teknologiske undersøkelser

(Reports on Technological Research concerning Norwegian Fish Industry)

Vol. II. No. 10

Published by the Director of Fisheries

Undersøkelser over modning av sild konservert med salt og eddik

Av

Yngvar Gilberg

Fiskeridirektoratets Kjemisk-Tekniske Forskningsinstitutt

1953

A.s John Griegs Boktrykkeri, Bergen

Forsøksplanlegging og analyseresultater.

Det alt overveiende kvantum sild som fiskes i norske farvann er vintersild. Av et totalkvantum i de senere år på ca. 8—9 millioner hl årlig ble bare ca. 10 % saltet, mens det årene like etter krigen ble saltet ca. 15—20 %. Den sild som omsettes i fersk og frossen tilstand utgjør omtrent samme kvantum, slik at av de fiskede totalkvantum ble de siste 2 år bare ca. 20 % benyttet til mat for mennesker.

Det ville være ønskelig om dette verdifulle råstoff kunne utnyttes bedre som menneskemat. En av veiene en må forsøke å gå for å oppnå dette, er å finne frem til nye konserveringsmetoder for silden, slik at den som mat ligger opp til de krav et moderne samfunn med en høy levestandard stiller til et næringsmiddel. Særlig etterkrigstidens eksportmarkeder har vist stigende interesse for lettsaltede sildetyper som krever liten tilberedning i kjøkkenet. Da saltet er til for å konservere silden og gjøre den holdbar for lengre tid, kan man ikke ganske enkelt sette saltgehalten i varen ned til en saltkonsentrasjon som ikke krever utvanning av varen før konsum. En slik vare vil hverken smaksmessig være tilfredsstillende eller være holdbar i noen tid, selv ikke i kjølerom. Men ved å kombinere salt og eddik, kan man både oppnå en forlenget holdbarhet og en varetype med tiltalende egenskaper også sett fra et organoleptisk synspunkt.

Det har tidligere ved Fiskerilaboratoriet vært gjort en del forsøk med spesialbehandling av råstoffet hvor fruktsyre har inngått som bestanddel av laken, men det har tidligere ikke vært gjort noen forsøk med spesialbehandling av råstoffet med eddik før nedlegging og særlig da ikke med råstoff hvor både hode og innmat er fjernet.

Det ble derfor i storsildsesongen 1951 satt i gang en serie forsøk etter følgende retningslinjer:

1. Det ferdige produkt må ha en riktig saltkonsentrasjon for at det kan brukes direkte uten forutgående utvanning.
2. Produktet må ha en syrekonsentrasjon som gir det en frisk smak uten å smake eller lukte av syren.
3. Produktet må ha et tiltalende utseende og en tilfredsstillende grad av holdbarhet.

Et nærmere innblikk i modningsprosessens natur gjennom analytiske data vil ha en viss betydning når det gjelder å vurdere holdbarhet ved varierende temperaturer og bedømme tidspunktet for når varen er ferdigmoden. Derved kan man til stadighet ha full kontroll over kvaliteten.

Den vesentlige hensikt med å benytte eddik er å få trukket ut blodet av kjøttet og fjernet blodranden langs ryggenet. Derved økes råstoffets holdbarhet under forbehandlingen. Ved saltingen av silden i tønnene bevirker eddiken at varens holdbarhet ytterligere forøkes ved en nedsettelse av pH. Dessuten kan eddiken bidra til å gi produktet en egenart ved at man benytter forskjellige typer eddik med en nyansert aroma. En eddikbehandling vil således falle i to avdelinger:

1. En rensning av silden i et forbehandlingsbad for å fjerne blod og stoffer som kan nedsette varens lagringsdyktighet.
2. En innvirkning på silden av eddiken som en bestanddel av laken i tønnene hvorved modningsforløpet dirigeres i en retning som gir varen de ønskede smakmessige egenskaper og samtidig bidrar til å gjøre den ferdig modnete vare tilfredsstillende holdbar.

Tidligere forsøk ved Fiskerilaboratoriet med matjesbehandling av sild (NOTEVARP, O. & GILBERG Y. 1949) med små mengder eddiksyre i stedet for fruktsyre viste at man ved å benytte eddiksyre kan risikere at varen får en bitter smak, og det ble derfor ved de her beskrevne forsøk utelukkende benyttet eddik fremstillet ved gjæring av fortynnet sprit.

Disse forsøk kom i stand ved elskverdig inøstekommenhet fra Lærums Eddikbryggeri som sørget både for innkjøp av råstoff og levering av de nødvendige ingredienser. Det ble etter ønske også samtidig tatt med en del undersøkelser som gjaldt eddiktypens og eddikkvalitetens innflytelse på varen.

Foruten spriteddik ble benyttet vineddik, eddik med maltaroma og kryddereddik. Da det fra enkelte hold har vært antydnet at eddiken kan være årsak til en bestemt sort slimdannelse i laken i tønnene, ble dette forhold også undersøkt ved at det ble inkludert et forsøk hvor det ble benyttet ikke sterilfiltrert eddik, såkalt »siste avdrag«. Vi fant at hvis eddiken er årsaken, må den eneste tenkelige grunn til denne slimdannelse være en mangelfull filtrering av eddiken.

Noen forsøk omfattet videre anvendelse av glutamat for å konstatere eventuell forbedring av smaken i ferdigproduktet, og dessuten omfattet to forsøk anvendelse av konserveringsmidlene natriumbensoat og natriumnitrit.

Hva syre- og saltkonsentrasjonen angår ble denne valgt så høy at vi ikke mente å burde gå høyere for ikke å ødelegge smaken, og så lav at

det ikke ville være tilrådelig å gå lavere av hensyn til holdbarheten. Saltkonsentrasjonen ble valgt å skulle være 9—10 % i det ferdige produkt.

I henhold hertil ble det oppstilt følgende arbeidsprogram:

Rensebad nr. 1. 10 % salt + 1,5 % eddiksyre.

Lakepåfylling med 22°Be saltlake + 2,0 % eddiksyre av lake-
mengde.

Tønne nr. 1: Eddiktype: Vineddik.
» » 2: — Spriteddik.

Lakepåfylling med samme styrke lake, men med sukker og salt i forhold 1 : 2.

Tønne nr. 3: Eddiktype: Vineddik.
» » 4: — Spriteddik.
» » 5: — Kryddereddik.
» » 6: — Malteddik.
» » 7: — SB (siste avdrag).

Rensebad nr. 2. 10 % salt + 2,5 % eddiksyre.

Lakepåfylling med 19°Be saltlake + 3,0 % eddiksyre av lake-
mengden.

Tønne nr. 8: Eddiktype: Vineddik.
» » 9: — Spriteddik.
» » 10: — Vineddik + 0,1 % glutamat av silde-
mengden.

Lakepåfylling med lake av styrke som foregående, men med sukker :
salt i forhold 1 : 2

Tønne nr. 11: Eddiktype: Vineddik.
» » 12: — Spriteddik.
» » 13: — Vineddik + 0,1 % glutamat av silde-
mengden.
» » 14: — Kryddereddik.
» » 15: — SB (siste avdrag).
» » 16: — Vineddik i innvendig vokset tønne.
» » 17: — Spriteddik + 0,15 % Na.bensoat, sild
+ lake.
» » 18: — Spriteddik + 0,10 % Na.nitrit, sild
+ lake.
» » 19: — Spriteddik + 50 ml 5 %-ig SO₂-oppl.

Fremgangsmåte: Silden var nattfanget vare av samme fangst med 13 % gjennomsnittlig fettinnhold. Den ble spylt, hodekappet og all inn-

mat og rogn eller melke ble fjernet. 8 kasser sild av 90 kg = 720 kg ga etter rensing 493 kg = 31,6 % svinn. Silden ble så grundig vasket i rinnende vann og etter at den hadde fått rent vannet av seg, ble den lagt i rensebadet i forhold to deler sild til 1¼ deler lake. Variasjoner i salt og syrekonsentrasjoner fremgår av tabellene 1 og 2:

Tabell 1.

Rensebad nr. 1. (100 liter lake + 175 kg sild).

Døgn	% e. syre	% NaCl	pH	% NaCl i silden	% e. syre i silden
0	1,54	9,35	2,52	—	—
½	0,81	3,80	4,53	—	—
1½	0,75	3,35	4,75	—	0,41

Tabell 2.

Rensebad nr. 2. (170 liter lake + 317 kg sild).

Døgn	% e. syre	% NaCl	pH	% NaCl i silden	% e. syre i silden
0	2,47	9,35	2,48	—	—
½	1,34	4,00	4,14	—	—
1½	1,04	3,35	4,40	—	—
3½	1,00	2,08	4,53	3,64	0,74

Umiddelbart etter å være tatt opp av rensebadet ble silden igjen grundig spyllt og innsiden samtidig vasket ren for bukkinnen. Silden ble til slutt etter at vannet var rent av, lagt i kvarttønner som på forhånd var behandlet med eddik. Tønnene hadde stått i en uke fylt med 3 % eddiksyrer for samtidig med å få tønnene til å trutne å trekke ut ekstraktstoffer i trevirket, som ved senere lagring med sild i eddik kunne innvirke uheldig på smaken av ferdigproduktet. Et døgn før nedlegging av silden ble tønnene tømt og påfylt rent vann. Hver tønne ble pakket med gjennomsnittlig 24 kg sild og fylt med lake. Tønnene sto etter at lake var fylt på i to døgn utilslått. Laken ble deretter fylt opp og tønnene slått igjen.

Med regelmessige mellomrom på ca. 1 uke ble tønnene rullet og det ble tatt prøver av laken. Samtlige tønner ble de første to måneder lagret ved værelsetemperatur og siden delvis på kjølerom. Samtlige data for forandringer i salt, syrekonsentrasjon og pH fremgår av tabell

Tabell 3.

Tønne nr.	% eddiksyre i laken					Lagring forhold	pH i laken				
	Start	To døgn	28/2	9/4	1/6		Start	To døgn	28/2	9/4	1/6
1	2,33	0,94	1,23		1,09	o 8/3	2,51	4,48	5,04		4,6
2	2,11	0,92	1,08	1,09	1,05	xo 22/5	2,51	4,48	4,95	4,85	4,6
3	2,06	1,07	1,04		1,12	o 8/3	2,43	4,45	5,01		4,7
4	2,01	0,88	1,08	1,20	1,53	x	2,50	4,51	5,06	4,94	4,7
5	1,96	0,95	0,94		1,19	8/3	2,94	4,44	4,90		4,8
6	2,24	1,06	1,04		1,23	o 8/3	2,56	4,37	4,97		4,6
7	2,03	0,97	1,10		1,09	o 8/3	2,47	4,39	5,10		5,0
8	2,95	1,34	1,75		1,40	o 8/3	2,45	4,08	4,80		4,4
9	3,05	1,38	1,63	1,44	1,43	xo 22/5	2,54	4,40	4,79	4,68	
10	3,06	1,46	1,68		1,37	o 8/3	3,00	4,30	4,49		4,3
11	3,18	1,43	1,66		1,35	o 8/3	2,45	4,32	4,63		4,4
12	3,15	1,57	1,88	1,72	1,60	xo 22/5	2,40	3,86	4,50	4,47	4,4
13	3,21	1,70	1,96		1,53	o 8/3	3,00	3,89	4,42		4,2
14	3,19	1,70	1,90		1,55	o 8/3	2,92	3,98	4,35		4,2
15	3,05	1,50	1,59	1,53	1,55	xo 22/5	2,34	4,17	4,50	4,52	4,5
16	3,08	1,57	1,91		1,70	xo 22/5	2,40	4,17	4,46		4,4
17		1,56	1,70	1,57	1,90	x	3,29	4,20	4,49	4,45	4,4
18	3,05	1,50	1,70	1,36	1,18	xo 22/5	3,10	4,29	4,54	4,48	4,3
19	3,25	1,51	1,68	1,53	1,41	xo 22/5	2,12	4,29	4,52	4,51	4,3

x) betyr at tønne har vært lagret ved værelsestemperatur.

o) betyr at tønne har vært lagret på kjølerom ved + 2—3° C.

Dato angir fra hvilken dag den er lagt inn på kjølerom, henholdsvis tatt ut fra kjølerommet og lagt ut ved værelsestemperatur. Temperaturforholdene under lagring ved værelsestemperatur vil framgå av fig. 4.

nr. 3 og 3 b. Likeledes fremgår av tabell nr. 3 b hvilke mengder lake som er blitt etterfylt.

Salt ble titrert etter Mohr med kaliumkromat som indikator og syrene ble titrert med natronlut med phenolpftalein som indikator. Lakeprøven ble på forhånd filtrert gjennom møtsje for å fjerne slam og fett. PH ble målt i Radiometer. Bestemmelsen av total flyktig N og trimetylamin N i laken ble gjort etter Conway's metode som beskrevet av HJORTH-HANSEN og BAKKEN (1947) og tallene finnes i tabell nr. 5. Trimethylaminoksyd etter HJORTH-HANSEN (1952).

Senere undersøkelse av tilsvarende frosset sild viste etter tining total flyktig N = 16,5 mg/100 gr, TMA-N = 1,5 mg/100 gr og trimethylamin-oksyd N = 45 mg/100 gr.

Tabell 3 b.

Tønne nr.	% NaCl i laken					Etterfylt liter 9,8 % saltlake				
	Start	To døgn	28/2	9/4	1/6	To døgn	28/2	15/3	9/4	1/6
1	19,2	7,3	10,2		12,0	6,0	1,0	1,2		1,1
2	19,8	7,3	10,0	9,5	11,8	6,0	1,0	1,1	1,3	1,8
3	15,0	6,6	8,7		9,6	6,0	1,0	1,1		1,1
4	15,1	5,5	7,3	7,6	8,4	6,0	0,5	0,7	0,9	1,3
5	14,0	5,4	8,0		9,0	6,0	0,5	1,0		1,2
6	14,4	6,0	7,5		8,9	6,0	1,0	1,6		1,0
7	15,0	5,8	8,2		9,2	6,0	1,0	0,9		1,3
8	16,5	8,7	8,2		9,3	6,0	1,0	1,2		1,4
9	18,0	9,1	9,0	9,0	9,8	6,0	1,0	1,1	1,1	1,5
10	18,3	9,6	9,6		10,2	6,0	2,0	0,6		1,4
11	11,9	7,1	7,0		7,6	5,0	1,0	0,8		1,8
12	13,2	7,9	8,0	8,1	9,6	6,5	1,0	1,1		1,8
13	13,2	8,6	8,8		9,2		1,0	1,2		1,9
14	12,6	8,7	8,8		9,6	7,0	0,5	1,2		1,5
15	12,5	8,0	8,4	8,4	9,3	6,5	1,5	0,6	1,3	1,8
16	12,2	8,0	8,3		9,7	6,0	1,0	1,0		0,9
17	11,5	7,0	8,4	8,3	10,2	6,5	1,0	0,7	1,3	1,5
18	12,6	8,2	8,0	8,8	9,5	6,5	1,0	1,5	1,5	1,6
19	12,6	7,6	8,3	8,3	9,2	6,5	2,0	0,6	1,5	1,6

Tabell 5.

	Tønne nr.										Prøve tatt
	2	4	9	10	12	15	16	17	18	19	
Total flyktig N mg/100 ml	15	17	13		11	11		8	9,5	11,5	8/3
	18	22	16	14	14	14		11	11	17	9/4
	125	166	113	63	97	100		77	64	110	16/5
		166					62	95			
		197					94				27/6
Trimetyl- amin — N mg/100 ml	1	1	0		0,5	0,5		0	0	0	8/3
	1,5	2	1,5		3	2		1	1	3	9/4
	15	21,5	17	7	16	15		12	8	24	16/5
		31					7	17			15/6
		27					18				27/6

Temperaturen i laken den 27/6 var 17,5° C.

Diskusjon.

De her omhandlede forsøk er i første omgang ment å være utelukkende av orienterende art for å få registrert enkelte fenomener som finner sted under modning av en lettsaltet sildetype som har vært behandlet med eddik. Det skal derfor ikke bli gjort noen forsøk på en nærmere forklaring av resultatene utover det å registrere de mest iøynefallende forandringer.

Variasjoner i syrekonsentrasjonen.

Syreinnholdet er beregnet som eddiksyre. Når man tar hensyn til fortynningen av laken som følge av påfylling av ny saltlake og beregner herav stigningen innen tidsrommene 28. februar—9. april og 9. april—1. juni får man følgende verdier som tabell nr. 6 viser:

Tabell 6.

Tønne nr.	% 28/2—9/4	% 9/4—1/6
2	0,32	0,20
4	0,34	0,51
9	0,38	0,25
12	0,45	0,17
15	0,45	0,33
17	0,31	0,64
18	0,32	0,14
19	0,46*	0,23

* For nr. 19 er gjort fratrekk for innholdet av SO_2 i laken i tidsrom 1. 50 ml 5 %-ig SO_2 tilsvarer 2,5 gr NaOH = 3,75 gr eddiksyre i 6,51 lake = 0,06 %

Syrekonsentrasjonen i laken har allerede etter to døgn innstilt seg på et minimum, og det ville være grunn til å anta at konsentrasjonen ville holde seg noenlunde konstant på dette tall videre under lagringen, da det bare ble etterfylt ren saltlake. Fig. 1 viser imidlertid at det finner sted en generell stigning i syrekonsentrasjonen. Fremtredende er den sterkere stigning i verdiene for tønne nr. 17 og nr. 4 som også etter 22/5 ble oppbevart ved værelsestemperatur. Svingningen i værelsestemperaturen vil fremgå av fig. 4.

Resultatene kan synes å være overensstemmende med undersøkelser gjort av SIGURDSSON, G. (1947) som registrerer en stigning på opptil 0,18 % flyktige syrer beregnet som eddiksyre i fersk sild under lagring ved $+ 10^\circ \text{C}$ i 70 timer og COLLINS, V. (1941) som fant at det dannes

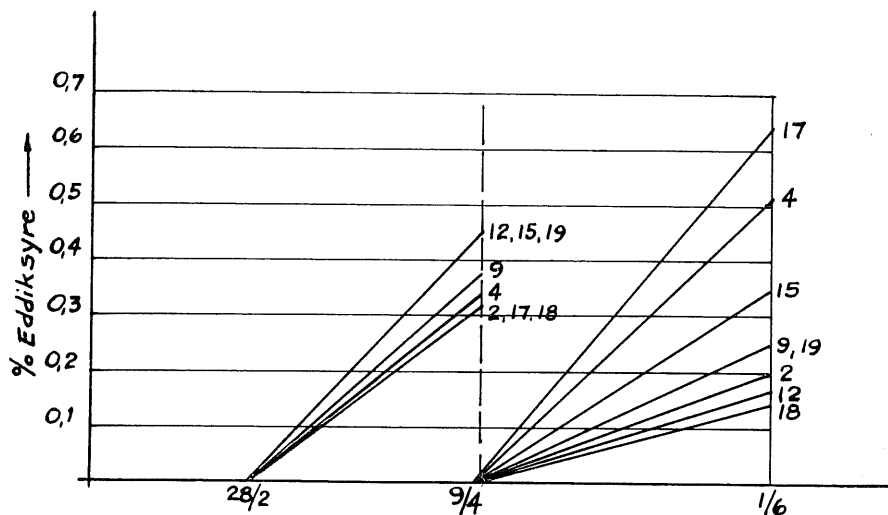


Fig. 1. Stigning i syrekonsentrasjonen omregnet etter fortynningsgraden ved etterfylling av ny lake.

eddiksyre i press-saft av torskemuskel under lagring. Undersøker man variasjonen i pH, viser det seg at pH avtar forholdsvis sterkere enn stigningen i syrekonsentrasjonen skulle tilsi. Dette kan muligens være i overensstemmelse med arbeider av COLLINS, V. og BEATTY, S. (1941) som finner at bufferevnen for proteinet avtar med stigende nedbrytning inntil nedbrytningen er så langt fremskredet at forråtnelse setter inn. Fra dette punkt tiltar den igjen. Se fig. 2.

Utvikling av flyktige N-baser.

Det er nå generelt antatt gjennom en rekke arbeider, bl. a. av TARR (1940) at trimetylamin dannes ved reduksjon av dets oksyd, som forekommer i varierende mengder i de forskjellige fiskearter. Tarr har vist at opp til 95 % av det dannede trimetylamin kan føres tilbake til oksydet. BETTY og GIBBONS (1936 og 37) har videre vist at trimetylamin dannes utelukkende som følge av bakterievirksomhet og ikke som følge av autolyse eller annen nedbrytning av proteinet. Bl. a. et arbeid av ASCHEHOUG, V. og VESTERHUS, R. (1947) har vist at denne bakterievirksomhet alt overveiende kan tilskrives slekten *Achromobacter* som finnes i rikelig mengde på sild. Innholdet av trimetylamin i fisk er funnet å være en god indikator for fiskens kvalitet. Videre har WATSON, D. W. (1938) undersøkt bakterievirksomheten i siid i lake inneholdende syre. Dessuten har CASTELL, C. H. og SNOW, M. J. (1950) undersøkt innflytelse av pH, natriumnitrit og -nitrat og natriumklorid på utvikling av trimetylamin.

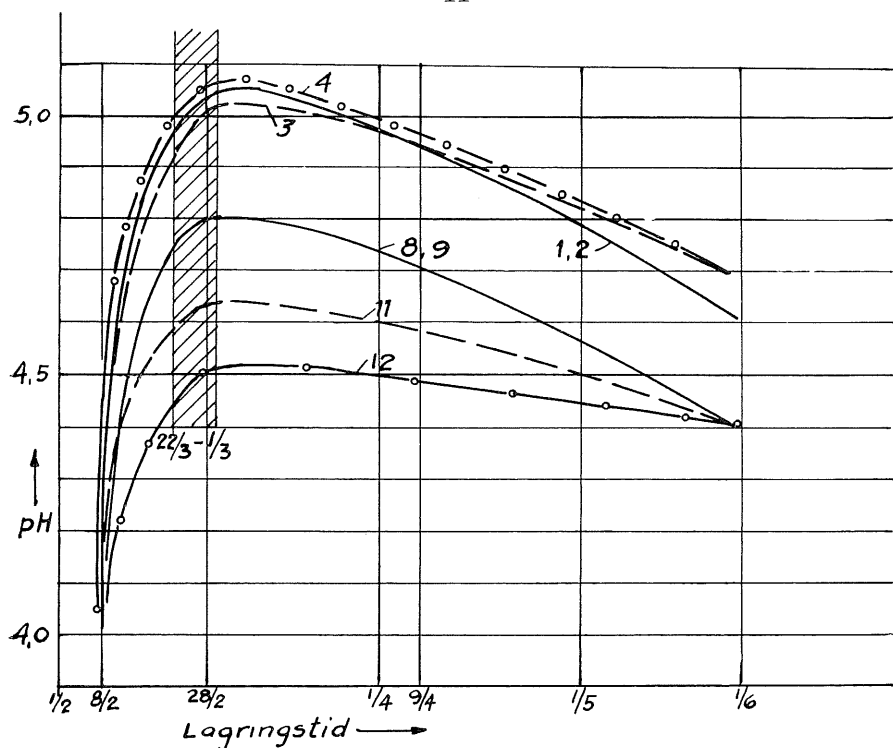


Fig. 2. Variasjoner i pH.

Fig. 3 og 4 viser med all tydelighet at utviklingen setter inn meget hurtig når temperaturen i laken overskrider $+9^{\circ}\text{C}$ og viser at denne temperatur er kritisk for sildens holdbarhet. Overskrider man denne lagringstemperatur vil man ha liten kontroll over sildens kvalitet. Etter alt å dømme synes den ideelle lagringstemperatur for en vare som er behandlet som denne å ligge mellom $+5$ og $+8^{\circ}\text{C}$. Vil man at silden skal modnes hurtig skulle det være tilstrekkelig å lagre den ved $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$ i ca. fjorten dager. Det er da nødvendig å ha nøye kontroll med lagringstemperaturen og sette silden inn på kjølelager umiddelbart etter.

Innflytelse av konserveringsmidler.

Denne er bedømt organoleptisk og etter utvikling av flyktige N-baser. Nr. 17 er lagret under samme betingelser hele tiden, mens nr. 18 ble satt inn på kjølelager den 22. mai. Man vil se at verdiene for 17 såvel som 18 ligger betydelig under de som er funnet for nr. 4. Natriumnitrit synes å være mer effektiv enn natriumbensoat, målt etter utvikling av flyktige N-baser. Ingen av prøvene kunne sies å være hverken dårlig i lukt eller

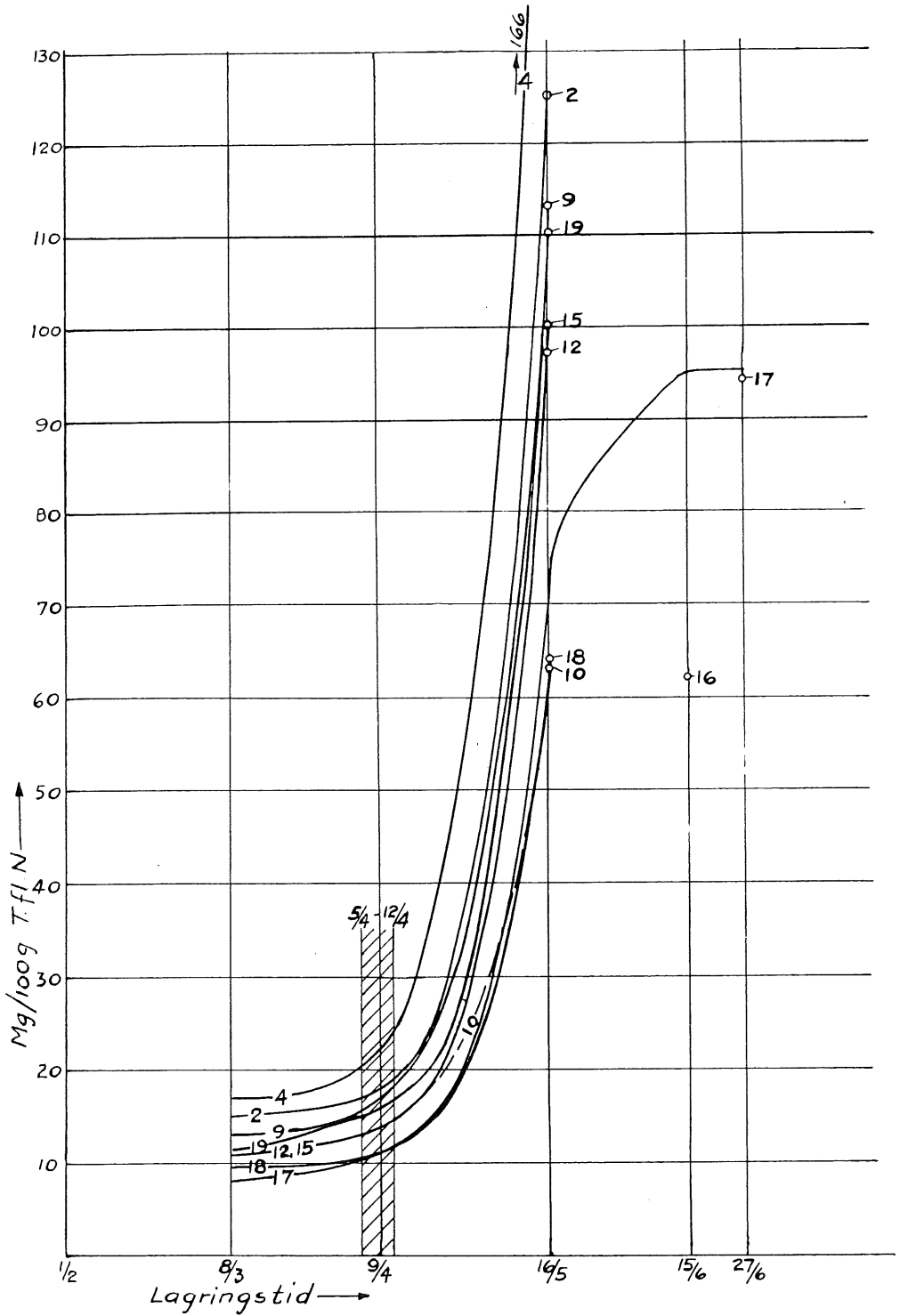


Fig. 3. Utvikling av tot. flyktig N ved lagring.

smak etter endt lagring, selv ikke nr. 4 til tross for det meget høye innhold av flyktig N. Men silden i nr. 4 var da forsøket ble avsluttet begynt å gå i oppløsning slik at laken var tykk og grøtet.

Bedømmelse av smak, konsistens og utseende.

Den organoleptiske bedømmelse er foretatt på forskjellige stadier under modningen av funksjonærer ved Fiskerilaboratoriet, delvis med bistand av saltsildvrakere og ingeniør Lærum. Karakteristisk for samtlige prøver var det tiltalende lyse utseende og at det ikke kunne sees noen blodrand langs ryggbenet. Lakene var også klare. Prøvene fra nr. 8 til nr. 19 ble samtlige funnet å være noe for sure. Prøvene fra nr. 1 til nr. 7 hadde ingen fremtredende sursmak, skjønt det var enkelte som mente at eddikkonsentrasjonen kunne være noe lavere. Konsistensen syntes for den ferdig-modnede vares vedkommende å være en tanke for løs, men flere av vrakerne fant at det ikke var noe å utsette på konsistensen og at silden ville egne seg godt for skjæring av gaffelbiter.

Prøvene nr. 17 såvel som nr. 18 dannet her unntagelser, da konsistensen for nr. 17's vedkommende var hård og seig og silden nr. 18 hadde et lite tiltalende rødlig utseende. Ved tilsetning av natriumnitrit til en eddiksur lake får en en spontan utvikling av NO₂, men smaken av nitrit forsvinner fullstendig etter noen måneders lagring.

Anvendelse av vineddik fremfor spritteddik synes å gi silden en avrundet aromatisk smak. Kryddereddik ga også en tiltalende vare og peker hen på at man her med riktig avmålte mengder og blandinger av krydder kan komme frem til en interessant og velsmakende type lettsaltet sild. Prøve nr. 5 fikk meget god omtale.

Skal anvendelse av glutamat ha noen innflytelse på smaken i det ferdige produkt, bør det tilsettes først i siste stadium av modningen, da effekten etter hvert eilers forvinner når det etterfylles ny lake. Forsøkene nr. 10 og 13 ga ingen sikre holdepunkter for innflytelsen av glutamat som smakskorrigens.

Prøvene nr. 7 og nr. 15 ga ingen holdepunkter for den påstand at eddik skulle forårsake slimdannelse i laken.

Konklusjon.

Ved lettsalting av storsild med eddik som hjelpemiddel kan man oppnå en tiltalende konsumvare med relativ god holdbarhet. Eddiksyrekonsentrasjonen i laken bør for en slik vare ikke overstige 1 % og saltinnholdet bør ligge på 10—12 %.

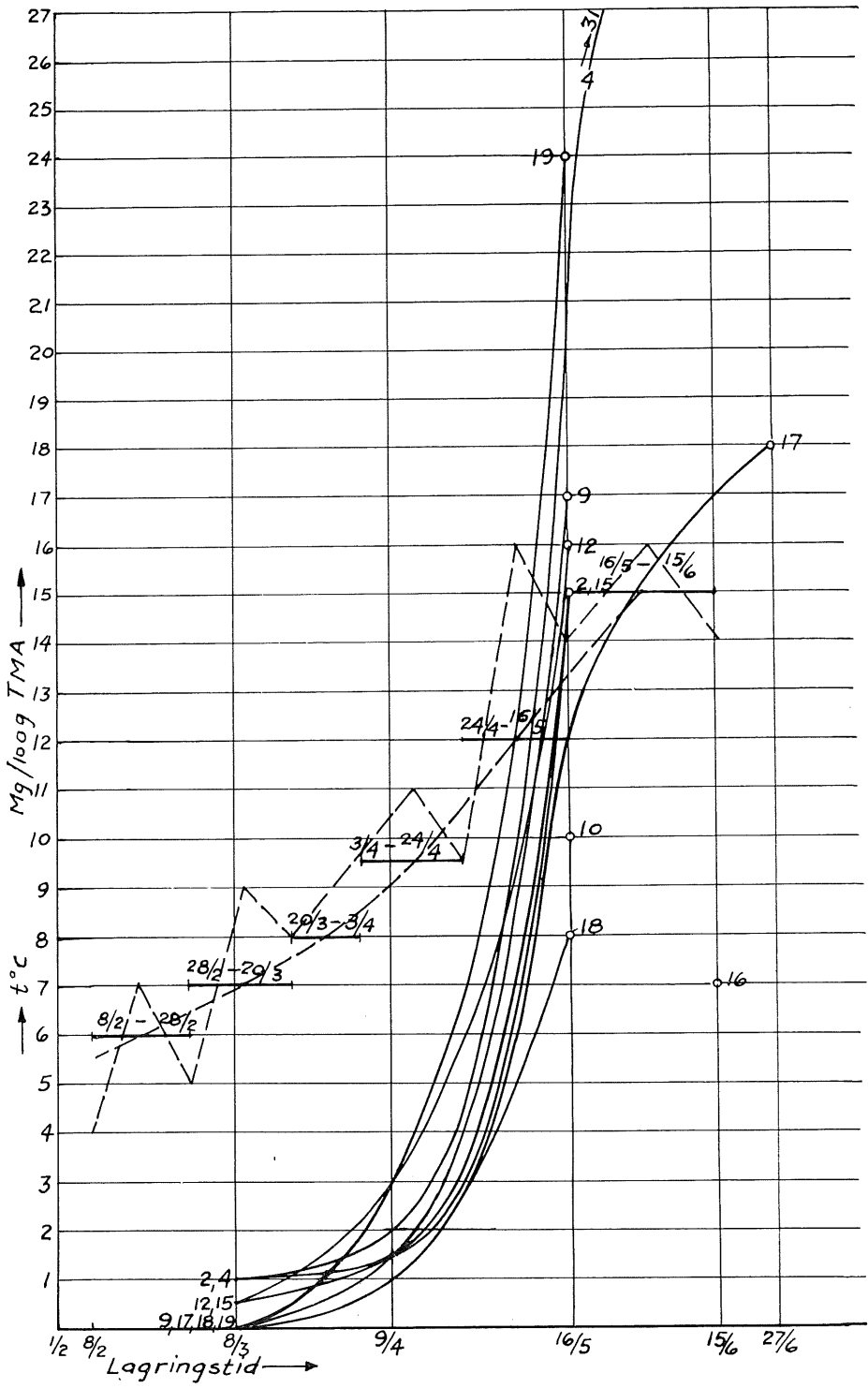


Fig. 4. Utvikling av TMA ved lagring, med inntegnet temperaturkurve.

Lagringstemperaturen under modningen bør være mellom $+ 5$ og $+ 8^{\circ}$ C. En tilsetning av natriumbensonat kan anbefales når det gjelder å forlenge holdbarheten noe, men for ikke å få en uheldig innvirkning på konsistensen av varen, bør tilsetningen av konserveringsmidlet være under 0,15 % av tønneinnholdets totalvekt. Når det gjelder å oppnå en øket effekt av konserveringsmidlet, er det meget som taler for at dette først bør tilsettes umiddelbart etter at silden er modnet. Derved kan man muligens også unngå en uheldig virkning på konsistensen av varen.

LITTERATUR.

- 1936 og 1937 BEATTY, S. A. and GIBBONS, N. E. The measurement of spoilage in Fish. *J. Fisheries Research Can.* **3**, p. 77, 15 pp.
- 1938 WATSON, D. W. The Influence of Hydrogen-ion Concentration on Some Acid Resistant Bacteria. *J. Fisheries Research Can.* Vol. 6, No. 3, p. 219, 9 pp.
- 1938 WATSON, D. W. Studies of Fish Spoilage. IV The Bacterial Reduction of Trimethylamine oxide. *J. Fisheries Research Can.* Vol. 4, No. 4, p. 252, 14 pp.
- 1940 TARR, H. L. A. The Bacterial Reduction of Trimethylamine Oxide to Trimethylamine. *J. Fisheries Research Can.* *IV*, p. 367, 11 pp.
- 1941 COLLINS, V. K. Studies of fish spoilage. VIII. Volatile acids of cod muscle press juice. *J. Fisheries Research Can.* **5**, p. 197, 6 pp.
- 1941 COLLINS, V. K. and BEATTY, S. A. and KUCHEL, C. C. Studies of fish spoilage. IX. Changes in Buffering Capacity of Cod Muscle Press Juice. *J. Fisheries Research Can.* **5**, p. 203, 8 pp.
- 1947 ASCHEHOUG, V. and VESTERHUS, R. Bacteriological Investigation on Spoilage of Winter Herring During Storage. *Food Research (1947)* No. 1, p. 55, 22 pp.
- 1947 HJORTH-HANSEN S. og BAKKEN, K. Undersøkelser over analysemetoder for ammoniakk og metylaminer i fisk (Investigations on Analytical Methods for Estimation of Ammonia and Methylamines in Fish) Report from the Norwegian Fish. Res. Lab. Vol. 1, No. 6.
- 1947 SIGURDSSON, G. Comparison of Chemical Tests of the Quality of Fish, *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* **19**, 892, 11 pp.
- 1949 CASTELL, C. H. and SNOW, J. M. The Effect of pH on the Enzymatic Reduction of Trimethylamine oxide. *J. Fisheries Research Can.* *VII*, No. 9, p. 561, 2 pp.
- 1949 NOTEVARP, O. og GILBERG, Y. Forsøk med lettsalting av storsild 1949. Foreløbig rapport fra Fiskerilaboratoriet.
- 1950 CASTELL, C. HAAND. SNOW, M. J. Reduction of Trimethylamine Oxide by Bacterial Enzymes. *J. Fisheries Research Can.* Vol. 8, No. 4, p. 195, 12 pp.
- 1952 HJORTH-HANSEN, S. Methode pour le dosage de l'oxyde de triméthylamine. *Analyt. Chim. Acta*, Vol. 6 (1952), p. 438, 4 pp.