

RANNSÓKNASTOFNUN
FISKIÐNADARINS

2. RIT

REYKJAVÍK NÓVEMBER 1981

RANNSÓKNIR Á SPINNÞÆKLI

HANNES MAGNÚSSON
ALDA MÖLLER

ÁGRIP.

Á undanförunum árum hefur nokkuð borið á svonefndum spinnpækli í sykursaltaðri síld. Þekillinn verður seigfljótandi og getur ummyndast í hlaup þegar verst lætur. Á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins hefur verið unnið að rannsóknum á þessu fyrirbrigði síðan 1978 og er þeim nú að mestu lokið.

Helstu niðurstöður voru eftirfarandi: Tekist hefur að rækta upp slímmyndandi gerla úr seigum þækli á sérstöku saltsykuræti. Allir stofnar sem voru einangraðir tilheyrðu sömu ættkvísl gerla: Moraxella. Áhrif ýmissa eðlisþátta á vöxt gerlanna voru rannsökuð. Þeir reyndust vera saltkærir og uxu hraðast við 10% saltstyrk ætis. Kjörhitastig vaxtar var 22°C og kjörsýrustig pH 7.0.

Efnagreiningar gáfu til kynna að meginuppistaða slímkennda efnisins, bæði á næringaræti og í seigum þækli, væri fjölsykra af levangerð.

Söltunartilraunir staðfestu að Moraxella slímgerlarnir gátu framkallað seigan þekil í sykursíld á 4-5 vikum væri þeim sáð í tunnurnar. Spinnþekill myndaðist ekki í tunnum, sem innihéldu glúkósa í stað súkrósa.

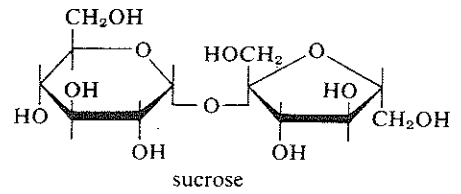
Vorið 1979 hófust rannsóknir á áhrifum rotvarnarefna á vöxt slímgerlanna. Forkönnun gaf til kynna að rotvarnarefnið kalíum sorbat hefði hemjandi áhrif á vöxt þessara gerla. Söltunartilraunir er hófust haustið 1979 hafa staðfest þetta. Ennfremur kom í ljós að sorbatið jók geymsluþol síldarinnar til muna.

Haustið 1980 var kalíum sorbat notað við síldarsöltun á mörgum söltunarstöðvum hérlendis og hefur efnið reynst vel enn sem komið er.

ORÐSKÝRINGAR

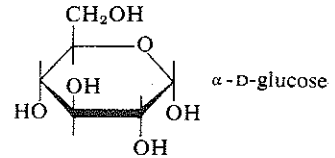
Venjulegur sykur = Súkrósi,

formúlan er:



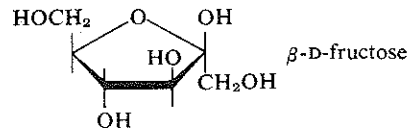
Þrúgusykur = Glúkósi,

formúlan er:



Ávaxtasykur = Frúktósi,

formúlan er:



Sorbinsýra, $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$

Kalíum sorbat, $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOK}$

EFNISYFIRLIT.

	BLS.
ÁGRIP	1
ORÐSKÝRINGAR	2
EFNISYFIRLIT	3
1. INNGANGUR.	7
2. EINANGRUN Á SLÍMGERLUM ÚR SEIGUM ÞEKLI.	9
3. GREINING Á EINANGRUÐUM SLÍMGERLASTOFNUM.	10
4. NÆMNI SLÍMGERLA GEGN NOKKRUM UMHVERFISÞÁTTUM.	13
4.1. Áhrif saltstyrks.	13
4.2. Áhrif hitastigs.	13
4.3. Áhrif sýrustigs.	13
4.4. Hitapolni slímgerla.	14
5. ADALEFNI ÞEKILSLÍMS.	19
5.1. Gasgreining sykra.	19
5.1.1. Sérstök efni og tæki.	19
5.1.2. Vinnulýsing.	20
5.1.3. Niðurstöður.	20
5.2. Rannsóknir á gerlaslími.	20
5.2.1. Sérstök efni og tæki.	20
5.2.2. Vinnulýsing.	20
5.2.3. Niðurstöður.	21
5.3. Rannsóknir á spinnþekli.	21
5.3.1. Vinnulýsing.	21
5.3.2. Niðurstöður.	22
5.4. Heildarniðurstaða rannsókna.	22
6. SÖLTUNARTILRAUNIR 1978-1979.	24
6.1. Tilhögun tilraunar.	24
6.2. Niðurstöður.	25
7. ÁHRIF ROTVARNAREFNA Á VÖXT SLÍMGERLA.	35
7.1. Forkönnun á virkni kalíum nitrats og natrium bensoats.	35
7.2. Forkönnun á virkni kalíum sorbats.	35
7.3. Forkönnun á virkni kalíum sorbats í síldarþekli.	39
8. SÖLTUNARTILRAUNIR 1979-1981	41
8.1. Eðli, virkni og notkun kalíum sorbats.	41
8.1.1. Skaðleysisprófanir	41
8.1.2. Virkni sorbinsýru.	42

8.1.3. Notkun sorbinsýru sem aukefnis.	42
8.1.4. Reglur um sorbinsýru í fiskafurðum.	43
8.2. Tilhögun tilraunar	43
8.3. Niðurstöður gerlatalninga.	45
8.4. Myndun spinnpækils.	47
8.5. Skynmat.	47
8.6. Sorbinsýrumælingar í rotvarinni sykursíld.	51
8.6.1. Vinnulýsing.	51
8.6.2. Niðurstöður mælinga.	52
8.6.3. Ályktanir.	52
8.7. Sykurmælingar í síld.	53
8.7.1. Vinnulýsing.	53
8.7.2. Niðurstöður.	53
9. UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR.	57
10. ÞAKKARORÐ.	59
11. HEIMILDASKRÁ.	60

<u>TÖFLUR.</u>	BLS.
Tafla 1. Svörun slímgerlastofna nr. A og B við lífefnafræðilegum flokkunarprófunum.	11
" 2. Tilhögun söltunartilraunar 1978.	24
" 3. Breytingar á seigjustigi í síldarpækli yfir 30 vikna geymslutímabil: Trétunnur.	29
" 4. Breytingar á seigjustigi í síldarpækli yfir 30 vikna geymslutímabil: Plasttunnur.	30
" 5. Umsagnir matsmanna um gæði síldarinnar eftir 3, 14 og 27 vikna geymslu við 10°C.	34
" 6. Forkönnun á virkni kalíum sorbats á vöxt slímgerla í næringaræti: Sjónmat.	37
" 7. Forkönnun á virkni kalíum sorbats á vöxt slímgerla í sykursíldarpækli (söltun í 5 l plastílát): Breytingar á seigjustigi í sykursíldarpækli yfir 12 vikna geymslutímabil.	40
" 8. Mælingar á sorbinsýru eftir 8 vikna geymslu sykursíldar í plastílátum.	40
" 9. Tilhögun söltunartilrauna 1979.	43
" 10. Seygjustig í pækli. Í töflunni eru eingöngu sýnd seygjustig fyrir þær tunnur sem spinnpækill kom fram í. Í öðrum tunnum en hér eru skráðar myndaðist ekki spinnpækill.	46
" 11. Umsagnir matsmanna um gæði síldarinnar.	48
" 12. Sorbinsýra í sykursíld (mg/kg) og pækli (mg/l)	52
" 13. Sykur (súkrósi) í sykursíld og pækli (%).	53
" 14. Þrúgusykur (glúkósi) í sykursíld og pækli (%)	54
" 15. Ávaxtasykur (frúktósi) í sykursíld og pækli (%).	54
" 16. Sykur (súkrósi) í specialsíld og pækli (%).	54
" 17. Þrúgusykur (glúkósi) í specialsíld og pækli (%).	55
" 18. Ávaxtasykur (frúktósi) í specialsíld og pækli (%).	55

MYNDIR.

	BLS.
Mynd 1. Áhrif salts (NaCl) á vöxt slímgerla.	15
" 2. Áhrif hitastigs á vöxt slímgerla.	16
" 3. Áhrif sýrustigs (pH) á vöxt slímgerla.	17
" 4. Hitapolni slímgerla.	18
" 5. Gasgreinigröf sykra úr spinnpækli og eðlilegum pækli.	23
" 6. Breytingar á fjölda slímgerla í síldarpækli yfir 30 vikna geymslutímabil: Trétunnur.	27
" 7. Breytingar á fjölda slímgerla í síldarpækli yfir 30 vikna geymslutímabil: Plasttunnur.	28
" 8. Breytingar á saltmagni í síldarflökum yfir 27 vikna geymslutímabil: Trétunnur.	31
" 9. Breytingar á saltmagni í síldarflökum yfir 27 vikna geymslutímabil: Plasttunnur.	32
" 10. Breytingar á saltmagni í síldarpækli yfir 27 vikna geymslutímabil: Plasttunnur.	33
" 11. Breytingar á saltmagni í síldarpækli yfir 27 vikna geymslutímabil: Trétunnur.	33
" 12. Forkönnun á virkni kalíum sorbats á vöxt slímgerla í næringaræti (pH 6.5).	36
" 13. Forkönnun á virkni kalíum sorbats á vöxt slímgerla í sykursíldarpækli (söltun í 5 l plastílát): Breytingar á fjölda slímgerla yfir 12 vikna geymslutímabil.	38
" 14. Breytingar á (a) heildargerlafjölda og (b) fjölda slímgerla í sykursíldarpækli yfir 34 vikna geymslutímabil við 9°C.	44

1. INNGANGUR.

Rannsóknir á spinnpækli í sykursaltaðri síld hófust snemma árs 1978. Í bréfi dags. 16. janúar 1977 fór framkvæmdastjóri Síldarútvegsnefndar þess formlega á leit við Rannsóknastofnun fiskiðnarins að gerðar yrðu tilraunir til þess að finna orsakir fyrir seigum síldarpækli. Síldarútvegsnefnd hefur frá því rannsóknir þessar hófust fylgst mjög náið með framvindu mála af miklum áhuga. Auk þess hafa starfsmenn nefndarinnar verið virkir þátttakendur í rannsóknum þessum m.a. með því að leggja til hráefni, tunnur og annað sem þurft hefur. Síldarmatsmaður nefndarinnar hefur og veitt ómetanlega aðstoð við söltunartilraunir.

Við myndun spinnpækils verður síldarpækillinn seigfljótandi og getur þegar verst lætur ummyndast í einskonar hlaup. Oft er síkur pækill nefndur seigur pækill eða hlauppækill manna á meðal. Sykur er forsenda þess að spinnpækill myndist enda hefur slíkur pækill eingöngu myndast í sykursaltaðri síld. Spinnpækilsíld telst gölluð vara, jafnvel þótt bragð- og lyktar-gæðum síldarinnar sé í engu ábótavant. Síld með seigum pækli er harla ógeðfellið og því ekki að undra þó lakara verð fáið fyrir spinnpækilsíld en eðlilega síld, seljist hún á annað borð. Á síðastliðnum árum hefur spinnpækilmyndun í sykursíld, "special-síld" og kryddsíld valdið töluverðu fjárhagslegu tjóni hér á landi.

Myndun spinnpækils í sykursaltaðri síld er ekki nýtt fyrirbrigði. Í grein sem Sigurður Pétursson ritaði í Ægi 1954 vitnar hann í norskar heimildir en þar segir m.a.: "Eftir 1927 hefur það einnig komið fyrir, að fundist hefur hlaupinn pækill í krydd-saltaðri og sykursaltaðri Íslandssíld. Stundum svo mjög, að heil "partí" hafa verið undirlögð". Á sjötta áratugnum voru gerðar all umfangsmiklar rannsóknir á spinnpækli í Svíþjóð og Noregi. Samkvæmt norskum heimildum (Aschehoug, 1959) myndaðist óvenjumikill spinnpækill í kryddsaltaðri Íslandssíld árið 1953. Sá mikli skaði sem þá hlaust af spinnpækilmyndun hefur vafalaust ýtt mjög undir áhuga vísindamanna á að finna viðhlýtandi skýringar á vandamálinu og benda á leiðir til úrbóta. Hjorth Hansen (1954) taldi að spinnpækill orsakaðist af gerlum sem væru til staðar í sykrinum og nefndi Leuconostoc mesenteroides sem mögulega orsök. Hann taldi líklegt, að slímið væri dextran fjölsykra.

Leiðir til úrbóta voru þær helstar að blanda möluðu hýði af sinnepsfræi saman við kryddið en álitnið var að ákveðin efni í hýðinu væru örveruhindrandi.

Á þessum árum stóðu yfir umfangsmiklar rannsóknir á spinnpækli í Svíþjóð undir stjórn Gösta Lindeberg (Lindeberg 1953, 1954a, 1954b, 1956, 1957a, 1957b). Lindeberg taldi í fyrstu að orsök spinnpækils væri Gram-jákvæður, stafgerill sem líktist Microbacterium lacticum og að slímið væri levanfjölsykra.

Lindeberg var því ekki sammála Hjorth-Hansen, bæði hvað varðaði mögulega orsök og efnasamsetningu slímsins. Við nánari rannsóknir kom í ljós (Lindeberg 1956, 1957a, 1957b) að saltkærir levanmyndandi Gram-neikvæðir gerlar voru til staðar í seigum pækli og því talið að gerlar þessir gætu orsakað spinnpækil. Lindeberg áleit að slímgerlar þessir tilheyrðu Achromobacter ættkvísl gerla. Ýmsar mikilvægar upplýsingar er að finna í grein Lindebergs (1957a), en þar er m.a. fjallað um einangrun á slímgerlum, vaxtaráhrifaþætti, saltþarfir og ensím rannsóknir. Lindeberg lagði minni áherslu á að kanna leiðir til úrbóta, en bentu þó á að einfaldast, en ekki endilega hagkvæmast, væri að nota aðrar sykrur en súkrósa til þess að fyrirbyggja myndun spinnpækils.

Tilgangur þessa verkefnis var í meginatriðum að:

- a) Einangra slímmyndandi örverur úr seigum pækli og finna heppilegt næringaræti til ræktunar.
- b) Greina einangraða stofna.
- c) Rannsaka efnasamsetningu slímkennda efnisins.
- d) Rannsaka næmni einangraðra stofna gegn ýmsum umhverfispáttum.
- e) Fylgjast með vaxtarmynstri slímmyndandi örvera í síldarpækli og kanna hæfni þeirra til spinnpækilmyndunar.
- f) Finna rotvarnarefni, sem gæti dregið úr eða hindrað vöxt slímmyndandi örvera og þannig komið í veg fyrir spinnpækil í sykursaltaðri síld.

2. EINANGRUN Á SLÍMGERLUM ÚR SEIGUM PÆKLI.

Sýni voru fengin af seigum sildarpækli og tilraunir gerðar til þess að einangra slímmyndandi örverur úr pæklinum.

Eftir margar árangurslausar tilraunir tókst loks að einangra slímmyndandi gerla með því að nota æti sem m.a. innihélt salt og sykur. Næringaræti þetta hafði verið notað af McCelsky, Faville og Barnett (Lindeberg 1954a) við skyldar rannsóknir. Næringarætið er samsett úr eftirtöldum efnum: 100g súkrósi, 100g salt, 10g trypton, 5g yeast extract, 15g agar í 1 l af eimuðu vatni. Framvegis verður ætið nefnt CFB-agar í skýrslunni. Sýrustig ætisins var stillt á pH 6.6 eða sem líkast sýrustigi pækilsins. Ætið var gerileytt í þrýstisjóðara við 121°C í 10 mín. eins og venja er. Yfirborðssáning með völtun var notuð við rannsókn á pækilsýnum. Aðferðin felst í því að ætinu er hellt á skálar, það látið storkna og ákveðnu rúmmáli af pækli síðan valtað um yfirborð ætisins. Eftir 5 daga ræktun við 22°C komu fram stórar slímmyndandi kóloníur úr öllum sýnum sem skoðuð voru. Tólf slímmyndandi kóloníur voru valdar af handahófi til nánari rannsókna.

3. GREINING Á EINANGRUÐUM SLÍMGERLASTOFNUM.

Ýmsar grundvallarprófanir voru framkvæmdar á einangruðum stofnum með tilliti til ættkvíslagreiningar. Eftirfarandi niðurstöður fengust:

<u>Prófun</u>	<u>Svörun allra stofna.</u>
Gram-litun	Gram-neikvæðir.
Smásjárskoðun	stafir af breytilegri stærð og lögun.
Kvikleiki	ókvikir.
Súrefnisparfir	loftháðir.
Catalasa-framleiðsla	jákvæðir.
Oxidasa-framleiðsla	jákvæðir.
Litarefnis-framleiðsla	neikvæðir.

Þar sem allir 12 stofnarnir gáfu sömu svörun í þessum prófunum var álitioð að þeir tilheyrðu sömu ættkvísl gerla og líklega eru þeir best geymdir innan ættkvíslarinnar Moraxella samkvæmt þessum niðurstöðum. Tveir slímmyndandi stofnar (nr. A og B) voru valdir til nánari rannsóknar. Ýmsar lífefnafræðilegar prófanir voru gerðar til þess að kynnast nánar eiginleikum þessara slímgerla og til þess að kanna hvort nákvæmari flokkun væri möguleg. Öll prófæti innihéldu 5% NaCl og var ræktað við 22°C. Við framkvæmd prófana var að mestu stuðst við bókina "Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods" (1976). Mælingar á penicillin næmni voru framkvæmdar af Ólafi Steingrímssyni, aðstoðarlækni hjá sýklarannsóknadeild Landspítalans.

Niðurstöður eru sýndar í töflu 1. Stofnar A og B sýndu sömu svörun við öllum prófunum. Slímgerlastofnarnir voru lífefnafræðilega lítt virkir. Sem dæmi má nefna að glúkósi (þrúgusykur) var hvorki oxaður né gerjaður. Athygli vakti að nítrat var afoxað í nítrít og ennfremur að stofnarnir uxu við loftfirrðar aðstæður ef kalíum nítrati var bætt í næringaræti þeirra.

Tafla 1. Svörun slíngerlastofna Nr. A og B við lífefnafræðilegum flokkunarprófunum.

<u>Prófun.</u>	<u>Prófæti.</u>	<u>Prófsvörun.</u>
Cítrat-nýtni	Simmon's citrate agar	jákvæð, veik.
Indól-myndun	Trypton broth	neikvæð.
Ureasa-virkni	Urea broth	neikvæð.
Fenýlalanín deamínasi-virkni	Phenylalanine agar	neikvæð.
Gelatín-niðurbrot	Nutrient gelatine	neikvæð.
Sýra úr etanóli	O.F. basal medium +6ml af 50% EtOH/100 ml æti.	neikvæð.
Sýra úr glúkósa a) oxun b) gerjun	Leifson M.O.F. medium (glucose)	neikvæð. neikvæð.
Nítrít-myndun (48 klst).	Nitrate broth	jákvæð.
Köfnunarefnis myndun (48 klst)	Nitrate broth	jákvæð, veik.
Löftfirrður vöxtur í nærveru salt-péturs	0.1% KNO ₃ broth/löftfirrð ræktun.	jákvæð.
Áhrif á Litmus mjólk	Litmus milk	engin breyting.
Hemólýsa á blóð-agar	Nutrient agar + hestablóð	neikvæð.
Hemólýsa á súkku-laði agar	Nutrient agar + hitað hestablóð	neikvæð.
Næmni gegn Penicillin G,	Nutrient agar	Næmir gegn a.m.k. 0.33 I.U. (1 I.U. = 0.6 µg.) af Penicillin G.

Niðurstöður þessara rannsókna eru í góðu samræmi við niðurstöður Lindebergs 1957(a). Eins og áður er greint frá var þá álitid að slímgerlastofnarnir sem Lindeberg einangraði úr seigum síldarpækli tilheyrðu Achromobacter ættkvísl gerla. Samkvæmt nýlegum nafngiftareglum (Bergey's Manual 1974) mundu stofnar þessir nú teljast til Moraxella ættkvíslarinnar en þessi ættkvísl var áður nefnd Achromobacter. Því er sennilegt að slímgerlastofnarnir sem voru einangraðir á gerladeild Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins séu mjög líkir, ef ekki eins og þeir slímgerlar sem Lindeberg einangraði í Svíþjóð fyrir rúmlega 24 árum.

Hér verður ekki gerð tilraun til tegundaflokkunar enda heyrja þessir stofnar ekki til hinna "hefðbundnu" Moraxella tegunda sem lýst er í Bergey, 1974.

4. NEMNI SLÍMGERLA GEGN NOKKRUM UMHVERFISÞÁTTUM.

Vöxtur slímgerla var kannaður á afmörkuðum sviðum hitastigs, saltstyrks og sýrustigs. Við rannsóknina var notað grunnæti með eftirfarandi samsetningu (Lindeberg, 1957a). Trypton: 5g, Yeast extract: 2g, K_2HPO_4 : 0.5g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$: 0.1g, eimað vatn 1 l (nefnd lausn A hér eftir).

Tilraunin var framkvæmd þannig að stofni A var sáð í viðeigandi lausn A fyrir hvern mælipátt. Þéttleiki ræktarinnar var síðan ákvarðaður í Beckman ljósvirknimæli við 560 nm eftir 4 daga ræktun. Ennfremur var gerð athugun á hitaþolni slímgerla. Ákveðnu rúmmáli af stofni A var sáð í tilraunaglös með lausn A (með 10% salti, pH 7.0) sem var haldið við 45, 50, 55 og 60°C. Snertitími var 1, 10, 20, og 30 mín. Glösin voru síðan sett í ræktun við 22°C í 4 daga og þéttleiki ræktarinnar mældur eins og áður.

4.1. Áhrif saltstyrks.

Niðurstöður eru sýndar á mynd 1 (ræktunarhitastig 22°C, sýrustig pH 7.0, ræktunartími 96 klst.). Stofn A óx hraðast við 10% saltstyrk. Vaxtaraukning var ekki merkjanleg við 0, 2, og 30% saltstyrk. Stofninn virðist því vera miðlungssaltkær samkvæmt þessum niðurstöðum.

4.2. Áhrif hitastigs.

Niðurstöður eru sýndar á mynd 2 (ræktunartími 96 klst., sýrustig pH 6.7, saltstyrkur 5%). Stofn A óx hraðast við 22°C. Vaxtaraukning var ekki merkjanleg við 1, 5, 35 og 45°C. Við 9°C óx stofninn hægt.

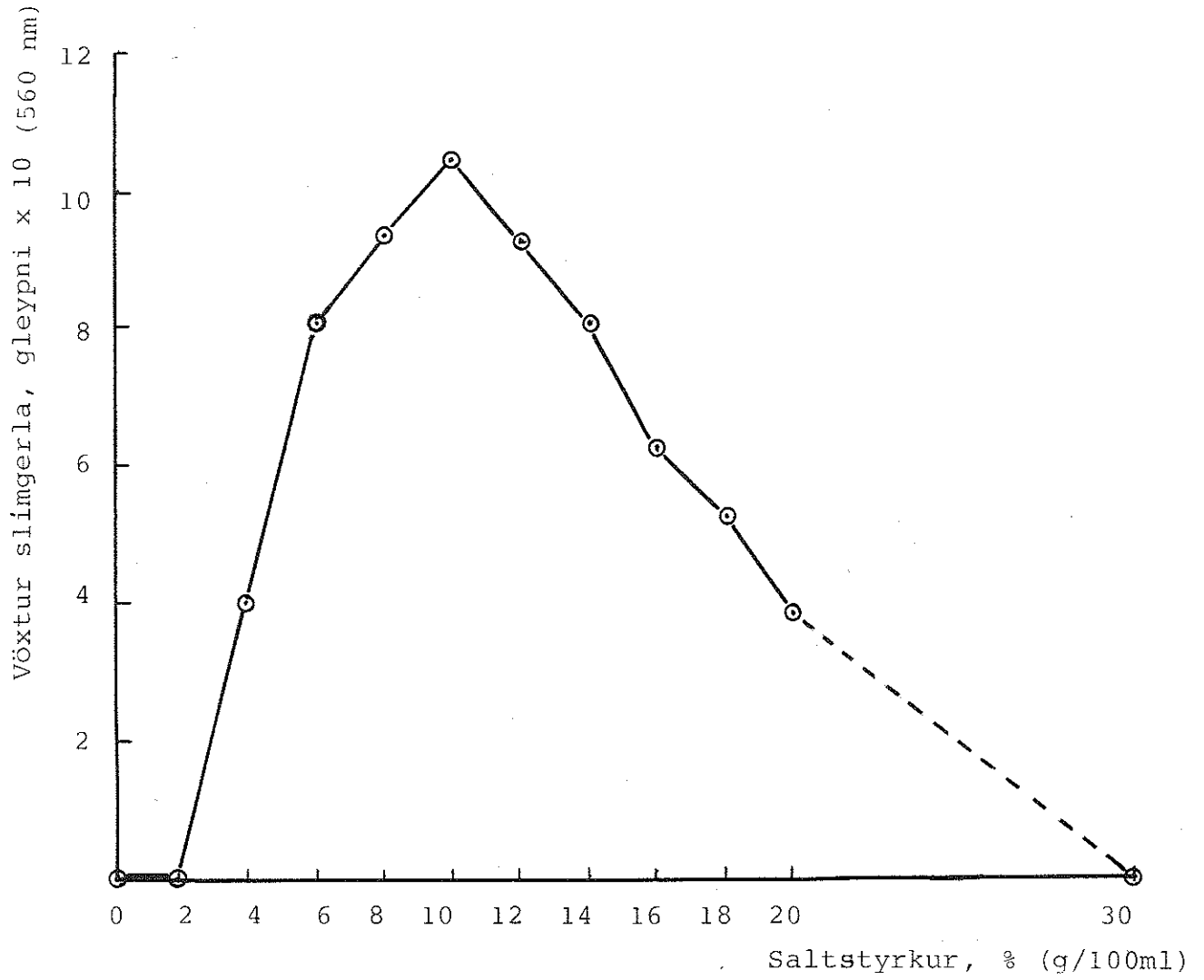
4.3. Áhrif sýrustigs.

Niðurstöður eru sýndar á mynd 3 (ræktunarhitastig 28°C, ræktunartími 96 klst., saltstyrkur 5%). Stofn A óx hraðast við pH 7.0. Vaxtaraukning var hvorki merkjanleg við pH 5.5 og undir né pH 8.5 og þar yfir.

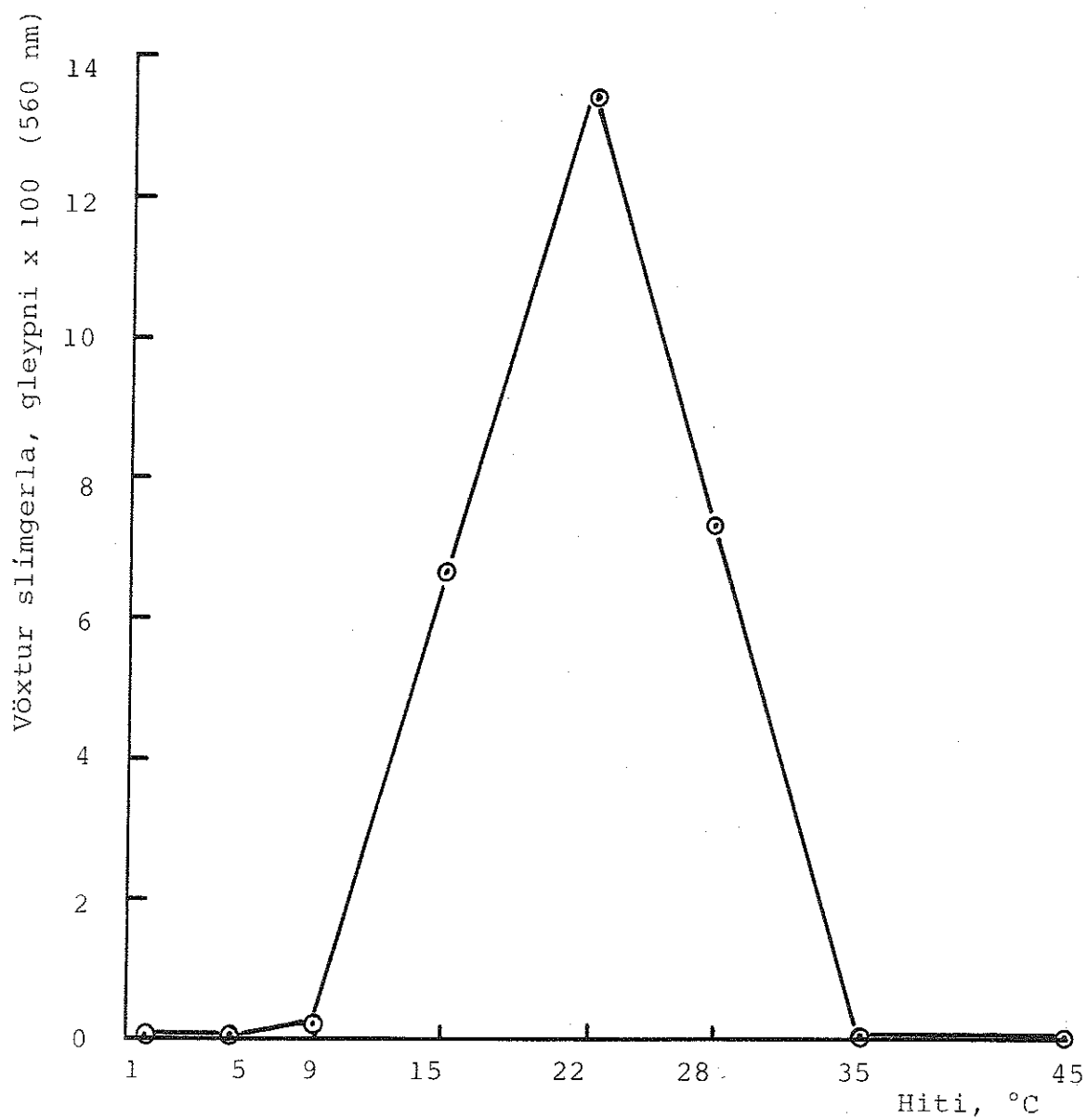
4.4. Hitapolni slímgerla.

Niðurstöður eru sýndar á mynd 4 en þar kemur fram að 10 mín. snertitími við 55°C (eða 60°C í 1 mín.) er nægjanlegur til þess að gera slímgerlana óvirka. Slímgerlarnir þola því tiltölulega lítinn hita í samanburði við ýmsa algenga gerla.

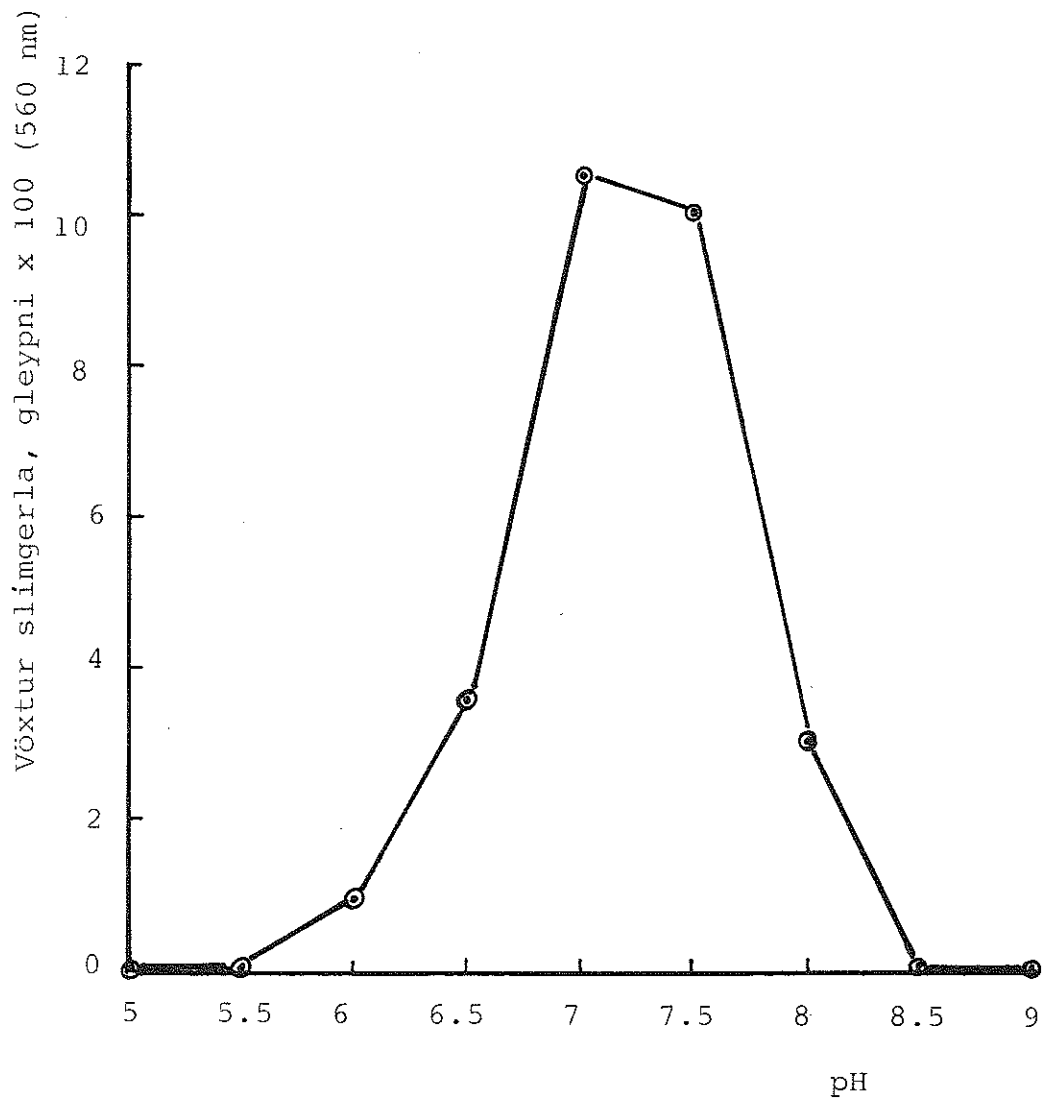
Eftir að þessar niðurstöður lágu fyrir var farmvegis ræktað við 22°C. Ennfremur var sýrustig næringaræta stillt á pH 7.0 og saltstyrkur á 10%.



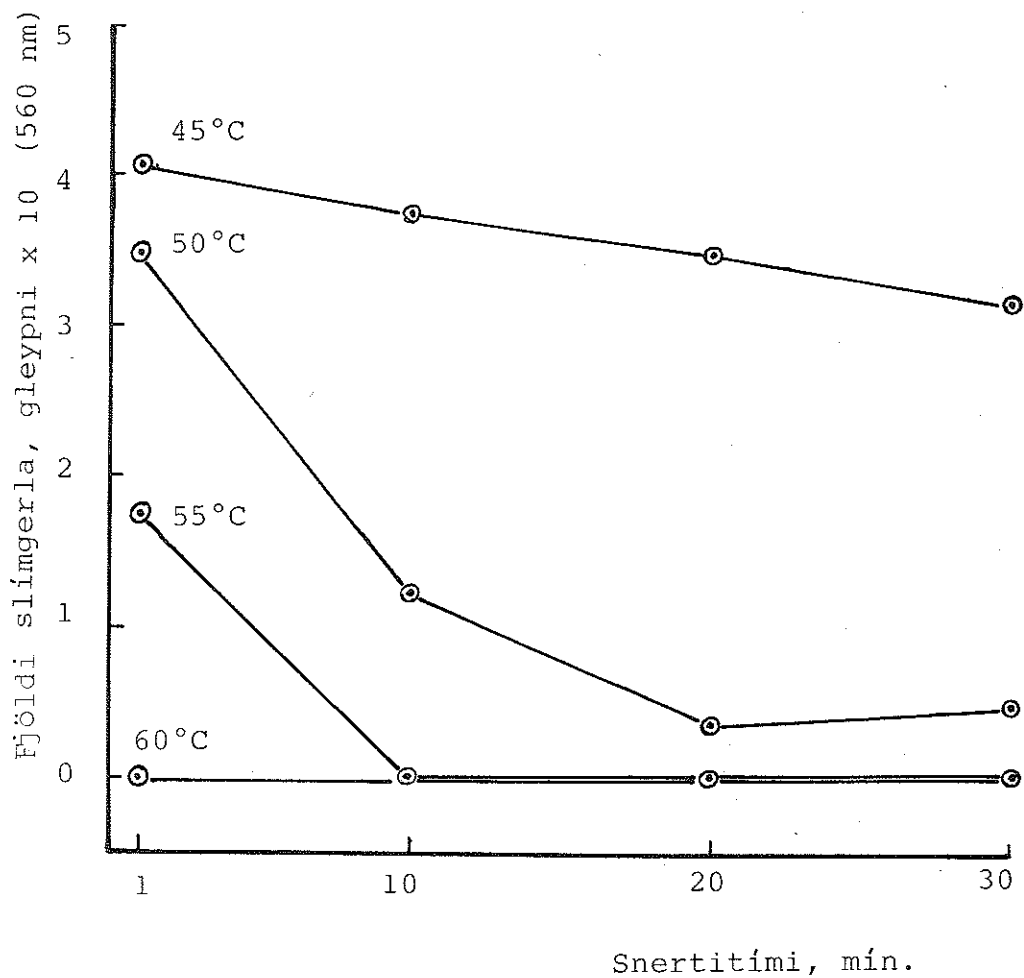
Mynd 1. Áhrif salts (NaCl) á vöxt slíngerla.



Mynd 2. Áhrif hitastigs á vöxt slíngerla.



Mynd 3. Áhrif sýrustígs (pH) á vöxt slíngerla.



Mynd 4. Hitapolni slíngerla.

5. ADALEFNI PÆKILSLÍMS.

Athugað var, hvaða efnabreytingar í sykursíldarpækli valda því, að hann verður að spinnpækli. Rannsakaðir voru bæði seigir pækjar og pækill, sem ekki hafði orðið vart seigju í. Einnig var athugað slím, sem myndast hafði við ræktun gerla úr seigum pækli. Fyrri rannsóknir (Lindberg 1957b) bentu til þess, að um fjölsykrumyndun væri að ræða og beindist rannsóknin að því að kanna þá tilgátu og finna samsetningu slímefnisins. Fyrst var þó athugað, hvort hægt væri að aðskilja og greina ýmsar sykrutegundir með svonefndri gasgreiningu (gas chromatography).

5.1. Gasgreining sykra.

Í sykursíld og pækli má búast við, að eftirtaldar sykrur finn-
ist öðrum fremur: súkrósi (venjulegur sykur), sem notaður er
við sykursíldarsöltun, glúkósi (þrúgusykur) og frúktósi (ávaxta-
sykur), sem báðir geta verið niðurbrotsefni sykurs. Efnafræði-
lega telst súkrósi vera í hópi tvísykra, en glúkósi og frúktósi
eru einsykrur. Ýmsar aðferðir má nota til að mæla sykrur í mat-
vælum, en fæstar þeirra greina sykrurnar hverja frá annarri.
Það er þó forsenda þess, að hægt sé að ákveða hvaða sykra er
aðalefni pækilslíms. Með gasgreiningu í heitum ofni má aðskilja
og mæla fjölda efna, en sykrur brotna niður og eyðileggjast við
hitann, nema þeim sé fyrst breytt í stöðugri efni og þau síðan
gerð fleygari fyrir gasgreininn með tengingu við kísilefni
(silyl-efni). Í aðferðinni fólst að mynda oxím sykra með Stox-
reagent og síðan silylafleiður með þar til ætluðu efni.

5.1.1. Sérstök efni og tæki.

- 1) Stox-reagent. 2.5 g af hydroxylamín · HCl í 100 ml pyridín-
lausnar.
- 2) MSTFA-reagent. Hreint N-methyl-N-trimetylsilyl-trifluoro-
acetamíð frá Pierce Chemical Company, Rockford, U.S.A..
- 3) Staðlar. Hreinn D-glúkósi, D-frúktósi og súkrósi.
- 4) Gasgreinir, Perkin Elmer F33. Súlu efni: 3% silicone OV1
á Chromosorb W HP 100-120 mesh 2 m, 1/4" í þvermál. Ofnhiti
200°C í 8 mín, síðan hækkað um 20°C/mín. í 300°C, FID nemi
við 250°C, N₂ flurðargas 40 ml/mín.

5.1.2. Vinnulýsing. 5.0 mg af hverjum staðli voru látin hvarfast við 1.0 ml af Stox reagent í 30 mín við 70°C. (Woods og Aurand 1977). 100 µl af lausninni voru síðan hvarfaðir við 100 µl af MSTFA og hitað í 30 mín. við 70°C (Pierce Chem. Company 1978). 1 µl lausnar var sprautað á gasgreininn.

5.1.3. Niðurstöður. Góður aðskilnaður fékkst á staðalefnunum sbr. mynd 5 (a). Ekki var kannað til hlítar, hvort aðferðin var magnbundin fyrir allar sykrurnar, þó að svo virtist vera.

5.2. Rannsókn á gerlaslími.

Í kafla 2 er lýst ræktun gerla úr spinnpækli og slímmyndun þessarar ræktar. Til rannsókna á samsetningu gerlaslímsins var það fyrst hreinsað með botnfellingu próteina og með mólsíun (gel filtration). Sykrusamsetning var síðan könnuð með gasgreiningu.

5.2.1. Sérstök efni og tæki. Auk efnanna, sem áður er getið (5.1.1.) þurfti eftirfarandi:

1) Sephadex G15 (Pharmacia AB, Uppsala, Svíþjóð), dextran gel til mólsíunar. Aðskilur t.d. ein- tví- og fjölsykrur. Gelið var pakkað í glersúlu 2.5 cm í þvermál, 40 cm á hæð.

2) Seliwanoff reagent fyrir ketósasykrur. Í 100 ml mælikolbu voru settir 30 ml vatns, 60 ml conc. HCl og 0.5 g resorcinol, síðan fyllt upp að merki.

Tæki: Gasgreinir, ljósvirknimælir (spectrophotometer) og hverfheimari (rotary evaporator).

5.2.2. Vinnulýsing. Slím frá gerlum í seigum pækli var skafið ofan af gerlaætinu, sem innihélt sykur og náðust þannig 2.5 g af slími af hverri skál. Slímið var hrist með 10 ml af vatni og 2 ml af 7.5% triklórediksyru. Þetta var látið standa í 10 mín. og síðan þeytt í borðskilvindu í 5 mín. á mesta hraða.

Slímlausnin varð tær, en gulleitt botnfall (gerla og próteina) myndaðist. Lausnin var afsýrð með 10% NaOH og hverfipurrkuð. Þurrefnið var leyst upp í 2 ml af vatni og sett á Sephadex G15 súlu. Sýnið var eluerað með vatni. 5-10 ml slöttum var safnað í tilraunaglös (15 ml á klst.). Ketósar voru fundnir

með því að taka 1.0 ml úr hverju glasi og blanda með 1.0 ml af Seliwanoff reagent, hita í sjóðandi vatni í 5 mín., þynna með 5 ml af vatni og lesa litinn við 400 nm í ljósvirknimæli. 100 mg af súkrósa voru síðan settir á súluna og hann elueraður og greindur.

Lausn í glasi 5 sýndi mikla litsvörun. Hún var þurrkuð (28 mg) þurrefninu skipt í tvennt, helmingurinn undirbúinn fyrir gasgreiningu sbr. 5.1.2. en hinn helmingurinn hydrolyseraður í 0.5 M oxalsýru (2.0 ml) við 70°C í 1 klst. Við það sundrast (hydrolyserast) fjölliður í einsykrur án þess að þær síðarnefndu brotni frekar niður. Lausnin var afsýrð með CaCO₃, botnfallið þeytt frá og lausnin þurrkuð. Þetta var síðan undirbúið fyrir gasgreiningu.

Lausn í glasi 7, sem einnig sýndi aukna litasvörun við 400 nm, var meðhöndluð á svipaðan hátt.

5.2.3. Niðurstöður. Gasgreining sýndi eftirfarandi:

úr glasi nr. 5 - hydrolyseraðri lausn kom fram toppur í stöðu frúktósa,

úr glasi nr. 5 - óhydrolyseraðri lausn komu engir toppar,

úr glasi nr. 7 - hydrolyseraðri lausn komu fram glúkósa- og frúktósatoppar,

úr glasi nr. 7 - óhydrolyseraðri lausn kom súkrósatoppur.

Út frá þessu var ályktað, að í glasi nr. 5 væri aðallega fjölliða byggð úr frúktósa, en í glasi nr. 7 venjulegur sykur kominn úr gerlaetinu.

Niðurstaða athugana á gerlaslími var því sú, að í því væri fjölliða af frúktósa, og var ályktað að gerlarnir hefðu sundrað sykrinum í ætinu niður í glúkósa og frúktósa og síðan eða um leið tengt frúktósa sameindir í fjölliðu, þ.e. svonefnda levan fjölsykru.

5.3. Rannsóknir á spinnpækli

5.3.1. Vinnulýsing. Athuguð voru þrjú pækilsýni:

Pækill 1. Mjög seigur pækill frá söltunarstöð Jóns Árnasonar, Þorlákshöfn.

Pækill 2. Minna seigur pækill frá sama stað.

Pækill 3. Eðlilegur pækill frá Röst í Keflavík.

Nauðsynlegt reyndist að hreinsa pæklana og voru því 30 ml af hverjum pækli dialyseraðir með vatni yfir helgi. Úr pæklinum náðust u.þ.b. 85% af saltinu.

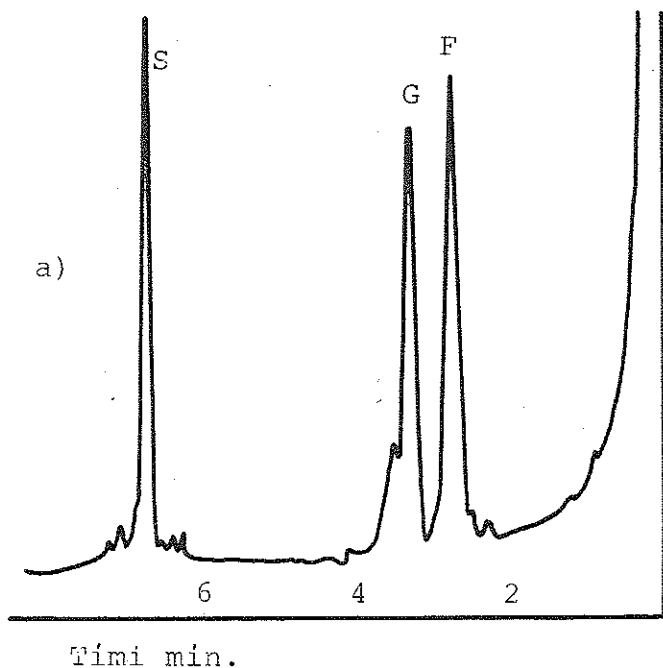
3.0 ml af pækli 1 voru hverfipurrkaðir, þurrefnið leyst í 1.0 ml af vatni og lausnin sett á Sephadex G15 súlu. Sýnið var eluerað og því safnað í glös, en lausnir í glösum, sem sýndu litsvörun, voru athugaðar með gasgreiningu bæði án hydrolysu og eftir hydrolysu.

Við nánari athugun kom í ljós, að dialysan hafði hreinsað næstum allan sykurrinn úr pæklinum auk saltsins. Þess vegna reyndist ekki nauðsynlegt að hreinsa sýnin á Sephadex súlunni eftir það til að fá samanburð á fjölliðuinnihaldi pæklanna, heldur voru tekin 1.0 ml hreinsuð pækilsýni, þau hydrolyseruð, þurrkuð og undirbúin fyrir gasgreiningu. Til samanburðar voru notuð 1.0 ml pækilsýni án hydrolysu.

5.3.2. Niðurstöður. Niðurstöður þessara athugana eru sýndar á mynd 5. Greinilega sést að hydrolysa (sundrun) á efnum í spinnpæklunum gefur frúktósa, sem bendir til að í pæklinum sé til staðar frúktósafjölliða (mynd 5 (b) (c)). Engin merki sáust um þetta efni í pæklinum, sem enngar seigju hafði orðið vart í. (mynd 5(d) (e)). Magnútreikningar frá þessum niðurstöðum bentu til að í pækli 1 (mjög seigum) væri um það bil 0.4% frúktósafjölliða, en í pækli 2 (dálítið seigum) væri u.þ.b. 0.1% af fjölliðu.

5.4. Heildarniðurstaða rannsókna.

Allt bendir til, að seigja í sykursíldarpækli stafi af myndun fjölsykru úr frúktósasykru en frúktósinn sjálfur er til orðinn í pækli vegna niðurbrots á sykri. Þar eð sams konar fjölsykra fannst í slími frá pækilgerlum við ræktun þeirra á sykurræti er ályktað að seigjumyndun í pækli stafi af gerlagróðri þessum.



topphæðir

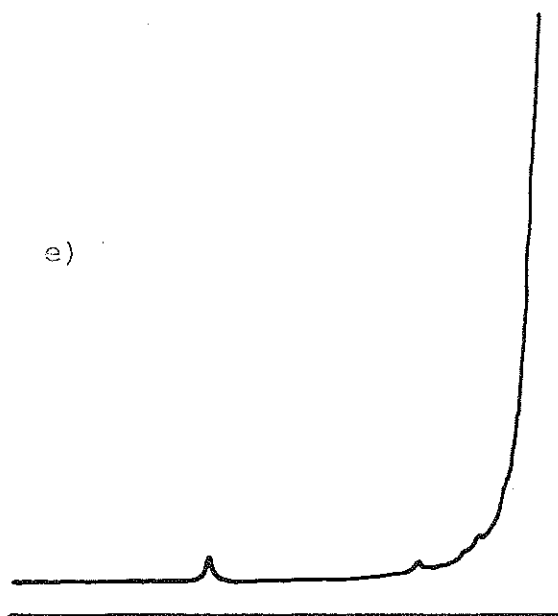
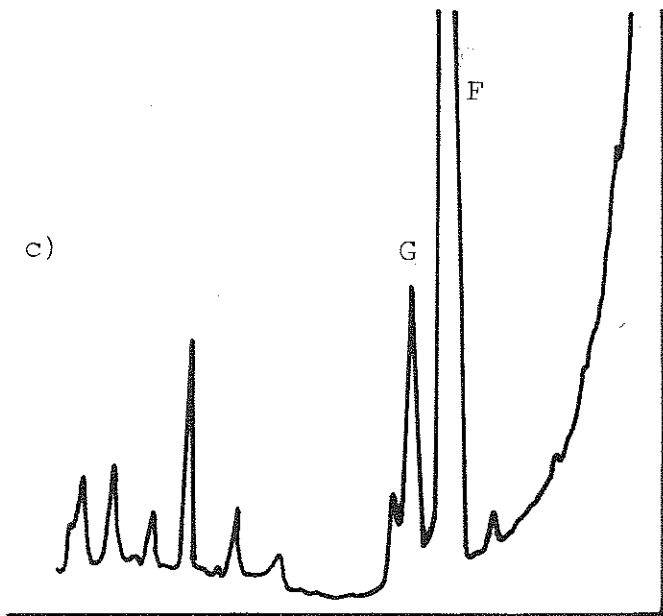
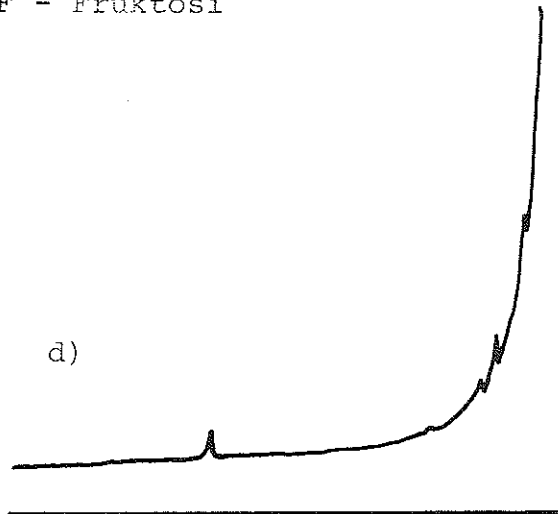
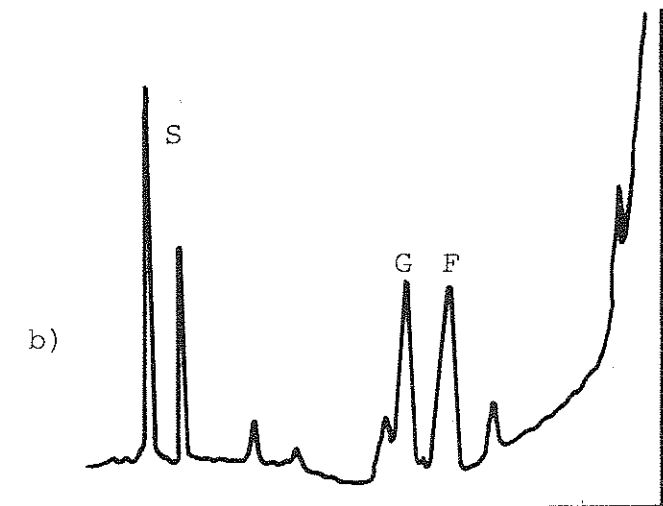
MYNDSKÝRINGAR

- a) Staðalefni
- b) Hreinsaður spinnpækili
- c) Hreinsaður, hydrolyseraður spinnpækili
- d) Hreinsaður eðlilegur pækili
- e) Hreinsaður, hydrolyseraður eðlilegur pækili.

S = Súkrósi

G = Glúkósi

F = Frúktósi



Mynd 5 Gasgreinigröf sykra úr spinnpækli og eðlilegum pækli.

6. SÖLTUNARTILRAUNIR 1978-1979.

Söltunartilraunir hófust í nóvember 1978. Söltun var framkvæmd í húsakynnum B.Ú.R. dagana 15.-17. nóvember. Tilgangur þessara tilrauna var fjórþættur:

- a) að sá einangruðum slímgerlum í eðlilegan þakil við raunverulegar aðstæður og fylgjast með vaxtarmynstri gerlanna,
- b) að kanna hvort slímgerlar geti valdið spinnþækilmyndun,
- c) að athuga hvort notkun þrúgusykurs (glúkósa) í stað sykurs (súkrósa) komi í veg fyrir spinnþækilmyndun,
- d) að athuga verkun og spinnþækilmyndun í plasttunnunum í samanburði við trétunnur.

6.1. Tilhögun tilraunar.

Sykursöltuð síld var eingöngu notuð við þessar tilraunir. Í hverja tunnu fóru 16-17 kg salt og 6 kg sykur en því miður reyndist ekki unnt að vigta hráefnið. Að aflokinni söltun voru tunnurnar fluttar til R.f. og geymdar þar við 10°C. Í töflu 2 er greint nánar frá tilhögun tilraunarinnar.

Tafla 2. Tilhögun söltunartilraunar 1978.

Tunna nr	Tunnugerð	Sykrugerð	Mengun með slímgerlum
1	tré	sykur	+
2	tré	þrúgusykur	+
3	tré	sykur	-
4	tré	þrúgusykur	-
5	plast	sykur	+
6	plast með krana	sykur	+
7	plast	sykur	-

Plasttunnur nr. 5 og 6 fengu mismunandi meðferð. Tunna nr. 5 var meðhöndluð á sama hátt og aðrar tunnur, þ.e. tunnan var

opnuð, þegar sýnataka fór fram. Tunna nr. 6 var hinsvegar ekki opnuð. Tveimur krönum var komið fyrir á loki þessarar tunnu. Þegar þækilsýnin voru tekin, var þækillinn leiddur í gegnum neðri kranann en um leið var ferskum þækli veitt í þann efri þannig að nýi þækillinn flæddi inn í tunnuna meðan á sýnatöku stóð. Tilgangur var sá að útiloka súrefni frá tunnunni eins og frekast var unnt þar sem slímgerlar vaxa treglega ef lítið súrefni er til staðar.

Tilraunin stóð alls í u.þ.b. 30 vikur. Gerlatalningar voru framkvæmdar á CFB agar (10% salt, pH 7.0) og var ræktað við 22°C í 5 daga. Auk gerlatalninga voru gerðar saltmælingar í þækli og síld og fylgst var reglulega með verkun, spinnþækilmyndun og almennu ástandi síldarinnar, m.a. var í nokkrum tilfellum fengin aðstoð frá síldarmatsmönnum Framleiðslueftirlits sjávarafurða.

6.2. Niðurstöður

Ljóst er að slímgerlar fjölguðu sér verulega í þækli sem sáð var í (sjá myndir 6 og 7). Eftir 9 vikna geymslu við 10°C var fjöldi slímgerla orðinn 10^8 /ml þækils í trétunnum (mynd 6). Í ósáðum þækli komu fram slímgerlar eftir 7 vikna geymslu og er líklegt að gerlarnir hafi borist frá sáðum tunnum við sýnatökur. Slímgerlafjöldi í plasttunnum var nokkru lægri en í trétunnum (mynd 7). Í plasttunnu nr. 6, þar sem reynt var að hindra nærveru súrefnis, var fjöldi slímgerla töluvert minni en í plasttunnu nr. 5 mestan hluta geymslutímans.

Í trétunnu, sem innihélt venjulegan sykur og slímgerla myndaðist spinnþækill eftir 4-5 vikna geymslu (tafla 3). Á þessum tíma var slímgerlafjöldinn 10^5 - 10^6 /ml af þækli. Í ósáðri tunnu hafði spinnþækill ekki enn komið fram eftir 14 vikna geymslu. Spinnþækill myndaðist ekki í tunnum, sem innihéldu þrúgusykur í stað sykurs. Samkvæmt þesum niðurstöðum er því ljóst að með því að nota þrúgusykur í stað sykurs má koma í veg fyrir myndun spinnþækils jafnvel þótt mikill fjöldi slímgerla sé til staðar í þæklinum.

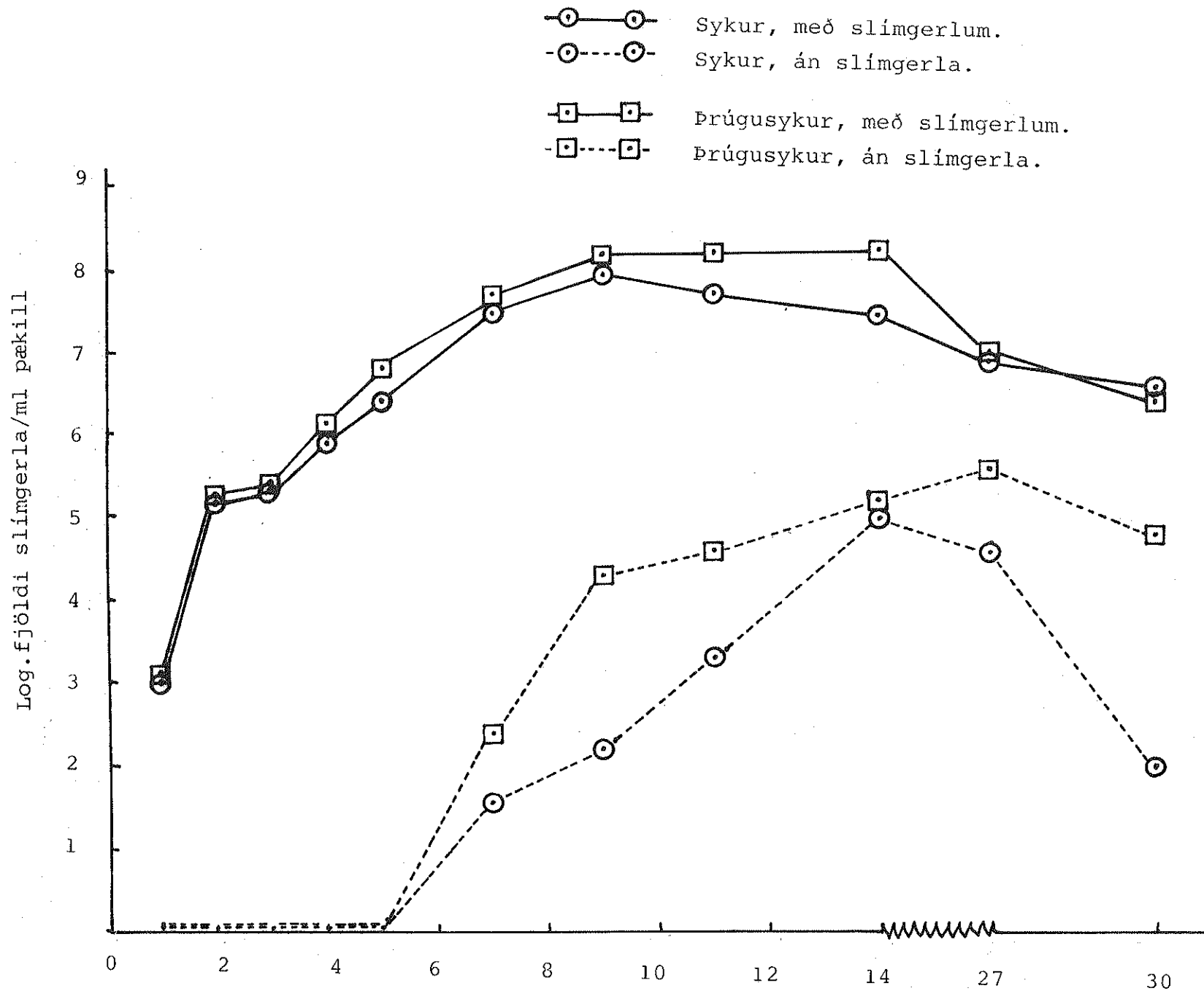
Í plasttunnu með venjulegum sykri og slímgerlum myndaðist spinnþækill eftir 4-5 vikur (tafla 4). Í samskonar plasttunnu með krana myndaðist spinnþækill nokkru síðar eða eftir 7-9 vikur.

Líkur eru á að súrefnisskortur hafi hér dregið úr vaxtarhraða slímgerlanna og þar með seinkað seigjumyndun. Spinnpækil myndast ekki í ósáðri plasttunnu.

Á myndum 8-11 eru sýndar niðurstöður saltmælinga í pækil- og síldarsýnum. Mælingarnar voru allsveiflukenndar en það gæti m.a. stafað af tíðum sýnatökum og mikilli meðhöndlun. Ennfremur skal hafa í huga að við söltunina var hráefnið ekki vegið. Af þessum sökum er varasamt að draga of miklar ályktanir. Niðurstöður bentu þó til þess að nærvera slímgerla hefði ekki áhrif á saltupptöku síldarinnar.

Í töflu 5 eru birtar umsagnir matsmanna en allar tunnur voru skoðaðar eftir 3, 14 og 27 vikur. Samkvæmt mati virtist ekki vera mikill munur á síld úr trétunnum annars vegar og plasttunnum hins vegar. Ennfremur virtist litlu máli skipta hvort sykur eða þrúgusykur væri notaður með tilliti til bragð- og lyktargæða. Ekki virðist rökrétt að líta á "súr" sem afleiðingu af spinnpækilmyndun, en oft hefur heyrst að síld með seigum pækli súrnaði fyrr en síld með eðlilegum pækli. Niðurstöður þessarar tilraunar benda til þess að ekki sé ákveðin regla fyrir slíku.

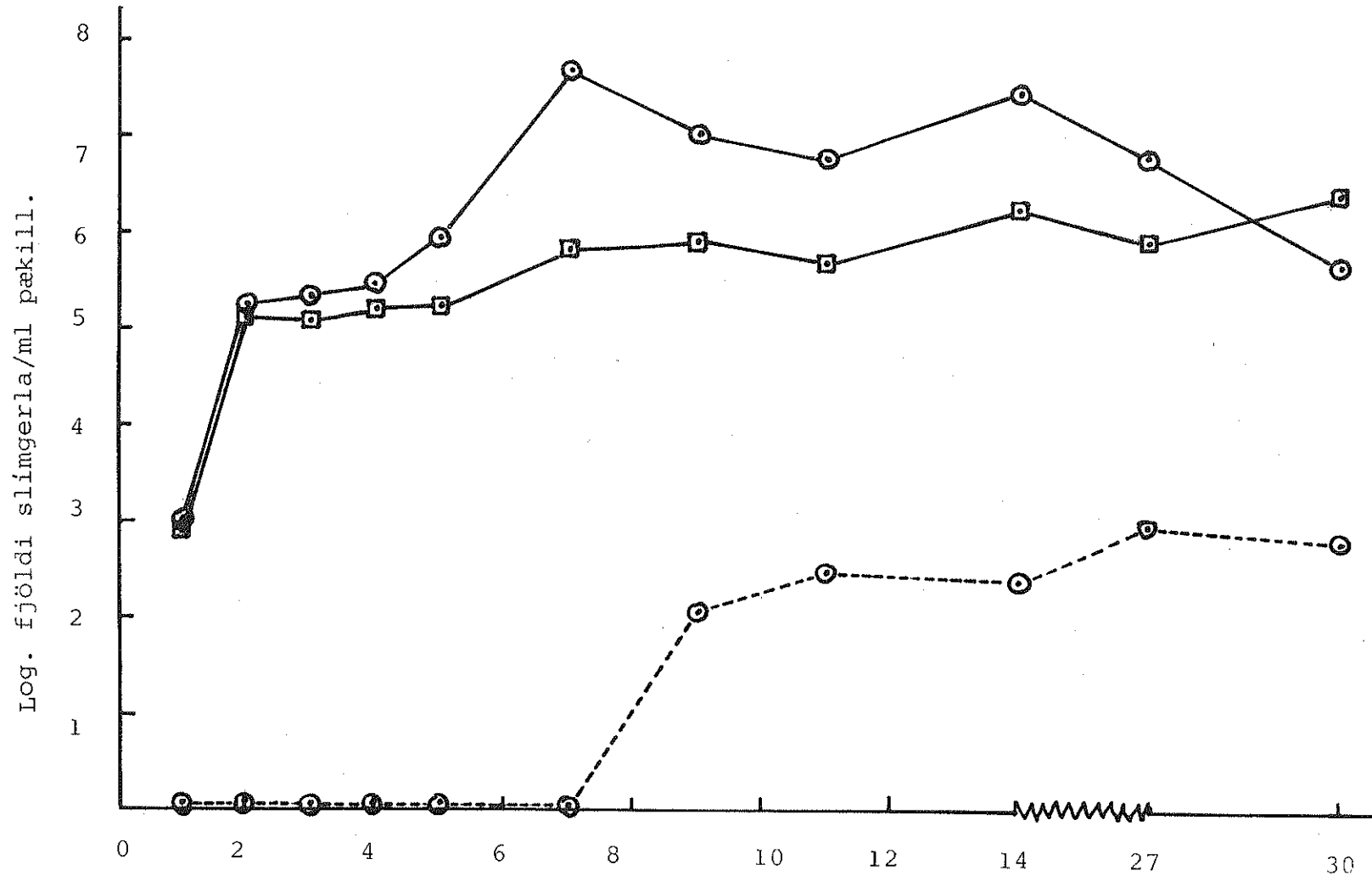
Sé litið á niðurstöður þessarar söltunartilraunar í heild er ljóst að stofn A, sem upphaflega var einangraður úr seigum pækli, er fær um að fjölga sér verulega í sykrudum síldarpækli við 10°C og framkalla þar spinnpækil. Levan-myndandi stofnar af ættkvísl Moraxella eru því orsök spinnpækilmyndunar í sykursaltaðri síld.



Geymslutími, vikur (við 10°C).

Mynd 6. Breytingar á fjölda slíngerla í síldarpækli yfir 30 vikna geymslutímabil: Trétunnur.

- sykur, með slímgerlum.
- sykur, með slímgerlum (óhreyfð tunna með krana).
- sykur, án slímgerla.



Geymslutími, vikur (við 10°C).

Mynd 7. Breytingar á fjölda slímgerla í sildarpækli yfir 30 vikna geymslutímabil: Plasttunnur.

Tafla 3. Breytingar á seigjustigi í síldarpækli yfir 30 vikna geymslutímabil: Trétunnur.

	<u>GEYMSLUTÍMI, VIKUR.</u>										
	1	2	3	4	5	7	9	11	14	27	30
Sykur með slímgerlum	0	0	0	0-1	2	3	3	3	3	3	3
Sykur án slímgerla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Þrúgusykur með slímgerlum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Þrúgusykur án slímgerla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

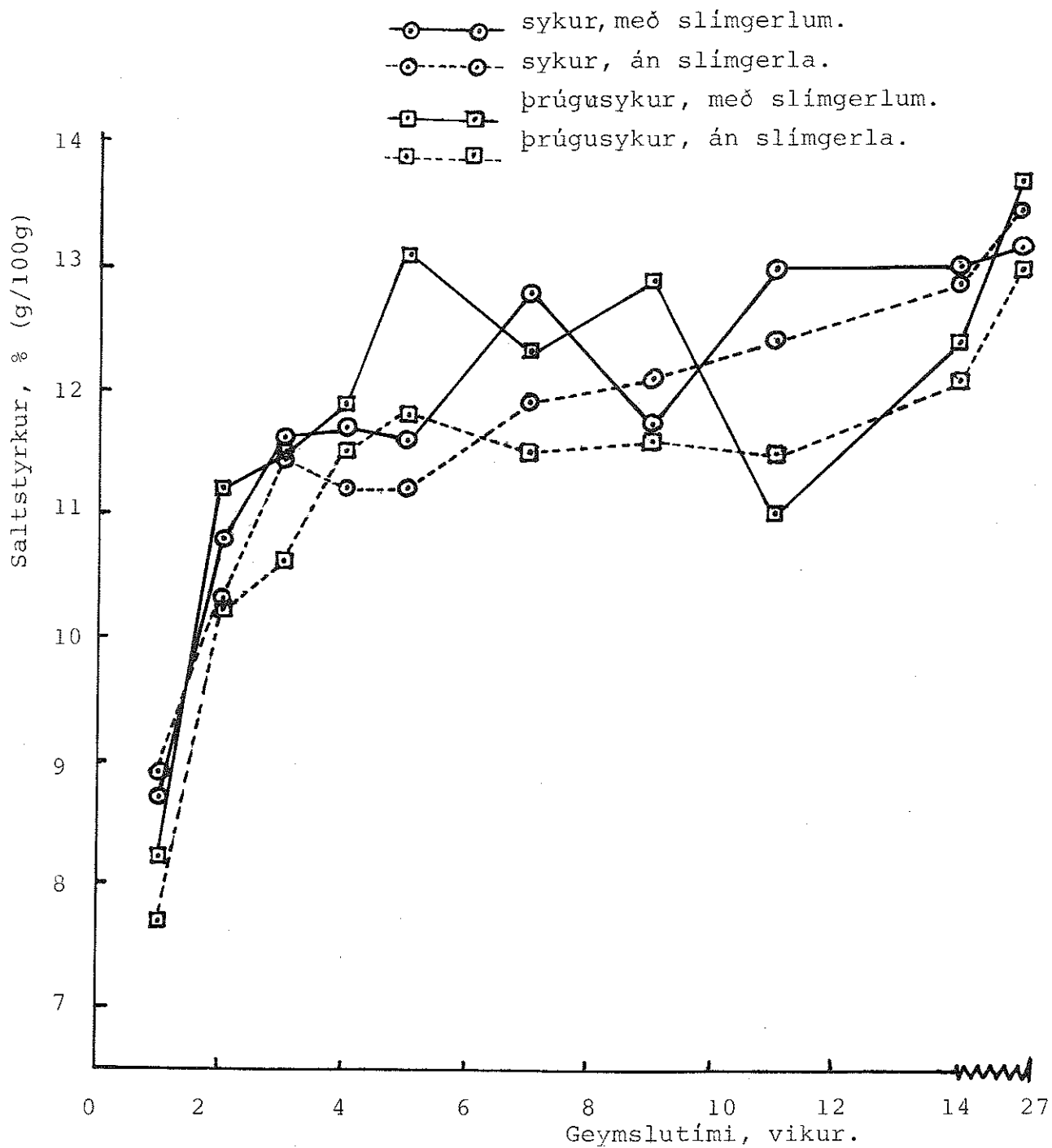
Seigjustig: 0= engin seigja.
 1= vottur af seigju.
 2= seigja.
 3= hlaup.

Tafla 4. Breytingar á seigjustigi í síldarpækli yfir 30 vikna geymslutímabil: Plasttunnur.

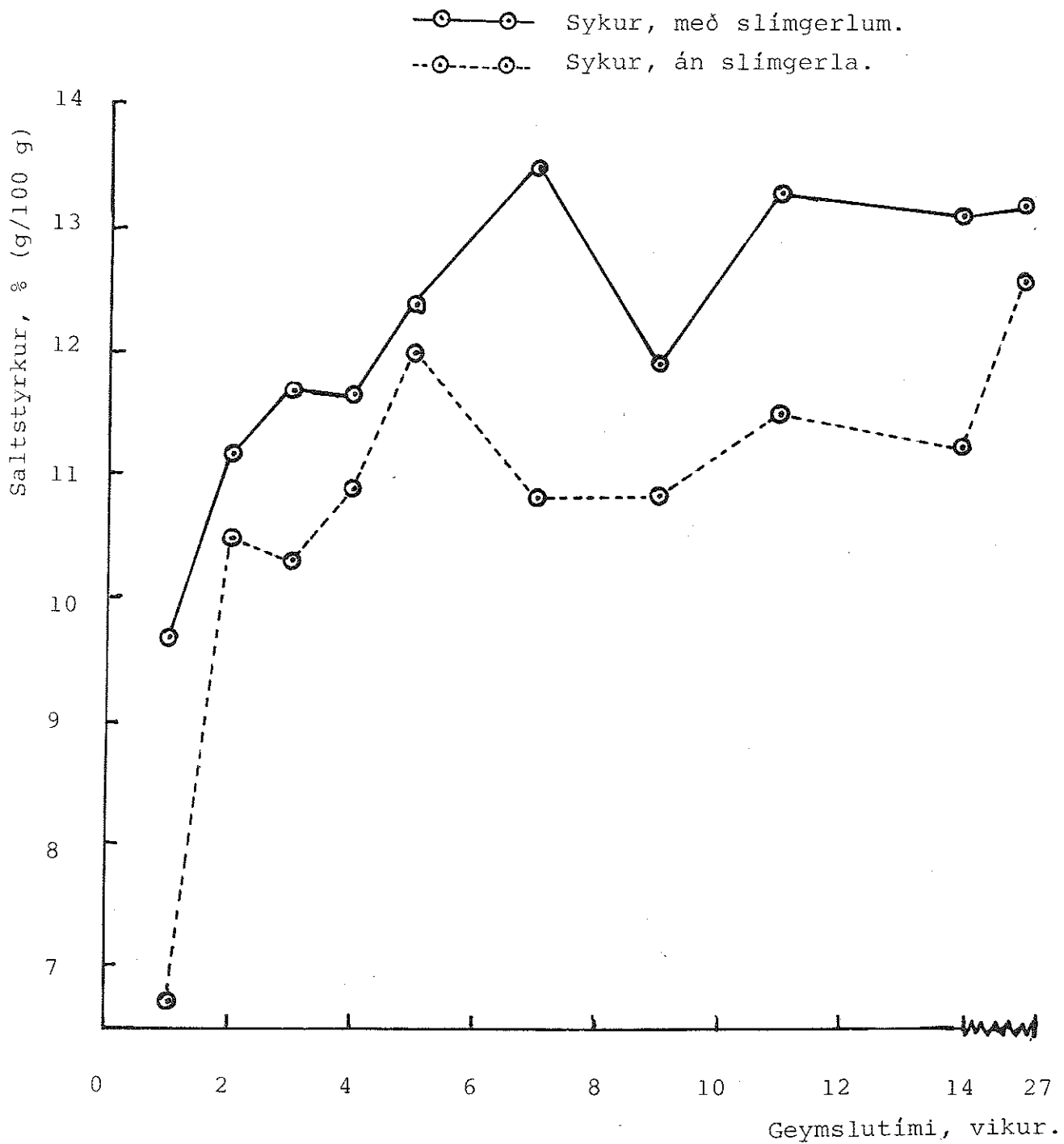
GEYMSLUTÍMI, VIKUR.

	1	2	3	4	5	7	9	11	14	27	30
Sykur með slíngerlum	0	0	0	1	1-2	2	3	3	3	3	3
Sykur með slíngerlum. (óhreyfð tunna með krana)	0	0	0	0	0	0-1	2	2	2	3	3
Sykur án slíngerla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

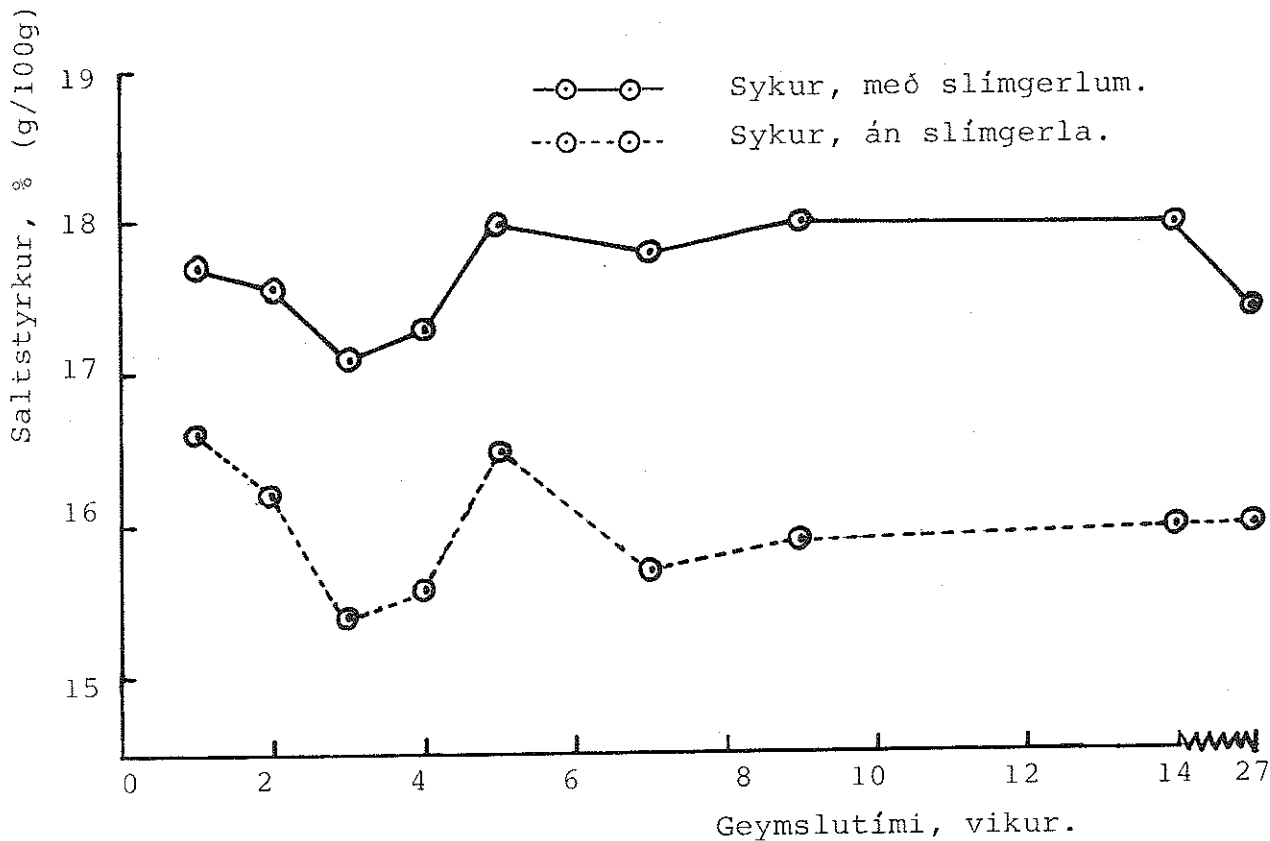
Seigjustig: 0= Engin seigja.
 1= Vottur af seigju.
 2= Seigja.
 3= Hlaup.



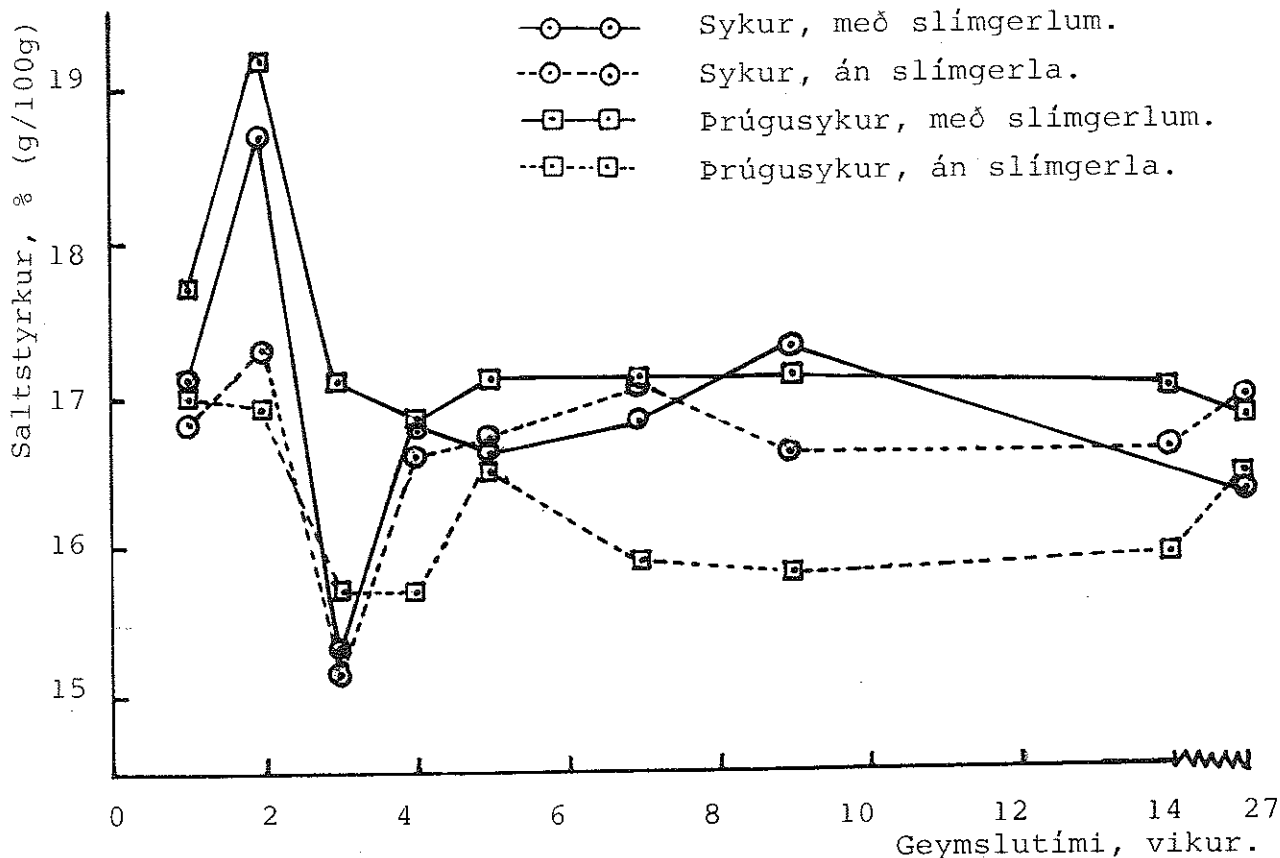
Mynd 8. Breytingar á saltmagni í síldarflökum yfir 27 vikna geymslutímabil: Trétunnur.



Mynd 9. Breytingar á saltmagni í síldarflökum yfir 27 vikna geymslutímabil: Plasttunnur.



Mynd 10. Breytingar á saltmagni í síldarpækli yfir 27 vikna geymslutímabil: Plasttunnur.



Mynd 11. Breytingar á saltmagni í síldarpækli yfir 27 vikna geymslutímabil: Trétunnur.

Tafla 5. Umsagnir matsmanna um gæði síldarinnar eftir 3, 14 og 27 vikna geymslu við 10°C.

Nr.	Tunnugerð	Eftir 3 vikur	Eftir 14 vikur	Eftir 27 vikur.
1	Trétunna, sykur, með slímgerlum.	Pækill glær, lykt lík vinsýru. Spinnpækill gæti verið að myndast. Lykt af síld óeðlileg. Mjög lítið verkuð.	Spinnpækill. Örlítill vottur af kæsulykt. Verkun eðlileg við hrygg. "Nýja lykt" af síld.	Spinnpækill. Byrjunareinkenni á súr.
2	Trétunna, sykur án slímgerla.	Pækillykt, og litur eðlilegur. Verkun ekki komin langt. Lykt af síld eðlileg.	Ekki spinnpækill. Salt gengið eðlilega inn að hrygg en þó ekki fullverkuð síld.	Pækill orðinn seigur. Síld eðlileg en fremur lin.
3	Trétunna, þrúgu-sykur, með slímgerlum.	Pækillykt og litur eðlilegur. Verkun svipuð og Nr. 2 Lykt af síld eðlileg.	Ekki spinnpækill. Heilbrigð við hrygg en ekki með eðlilegra verkunarlykt (nýjalykt).	Ekki spinnpækill. Greinileg súreinkenni.
4	Trétunna, þrúgu-sykur, án slímgerla.	Pækillykt og litur eðlil. Verkun mjög góð miðað við 3 vik. Óaðfínnanleg síld.	Ekki spinnpækill. Salt gengið eðlil. inn að hrygg, Þó ekki með eðlil. verkunarlykt.	Ekki spinnpækill. Síldin er rauð við dálk og greinileg súreinkenni.
5	Plasttunna, sykur, með slímgerlum.	Pækillitur daufur og lykt óeðlileg. Lykt af síld svipuð og nr. 1. Spinnpækill gæti verið að myndast.	Spinnpækill. Hefur tekið salti áður en hún tók hlaupi. Ekki súr en annarleg lykt.	Spinnpækill. Byrjunareinkenni á súr.
6	Plasttunna með krana, sykur, með slímgerlum.	Pækillykt og litur óeðlilegur. Lykt sérkennileg, ólík því sem áður hefur fundist.	Spinnpækill. Hefur tekið salti inn að hrygg en er með "innilokunarlykt".	Spinnpækill. "Innilokunarlykt" af síld. Hrá við dálkinn.
7	Plasttunna, sykur, án slímgerla.	Pækillykt minnti á vinsýru. Lykt af síld eðlileg. Verkun betri en nr. 2 en lakari en nr. 4.	Ekki spinnpækill. Eðlileg verkun inn við hrygg, þó ekki eðlileg verkunarlykt.	Ekki spinnpækill. Eðlileg verkunarlykt. Óskemmd. Síldin fremur lin og meyr.

7. ÁHRIF ROTVARNAREFNA Á VÖXT SLÍMGERLA

Rannsóknir á áhrifum rotvarnarefna á vöxt slímgerla hófust vorið 1979. Áhrif þriggja rotvarnarefna voru rannsökuð sérstaklega. Þessi efni voru kalíum níturat (saltpétur), natríum bensóat og kalíum sorbat.

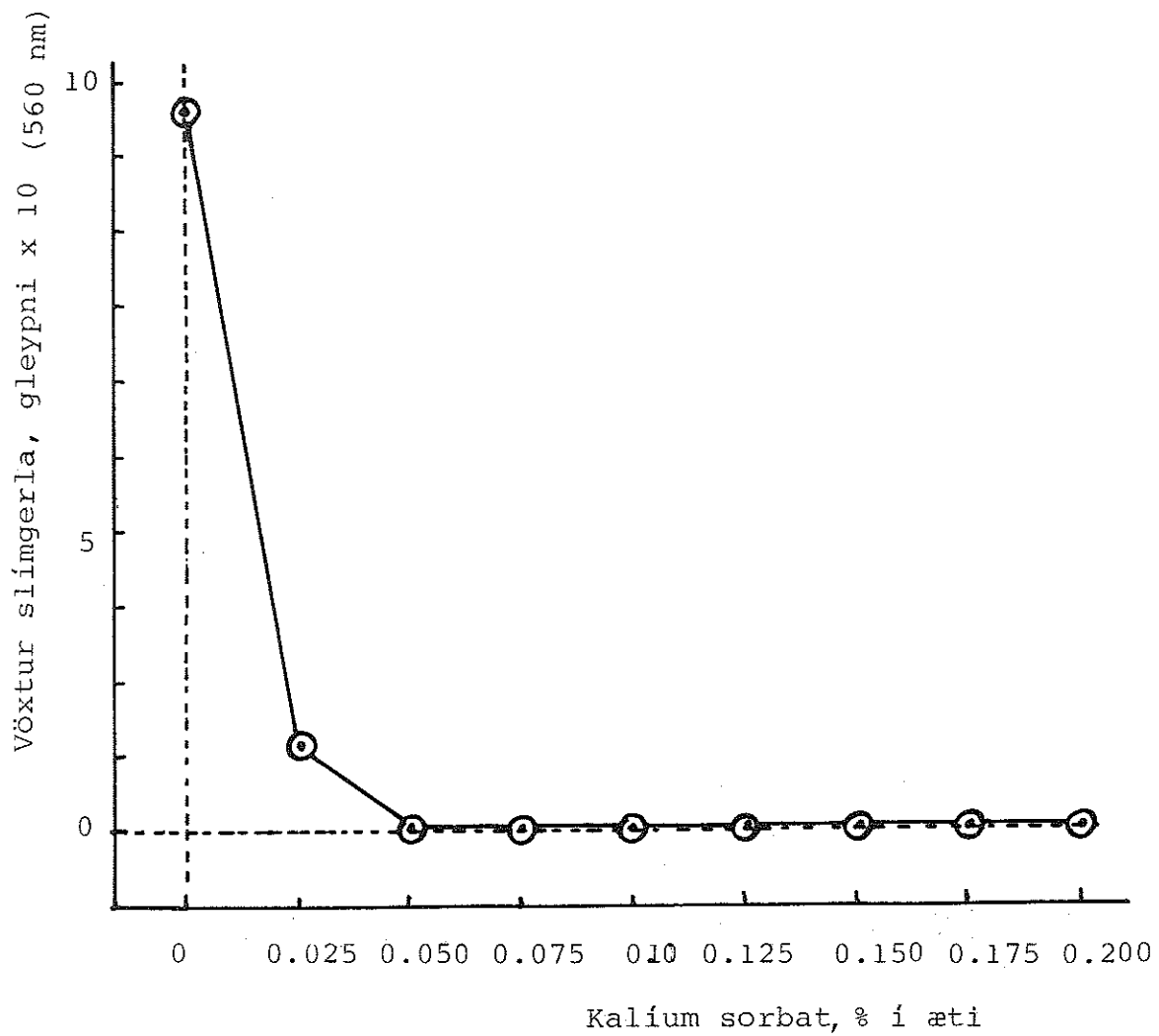
7.1. Forkönnun á virkni kalíum níturats og natríum bensóats

Forkönnun var gerð á virkni natríum bensóats á vöxt slímgerla. Þess skal hér getið, að virkni bensóats er mest við sýrustig (pH) 2.5-4.0 og fer minnkandi eftir því sem pH hækkar. Þar sem pH í síldarpækli er oftast á bilinu 6.0-6.5, þóttu litlar líkur á að efnið gæti komið að notum. Forkönnunin fór þannig fram, að fyrst var útbúin 10% sílugerileydd lausn af bensóati og henni síðan blandað í CFB-10% saltæti (pH 6.5) í eftirtöldum styrkjum: 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 %. Slímmyndandi gerlastofnum var síðan sáð í ætisglösin og eftir 7 daga ræktun við 22°C voru glösin skoðuð. Í ljós kom, að stofnarnir höfðu vaxið í öllum glösunum og því ljóst að bensóatið hafði lítil sem engin áhrif á vöxt stofnanna. Ekki þótti ástæða að kanna áhrif natríum bensóats nánar.

Kalíum níturat var kannað á svipaðan hátt. Niðurstöður gáfu til kynna að þetta rotvarnarefni væri gagnslaust gegn slímgerlum.

7.2. Forkönnun á virkni kalíum sorbats

Gerð var könnun á virkni kalíum sorbats gegn spinnpækilstofni nr. A. Ætislausn A (Lindeberg, 1957a) var notuð við ræktunartilraunir. Eftir gerileyðingu ætis var viðeigandi magni af sílugerileyddu kalíum sorbati bætt í ætið til að gefa eftirtalda lokastyrki af sorbati: 0.025, 0.050, 0.075, 0.100, 0.125, 0.150, 0.175 og 0.200 %. Stofni A var síðan sáð í tvöfaldar raðir af áður nefndum sorbatlausnum með pasteurpípettu (1 dropi pr. glas) og þau sett í ræktun við 22°C í 7 daga. Að afloknu ræktunartímabili var vöxtur í glösunum metinn með sjónmati og ljósvirknimælingu.



Mynd 12. Forkönnun á virkni kalíum sorbats á vöxt slíngerla í næringaræti.
(pH 6.5)

(i) Sjónmat. . Sáð var úr öllum glösum á 10% saltan CFB agar og skálarnar ræktaðar við 22°C í 7 daga. Vöxtur á skálum var síðan sjónmetinn. Niðurstöður eru sýndar í töflu 6.

TAFLA 6. Forkönnun á virkni kalíum sorbats á vöxt slímgerla í næringaræti: Sjónmat.

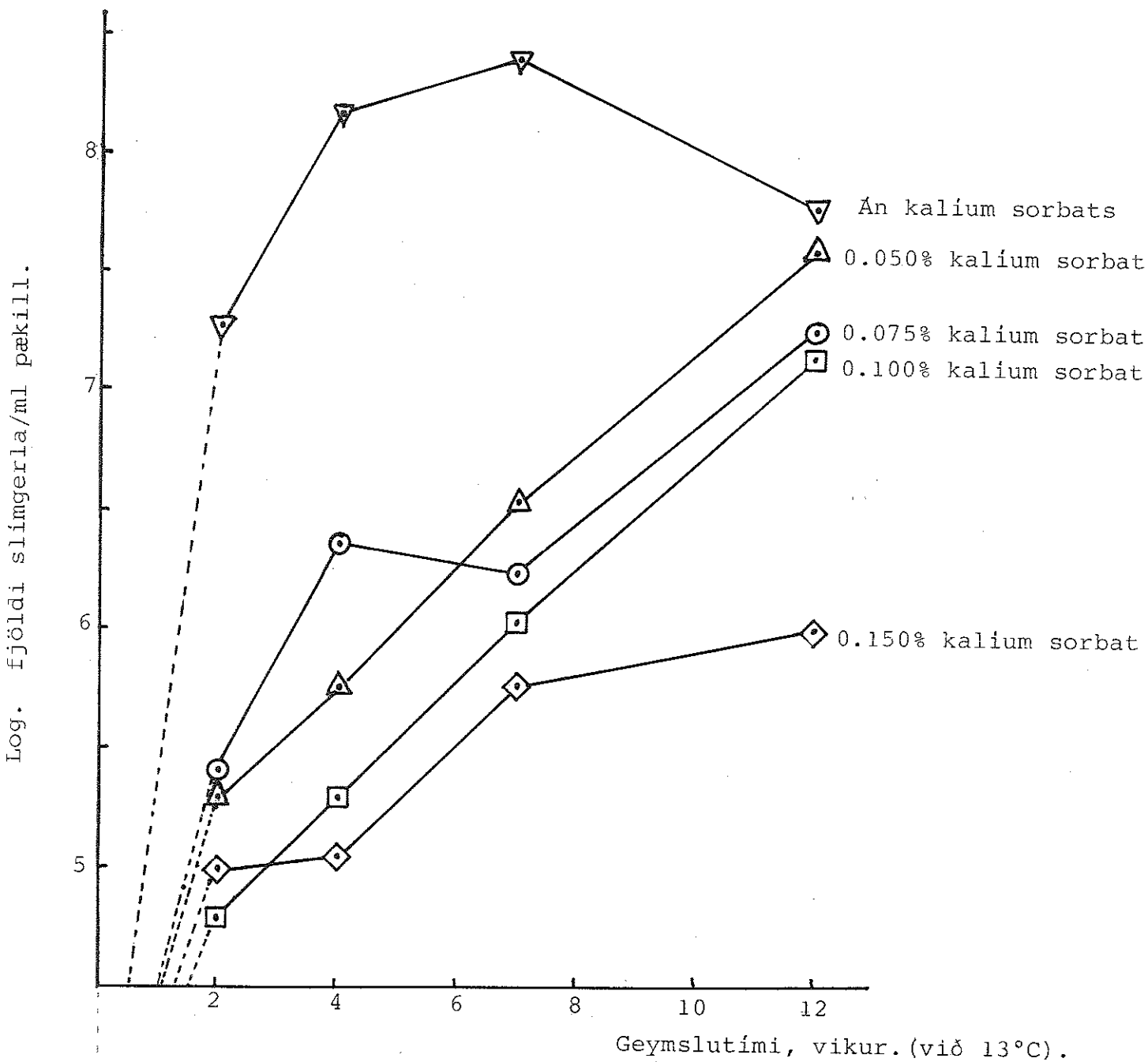
<u>% styrkur sorbats/æti</u>	<u>pH 7.0</u>	<u>pH 6.5</u>
0.025	+++	+
0.050	+++	-
0.075	++	-
0.100	+	-
0.125	+	-
0.150	-	-
0.175	-	-
0.200	-	-
kontról(án sorbats)	+++	+++

Einkunnaskali: +++ mikill vöxtur, ++ miðlungs vöxtur,
+ lítill vöxtur, - enginn vöxtur.

Samkvæmt þessum niðurstöðum var sorbatið enn mjög virkt við pH 6.5 en greinilega var farið að draga úr virkni sorbatsins við pH 7.0. Stofn A virtist vera mjög næmur fyrir sorbatinu, jafnvel í mjög lágum styrk.

(ii) Mæling á þéttleika ræktar. Þéttleiki ræktar í lausn A (pH 6.5) var ákvarðaður með ljósvirknimælingu (bylgjulengd 560 nm). Niðurstöður mælinga eru sýndar á mynd 12 og voru þær í góðu samræmi við niðurstöður sjónmats.

Niðurstöður þessarar forkönnunar bentu til þess að rotvarnar-efnið kalíum sorbat hefði mjög letjandi áhrif á vöxt slímgerilsins sem prófaður var. Niðurstöðurnar gáfu því vissulega tilefni til frekari rannsókna.



Mynd 13. Forkönnun á virkni kalíum sorbats á vöxt slíngerla í sykursildarpækli (söltun í 5 l plastílát): Breytingar á fjölda slíngerla yfir 12 vikna geymslutímabil.

← (Upphaflegur slíngerlafjöldi Log 3.5)

7.3. Forkönnun á virkni kalíum sorbats í síldarpækli.

Í ljósi fyrri niðurstaðna var ákveðið að framkvæma söltunartilraun til þess að kanna nánar virkni kalíum sorbats. Saltað var 18. maí 1979. Ekki reyndist unnt að útvega ferska síld á þessum tíma árs, þannig að nota varð frysta síld sem keypt var í Hraðfrystistöðinni, Reykjavík. Síldarútvegsnefnd útvegaði 5 l plastílát með loki og einnig salt og sykur. Við söltunina var miðað við eftirfarandi hlutföll:

4.167 kg síld
0.583 kg salt
0.250 kg sykur

5 kg/5 l plastílát

Kalíum sorbat magn pr. plastílát var miðað við heildarþyngd efna (5 kg):

<u>g sorbat/5 kg</u>	<u>Lokastyrkur sorbats (%)</u>
2.50	0.050
3.75	0.075
5.00	0.100
7.50	0.150

Einnig var notað sorbatlaust ílát til viðmiðunar. Sorbatinu var blandað saman við saltið og sykurinn rétt fyrir söltun. Ákveðnu rúmmáli af slímgerlalausn var síðan bætt í pækilinn 2 klst. eftir söltun. Ílátin voru síðan geymd við 13°C í 12 vikur og pækilsýni tekin reglulega til slímgerlatalninga á CFB agar. Ræktað var við 22°C í 5 daga. Einnig var fylgst reglulega með seigjumyndun. Eftir 8 vikna geymslu voru gerðar mælingar á sorbinsýru í pækli og síld.

Niðurstöður gerlatalninga og seigjumælinga eru sýndar á mynd 13 og í töflu 7. Í ljós kom, að sorbatið dró mjög úr vaxtarhraða slímgerlanna og tafði verulega fyrir myndun spinnpækils. Niðurstöður sorbinsýrumælinga eru sýndar í töflu 8, en í kafla 8.1. og 8.6. er nánar vikið að eðli rotvarnarefnisins og aðferðum við mælingar sorbinsýru.

TAFLA 7. Forkönnun á virkni kalíum sorbats á vöxt slíngerla í sykursíldarpækli (söltun í 5 l plastílát):
Breytingar á seigjustigi í sykursíldarpækli yfir 12 vikna geymslutímabil.

Kalíum sorbat %	Geymslutími, vikur			
	2	4	7	12
0	1	3	3	3
0.050	0	1	1	2
0.075	0	1	1	2
0.100	0	1	1	2
0.150	0	0-1	1	1

Seigjustig: 0 = engin seigja
1 = vottur af seigju
2 = seigja
3 = hlaup

TAFLA 8. Mælingar á sorbinsýru eftir 8 vikna geymslu sykursíldar í plastílátum.

Upphafsstyrkur kalíum sorbats(%)	Magn kalíum sorbats pr.5 l plastílát (g)	Sorbinsýra (%)	
		Síldarflök	pækill
0.050	2.50	0.022	0.022
0.075	3.75	0.032	0.037
0.100	5.00	0.046	0.054
0.150	7.50	0.060	0.080

8. SÖLTUNARTILRAUNIR 1979-81.

Haustið 1979 hófust söltunartilraunir, sem miðuðu m.a. að því að kanna áhrif rotvarnarefnisins kalíum sorbats á myndun spinnpækils í sykursaltaðri síld við eðlilegar verkunaraðstæður. Söltunin var framkvæmd 22. okt. 1979 í Fiskanesi h.f., Grindavík. Síldarútvegsnefnd sá um að útvega hráefni, tunnur og fleira sem til þurfti.

8.1. Eðli, virkni og notkun kalíum sorbats.

Sorbinsýra, sem efnafræðilega heitir 2.4-hexadienoic sýra er í vaxandi mæli notuð sem rotvarnarefni í fjölda matvæla, vegna þess hve skaðlaus hún er og án áhrifa á bragð matvæla. Sorbinsýra er ýmist notuð í mynd sýrunnar sjálfrar, sem hefur byggingarformúluna:



en þó oftast sem kalíumsalt sýrunnar, þ.e. kalíum sorbat með formúluna:



Sorbinsýra er í hreinni mynd hvítir kristallar með sérstaka lykt og súrt bragð. Aðeins 1.6 g leysast í 1 lítra af vatni og 0.7 g í 1 lítra af 10% saltpækli. Kalíum sorbat er einnig hvítt duft eða korn en 1.39 kg af því leysast í 1 lítra vatns og 0.54 kg í 1 lítra af 10% pækli. Vegna leysninnar er kalíum sorbat oftast það form sorbinsýrunnar, sem hentar best í matvæli.

8.1.1. Skaðleysisprófanir. Notkun sorbinsýru sem rotvarnarefnis hófst eftir að farið var að gera strangar kröfur um skaðleysi aukefna í matvælum og sennilega er hún það rotvarnarefni, sem mest hefur verið rannsakað frá heilsufarslegu sjónarmiði. Í stuttu máli hafa engin skaðsemieinkenni komið í ljós við dýratilraunir með sorbinsýru. Hjá mönnum og dýrum verður sorbinsýra fyrir efnaskiptum á svipaðan hátt og fitusýrur, hún oxast og klofnar niður í koldíoxíð og vatn. Gefin í stórum skömmtun eru flest efni hättuleg, þ.á.m. sykur, salt og sorbinsýra, en sé miðað við svonefnda LD₅₀ skammta fyrir rottur er

venjulegt salt mun hættulegra en sorbinsýra. Rotvarnarefnið bensósýra, sem mest er notað í matvælaíðnaði hérlandis, er einnig talið mun varhugaverðara efni en sorbinsýra.

8.1.2. Virkni sorbinsýra. Sorbinsýra er virkust sem rotvarnarefni gegn gersveppum og myglusveppum. Virkni gegn gerlum (bakteríum) er minni, en þó meiri gegn svonefndum katalasa jákvæðum gerlum en hinum katalasa neikvæðu. Minnst er virknin gegn Lactobacillus og Clostridium tegundum.

Til að sorbinsýra sé virk gegn örverum, þarf hún að komast gegnum frumuvegg þeirra, en það gerir hún aðeins óklofin, þ.e. þeim mun betur sem umhverfið er súrara. Sorbinsýra hefur þó lágan klofnunarfasta og mun lægri en bensósýra, en það þýðir, að sorbinsýra er nothæf sem rotvarnarefni í lítið súru umhverfi, en það er bensósýran ekki. Heimildir telja sorbinsýru hafa mesta virkni undir pH 6.5 en bensósýru undir pH 4.0.

Sorbinsýra hemur örverur með því að letja ýmis ensím örverufrumanna, einkum ensím kolvetnaefnaskiptanna, svo sem enolasa, laktat dehydrogenasa og ýmis ensím í sítrónusýruhringnum. Fáeinar örverur geta gert sorbinsýru óvirka með ýmsum efnahvörfum.

Sorbinsýra er hæfust til að rotverja matvæli, sem lítið eru menguð af gerlum. Hún leynir því hvorki skemmdu hráefni né sóðaskap í vinnslu.

8.1.3. Notkun sorbinsýru sem aukefnis. Sem dæmi um matvæli, er tíðkast að rotverja með sorbati má nefna: smjörlíki, osta, yfirborð á kjötpylsum, fisklagmeti, sýrt grænmeti (pickles), þurrkaða ávexti, ávaxtasafa, brauðvörur, konfekt og svo vín, en í víngerð er sorbinsýra ásamt brennisteinsdíoxíði mikið notuð til rotvarna.

Mikið hefur verið rætt um að nota sorbinsýru í stað eða ásamt nítríti í kjötvörur, og minnka þá að sama skapi notkun nítríts. Ýmsar tilraunir benda til, að sorbat með litlu magni nítríts hindri Clostridium gerla og eiturmyndun þeirra við pH um 6.

8.1.4. Reglur um sorbinsýru í fiskafurðum. Svo vikið sé sérstaklega að fiskafurðum má skv. íslenskri reglugerð nr. 250/1976 um tilbúning og dreifingu matvæla og annarra neyslu- og nauðsynjavara vera 0.1% sorbinsýra í söltuðum fiskvörum en 0.2% í fisklagmeti. Í Danmörku og Finnlandi er 0.1% sorbinsýra leyfð til rotvarna í fiskafurðum en í Svíþjóð, Noregi og V-Þýskalandi 0.2%. Í Bretlandi eru rotvarnarefni ekki leyfð í fiskafurðir. Í Bandaríkjunum er sorbinsýra á svonefndum GRAS lista (Generally Recognised as Safe) og án magntakmarkana nema í fáeinum stöðluðum matvælum.

Heimildir: Lueck (1980) og Pintauro (1974).

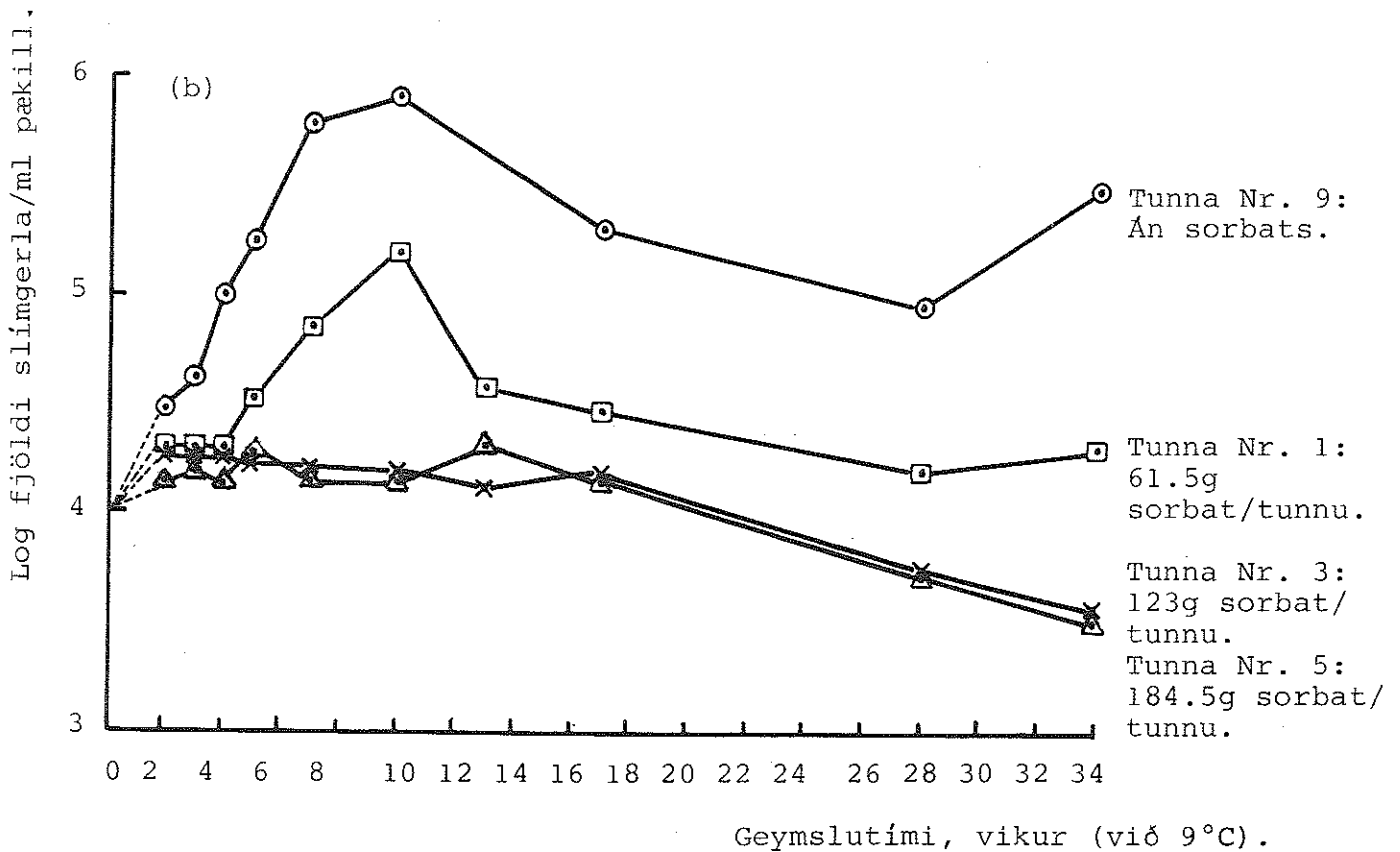
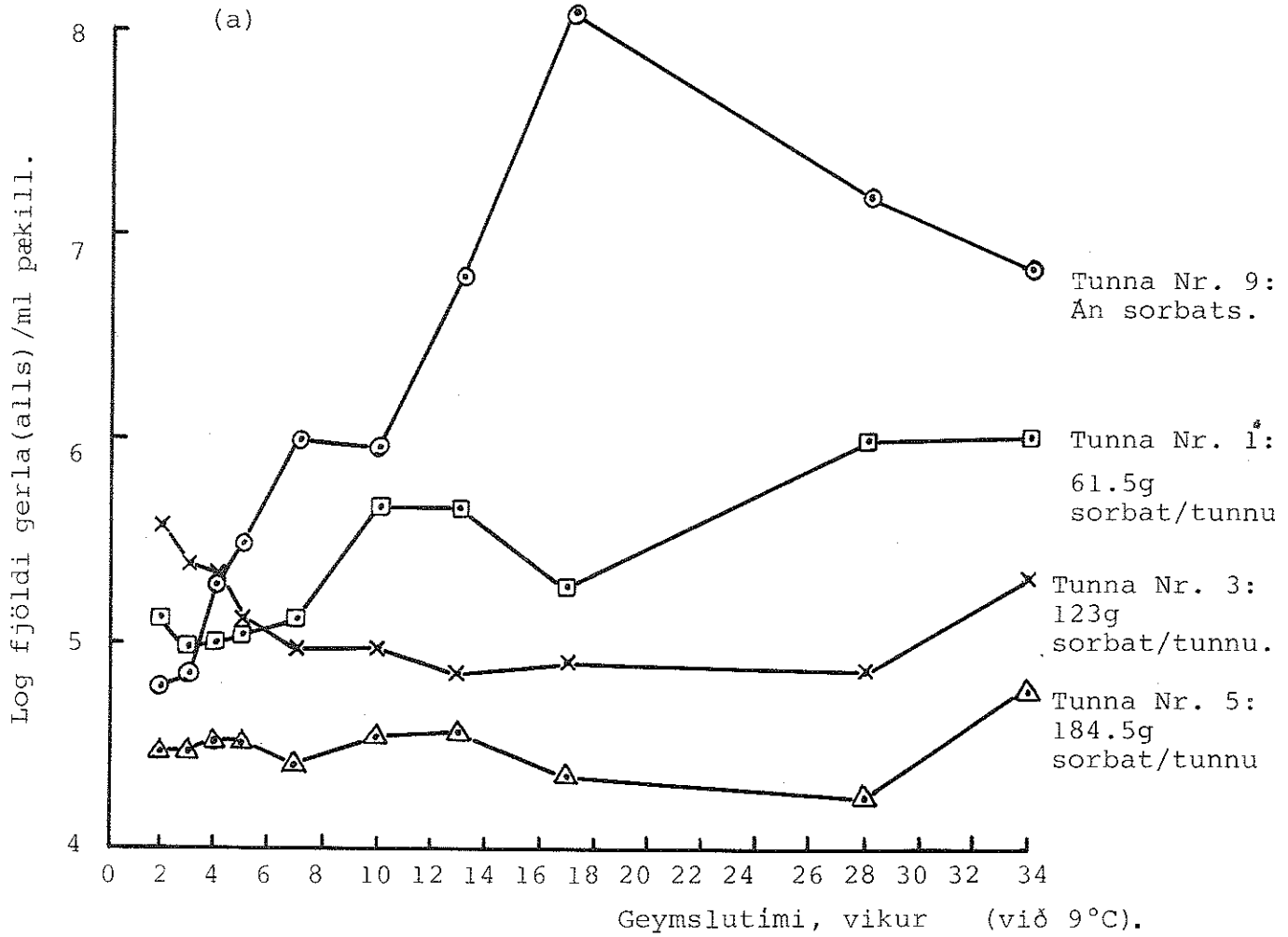
8.2. Tilhögun tilraunar

Alls var saltað í 14 trétunnur. Hver tunna innihélt 103 kg síld og 14 kg af salti. Að lokinni söltun voru tunnurnar fluttar í húsakynni Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins og geymdar þar við 9°C meðan verkun stóð yfir. Í töflu 9 er nánar greint frá tilhögun tilraunarinnar.

TAFLA 9. Tilhögun söltunartilraunar 1979.

Tunna nr.	Sykur (kg/tunnu)	Kalíum sorbat %*	Kalíum sorbat (g/tunnu)	Sáning með slíngerlum
1	6	0.050	61.50	+
2	6	0.075	92.25	+
3	6	0.100	123.00	+
4	6	0.125	153.75	+
5	6	0.150	184.50	+
6	6	0.175	215.25	+
7	6	0.200	246.00	+
8	6	0.000	0.00	-
9	6	0.000	0.00	+
10	3	0.150	180.00	+
11	3	0.200	240.00	+
12	3	0.000	0.00	-
13	3	0.000	0.00	+
14	12	0.000	0.00	-

*Miðað við heildarrúmmál tunnu (120 l).



Mynd 14. Breytingar á (a) heildargerlafjölda og (b) fjölda slíngerla í sykursíldarpækli yfir 34 vikna geymslutímabil við 9°C.

Yfir geymslutímam voru gerðar ýmsar athuganir á síld og þækli. Heildargerlatalningar og talningar á slímgerlum í þækilsýnum voru gerðar á CFB agar við 22°C eftir 5 daga. Reglulega var fylgst með myndun spinnþækils í öllum tunnum og yfirleitt var síldin skynmetin á sama tíma. Óskar Hermannsson frá Síldarútvegsnefnd sá að mestu um síldarmatið en einnig var leitað aðstoðar Ásgríms Kristjánssonar, yfirmatsmanns hjá Framleiðslueftirliti sjávarafurða. Þá var og fylgst reglulega með sorbinsýrumagni í síld og þækli í tunnum nr. 1, 3, 5 og 7 og ennfremur ýmsum sykrum meðan á verkun stóð.

Vegna skemmda var tunnum nr. 8, 9, 12, 13 og 14 fleygt 21. maí 1980. Tunnu nr. 4 var ennfremur fleygt þar sem allur þekill hafði lekið af henni. Tunnur nr. 1, 3, 5, 7 og 11 voru geymdar áfram við 9°C en tunnur nr. 2, 6 og 10 voru settar í kæli (0-1°C).

8.3. Niðurstöður gerlatalninga.

Á mynd 14 (a og b) eru sýndar niðurstöður heildargerlatalninga (a) og talninga á slímgerlum (b) í sykursíldarþækli úr tunnum nr. 1, 3, 5 og 9 yfir 34 vikna geymslutímabil. Báðar talningar voru gerðar á CFB agar eftir 5 daga ræktun við 22°C. Kalíum sorbat hafði hemjandi áhrif á heildargerlafjöldann í þæklinum. Nokkur fjölgun varð þó í tunnu nr. 1 þar sem minnsti sorbat-skammturinn var notaður. Í upphafi geymslutímans var fjöldinn í þessari tunnu log 5.13 pr ml þækils en eftir 34 vikur log 6.05. Geysileg gerlaaukning átti sér stað í órotvarinni tunnu (nr.9) þar sem heildarfjöldi gerla fór úr log 4.48 í upphafi í log 8.10 eftir 17 vikna geymslu.

Eftir 2ja vikna geymslu var fjöldi slímgerla nokkuð svipaður í öllum tunnum eða á bilinu log 4.15 - 4.48 pr. ml þækils. Slímgerlagjöldi í þækilsýnum úr tunnu nr. 9 fór síðan vaxandi og var orðinn log 5.78 eftir 7 vikna geymslu. Niðurstöður fyrir tunnu nr. 9 vantar eftir 10 og 13 vikna geymslu vegna mistaka við þynningar. Því er ekki hægt að segja fyrir um hvenær geymslutímans slímgerlarnir náðu hámarksfjölda. Svo virtist um tíma að slímgerlarnir væru að ná sér á strik í tunnu nr. 1 og

Tafla 10. Seigjustig í þækli. Í töflunni eru eingöngu sýnd seigjustig fyrir þær tunnur sem spinnþækill kom fram í. Í öðrum tunnum en hér eru skráðar myndaðist ekki spinnþækill.

Tunna nr.	Geymslutími, vikur									
	2	3	4	5	7	10	13	17	28	30
8	0	0	0	0	0	0	1	2	2-3	3
9	0	0	0	0	0	1	2	2-3	3	3
12	0	0	0	0	0	1-2	*	2-3	3	3
13	0	0	0	0	0	2	*	3	3	3
14	0	0	0	0	0	0	*	1	1	2

~~*~~ Tunnur nr 12-14 ekki skoðaðar.

Seigjustig 0 = Engin seigja.

1 = Vottur af seigju.

2 = Seigja.

3 = Hlaup.

náðu þeir hámarki (log 5.19 pr. ml þækils) eftir 10 vikna geymslu. Eftir þann tíma fór gerlunum hins vegar fækkandi og reyndist fjöldi þessi ekki nægjanlegur til þess að framkalla spinnþækil. Sorbatmagnið í tunnum nr. 3 og 5 var nægjanlegt til þess að hindra algjörlega vöxt slímgerla í þaklinum. Þegar leið á geymslutímamann fór gerlum þessum fækkandi.

8.4. Myndun spinnþækils

Fylgst var með myndun spinnþækils í öllum tunnum yfir geymslutímamann. Seigjumyndun var sjónmetin og voru gefin ákveðin seigjustig eins og áður hefur verið lýst. Niðurstöður eru sýndar í töflu 10. Tekið skal fram, að í töflunni eru eingöngu sýnd seigjustig fyrir þær tunnur þar sem þækillinn varð seigur meðan á tilrauninni stóð. Í ljós kom að spinnþækill myndaðist í tunnum nr. 8, 9, 12, 13 og 14 en allar þessar tunnur voru órotvarðar. Athyglisvert var að sykurmagn virtist hafa áhrif á myndun spinnþækils. Þannig varð fyrst vart við spinnþækil í tunnu nr. 12 (3 kg sykur) eftir 10 vikur, í tunnu nr. 8 (6 kg sykur) eftir 13 vikur og í tunnu nr. 14 (12 kg sykur) eftir 17 vikna geymslu. Hér verður þó að hafa í huga að slímgerlum var ekki sáð í tunnu nr. 8, 12 og 14. Mengun hefur því líklega átt sér stað úr sáðum tunnum við sýnatökur og síldarmat. Mengunin gæti því hafa verið mismikil og á ólíkum tíma en slíkt hefði vissulega áhrif á myndun spinnþækils. Í sáðum tunnum án rotvarnarefnis (nr. 9 og 13) myndaðist spinnþækill eftir 10 vikna geymslu.

Þegar síðasta skoðun var gerð voru liðnar u.þ.b. 100 vikur frá söltun og enn hafði spinnþækill ekki myndast í tunnum, rotvörðum með kalíum sorbati (nr. 1, 2, 3, 5, 6, 10 og 11). Þessar niðurstöður staðfesta að rotvarnarefnið kalíum sorbat er góð vörn gegn myndun spinnþækils í sykursaltaðri síld.

8.5. Skynmat

Niðurstöður skynmats eru sýndar í töflu 11. Í ljós kom, að órotvarin síld hafði tiltölulega lítið geymslupól við 9°C. Eftir 28 vikur var kominn súr í tunnur nr. 8, 9, 12 og 13 og

Tafla 11. Umsagnir matsmanna um gæði síldarinnar.

Eftir 17 vikur.

Tunnur nr. 1-14 voru skoðaðar. Engar athugasemdir voru gerðar um galla í síldinni. Verkun virtist eðlileg þó að spinnþakill væri til staðar í nokkrum tunnum (sjá töflu nr.10).

Eftir 28 vikur.

Síld í tunnum nr. 1-7 og 10-11 var í fullkomnu lagi. Ekki var að sjá nein aukaeinkenni vegna sorbatsins.

Tunna nr. 8: Síldin greinilega úldin og súr.

Tunna nr. 9: Súr á byrjunarstigi.

Tunna nr.12: Síldin mjög úldin og súr.

Tunna nr.13: Síldin greinilega úldin og súr.

Tunna nr.14: Ekki súr eða ýlda. Virðist þó vera að falla.

Eftir 30 vikur.

Niðurstöður þessarar skoðunar voru mjög svipaðar og fengust eftir 28 vikna skoðun nema að greinilegur súr fannst í síld úr tunnu nr. 14 og síld úr tunnu nr. 9 var orðin allsúr. Eins og fram kom í texta var tunnum nr. 4, 8, 9, 12, 13 og 14 fleygt eftir 30 vikna geymslu. Tunnur nr. 1, 3, 5, 7 og 11 voru geymdar áfram við 9°C en tunnur nr. 2, 6, og 10 fluttar í kæligeymslu (0-1°C).

Eftir 34 vikur.

Tunna nr. 1: Eðlileg lykt og bragð. Síldin mjúk.

Tunna nr. 2: Eðlileg, þó allstinn.

Tunna nr. 3: Síld þurrari og stinnari en nr. 1. Lykt og bragð eðlilegt. Á eðlilegu verkunarstigi.

Tunna nr. 5: Lykt og bragð eðlilegt. Stinnleiki mitt á milli 1 og 3. Síld á eðlilegu verkunarstigi.

Tafla 11. Frh.-

Tunna nr. 7: Lykt og bragð eðlilegt. Síld frekar stinn, svipuð og nr. 3. Vel verkuð og mjög bragðgóð.

Tunnur nr.

10 og 11: Eðlileg síld m.t.t. verkunar, lyktar, bragðs og mýktar.

Þekillinn var eðlilegur í öllum þeim tunnum sem skoðaðar voru.

Eftir 40 vikur.

Tunna nr. 1: Geymsluþol á þrotum. Örlítill vottur af súr? Síldin þó enn vinnsluhæf. Þekill eðlilegur.

Tunnur nr.

3,5,7 og 11: Engar athugasemdir.

Eftir 48 vikur.

Tunna nr. 1: Síld ónýtt vegna súrs og ýldu. Þekill óhlaupinn.

Tunnur nr.

3,5,7 og 11: Engar athugasemdir.

Eftir 62 vikur.

Sömu umsagnir og eftir 48 vikur.

Eftir 70 vikur.

Tunna nr. 1: Þekill enn óhlaupinn.

Tunnur nr.

2,3,5,6,7,10

og 11: Síld óaðfínanleg í öllum tunnum. Þekill einnig eðlilegur í öllum tunnum.

Tafla 11. Frh.-

Eftir 85 vikur.

Við 9° geymslu:

Tunna nr. 1: Síld ónýtt. Spinnpækill hefur enn ekki myndast. Pækill mjólkurlitaður.

Tunna nr.

3, 5, 7: Pækill eðlilegur. Ofverkuð síld, vottur af remmubragði. Litur á síld brúnleitur. Síldin ósúr.

Tunna nr. 11: Pækill eðlilegur. Ofverkuð og allsterkt remmubragð. Litur á síld brúnleitur.

Við 0-1° geymslu:

Tunna nr. .

2, 6, 10: Síld og pækill eðlilegur. Ekki vottur af remmubragði og litur ljósari en í tunnum við 9°C.

Eftir 100 vikur.

Sömu umsagnir og eftir 85 vikur.

eftir 30 vikur einnig í tunnu nr. 14. Geymsluþolið virtist háð sykurmagninu að einhverju leyti. Þannig var specialsíldin (3 kg sykur) verst á sig komin eftir 28 vikur, þá sykursíldin (6 kg sykur) og tunna nr. 14 með 12 kg af sykri var best. Rotvarin síld geymdist hins vegar mun betur. Tunna nr. 1, sem hafði minnst sorbat (61.5 g/tunnu) féll eftir 40-44 vikna geymslu. Allar aðrar tunnur voru í lagi eftir 70 vikna geymslu. Eftir 85 vikna geymslu var síldin í þessum tunnum enn ósúr. Remmubragð var þá komið í síld, sem geymd var við 9°C (nr. 3, 5, 7 og 11) og litur var óeðlilega dökkur. Tunnur nr. 2, 6 og 10, sem voru geymdar í kæli seinni hluta geymslutímans voru í lagi eftir 85 vikna geymslu. Eftir 100 vikur var síldin enn ósúr. Rotvarnarefnið kalíum sorbat hafði því afgerandi áhrif á geymsluþol síldarinnar. Með notkun sorbats í tiltölulega lágum styrk er hægt að lengja geymsluþol sykursíldar allt að þrefalt samkvæmt niðurstöðum þessarar tilraunar.

8.6. Sorbinsýrumælingar í rotvarinni sykursíld

Við söltunina voru notuð 61.5 - 246 g af kalíum sorbati í hverja tunnu. Það samsvarar um 36 - 145 g af sorbinsýru fyrir hver 100 kg í tunnu. Hver tunna var sýkt með slímpækilgerlum.

Sorbinsýrumælingar voru gerðar á sýnum úr fjórum tunnum á nokkurra vikna fresti, meðan á verkun stóð. Í tunnurnar, sem mælt var í, höfðu verið settar eftirfarandi skammtar rotvarnarefnis:

Tunna	Kalíum sorbat	Reiknað sem sorbinsýra
nr. 1	0.050%	0.036%
nr. 3	0.100%	0.072%
nr. 5	0.150%	0.108%
nr. 7	0.200%	0.144%

8.6.1. Vinnulýsing. Við ákvörðun á sorbinsýru var síldin fyrst hökkuð (5.0 g) og rotvarnarefni ásamt fitu dregin úr henni með eter og sýru. Þekill var einnig hristur með sýrðum eter. Rotvarnarefnin voru síðan skilin frá fitu með lútarlausn og færð úr lútarlausninni með klóroformi. Rotvarnarefnin voru síðan

hvörfuð við sérstakt kísilsamband (MSTFA) til að gera þau fleygari, og loks voru þau mæld á gasgreini. Staðallausnir voru meðhöndlaðar eins, og niðurstöður sýnanna reiknaðar út frá þeim.

Aðferðin var að mestu þróuð hjá Statens Livsmedelsverk í Uppsölum (Larsson og Fuchs 1974), en hefur tekið nokkrum breytingum hjá Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Með þessari aðferð er einnig hægt að mæla bensósýru og skyld efni.

8.6.2. Niðurstöður mælinga. Helstu niðurstöður sorbinsýrumælinga eru sýndar í töflu 12.

TAFLA 12. Sorbinsýra í sykursíld (mg/kg) og þækli (mg/l).

Síld	Geymslutími, vikur						
Tunna nr.	2	5	7	10	13	28	34
1	0.25	0.25	0.27	0.20	0.14	0.12	0.11
3	0.56	0.71	0.64	0.58	0.34	0.32	0.21
5	0.78	1.05	1.02	0.78	0.53	0.48	0.43
7	1.15	1.29	1.51	1.11	0.73	0.77	0.58

Þækli	Geymslutími, vikur						
Tunna nr.	2	5	7	10	13	28	34
1	0.20	0.22	0.24	0.20	0.14	0.16	0.19
3	0.49	0.47	0.51	0.41	0.31	0.31	0.31
5	0.67	0.74	0.85	0.69	0.46	0.47	0.49
7	1.07	1.10	1.16	0.91	0.62	0.64	0.52

8.6.3. Ályktanir. Augljóst var, að síldin tók sorbat hratt upp fyrsta hálfu mánuðinn eftir söltun, því að þá þegar hafði sorbatið jafnast milli síldar og þækils. Sorbatið mældist síðan svipað í a.m.k. 7 vikur, en fór eftir það minnkandi bæði í síld og þækli, þó að einstaka mælingar skærú sig úr. Eftir 34 vikur var helmingur af upphaflegu magni sorbinsýrunnar horfinn, og er líklegast að efnið brotni smám saman niður, eða endurheimtist ekki úr frumveggjum örveranna við mælingarnar.

8.7. Sykrumælingar í síld og þækli.

Hluti söltunartilraunarinnar, er hófst haustið 1979 fólst í því að fylgjast með upptöku sykurs í síld og dreifingu sykranna súkrósa, glúkósa og frúktósa í síld og þækli, meðan á verkun stóð.

Mælt var í eftirfarandi tunnum.

tunna nr.	sykur (kg/tunnu)	sáning með slímgerlum
8	6	-
9	6	+
12	3	-
13	3	+

Í öllum þessum tunnum var hráefnið órotvarið en auk þess voru sykrur mældar í fullverkaðri síld úr tunnum nr. 7 og nr. 11 sem rotvarðar voru með 0,2% kalíum sorbati.

8.7.1. Vinnulýsing.

Sýni af síld og þækli voru tekin öðru hvoru, meðan á verkun stóð. Alls voru þannig tekin um 5 kg af síld og 1 l af þækli. Saltþækill (án sykurs) var notaður á tunnurnar jafnharðan.

Súkrósi, glúkósi og frúktósi voru mældir með svonefndum ensímatískum aðferðum og fengnar til þess sérstakar efnablöndur frá fyrirtækinu Boehringer Mannheim, c/o Ercopharm A/S í Danmörku.

Ensímatískar aðferðir eru mjög sérhæfðar fyrir þau efni sem verið er að mæla, þær eru einnig markvísar og nákvæmar ef vandlega er unnið. Aðferðirnar eru fljótlegar og krefjast ekki mjög sérhæfðra tækja.

8.7.2. Niðurstöður.

Tafla 13 Sykur (súkrósi) í sykursíld og þækli (%).

Geymslutími vikur	Tunna nr:					
	8		9		7	
	síld	þækill	síld	þækill	síld	þækill
2	2.6		2.4	4.6		
7	2.9	4.4	2.8	5.0		
10	3.1	4.2	2.9	4.4		
13	3.3	4.6	3.0	4.6		
17	3.0	4.7	2.5	4.1		
28	2.8	4.6	2.1	3.4	3.0	4.6
34					2.7	4.1

Tafla 14. Þrúgusykur (glúkósi) í sykursild og pækli (%).

Geymslutími vikur	Tunna nr.					
	8		9		7	
	sild pækill		sild pækill		sild pækill	
2	0.2	0.1	0.2	0.1		
7	0.2	0.2	0.2	0.3		
10	0.2	0.3	0.2	0.5		
13	0.3	0.3	0.3			
17	0.3	0.5	0.5	0.9		
28	0.3	0.5	0.6	1.2	0.2	0.4
34					0.3	0.6

Tafla 15. Avaxtasýkur (frúktósi) í sykursild og pækli (%).

Geymslutími vikur	Tunna nr.					
	8		9		7	
	sild pækill		sild pækill		sild pækill	
2	0.3		0.1			
7			0.2			
10						
13	0.2		0.3			
17	0.3	0.3	0.7	0.4		
28	0.3	0.6	0.2	0.5		
34					0.3	0.6

Tafla 16. Sykur (súkrósi) í specialsild og pækli (%).

Geymslutími vikur	Tunna nr.					
	12		13		11	
	sild pækill		sild pækill		sild pækill	
7	1.1	2.6	1.0	2.4		
10	0.8	1.6	1.4	2.1		
13	0.9		1.5	1.2		
17	0.7	1.7	1.2	1.0		
28	0.6	0.3	1.0	0.9	1.2	1.9
34	0.3	0.5	0.7	1.0	1.1	1.6

Tafla 17. Þrúgusykur (glúkósi) í specialsíld og þækli (%).

Geymslutími vikur	Tunna nr.					
	12		13		11	
	síld þækill		síld þækill		síld þækill	
2	0.2	0.1	0.1	0.1		
7	0.4	0.2	0.1	0.3		
10	0.2		0.2	0.4		
13	0.3	0.3	0.3	0.4		
17	0.3		0.4			
28	0.3	0.5	0.4	0.9	0.3	0.3
34					0.3	0.5

Tafla 18. Ávaxtasykur (frúktósi) í specialsíld og þækli(%).

Geymslutími vikur	Tunna nr.					
	12		13		11	
	síld þækill		síld þækill		síld þækill	
2	0.3		0.1			
7	0.1		0.1			
10						
13	0.2		0.2			
17	0.2	0.3	0.3	0.3		
28	0.2	0.3	0.4	0.5		0.4
34					0.2	0.2

Niðurstöður í töflum 13-18 sýna að sykur gengur ört inn í síld á fyrstu vikum verkunar og nær hámarki þar eftir u.þ.b. 13 vikna verkun. Eftir það fer sykurinn heldur minnkandi bæði í síld og þækli og er það sennilega vegna sykursundrunar að hluta, en einnig vegna saltþækilviðbótar meðan á verkun stóð. Í öllum tunnunum fjórum (nr. 8, 9, 12 og 13), þar sem fylgst var með sykri allt verkunartímabilið myndaðist spinnþækill og rýrir það vafalítið sykurrinnihaldið, en athygli vekur hve lítinn sykur virðist þurfa að brjóta niður til að mynda þykkt hlaup í tunnunum. Þannig er sykurrinnihald sykursíldar og þækils lítið herra í rotvörðu tunnunni (nr. 7) en í spinnþækiltunnunum (nr. 8 og 9). Í specialsíldar-tunnunum (nr. 12 og 13) er sykurtapið heldur meira áberandi miðað við rotvörðu tunnuna (nr. 11).

Litlar ályktanir er hægt að draga af glúkósa- og frúktóسانیðurstöðum, til þess eru þær of fáar og dreifðar. Heldur meira virðist þó vera af glúkósa í spinnpækli en rotvörðum pækli, en frúktósin er svipaður.

Heildarniðurstaðan er því sú, að merkilega lítið af sykri virðist þurfa að brotna niður til myndunar frúktósafjöllliðu, sem veldur mjög seigum pækli.

9. UMREÐUR OG ÁLYKTANIR.

Niðurstöður þessara rannsókna leiðdu í ljós að levan-myndandi gerlar af ættkvísl Moraxella valda myndun spinnpækils með því að breyta sykrinum í slímkennt efni, levan. Gerlar þessir hafa ýmsa aðra eiginleika sem eru áhugaverðir. Í súrefnisauðu umhverfi vaxa þeir ekki í venjulegu næringaræti. Þeir vaxa hins vegar við þessar aðstæður sé saltpétri (KNO_3) bætt í næringaræti þeirra. Þessar niðurstöður leiða hugann að því hvort saltpétur verki fremur hvetjandi en letjandi á myndun spinnpækils undir vissum kringumstæðum. Þetta atriði verður rannsakað nánar.

Söltunartilraunir hafa sýnt að ein leið til lausnar þessu vandamáli er að skipta um sykrugerð og nota t.d. þrúgusykur í stað venjulegs sykurs. En þrúgusykur er dýrari og minna sætur en venjulegur sykur. Önnur leið og æskilegri er að nota rotvarnarefnið kalíum sorbat en allar tilraunir með þetta efni staðfestu áhrifamátt efnisins gegn myndun spinnpækils. Enn fremur geymist sykursíld allt að þrefalt lengur, ef notað er kalíum sorbat í heppilegum styrk. Eðlilegt er að nota ekki minna en 100 g af kalíum sorbat í tunnu svo fullnægjandi rotvörn sé tryggð.

Á haustvertíð 1980 var kalíum sorbat notað í fyrsta skipti við söltun síldar hér á landi. Af alls 269 þús. tunnum sem voru saltaðar var sorbat notað í u.þ.b. 150 þús tunnur af heilsíld og "specialsíld". Þessi síld var seld til Rússlands.

Þótt ýmsan nýjan fróðleik um spinnpækilvandamálið megi finna í skýrslunni er mörgum spurningum enn ósvarað. Litlar upplýsingar liggja m.a. fyrir um uppruna, útbreiðslu og smitleið slímgerla. Á síðustu árum hefur gerladeild Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins rannsakað allmörg sýni af tréspænum úr nýjum og notuðum tunnum, úr vinnslurás söltunarstöðva, af salti, sykri, síld og fleira. Íöulega hafa fundist slímgerlar í notuðum tunnum og oft í miklu magni. Einnig hafa slímgerlar fundist í vinnslusal söltunarstöðvar einnar, m.a. við á gólfi þar sem illa var þrifið. Hins vegar hafa slímgerlar ekki fundist í nýju salt og sykri, nýrri síld og ónotuðum tunnum. Ennfremur hafa verið tekin sjósýni við Reykjavík en niðurstöður verið neikvæðar. Þessar rannsóknir benda til þess að smitleið slímgerlanna sé að finna innan söltunarstöðvanna sjálfra. Gefur auga leið að viðhaft hreinlæti á söltunarstöðvunum skiptir hér miklu máli. Nánari rannsókna er þörf á þessu sviði.

Hér verður að lokum reynt að benda á nokkur atriði sem skipta verulegu máli til að halda spinnþækli í skefjum.

(1) Nota kalíum sorbat (100-200 g/tunnu).

Ástæða: Kalíum sorbat hefur vaxtarhindrandi áhrif á slímgerla og eykur geymsluþol síldarinnar til muna.

(2) Nota þrúgusykur í stað sykurs.

Ástæða: Slímgerlarnir eru ófærir um að mynda slímefni úr þrúgusykri.

(3) Nota ekki óhreinar trétunnur við söltun.

Ástæða: Óhreinar tunnur innihalda oft mikið af slímgerlum sem síðan geta borist í þækilinn.

(4) Framleiða jafna vöru.

Ástæða: Þættir eins og saltmagn og geymsluhitastig skipta miklu máli hvað varðar vaxtarhraða slímgerla. Vigtun efna og jafn geymsluhiti er grundvallaratriði.

(5) Varast millifærslusýkingu við þæklu.

Ástæða: Slímgerlar loða auðveldlega við þækilslöngur og trektar og geta því borist frá mengaðri tunnu yfir í ómengaða.

(6) Varast millifærslusýkingu við síldarmat.

Ástæða: Slímgerlarnir geta borist með höndum, saltgráðumælum og fl. úr menguðum tunnum yfir í ómengaðar.

(7) Geyma ekki tunnur með seigum þækli innan um ómengaðar tunnur.

Ástæða: Mikil hætta á millifærslusýkingu.

(8) Þrifa söltunarstöðina reglulega með gerileyðandi efnum.

Ástæða: Slímgerlar lifa oft góðu lífi þar sem óhreinindi eru til staðar.

10. ÞAKKARORÐ.

Kærar þakkir til eftirtalinna aðila:

Síldarútvegsnefndar og sérstaklega Óskars Hermannssonar fyrir góða samvinnu,

matsmanna Framleiðslueftirlits sjávarafurða, sérstaklega Asgríms Kristjánssonar fyrir aðstoð við síldarmat.

Ólafs Steingrímssonar lækni hjá sýklarannsóknadeild Landspítalans fyrir rannsóknir á næmni slímgerla gegn penicillin G,

samstarfsfólks í efna- og gerlafræðideild fyrir veitta aðstoð við framkvæmd verkefnisins.

11. HEIMILDASKRÁ.

- Aschehoug, V. 1959. Om fremstilling av halvkonserver av fisk
Tidsskrift for Hermetik industri, 117.
- Buchanan, R.E. og Gibbons, N.E. 1974. Bergey's Manual of
Determinative Bacteriology. 8. útg.
Williams & Wilkins Company, Baltimore.
- Hjort-Hansen, S. 1954. Norwegian studies on the bacterology
of semi-preserved herrings. Proc. Symp. on Cured
and Frozen Fish Technology, Göteborg.
(SIK-publication no. 100)
- Larsson, B. og Fuchs, G. 1974. Quantitative Determination of
Benzoic Acid, Sorbic Acid and Esters of 4-Hydroxybenzoic
Acid in Food. Products by Gas Liquid Chromatography.
Swed. J. Agric Res. 4, 109-116.
- Lindeberg, G. 1953. A levan-forming Corynebacterium as a cause
of ropiness in herring preserves. Proc. VIth. Int. Congr.
Microbiol. Rome, 7, 318.
- Lindeberg, G. 1954a. Experimental view-point on ropiness of fish brine.
Poc. Symp. on cured and Frozen Fish Technology,
Göteborg. (SIK-publication no,100).
- Lindeberg, G. 1954b. Tråddragande bakterier i livsmedel.
Svensk jordbruksforskning, Årsbok 1954, 246.
(SIK-publication no, 97).
- Lindeberg, G. 1956. Seglake i sillkonserver. Livsmedelsteknik 4, 115
(SIK-publication no, 120)
- Lindeberg, G. 1957a. Levan-producing halophilic bacteria
in sugar-containing herring brines. Proc. 2nd Int.
Symp. Food microbiology, Cambridge. 157.
- Lindeberg, G. 1957b. Levan-forming halophilic bacteria.
Nature, 180, 1141.
- Lueck, E. 1980. Antimicrobial Food Additives. 24. kafli Sorbic Acid.
Útg. Springer-Verlag, N.Y.

- Pétursson, S. 1954. Hlauppækili í síld. Ægir, 47, 274.
- Pierce Chemical Company 1978. Method 21 bls. 182, Handbook and General Catalog 1979-80. Útg: Pierce Chem. Comp. Rockford., Il. U.S.A.
- Pintauro, N.D. 1974. Food Additives to Extend Shelf Life. Útg. Noyes Data Corp., London
- Speck, M.L. 1976. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. American Public Health Association, Washington, D.C.
- Woods. A.E. og Aurand, L.W. 1977 Laboratory Manual in Food Chemistry, bls. 13, útg. Avi Publ. Company, Westport, Conn, U.S.A.