

C 232

CENTRAAL INSTITUUT VOOR VOEDINGSONDERZOEK T. N. O.

MEDEDELING Nr 40

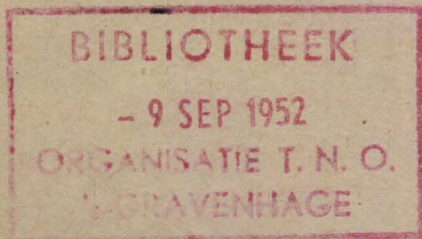
VAN DE AFDELING GRAAN-, MEEL- EN BROODONDERZOEK  
TE WAGENINGEN

DE BAKWAARDE VAN ONGEBUILD MEEL,  
GEMALEN VAN IN NEDERLAND  
VERBOUWDE TARWERASSEN

*(The baking value of whole wheat meal,  
milled from wheat varieties grown in the Netherlands)*

DOOR

DR G. JONGH EN IR H. DE MIRANDA



Overdruk uit 2e Cocobro-Jaarboekje, 1952, blz, 45-55.

TNO

16787

# DE BAKWAARDE VAN ONGEBUILD MEEL, GEMALEN VAN IN NEDERLAND VERBOUWDE TARWERASSEN

(Summary, see page 55)

Dr G. JONGH en Ir H. DE MIRANDA

Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek T.N.O.,  
Afdeling Graan-, Meel- en Broodonderzoek, Wageningen.

## I. INLEIDING EN SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

Sinds 1946 worden door het C.I.V.O. te Wageningen onderzoeken verricht in verband met de bakwaarde van inlandse tarwe. Daarbij wordt er niet in de eerste plaats naar gestreefd zo veel mogelijk verschillende rassen te onderzoeken. Getracht wordt algemene regels op te sporen en tevens een kritische beoordeling van toegepaste methoden mogelijk te maken. Daartoe is het noodzakelijk, dat een veelzijdig onderzoek wordt verricht van die rassen, welke in het proevenschema zijn opgenomen.

Als maatstaf voor de betrouwbaarheid van een methode ter bepaling van de bakwaarde beschouwen wij de correlatie met de gestandaardiseerde bakproef. Daarbij wordt echter niet vergeten, dat de uitvoeringsmethode van de bakproef zelf een onderwerp van studie dient te blijven.

In veel gevallen zou het gewenst zijn, de bakproef te kunnen uitvoeren met zeer weinig materiaal. Er wordt dan ook getracht een micro-bakproef uit te werken, waarbij met 50 gram bloem kan worden volstaan.

Ook laboratoriummethoden ter beoordeling van de bakwaarde aan de hand van de eigenschappen, zoals die met de alveograaf van CHOPIN en de „Schrotgärmethode” volgens PELSSENKE, zijn in het programma opgenomen; in de laatste tijd is hieraan toegevoegd het glutenzwelgetal volgens de colorimetrische methode van BERLINER.

Verdere gegevens worden verkregen door de uitvoering van fysisch-chemische metingen of chemische en biochemische bepalingen in verband met de zetmeelkwaliteit, enzymactiviteit en andere eigenschappen van bloem of meel, waarvan bekend is of verondersteld wordt, dat deze met de bakwaarde verband houden.

Een bespreking van onderzoeken betreffende de oogstjaren 1947 t/m 1949 vond plaats in een artikel van BROEKHUIZEN en DE MIRANDA (1). In de genoemde jaren werden de bakproeven vrijwel uitsluitend uitgevoerd met bloem. Wat de monsters van oogstjaar 1950 betreft, werden echter ook bakproeven met ongebuild meel



gedaan en tevens werd de invloed van bromaat op de bakwaarde van bloem en ongebuild meel nagegaan.

De belangrijkste *resultaten*, welke tot dusverre met betrekking tot ongebuild meel zijn verkregen, kunnen als volgt worden samengevat.

- a. Bij de onderzochte rassen zijn ten aanzien van de bakwaarde van het ongebuilde meel duidelijke rasverschillen gevonden.
- b. Er blijkt een duidelijke correlatie te bestaan tussen broodvolume-ongebuild en broodvolume-bloem.
- c. De volgorde der rassen is, bij rangschikking volgens het broodvolume, in vier opeenvolgende jaren vrijwel gelijk gevonden.
- d. Het niveau van de bakwaarde van de tarwe kan in opeenvolgende jaren sterk wisselen.
- e. Toevoeging van 10 mg - % bromaat had in het algemeen een aanzienlijke verbetering van de bakwaarde ten gevolge.
- f. Het feit, dat het eiwitgehalte een onvoldoende maatstaf is voor de beoordeling van de bakwaarde van een ras, komt in het bijzonder naar voren bij de rassen *Alba* en *Cappelle*. Dit is in verband te brengen met de betekenis van de glutenkwaliteit.
- g. Ten aanzien van de rassen geeft het broodvolume betere correlaties met de grootheden, waarin de glutenkwaliteit tot uiting komt (de volgens CHOPIN uit het alveogram berekende W-waarde en de PELSSENKE-index), dan met het eiwitgehalte.
- h. Het waarderingscijfer voor de „overige eigenschappen” van het brood vertoont een duidelijke correlatie met de proteïnase-activiteit en met de PELSSENKE-index.
- i. Ten aanzien van de vier landbouwgebieden, welke bij het onderzoek werden onderscheiden, zijn duidelijke systematische verschillen in de bakwaarde van de uit deze gebieden afkomstige tarwe gevonden.
- j. De streekgemiddelden van het broodvolume correleren duidelijk met die van het eiwitgehalte. De invloed van de glutenkwaliteit komt bij de verschillen tussen de vier gebieden minder tot uiting dan bij de verschillen tussen de rassen.

## 2. HET ONDERZOCHE MATERIAAL

De volgende 11 rassen werden onderzocht:

### *Zomertarwe*

1. Hera
2. Koga
3. Peko
4. Blanka

### *Wintertarwe*

5. Carsten's V
6. Juliana
7. Heine's VII
8. Cappelle
9. Minister
10. Staring
11. Alba

De verdeling der proefvelden, waarvan monsters werden ontvangen, over de vier belangrijkste landbouwgebieden was als volgt:

	aantal proefvelden	
	Wintertarwe	Zomertarwe
A. Noordelijk kleigebied (Groningen, Friesland) .	5	4
B. Midden kleigebied (N.O.P.) . . . . .	3	2
C. Zuidwestelijk kleigebied (Zuid-Holl. eilanden, Zeeland en West-Brabant) . . . . .	3	2
D. Löss-gebied van Zuid-Limburg . . . . .	2	1

Per gebied werd voor ieder ras een mengmonster gemaakt, waarin elk der deelnemende proefvelden uit dat gebied was vertegenwoordigd. De gewichtsverhoudingen der samenstellende monsters werden voor alle wintertarwerassen gelijk genomen; evenzo voor alle zomertarwerassen. Aldus werden van elk van 10 rassen 4 mengmonsters verkregen. Van Carsten's V werden slechts monsters ontvangen uit de gebieden A en C. In totaal werden dus 42 mengmonsters onderzocht.

*In de figuren zijn de rassen aangegeven met de cijfers 1 t/m 11 en de gebieden met de letters A t/m D (voor wintertarwe) en a t/m d (voor zomertarwe), overeenkomstig de reeds gegeven indeling.*

### 3. METHODEN VAN ONDERZOEK

De bakproef met ongebuild meel is volgens dezelfde principes gestandaardiseerd als de bakproef met bloem. Voor een bespreking van de factoren, waarmede bij standaardiseren van de bakproef rekening dient te worden gehouden, kan worden verwezen naar een artikel van BROEKHUIZEN (2).

Behalve de resultaten, welke zijn verkregen met de bakproeven, zullen de volgende grootheden ter sprake komen: de „W van CHOPIN” de „PELSHENKE-index” (P), het eiwitgehalte van de volle korrel en de proteïnase-activiteit (a) van de bloem.

De „W van CHOPIN” wordt bepaald met behulp van de alveograaf. Een deegmembraan wordt met lucht bolvormig opgeblazen. De hierbij optredende luchtdruk wordt geregistreerd (alveogram). Uit de verkregen gegevens wordt het W-getal berekend, dat een vrij goede maatstaf blijkt te zijn voor de glutenkwaliteit van de tarwe en dat in verschillende landen bij de beoordeling van de bakwaarde wordt toegepast. Voor een bepaling is omstreeks 200 gram bloem nodig.

De PELSHEKKE-index is eveneens een grootheid, waarin de glutenkwaliteit tot uitdrukking komt. De bepalingsmethode is oorspronke-



lijk afkomstig van SAUNDERS. PELSSENKE (3) voert de bepaling uit met schroot (fig. 1). Deegballetjes van meel, gist en water worden in water van 32° C gebracht. Spoedig rijzen deze onder invloed van het ontwikkelde koolzuurgas naar de oppervlakte. Na enige tijd vallen de balletjes uiteen. De tijd, welke verloopt tussen het onderdompelen van de deegballetjes in het water en het moment van uiteenvallen vormt - uitgedrukt in minuten - de PELSSENKE-index (P).

Wij pasten een modificatie van deze methode toe, welke gelijkijkt op die van GLIEMEROTH (4). Daarbij kan naast de P eveneens de volumevergroting (V) van het balletje, welke tengevolge van de koolzuurgasontwikkeling optreedt, worden gemeten. Tussen P en V blijkt een nauw verband te bestaan. Daar de methode inmiddels nog op enkele punten is gewijzigd, zullen wij deze thans niet uitvoerig beschrijven.

Bij onze proeven bestond een deegballetje steeds uit 5 gram meel met 60 % water, 2½ % gist en 2 % keukenzout. Het deegje werd gedurende 1 minuut mechanisch gekneet in de micro-kneder van de mixograaf.

De eiwitbepalingen werden uitgevoerd volgens de KJELDAHL-methode in een PARNAS-WAGNER-apparaat.

De bepaling van de proteïnase-activiteit van de bloem werd in hoofdzaak verricht volgens een methode van de A.O.A.C. (5). Volgens deze methode wordt een bloemsuspensie gedurende een bepaalde tijd bij 40° C onderworpen aan autolyse. Als maat voor de enzymactiviteit geldt de toename van amino-stikstof, welke wordt bepaald met behulp van de formoltitratie. De activiteit (a) wordt uitgedrukt in milliaequivalenten formol-stikstof per gram bloem.

#### 4. STATISTISCHE WAARDERING VAN DE GEVONDEN VERSCHILLEN

Met behulp van spreidingsanalyses kunnen worden berekend de standaardafwijking, welke berust op toevallige spreiding (s), en de standaardafwijking, die het gevolg is van systematische rasverschillen (s<sub>1</sub>) of van systematische streekverschillen (s<sub>2</sub>).

Wanneer de quotiënten  $\frac{s_1}{s}$  of  $\frac{s_2}{s}$  duidelijk van 0 afwijken, betekent dit, dat duidelijke systematische verschillen voorkomen.

In tabel 1 zijn de waarden van de genoemde quotiënten voor de verschillende te bespreken grootheden samengevat.

In overeenstemming met het in vorige jaren verrichte onderzoek werd speciaal voor het eiwitgehalte een grote streek-spreiding gevonden. Ook voor het broodvolume was de streek-spreiding duidelijk. De PELSSENKE- en alveogramwaarden en ook de „overige broodeigenschappen” vertonen nagenoeg geen streekverschillen. Voor alle genoemde grootheden werden duidelijke rasverschillen gevonden.

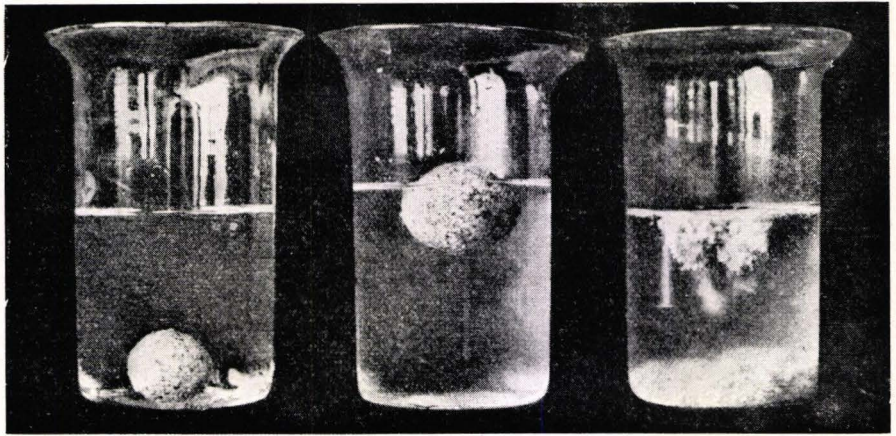


Fig. 1. (art. JONGH en DE MIRANDA)

Bepaling van de glutenkwaliteit vlg. PELSSENKE. Verloop der analyse: A. Inzet. B. Het deegballetje is uitgezet en gaat drijven als gevolg van het zich ontwikkelende koolzuur. C. Het balletje valt (vrij plotseling) uiteen. De tijd tussen A en C verlopen is een maat voor de kwaliteit van de tarwe; hoe langer de tijd, des te beter de kwaliteit.

*Determination of the baking value of wheat after the PELSSENKE fermentation time test.*



TABEL I

	Ongebuid		Bloem	
	$\frac{s_1}{s}$	$\frac{s_2}{s}$	$\frac{s_1}{s}$	$\frac{s_2}{s}$
Alveogram W. . . . .	—	—	2,56**	0,43
Pelshenke-index (P) . . . . .	1,69**	0	1,38**	0,15
Pelshenke-volume (V) . . . . .	1,59**	0	0,88**	0,12
Eiwitgehalte . . . . .	1,39**	1,66**	1,46**	1,96**
Broodvolume . . . . .	0,76**	0,62**	0,83**	0,63**
Overige broodeigenschappen . . . . .	0,61*	0	1,03**	0,08
Proteïnase-activiteit . . . . .	—	—	0,83**	0,90**

s = toevallige spreiding

$s_1$  = ras-spreiding (i.v.m. systematische rasverschillen)

$s_2$  = streek-spreiding (i.v.m. systematische streekverschillen)

\* = duidelijk groter dan nul (overschrijdingskans 1-5 %)

\*\* = zeer duidelijk groter dan nul (overschrijdingskans < 1 %)

(d.w.z. systematische verschillen duidelijk, resp. zeer duidelijk aanwezig).

#### 5. ONDERLINGE VERGELIJKING DER ONDERZOCHE TARWERASSEN OP GROND VAN HET BROODVOLUME

In de eerste plaats kan worden vermeld, dat uit het vergelijkende bakwaarde-onderzoek is gebleken, dat er een duidelijke correlatie bestaat tussen de gemiddelde bakwaarde van de tarwerassen als ongebuïd meel en als bloem. Deze correlatie wordt tot uitdrukking gebracht door het in fig. 2 uitgebeelde correlatie-diagram.

Hierin zijn op de horizontale as afgezet de gemiddelde broodvolumina, verkregen bij de bakproeven met ongebuïd, en op de verticale as de gemiddelde volumina van het wittebrood. De niet onderstreepte rasnummers hebben betrekking op de bakproef zonder verbetermiddel. Hierbij is het resultaat van de bakproef met ongebuïd duidelijk gecorreleerd met dat van de bakproef met bloem. Dit wijst op de mogelijkheid om op grond van bakproeven met ongebuïd meel tot conclusies te komen ten aanzien van de bakwaarde voor wittebrood, en omgekeerd.

Uit fig. 2 blijkt tevens, dat de grootste gemiddelde broodvolumina zijn verkregen met de rassen *Alba* (nr 11), *Cappelle* (nr 8) en *Koga* (nr 2). De laagste broodvolumina gaven *Heine's VII* (nr 7) en *Staring* (nr 10). Het ras *Carsten's V* (nr 5) is in deze figuur niet opgenomen in verband met de onvolledigheid van het monsternormaal. De met het beschikbare materiaal uitgevoerde bakproeven bevestigden echter zowel met bloem als met ongebuïd de ook in voorgaande jaren geconstateerde, zeer slechte bakwaarde van dit ras. Met on-

Bakproef met bloem  
Broodvolume in ml/kg

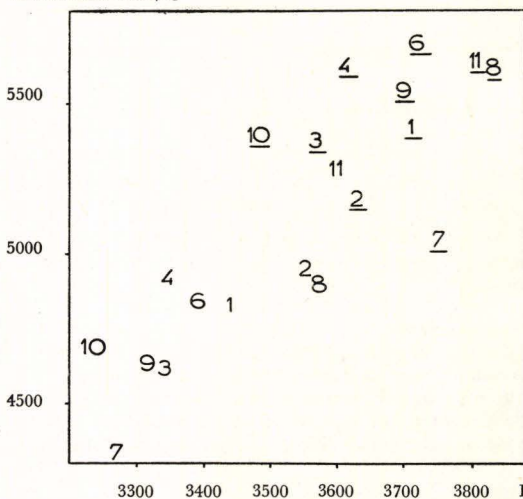


Fig. 2. Vergelijking der resultaten van de bakproeven met bloem en van die met ongebuild meel (rasgemiddelden) in ml/kg

gebuid meel bedroeg het gemiddelde broodvolume 3090 ml per kg meel, zodat de bakwaarde van Carsten's V nog beduidend slechter is dan die van Staring.

De invloed van bromaat op de resultaten der bakproeven met ongebuild is nagegaan door bij de deegbereiding 10 mg-% kaliumbromaat toe te voegen. De bij deze bakproeven verkregen, gemiddelde broodvolumina zijn eveneens in fig. 2 aangegeven, waarbij nu de rasmummers zijn onderstreept.

Bij vergelijking van de overeenkomstige nummers blijkt duidelijk de belangrijke invloed van de bromaattoevoeging op de bakwaarde. Niettemin moet men voorzichtig zijn met het trekken van te vergaande conclusies uit deze eerste vergelijkende bakproeven met en zonder toevoeging van bromaat, ook al omdat de verhouding tussen de systematische rasverschillen en de toevallige verschillen bij de bakproeven met bromaat veel ongunstiger bleek te zijn dan bij de bakproeven zonder bromaat.

Toch kunnen uit de verkregen resultaten wel enige conclusies worden getrokken.

De rassen Alba (nr 11) en Cappelle (nr 8) blijken zowel zonder als met bromaattoevoeging, in verhouding tot de andere onder-



zochte rassen, de grootste broodvolumina te hebben gegeven. Bij *Koga* (nr 2) echter, die vaak een stugge gluten heeft, blijkt het broodvolume door bromaattoevoeging slechts zeer weinig verbetering te ondervinden. *Staring* (nr 10) komt ook met bromaattoevoeging – na *Carsten's V* (nr 5) – weer op de laatste plaats.

Opvallend is de grote bromaatgevoeligheid, welke voor het ongebuilde meel van *Heine's VII* (nr 7) is gevonden, ten gevolge waarvan dit ras bij bromaattoevoeging van de achtste naar de tweede plaats verschuift. Bij de bloem van *Heine's VII* werd deze grote bromaatgevoeligheid echter niet geconstateerd, zodat wij voorlopig deze eigenschap voorzichtig willen beoordelen.

Een vergelijking van de bakwaarde van het ongebuilde meel met die in voorgaande jaren is niet mogelijk, omdat toen – zoals reeds in de inleiding werd opgemerkt – het bakwaarde-onderzoek vrijwel uitsluitend met bloem is uitgevoerd. Wel kunnen dus de bakproeven met bloem worden vergeleken, waarbij de zomertarwerassen *Hera* (nr 1), *Koga* (nr 2) en *Blanka* (nr 4) en de wintertarwerassen *Alba* (nr 11), *Juliana* (nr 6), *Staring* (nr 10) en *Carsten's V* (nr 5) in vier achtereenvolgende jaren (1947 t/m 1950) werden onderzocht.

In *fig. 3* is nu voor elk dezer rassen het verloop van het bakwaarde-niveau (d.w.z. van het gemiddelde bij de bakproeven verkregen broodvolume) in deze vier oogstjaren aangegeven. De volgorde der rassen is in de verschillende jaren vrijwel gelijk gevonden.

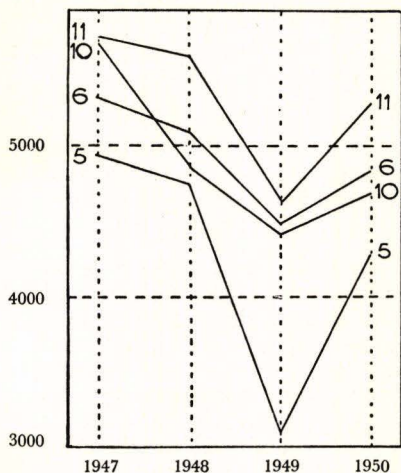
Echter blijkt, dat het bakwaardeniveau in de opeenvolgende jaren zeer verschillend is. In het bijzonder valt op de slechte bakwaarde van de tarwe van oogstjaar 1949. BROEKHUIZEN (2) wijst op het verband van de bakwaarde met de weersomstandigheden, in het bijzonder tijdens en na de bloei van de tarwe. Dergelijke beschouwingen over dit verband worden ook gegeven door MAYER (6).

#### 6. BROODEIGENSCHAPPEN, WELKE NAAST HET VOLUME DE BROODWAARDERING BEÏNVLOEDEN

Naast het volume zijn voor de waardering van het brood ook van belang de kleur van korst en kruim, de stand en de scheuring van het brood en de kruimstructuur. Deze eigenschappen tezamen kunnen worden aangeduid als „overige broodeigenschappen”. Het waarderingscijfer (E) der „overige broodeigenschappen” wordt verkregen als de som van puntenwaarderingen van elk der genoemde eigenschappen afzonderlijk.

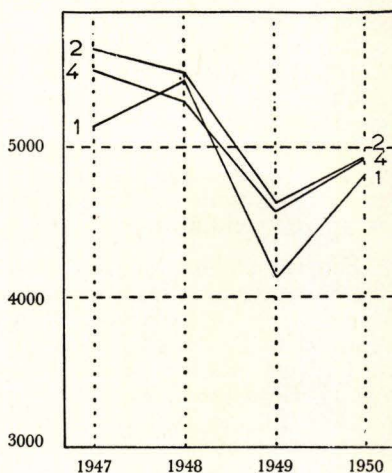
Uit E en het broodvolume tezamen kan de totale waardering berekend worden. Volume en overige eigenschappen zijn gedeeltelijk van dezelfde factoren afhankelijk en het is niet te verwonderen, dat er een correlatie tussen beiden bestaat (*fig. 4*).

Bakproef met bloem  
broodvolume in ml/kg



a. Wintertarwerassen

Bakproef met bloem  
broodvolume in ml/kg



b. Zomertarwerassen

Fig. 3. Vergelijking van de resultaten der bakproeven in vier opeenvolgende jaren (rasgemiddelden).

Broodvolume  
in ml/kg

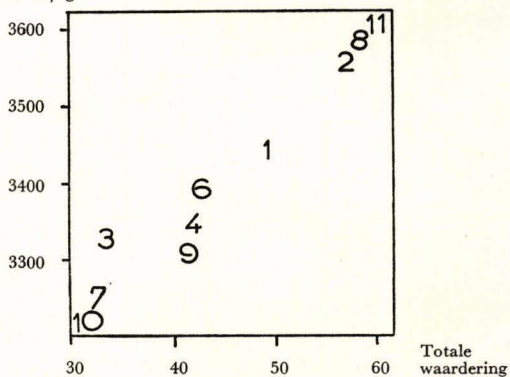
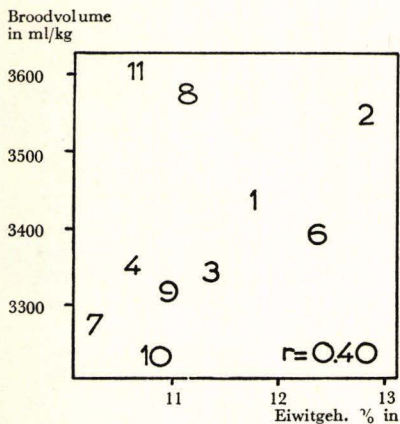
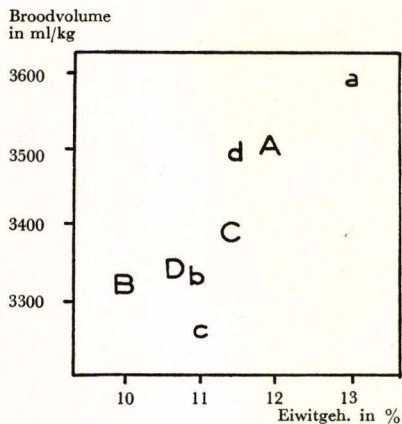


Fig. 4. Verband tussen het broodvolume en de totale waardering van het brood (rasgemiddelden).





a. Rasgemiddelden



b. Strekgemiddelden

Fig. 5. Verband tussen broodvolume en eiwitgehalte.

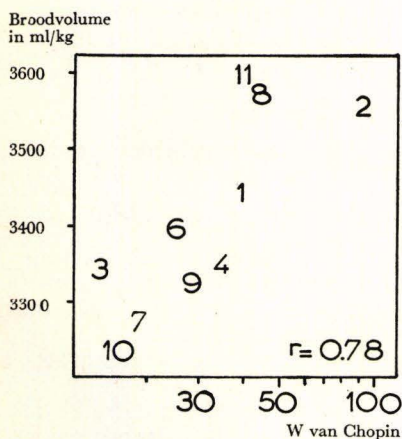


Fig. 6. Verband tussen broodvolume en „W van Chopin” (rasgemiddelden).

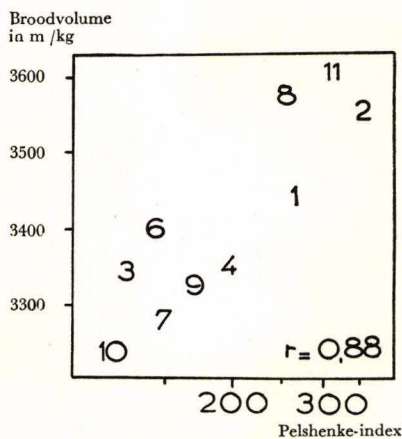


Fig. 7. Verband tussen broodvolume en Pelshenke-index (rasgemiddelden).

## 7. VERGELIJKING DER RASSEN OP GROND VAN EIWITGEHALTE, ALVEOGRAM- EN PELSHENKE-WAARDEN

Voor het eiwitgehalte zijn zeer duidelijke systematische rasverschillen gevonden (zoals blijkt uit de waarde 1,39 voor  $\frac{S_1}{S}$  (tabel 1).

De correlatie met het broodvolume blijkt echter niet groot te zijn. In fig. 5 zijn de rasgemiddelden der voor het ongebuilde meel gevonden eiwitgehalten uitgezet tegen die der broodvolumina.

Voor de rassen *Alba* (nr 11) en *Cappelle* (nr 8) is het broodvolume aanzienlijk groter, dan men alleen op grond van het eiwitgehalte zou verwachten. Voor *Alba* is dit feit ook in vorige jaren geconstateerd (1).

Een betere correlatie met het broodvolume is gevonden voor de *W*-waarde, welke men volgens *CHOPIN* uit het alveogram berekent (zie fig. 6), terwijl de correlatie met de *PELSHENKE*-index (*P*) nog beter bleek te zijn (zie fig. 7). Blijkbaar speelt dus naast het eiwitgehalte, dat een maat is voor de hoeveelheid gluten, ook de kwaliteit van de gluten een rol van betekenis bij de verschillen tussen de rassen.

In de figuren 6 en 7 zijn de rasgemiddelden voor het broodvolume uitgezet tegen resp.  $\log. W$  en  $\log. P$ . Voor *W* en *P* werd een logaritmische schaal gebruikt, omdat is gebleken, dat dit de rechtlijnigheid van het gevonden verband ten goede komt.

## 8. ONDERLINGE VERGELIJKING DER VIER GEBIEDEN

Duidelijke systematische verschillen tussen de vier gebieden werden gevonden voor eiwitgehalte en broodvolume, zoals blijkt uit de betreffende waarden voor  $\frac{S_2}{S}$  in tabel 1. De hoogste gemiddelde bakwaarde werd gevonden voor de tarwe, afkomstig van proefvelden uit het Noordelijke kleigebied. Geen duidelijke verschillen werden echter gevonden tussen de streekgemiddelden, waarbij voornamelijk de glutenkwaliteit een rol speelt (*PELSHENKE*-index en de *W* van *CHOPIN*). Dit in tegenstelling tot de rasgemiddelden van de genoemde grootheden, welke wel duidelijke verschillen vertoonden.

Terwijl voor de rasgemiddelden het eiwitgehalte slecht correleerde met het broodvolume en sommige rassen met laag eiwitgehalte een goede bakkwaliteit vertoonden, is voor de proefveldgemiddelden de correlatie beter, zonder dergelijke afwijkingen (vg. fig. 5a en b). Dit is ook te verwachten, daar het eiwitgehalte een maat is voor het eiwitgehalte en de glutenkwaliteit geen streekverschillen, maar wel rasverschillen vertoonde.



## LITERATUUR

1. BROEKHUIZEN, S. en MIRANDA, H. DE - De bakwaarde van de in Nederland verbouwde tarwerassen. Landbouwk. Tijds., 63 (1951), 776-788.
2. BROEKHUIZEN, S. - De bakwaarde van onze inheemse tarwerassen; onderzoekingsmethoden en resultaten. Voeding, 11 (1950), 254-268.
3. PELSSENKE, P. - A short method for the determination of gluten quality of wheat. Cereal Chem., 10 (1933), 90-96.
4. GLIEMEROTH, G. - Zur Ausgestaltung der Göttinger Methode der Weizenqualitätsprüfung. J.f. Landwirtsch., 83 (1935), 227-233.
5. QUICK LANDIS - Report on proteolytic activity of flours. J. Ass. Agric. Chem., 23 (1940), 505-508.
6. MAYER, R. - Les facteurs de la qualité du blé. Bull. Ec. franç. Meunerie, nr 118 (1950), 118-122.

### Summary

#### THE BAKING VALUE OF WHOLE WHEAT MEAL, MILLED FROM WHEAT VARIETIES GROWN IN THE NETHERLANDS

The baking value above-mentioned was estimated in relation to protein content, gluten quality and proteolytic activity and investigated by means of the standardised baking test, the alveograph of Chopin and the „Pelschenke-test”. The proteolytic activity was determined by a method in which the increase of aminoacids after digestion at 40°C is measured. A good correlation between the baking test with whole wheat meal and the baking test with white flour was found (fig. 2).

For the varieties under examination the same order of baking value was established as was found in preceding years. The crop in successive years however shows remarkable differences as to the level of the baking quality (fig. 3).

The baking quality was in most cases considerably improved by the addition of 10 mg-% of bromate.

The protein content is an insufficient criterion for the baking quality of Dutch wheat varieties. This is especially the case with the varieties Alba and Cappelle. The alveograph- and the Pelschenke-values are more correlated with the results of the baking test (fig. 6 and 7).

The proteolytic activity of the flour is negatively correlated with the quality of crust and crumb of the bread.

Distinct systematic differences in the baking value of wheat from different agricultural districts are established. The mean baking quality per district has a good correlation with the protein content. The influence of the quality of the gluten is less important when comparing districts than when comparing wheat varieties.