INSTITUUT VOOR GRAAN, MEEL EN BROOD T.N.O.
te Wageningen

MEDEDELING Nr. 125

Diepvriezen van brood

door
T. Kouwenhoven

Overdruk uit: Bakkerswereld 20 (1959/'60) nr. 23

Diepvriezen van brood

door ir. T. Kouwenhoven

(Instituut voor Graan, Meel en Brood T.N.O., Wageningen)

Een belangrijk hulpmiddel om het brood vers te houden. Een succesvolle toepassing is echter sterk afhankelijk van de invries- en ontdooitijd. Het is noodzakelijk, deze zo kort mogelijk te houden.

Dat het conserveren van levensmiddelen door middel van diepvriezen aan de orde van de dag is, is algemeen bekend. We kennen allen de grote variatie in diepgevroren vlees, gevogelte en vis, en diepgevroren groenten en vruchten en we vinden het reeds zo gewoon altijd de beschikking over verse artikelen te kunnen krijgen, dat we bijna zouden vergeten, dat tomaten niet in het voorjaar rijp zijn en dat de winkelier niet elke dag versgeslachte haantjes aankrijgt. Door het diepvriezen is de winkelier in staat allerlei artikelen, die anders reeds spoedig zouden zijn bedorven, lange tijd in verse toestand te bewaren. Het ligt voor de hand, dat de gedachten de laatste jaren ook zijn gegaan in de richting van het diepvriezen van brood en andere bakkerswaren, en inderdaad blijkt het diepvriezen ook daarop met succes te kunnen worden toegepast. Door het diepvriezen van brood heeft men de mogelijkheid het brood in verse toestand te bewaren. Smaak en aroma kunnen op deze wijze behouden blijven, evenals de krokantheid van de korst en de malsheid van de kruim. Evenwel moeten apparatuur en werkwijze dan aan bepaalde voorwaarden voldoen. Enkele belangrijke punten, welke speciaal met het oog op de malsheid van belang zijn, zullen wij in het onderstaande uiteenzetten.

Onderzoekingen van Katz

Opmerkenswaard is, dat het principe van diepvriezen van brood eigenlijk reeds dateert uit de jaren van vlak voor en tijdens de eerste wereldoorlog. In die tijd deed nl. onze landgenoot Katz zijn onderzoekingen over het oudbakken worden van brood.
Zoals algemeen bekend mag worden verondersteld, heeft men bij het oudbakken worden van brood vooral te maken met een stugger worden van de kruim. Daarnaast treden echter ook een verlies aan en een verandering van het aroma van het brood op en gaat de krokantheid van de korst verloren. Katz toonde aan, dat het stugger worden van de kruim het gevolg is van omzettingen in het verstijfselde zetmeel van de kruim (retrogradatie). Deze omzettingen bleken op tweeërlei wijze te voorkomen, nl. door toepassing van hoge temperatuur en door toepassing van zeer lage temperatuur. Daar tussenin lag een temperatuurtraject, waarbij wel verouderingsverschijnselen optraden. In 1917 publiceerde Katz o.a. de cijfers van tabel I (1) en die van tabel II (2).

Tabel I. Invloed van zeer lage bewaartemperaturen op het oudbakken worden van brood.

temp. bewaar. °C	Toestand van het brood na 48 uur
+17	Oudbakken
0	zeer oudbakken
—2	nog iets meer oudbakken
—6	oudbakken
—8	half oudbakken
—10	half oudbakken
—30	vers
—185	geheel vers

Tabel II. Invloed van hoge bewaartemperaturen op het oudbakken worden van brood.

bewaartemp °C	Toestand van het brood na 48 uur
85—92	vers
60	vers
50	bijna vers
40	duidelijk iets oudbakken
30	half oudbakken
17	oudbakken
0	zeer oudbakken

Uit de tabellen blijkt, dat het verouderingsproces beneden ca. 60 °C een aanvang neemt. Vanaf deze temperatuur tot ca. —2° neemt de snelheid van het oudbakken worden volgens Katz toe. Daalt de temperatuur verder, dan neemt de snelheid, waarmede het verouderingsproces zich voortzet weer langzaam af, totdat dit proces bij zeer lage temperaturen niet meer merkbaar verloopt, of tot stilstand komt.

Welke bewaartemperaturen?

Bij temperaturen in de buurt van het vriespunt treden de verouderingsverschijnselen, zoals gezegd, het snelst op. Het is daarom, dat de huishoudkoelkasten volkomen ongeschikt zijn voor het langer vers houden van brood. De temperatuur ervan bedraagt immers meestal +2° tot +5°, en dit zijn juist temperaturen, waar het proces van oudbakken worden zeer snel verloopt (3).

Op grond van de proeven van Katz bleek het dus mogelijk, hetzij door bewaring bij hoge, hetzij door bewaring bij zeer lage temperaturen, het brood minstens 48 uren vers te houden. Aan de toepassing van hoge temperaturen voor het vers houden van bakkerijprodukten zijn echter nadelen verbonden. De in aanmerking komende temperaturen kunnen bijvoorbeeld aanleiding geven tot smaak- en kleurafwijkingen en tot microbiëel bederf. De bewaring bij lage temperaturen verhoogt daarentegen ook op deze punten de houdbaarheid van het brood. Bij de toepassing daarvan doet zich echter een aantal problemen voor, die voor een deel te maken hebben met het invriezen van het produkt, voor een ander deel met het bewaren van het produkt in bevroren toestand, en voor weer een ander deel met het ontdooien van het produkt. Voor een meer gedetailleerde omschrijving van deze problemen verwijzen wij naar een vroeger artikel van ons instituut in dit vakblad (4).

Tijdsduur van invriezen en ontdooien

Een van de belangrijkste vragen, die in genoemd artikel gesteld werden, is de vraag naar de tijdsduur, nodig voor het invriezen en het ontdooien van de produkten. Immers, zowel bij het invriezen als bij het ontdooien komt het brood tijdelijk op temperaturen, waarbij het verouderingsproces snel verloopt.

Daardoor is het mogelijk, dat bij bewaren onder normale omstandigheden het brood minder oudbakken wordt dan wanneer men het opslaat onder diepvriesomstandigheden, doch daarbij de tijdsduur van invriezen en ontdooien te lang neemt.

Bij aanschaffing van een diepvriesinstallatie moet men derhalve de zekerheid hebben, dat de vriescapaciteit van de installatie groot genoeg is om het in te vriezen kwantum brood zo snel mogelijk af te koelen tot de gewenste temperatuur.

In ons instituut hebben wij vastgesteld, dat de vriescapaciteit van de installatie groot genoeg is voor het invriezen van een bepaald kwantum brood, indien dit kwantum binnen 4½ uur in temperatuur is gedaald van +18° tot —20°. Behalve om te voorkomen, dat het brood te lang blijft op temperaturen, waarbij het

verouderingsproces snel verloopt, is een korte invriesperiode ook van belang voor het snel weer vrij maken van de bevriezingsruimte voor een volgende charge vers brood, en dus voor een efficiënt gebruik van de installatie.

Temperatuurverloop tijdens invriezen

Om inzicht te verkrijgen in het verloop van de temperatuur in het brood tijdens het invriezen, deden we proeven in een laboratoriumvrieskast. Daarbij werden de temperaturen van de broden gemeten met behulp van thermokoppels. Hierin wordt een elektrische stroom opgewekt, waarvan de sterkte afhankelijk is van de temperatuur. Deze kan worden bepaald met behulp van een stroommeter. Thermometers worden bij dergelijke metingen niet gebruikt, omdat dan de deur van de vriesinstallatie niet gedurende de gehele proefduur gesloten zou kunnen blijven. Dit is wel mogelijk bij gebruik van thermokoppels, waarbij bovendien de temperatuur gemakkelijk kan worden geregistreerd. De thermokoppeldraden kunnen door kleine openingen in de installatie naar buiten worden geleid, naar de stroommeter. De thermokoppels werden gestoken in het hart van het brood, zoals afgebeeld is op **foto 1.** Een grafische weergave van het temperatuurverloop tijdens het invriezen geeft **fig. 1.** Een dergelijk beeld is normaal voor het

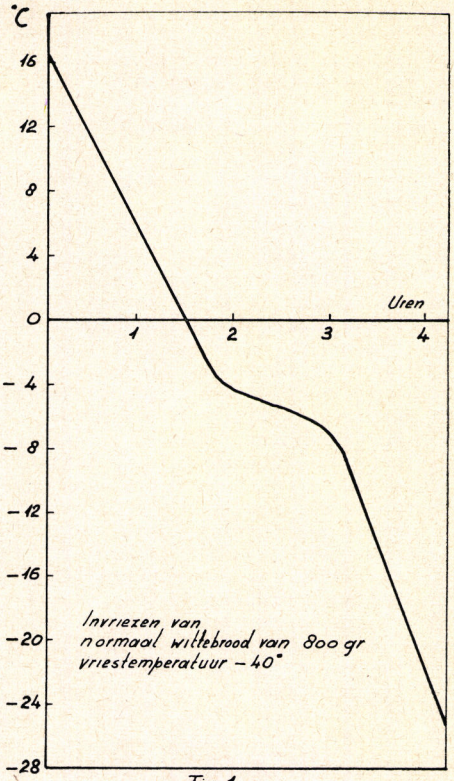

Fig. 1

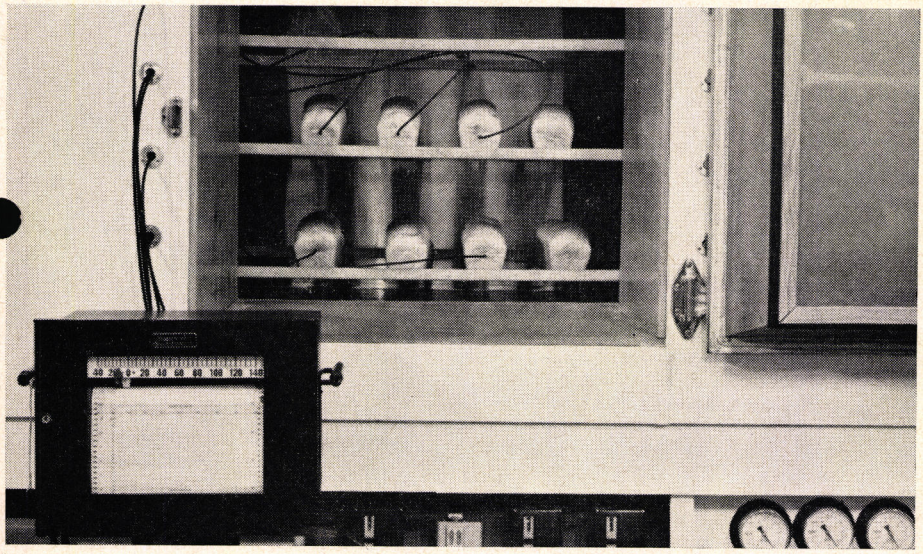

Foto 1

temperatuurverloop bij afkoeling van een produkt dat water bevat, en dat bij een bepaalde temperatuur bevriest.
De curves bestaan algemeen uit 3 gedeelten:

1. Een steil verlopend gedeelte tot ca. —4°.
2. Een min of meer horizontaal gedeelte bij —5° tot —7°.
3. Een ander steil verlopend gedeelte.

Het vlakke gedeelte heeft betrekking op het bevriezen van het „vrije" water. Zoals men weet, blijft tijdens het bevriezen van zuiver water de temperatuur constant op 0° tot al het water vast is geworden. Indien echter stoffen in het water zijn opgelost, vindt het bevriezen bij een lagere temperatuur plaats. Deze vriespuntverlaging vindt uiteraard plaats bij brood, waar o.a. keukenzout en suiker in het water zijn opgelost. Bovendien is nog een deel van het water in meer of mindere mate vast aan zetmeel en eiwit gebonden, waardoor dit gedeelte slechts zeer geleidelijk, voor een deel bij aanzienlijk lagere temperaturen in de vaste vorm overgaat. Volgens Amerikaanse onderzoekingen is bij —20° nog slechts 60 à 70 %, en zelfs bij —50° nog maar 90 % van het water bevroren.

De duur van het invriezen kan op verschillende wijzen worden beïnvloed. Verpakt men het brood of stelt men de temperatuur van de invriesruimte minder laag, dan wordt de invriestijd verlengd. Vriest men bij eenzelfde temperatuur een kleiner kwantum brood in, dan verkort men de invriestijd. Ook verkort men de invriestijd door de omvang van het brood te verkleinen (kleinbrood, mits niet te compact gestapeld), of door het toepassen van luchtcirculatie in de vriesinstallatie.
Met al dergelijke factoren moet bij het afstellen van de vriesapparatuur rekening worden gehouden, opdat de invriestijd niet langer wordt dan toelaatbaar is.

Temperatuurverloop tijdens ontdooien

Om het ingevroren brood te kunnen consumeren, moet men het eerst ontdooien. Bij het ontdooien treden soortgelijke problemen op als bij het invriezen. Niet alleen om praktische redenen, maar ook op theoretische gronden moet het ontdooien van het brood snel verlopen. Immers, hoe sneller het ontdooien verloopt, hoe korter het brood verkeert bij de temperaturen, waar de verouderingsverschijnselen het snelst optreden.
Fig. 2 curve (20°) geeft het temperatuurverloop weer van normaal witte-brood, dat ontdooid wordt in stilstaande lucht van ca. 20°. De temperaturen zijn op dezelfde wijze gemeten als bij het invriezen. Ook hier treedt er een min of meer vlak gedeelte in de curve op, corresponderende met het smelttraject voor het „vrije" water.
Ontdooit men bij hogere temperaturen dan verloopt het verwarmen van het brood sneller. Het ontdooien bij een luchttemperatuur van +40° verloopt ongeveer 2 x zo snel, en het ontdooien bij +80° zelfs ca. 4 x zo snel als bij 20°. Daar bij hogere temperaturen ook het smelten vlugger verloopt, wordt daarbij het vlakkere stuk in de curve korter. Zoals uit fig. 2 blijkt, is bij het ontdooien bij 80° van een vlak stuk praktisch geen sprake meer.

Effect op malsheid

Om nu te demonstreren, welke effecten de wijze van invriezen en de wijze van ontdooien op de malsheid van de broodkruim hebben, vermelden wij de uit-

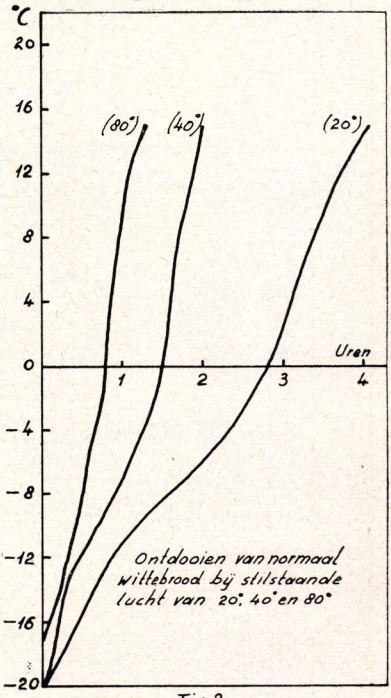

Fig 2

komsten van een proef, die speciaal met dit doel door ons werd uitgevoerd. Van een partij wittebrood werd de helft 6 uur na het bakken ingevroren bij —24° in stilstaande lucht en verder onder die omstandigheden bewaard (langzame bevriezing). De andere helft werd 6 uur na het bakken ingevroren bij —30° in circulerende lucht (snelle bevriezing) en bewaard bij —24° in stilstaande lucht. Beide partijen werden 72 uur na het bevriezen gesplitst in 4 delen, welke respectievelijk ontdooid werden bij 20°, 40°, 60° en 80°.
In de proef werd als maat voor de malsheid gekozen de mate van samendrukbaarheid van de kruim. Deze wordt gemeten met behulp van de in ons instituut ontwikkelde panimeter (5). Een hoge samendrukbaarheid wijst op een grotere malsheid van de kruim. De waarden van de malsheid worden uitgedrukt in zgn. panimeter-eenheden. De resultaten van deze metingen zijn vermeld in tabel III.

Tabel III. Invloed van de wijze van bevriezen en ontdooien op de panimeterwaarde.

Ontdooitemperatuur °C	panimeterwaarde		
	vers 1) brood	langz. ingevroren brood	snel ingevroren brood
	70		
20		20	45
40		—	68
60		44	80
80		45	79

1) Vers brood = onbevroren brood, 6 uur na het bakken gemeten.

Uit de cijfers is duidelijk af te lezen, dat snellere bevriezing gunstiger is dan langzame bevriezing, en dat ontdooien bij hogere temperatuur (snellere ontdooiing) beter is dan langzame ontdooiing.
Snelle bevriezing, gevolgd door langzame ontdooiing (20 °) gaf brood, dat wat de malsheid betreft, achterstond bij vers brood. Snelle bevriezing, gevolgd door snelle ontdooiing, gaf daarentegen brood, dat minstens gelijk was aan vers brood.
Ook blijkt uit de tabel, dat langzaam ingevroren brood door het ontdooien bij hogere temperaturen ook niet meer als vers te krijgen was, en dat hogere ontdooitemperaturen dan 60° niet nodig zijn. Voor de praktijk houdt het bovenstaande dus in, dat goede resultaten zijn te verwachten, wanneer men snel bevriest en na de bewaarperiode ontdooit bij 60°.
Het snel bevroren en snel ontdooide brood was ook goed voor wat betreft de krokantheid van de korst en het aroma.

Conclusie

In het diepvriezen van brood heeft men een goed middel om brood langer vers te houden. Men moet zich daarbij echter bewust zijn, dat bij te langzaam invriezen en/of te langzaam ontdooien resultaten worden verkregen, die achterstaan bij het verse produkt.
Pas wanneer men aan de in het bovenstaande vermelde voorwaarden heeft voldaan, zijn gunstige resultaten te verwachten.

Literatuur

1. Katz, J. R., Onderzoekingen naar het oudbakken worden van brood en de middelen om dit te voorkomen. Dl. I. Het vers houden van brood. Van Langenhuysen, Den Haag, 1917, pg. 46.
2. Id. Dl. II. Het oudbakken worden van brood, pg. 54.
3. De invloed van de bewaartemperatuur op de snelheid van het oudbakken worden van brood.
Bakkerswereld, 18 (1957/58) nr. 21.
4. Open vragen met betrekking tot het bevriezen van brood.
Bakkerswereld, 17 (1956/57) nr. 48.
5. Hintzer, H. M. R., De panimeter.
Bakkersvakblad, 8 (1949) nr. 4.