

Metoder og apparater til vandindholdsbestemmelse i korn.

Af civilingeniør *S. Sonne Kofoed* og amanuensis *T. Tougaard Pedersen*, Afdelingen for landbrugsmaskiner, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

FORORD

De nye høstmetoder og navnlig den voksende udbredelse af mejetærskere har medført, at man i landbruget i højere grad end hidtil er blevet interesseret i kendskab til kornets vandindhold, såvel *før* som *under* og *efter* høsten. Det høstede korns kvalitet og lagerfasthed er nemlig nøje forbundet med kærnens modenhed og dens fugtighed ved indførelse på magasin eller i kornsilo.

Da forskellige herhen hørende forhold kun var lidet belyst gennem egentlige forsøg, ansøgte vi Det teknisk videnskabelige Forskningsråd om en bevilling til iværksættelse af sådanne undersøgelser, hvilken ansøgning forskningsrådet imødekom. Hovedformålet med det planlagte forskningsarbejde var, sagt i korthed, at klare spørgsmålet om, med hvilken fugtighed landmanden i almindelighed, uanset høstmetode, bringer sit korn i hus, men det viste sig hurtigt nødvendigt at få skabt klarhed over, på hvilken måde denne kornets fugtighed kunne bestemmes med fornøden sikkerhed, og dog på en sådan måde, at metoden var anvendelig for den praktiske landmand og gennemførlig uden for store bekostninger.

I forskellige lande verden over benyttes afvigende *laboratoriemæssige* metoder til bestemmelse af korn og frøvarers fugtighed, og de forskellige officielle institutioner har, selv inden for det enkelte land, forskellige fremgangsmåder. Hertil kommer, at der både i Danmark og i udlandet er blevet bragt forskelligartede prøveapparater og instrumenter i handelen til overkommelig pris, men man havde ikke klarhed over, med hvilken sikkerhed disse apparater kunne bestemme kornets

fugtighed, og ej heller fandtes nogen sammenligning med en bestemt metode, så man havde mulighed for at kunne føre resultater fundne med en metode over til en anden.

Følgende rapport søger at skabe klarhed over disse forhold, idet man tager sigte på at sammenligne resultaterne af prøver med forskellige af de nye fugtighedsmålere med de hævdevundne laboratoriemetoder og yderligere at foretage en sammenligning mellem forskellige laboratoriemetoder.

Vi anser ikke vort arbejde som afsluttet med udsendelse af denne rapport, men vi håber dog med det udførte arbejde at have skabt klarhed over, med hvilken sikkerhed det vil være muligt for den praktiske landmand at holde kontrol med sit korn ved anvendelse af en metode og et apparatur, som ikke stiller så stærke krav til rutine, som den egentlige laboratorieundersøgelse vil gøre det, og idet vi hermed offentliggør de indvundne resultater, vil vi gerne bringe Forskningsrådet vor bedste tak for den bevilling, som gjorde det muligt at få disse undersøgelser sat igang. Det er vort håb, at de må kunne nyttiggøres i praksis og derved blive til støtte for de landmænd, som hidtil har savnet vejledning på et område, der er af største økonomiske betydning.

Undersøgelserne er udført ved et samarbejde mellem Afdelingen for Landbrugsmaskiner og Statsfrøkontrollen. Analysearbejdet er i det væsentlige udført i maskinafdelingens laboratorium og foretaget af amanuensis *T. Tougaard Pedersen* sammen med assistent ved Statsfrøkontrollen, frk. *K. Holze Andersen*. Arbejdet har været ledet af inspektør ved Afdelingen for Landbrugsmaskiner, civilingeniør *S. Sonne Kofoed*, som har udarbejdet rapporten.

Axel Pedersen. H. Rosenstand Schacht. Chr. Stahl.

INDLEDNING

Nærværende undersøgelse tager først og fremmest sigte på at sammenligne de forskellige metoder og apparater til vandindholdets bestemmelse, der kan få betydning i det praktiske landbrug. De teoretiske problemer ved vandindholdet og dets

bestemmelse er derfor kun behandlet i den udstrækning, som undersøgelsen nødvendiggjorde dette, idet en mere dybtgående behandling af disse forhold hører hjemme under cereal-kemien, der i flere meget omhyggelige undersøgelser har beskæftiget sig med dette problem. For et nøjere studium af disse forhold henvises til litteraturfortegnelsen, men indledningsvis skal dog summarisk gives et overblik over baggrunden for den foreliggende undersøgelse.

Almindelige bemærkninger om korns vandindhold.

Som bekendt består kornkernen af tørstof, der igen omfatter proteinstoffer, kulhydrater, fedtstoffer, askebestanddele samt et vist vandindhold, der af praktiske grunde angives i pct. af kornets samlede vægt — og ikke som pct. af kornets tørstof. Medens det som regel er en simpel ting at bestemme et stofs vandindhold, opstår ved korn ligesom ved andre organiske stoffer visse vanskeligheder.

Almindeligvis bestemmes vandindhold på den måde, at vandet ved en passende opvarmning bringes til at fordampe, hvorefter en bestemmelse af vægttabet, evt. en fortætning og måling af det fordampede vand, umiddelbart kan give oplysning om vandindholdet. Hvis man bruger denne metode overfor korn, viser det sig imidlertid, at denne fordampningsproces er så langvarig, at ingen praktisk anvendelig målemetode kan baseres på en fordampning til konstant vægt. Dette skyldes, at en lille del af kornets vandindhold er knyttet til tørstoffet på en sådan måde, at det kun vanskeligt frigøres. Endvidere kan fordampningen ikke fremmes ved at sætte temperaturen op, fordi visse stoffer i kornet da vil iltes og andre stoffer end vand fordampe, hvorved der fremkommer vægtændringer, der ikke har forbindelse med kornets egentlige vandindhold.

Ved rent videnskabeligt arbejde kan fordampningen fremmes ved at anbringe kornprøven i kraftigt vacuum, 25 mm Hg, i forbindelse med et stærkt vandsugende stof fosforpentoxid P_2O_5 ; *Berglund* ⁸⁾ finder her omtrent konstant vægt efter 34 døgn ved stuetemperatur, medens *Trolle* ¹⁵⁾ ved 40 ° C. finder, at der går ca. 14 dage, før konstant vægt nås. En mere

anvendt vacuummetode arbejder ved 98—100 ° C. og giver efter 16 timer omtrent konstant vægt.⁷⁾

Disse tre metoder giver, anvendt på samme prøve, ikke helt samme resultat, men hvis man yderligere kræver, at det tørrede produkt ikke må have undergået nogen ændring i kemisk henseende, kommer kun de to første metoder i betragtning. Man vil dog se, at selv i dette tilfælde er kornets vandindhold i nogen grad fastlagt ved den metode, der anvendes ved dets bestemmelse. Enhver anden metode kan være lige så god, blot den anvendt på samme prøve giver reproducerbare værdier, samt at den ved sammenligning med den grundlæggende metode giver en bestemt, veldefineret sammenhæng.

I praksis vil vacuummetoder ved lave temperaturer være både for kostbare og for tidsrøvende, hvorfor man anvender højere temperaturer. Af vigtighed er det da blot at arbejde med bestemte temperaturer og en bestemt tørretid, og så iøvrigt sikre sig, at den anvendte metode opfylder ovennævnte krav. Herved er der i forskellige lande opstået en mængde forskellige metoder, selv om der også internationalt er fastlagt visse metoder. Som eksempler kan nævnes følgende metoder:

- 1) 20 timer ved 98—100 ° C.; benyttes af *Statens Foderstofkontrol i Danmark*.
- 2) 5 timer ved 103 ° C.; foreslået og benyttet af den internationale frøkontrol. Benyttes af den danske *Statsfrøkontrol*.
- 3) 1 time ved 120 ° C.; benyttes som alternativ metode af den danske *Statsfrøkontrol*.
- 4) 4 timer ved 120 ° C.; officiel metode for *Research Association of British Flour Millers, England*. (Benyttes ved justering af Marconi).
- 5) 1 time ved 130 ° C.; amerikansk standardmetode for vandindholdsbestemmelse. (Benyttes ved justering af Super-Beha).
- 6) 2 timer ved 130 ° C.; foreslået som nordisk standard af *Nordisk Metodik-Komité for Levnedsmidler*.
- 7) 2 timer ved 135 ° C.; officiel metode for *Association of Official Agricultural Chemists, U. S. A.*
- 8) 15 min. ved 155 ° C.; benyttes i *Carter-Simons* ovn.

1) Tørring i 20 timer ved 98—100 ° C.

Denne metode praktiseres på den måde, at tørrerummet omgives af kogende vand, hvorved man opnår en simpel temperaturkontrol. Tørringen kan dog fortsættes ud over de 20 timer, indtil konstant vægt omtrent er nået. Apparatet benævnes i reglen *vandtørrekasse*.

2) Tørring i 5 timer ved 103 ° C.

Denne metode blev anbefalet som international standardmetode af *Buchholz*¹⁾ ved den 4. internationale frøkontrolkongres i 1924. Ifølge *Buchholz* opnås der ved denne metode ca. $\frac{3}{4}$ pct. mere vand end ved tørring i samme tid ved 98 ° C. Endvidere blev det foreslået at foretage to bestemmelser på groft malede prøver på ca. 2 $\frac{1}{2}$ g. Disse skulle igen udtages af et prøvemateriale, der mindst skulle veje 100 g. I 1928³⁾ blev det foreslået at benytte 2 prøver på 5 g ved praktiske prøver.

Da metoden benyttes af Statsfrøkontrollen, er denne metode i det foreliggende arbejde benyttet som basismetode. Da metoden (3) 1 time ved 120 ° C. benyttes som alternativ metode af Statsfrøkontrollen og metoden 1 time ved 130 ° C. benyttes ved justering af det i kornhandelen i Danmark stærkt benyttede Super-Beha apparat, skønnedes det at have stor værdi at få en sammenligning foretaget mellem disse tre metoder. Denne blev gennemført med forholdsvis få prøver for 1 time ved 120 ° C., medens ca. 100 prøver af hver kornart blev benyttet ved 130 ° C. I begge tilfælde blev benyttet såvel almindeligt varmeskab som det automatiske varmeskab »Humitherm«.

Som resultat af disse undersøgelser blev følgende værdier fundet for korn, der indeholder 14—22 pct. vand:

Vandindhold 1 time ved 120 ° C. = vandindhold 5 timer ved 103 ° C. + 0,3 pct. (varmeskab, gennemsnit af 116 prøver).

Vandindhold 1 time ved 120 ° C. = vandindhold 5 timer ved 103 ° C. + 0,5 pct. (»Humitherm«, gennemsnit af 106 prøver).

Vandindhold 1 time ved 130 ° C. = vandindhold 5 timer ved 103 ° C. + 0,6 pct. (varmeskab, gennemsnit af 462 prøver).

Vandindhold 1 time ved 130 ° C. = vandindhold 5 timer ved 103 ° C. + 0,7 pct. (»Humitherm«, gennemsnit af 453 prøver).

En mere detaljeret sammenligning er gengivet under den senere omtale af de forskellige metoder.

Såvel den engelske metode, 4 timer ved 120 ° C., som den af *Nordisk Metodik-Komité for Levnedsmidler* foreslåede 2 timer ved 130 ° C., gjorde det nærliggende at undersøge tørningsforløbet ved temperaturerne 103 ° C., 120 ° C. og 130 ° C. Det automatiske varmeskab »Humitherm« tillod en sådan undersøgelse på en meget bekvem måde. 12 groft malede prøver af hvede, rug, byg og havre blev tørret ved temperaturerne 103 ° C., 120 ° C. og 130 ° C. i henholdsvis 90, 70 og 60 timer. Ud fra det maksimale vægttab efter denne tørretid blev tørningsforløbet beregnet, angivet i procent af det maksimale vægttab. Vandindholdet i de fire kornarter var ca. 14 pct. for hvede, rug og havre, medens bygprøven indeholdt ca. 17 pct. vand. Resultaterne er gengivet sidst i denne beretning (fig. 19, 20, 21 og 22).*)

Det må understreges, at kurverne ikke er alment gyldige, da såvel det absolutte vandindhold som malefinheden, lufthastigheden i ovnen o. s. v. spiller ind. Man bemærker dog, at havre er den kornart, der hurtigst tørrer ud, idet havre ved 103 ° C. når 97 pct. af 90 timers vægttab efter 2 timer, medens hvede bruger 3½ time, rug 4½ og byg 5 timer. Endvidere bemærker man, at kurven for 103 ° C. til at begynde med naturligt viser langsommere fordampning end den, der opnås ved 120 ° C. og 130 ° C. Senere skærer kurven de to andre kurver. Dette betyder naturligvis ikke, at fordampningen til sidst går hurtigere end ved de højere temperaturer 120 ° C. og 130 ° C., men at der ved disse temperaturer sker en frigørelse af vand eller andre stoffer, der ikke fordamper ved 103 ° C.

At der sker en kemisk ændring i tørstoffet ses let ved den brunfarvning af maleproduktet, der finder sted, især ved

*) Bringes i artiklens 2. del, der kommer i et følgende nr. af *Tidsskrift for Landøkonomi*.

130 °C. Ud fra disse resultater er det ikke muligt med bestemthed at sige, hvilken relation metoderne 2 timer ved 130 ° C. og 4 timer ved 120 ° C. har til 5 timer ved 103 ° C. Begge metoder synes dog at give vandprocenter, der er ca. 1 pct. højere end 5 timer ved 103 ° C.

Der er ikke ved undersøgelsen benyttet en vacuummetode som sammenligningsgrundlag. En sammenhæng mellem en vacuummetode, der foreskriver 16 timer ved 98—100 ° C. og 1 time ved 130 ° C., er givet af Cook, Hopkins og Geddes⁷⁾,

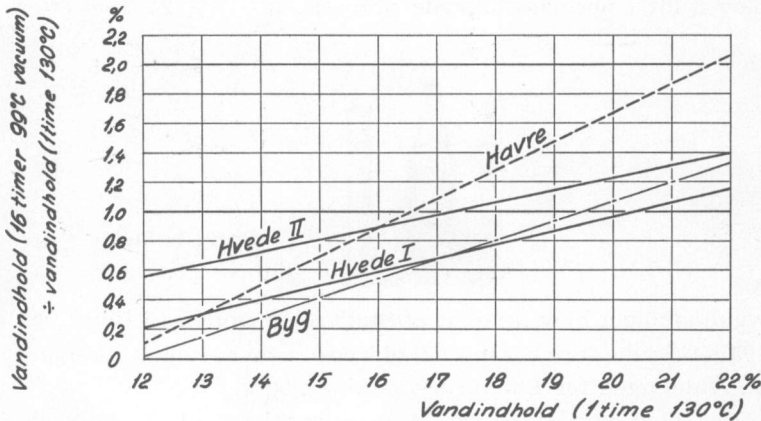


Fig. 1: Sammenhæng mellem metoderne 16 timer ved 99 ° C. i vacuum og 1 time ved 130 ° C. Eksempel: Hvis 1 time ved 130 ° C. giver 17 pct. for havre, vil vacuummetoden give $17 + 1,1 = 18,1$ pct.

og resultatet er grafisk gengivet på fig. 1. Man bemærker, at 2 forskellige hvedesorter I og II giver resultater, der afviger med ca. 0,4 pct. Selv om de senere omtalte sammenligninger mellem forskellige ovnmetoder er specificeret ud for de 4 kornarter, viser fig. 1, at evt. forskelle ikke behøver at være nøje forbundet med arten, men lige så godt kan skyldes en sorts, i dette tilfælde en hvedesorts, specielle egenskaber. Dette forhold vil være endnu mere mærkbart ved de indirekte målemetoder.

Alle vandbestemmelser efter vacuummetoden skete efter fortørring til ca. 10,8 pct. vandindhold, medens fortørring ikke blev anvendt ved 1 time ved 130 ° C.

Arbejdets gennemførelse.

De sammenlignende forsøg blev påbegyndt sommeren 1951 og fortsat sommeren 1952. De benyttede kornprøver blev hentet fortrinsvis fra Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles forsøgsgårde Albertslund og Højbakkegård samt fra kornfirmaet *Nielsen & Smith*, Glostrup. Der er benyttet korn, der er direkte høstet før sæsonen, korn, der er taget fra hobe efter binderhøst, samt korn, der er hentet direkte fra mejetærsker, og endelig korn, der stammer fra kornlagre. Kornprøverne blev fyldt i normale lukkede prøveflasker (fig. 2), hvorefter



Fig. 2:
Prøveflasker.

vandindholdet blev bestemt af Statsfrøkontrollen (5 timer ved 103°C .); de øvrige vandindholdsbestemmelser blev foretaget på Afdelingen for Landbrugsmaskiner.

Her blev vandindholdet af prøverne bestemt på følgende apparater:

- 1) *Laboratoriemetode med anvendelse af varmeskab* (fab. Heraeus, Type RT 360, Hanau, Tyskland. I 1951 blev benyttet 1 time ved 120°C ., i 1952 1 time ved 130°C).
- 2) *Varmeskab med indbygget vægt*. («Humitherm», fab. Struers chem. Laboratorium, København). I 1951 1 time ved 120°C ., i 1952 1 time ved 130°C .
- 3) *Tørring med infrarød lampe*. («X-14 Agat», fab. A/B G. L. Jacoby, Stockholm). I 1951 blev benyttet 150 W lampe, i 1952 blev en 250 W lampe anvendt.
- 4) *Destillation i olie af hele kærner*. («Ingols», fab. Colléns Mekaniska Verkstad, Stockholm).
- 5) *Elektrisk målemetode I*. (fab. Marconi Instruments Ltd., St. Albans, England). I 1951 blev anvendt Moisture Meter

Type TF842 og i 1952 det forbedrede apparat Moisture Meter Type TF933A.

- 6) *Elektrisk målemetode II.* («Super-Beha», fab. Erling Foss, Hillerød).

I det følgende er de enkelte metoder og apparater beskrevet, og de opnåede vandprocenter er grafisk gengivet, idet der overalt er brugt differencen mellem den pågældende målemetode og 5 timer ved 103° C. som ordinat, og vandindholdet bestemt ved 5 timer ved 103° C. som abscisse. I alle tilfælde er der derefter fundet den *korrektion*, der skal foretages ved en vandindholdsbestemmelse efter den pågældende metode, for at resultatet kan bringes til at stemme overens med den værdi, der fås ved 5 timer ved 103° C. Endvidere er *usikkerheden* ved den pågældende metode fastlagt ved beregning af standardafvigelsen (spredningen) for de opnåede resultater. Korrektionen og standardafvigelsen er på diagrammerne betegnet med *k* og *s*.

Efter foranstående almindelige bemærkninger om vandindholdet er det klart, at forskellige metoder giver forskellige korrektioner over for en standardmetode, og at denne korrektions størrelse intet siger om vedkommende metodes anvendelighed, der alene kommer til udtryk i standardafvigelsen. Blot må man altid erindre denne korrektion, når forskellige metoder sammenlignes. Endvidere skal det anføres, at den beregnede usikkerhed også indeholder usikkerheden på den til grund liggende metode, 5 timer ved 103° C. Denne er, som senere fundet, ca. $\pm 0,2$ pct.

De enkelte metoder.

1) Laboratoriemetode.

På fig. 3 er vist det nødvendige udstyr til vandindholdsbestemmelse efter denne metode. Der kræves altså:

- 1) Varmeskab med termostat.
- 2) Analysevægt (følsomhed 1 mg).
- 3) Vejglas med låg.
- 4) Eksiccator.
- 5) Malekværn.

En vandbestemmelse efter denne metode sker således:
 »Tørt« korn, (vandindhold 0—20 pct.).

Af prøven tages ca. 25 g hele kærner, der males på kværnen. Af maleproduktet afvejes i to vejglas ca. 2,5 g i hver.

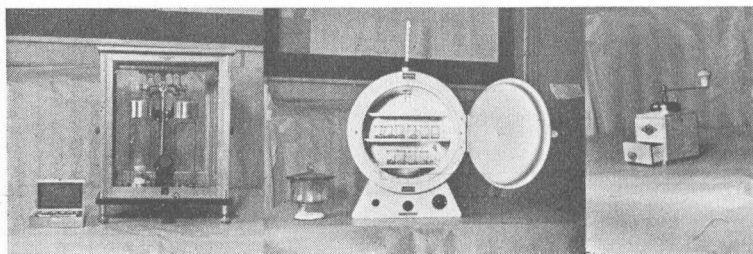


Fig. 3: Analysevægt, eksiccator, varmeskab og malekværn.

Vejglassenes tomvægt skal forinden bestemmes. En væsentlig lettelse i analysearbejdet kan opnås ved at bruge vejglas med nøjagtig samme vægt (tarerede vejglas), men de er væsentlig dyrere og er derfor kun lidt brugt. Efter vejningen indsættes prøverne i varmeskabet ved den ønskede temperatur. Lågene skal naturligvis her tages af vejglassene. Efter afsluttet tørring sættes lågene på, og glassene afkøles i eksiccator i ca. $\frac{1}{2}$ time. Eksiccatoren indeholder calciumclorid, der er stærkt vandsugende og derved sikrer, at vejglassene er omgivet af en tør atmosfære. Det helt udtørrede materiale er stærkt vandsugende, og lågene skal derfor sættes på glassene, inden disse fjernes fra tørreskabet og overføres til eksiccatoren. Efter afkølingen vejes glassene igen, og ud fra vægttabet beregnes vandindholdet således, idet følgende betegnelser anvendes:

A: Vægt af vejglas.

B: Vægt af vejglas + vægt af korn før tørring.

C: Vægt af vejglas + vægt af korn efter tørring.

$$\text{Vandindhold i pct.} = \frac{B \div C}{B \div A} \cdot 100$$

»Vådt« korn, (vandindhold over 20 pct.).

Ved korn, der efter foranstående metode har et vandindhold på 20 pct. eller derover, må man, hvis nøjagtige resultater skal opnås, foretage nedtørringen i to tempi, fordi formaling af kærner med dette vandindhold er vanskelig, ligesom der ved selve formalingen vil fordampe en vis vandmængde, hvorved den målte vandprocent bliver lavere end den korrekte værdi. Ved sønderdelingen udsættes kornet for en svag opvarmning, der vil give fordampning, ligesom en ringe mængde vand ved formalingen kan blive presset ud af kærnerne og tilbageholdt i kværnen efter formalingen.

Fremgangsmåden er da følgende:

Ca. 50 g af prøven afvejes og stilles til tørring ved ca. 50 ° C. et par timer, hvorefter prøven stilles til afkøling et døgn for at komme i ligevægt med den atm. luft. Herefter vejes prøven igen, og på slutproduktet foretages så en normal vandindholdsbestemmelse. De procentiske vægttab beregnes som ovenfor angivet; idet vi kalder vægttabene F pct. og E pct., skal man blot erindre, at den virkelige vandprocent ikke fås ved simpel addition af F og E, men beregnes således:

$$\text{Vandindhold i pct.} = F + \frac{100 \div F}{100} \cdot E$$

For at undgå regnearbejdet er der på fig. 4 vist et diagram, der direkte kan give oplysning om vandindholdet, når F og E er kendt.

Fortørring er altså en tidrøvende proces, der vanskeligt kan gennemføres ved praktiske målinger. Ved at male så groft som muligt og sørge for en høj relativ fugtighed i prøvelokalet kan man uden væsentlige fejl male og tørre prøver med 22—24 pct. vand. Det kan oplyses, at *Leendertz*¹²⁾ og *Brockelsby*¹⁸⁾ uafhængig af hinanden ved 19—20 pct. vandindhold finder et tab på ca. 0,3 pct. vand ved direkte måling. Ved ca. 17 pct. findes et tab på ca. 0,1 pct.

Ifølge Statsfrøkontrollens praksis anvendes fortørring på prøver over 22 pct.; i de analyser, der er foretaget på Afdelin-

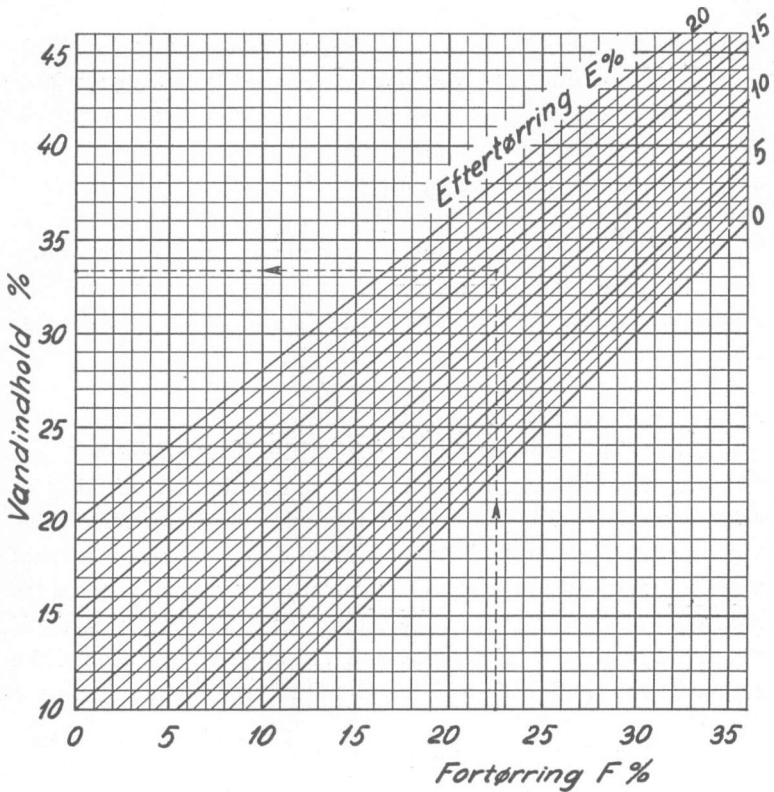


Fig. 4: Fortørningsdiagram. Eksempel: Hvis der ved fortørringen findes et vægttab på 22,5 pct. og ved eftertørringen et vægttab på 14,0 pct., er den oprindelige vandprocent 33,4 (findes ved at følge streglinien i pilenes retning).

gen for Landbrugsmaskiner, er fortørring ikke anvendt, da langt de fleste prøver havde et vandindhold på under 22 pct., og det må påregnes, at ved praktiske målinger vil fortørring kun finde meget ringe anvendelse. Der er iøvrigt store forskelle i de krav, der stilles med hensyn til fortørring. I den amerikanske standard forlanges fortørring helt ned til 13 pct., hvilket vil sige, at alle prøver skal fortørres, medens *Nordisk Metodik-Komité for Levnedsmidler* foreslår grænsen sat ved 17 pct. for hvede, rug og byg og 15 pct. for havre.

Analysenøjagtighed.

For at finde den reproducerbarhed, der kan opnås ved gentagne målinger af den samme kornprøve, blev der foretaget 20 vandbestemmelser efter metoderne: 5 timer ved 103 ° C., 1 time ved 120 ° C. og 1 time ved 130 ° C. En større del af prøven blev malet, hvorefter der i 20 vejglas blev afvejet ca. 2,5 g. Det skal understreges, at de variationer, der vil fremkomme, omfatter såvel vandindholdets ubestemthed som fejlkilder ved målemetoden. Der blev fundet:

5 timer ved 103 ° C.	± 0,20 pct.
1 time ved 120 ° C.	± 0,22 pct.
1 time ved 130 ° C.	± 0,21 pct.

Herudfra kan man slutte, at hvis to bestemmelser giver mere end 0,4 pct. forskel, bør en tredje analyse foretages — evt. skal de første bestemmelser laves om.

Forsøgsresultater.

På fig. 5 er vist de opnåede resultater for 116 prøver (alle kornarter bestemt ved 1 time ved 120 ° C., og på fig. 6 er vist resultatet af 462 prøver bestemt ved 1 time ved 130 ° C. Resultaterne på fig. 5 er fra enkeltanalyser, medens der på fig. 6 er foretaget dobbeltanalyser på hver prøve. De anførte korrektioner k er fundet som de værdier, der giver den mindste standardafvigelse s . Som kontrol på de herved fundne k -værdier er yderligere afvigelseernes middelværdier m bestemt. Der fandtes:

1 time ved 120 ° C.	(116 prøver hvede, rug, havre, byg)	$m = + 0,28$
1 time ved 130 ° C.	(118 prøver hvede)	$m = + 0,50$
do.	(114 prøver rug)	$m = + 0,61$
do.	(119 prøver byg)	$m = + 0,63$
do.	(111 prøver havre)	$m = + 0,74$

Man ser, at der kun er små forskelle mellem de fundne værdier for k og m .

VARMESKAB

1 time ved 120°C.

Vandindhold 1 t. v. 120°C. \rightarrow
 Vandindhold 5 t. v. 103°C.

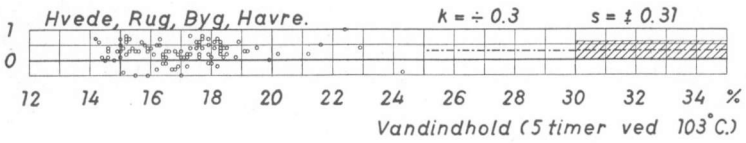


Fig. 5.

VARMESKAB

1 time ved 130°C

Vandindhold Varmeskab (1 t. v. 130°C) \rightarrow
 Vandindhold (5 timer ved 103°C)

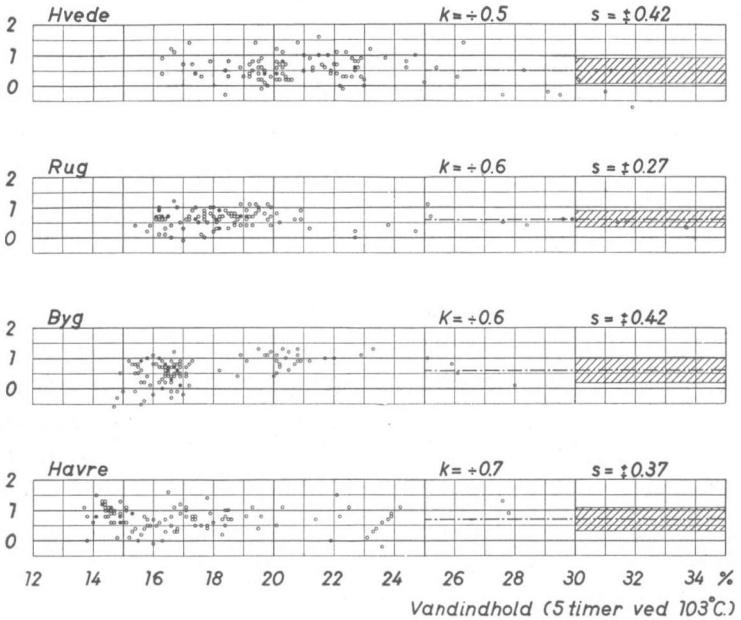


Fig. 6.

2) Varmeskab med indbygget vægt.

Vandindholdsbestemmelse efter varmeskabsmetoden kan normalt kun udføres på specielt udrustede laboratorier. For at gøre metoden praktisk anvendelig har man konstrueret appa-

rater bestående af varmeskabe med indbygget vægt og tarede vejeskåle, hvorved man får en væsentlig simplifikation af analysearbejdet. Ved forsøgene blev benyttet apparatet »Humitherm«, fab. af Struers chem. Laboratorium, København.

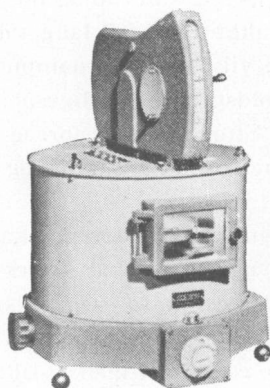


Fig. 7:
Varmeskab med
indbygget vægt
(»Humitherm«).

Apparatet består, som vist på fig. 7, af et cylindrisk varmeskab, der i bunden indeholder et varmelegeme med en temperaturregulator, der maksimalt kan give en temperatur i skabet på 160°C ., men iøvrigt kan indstilles til enhver ønskelig temperatur fra 45°C . til 160°C . Temperaturen i skabet kontrolleres på et kviksølvtermometer anbragt i varmeskabets overside. Her er endvidere anbragt en magnetdæmpet vægt med aflæsningsskala. Inde i skabet findes et drejeplan, som har udsparinger til 6 nummererede, tarerede aluminiumsskåle. På siden af varmeskabet findes en dør, hvorigennem vejeskålene fyldes og tømmes. Døren er forsynet med en rude, hvorigennem skålene kan inspiceres under tørringen. Endelig er apparatet udstyret med en libelle, hvorved man kan sikre sig, at apparatet under brugen står vandret.

Fremgangsmåden ved forsøgene er da følgende:

Ved hjælp af apparatets 3 skrueben og libellen stilles apparatet vandret, og vægten justeres ved at lægge 10 g's loddet på tareringsskålen. Viseren skal da vise 0,0, medens 7,5 g's loddet skal få viseren til at standse ud for 25,0. Varmeskabet

tilsluttes lysnettet, og der indstilles på den ønskede tørretemperatur.

Af prøven males ca. 25 g på en kaffemølle. Ved hjælp af et håndtag sættes vægtarmens »griber« i forbindelse med vægtskålens »stilk«, og man fylder så meget af maleproduktet i en af skålene, at viseren står nøjagtigt ud for 0,0 (10 g). Denne afvejning bør ikke tage for lang tid, fordi der da under selve afvejningen vil ske en fordampning, der ikke kommer med i vandindholdsprocenten, ligesom temperaturen når at falde lidt i ovnen. Efter nogle få forsøg kan vejningen dog tilendebringes på mindre end $\frac{1}{2}$ min., og fordampningen er så uden betydning.

Efter afvejningen lukkes ovndøren, skålen bringes ud af indgreb med vægten, og en ny skål drejes frem foran døren. En ny prøve forberedes og indføres på tilsvarende måde. Der kan altså opnås 6 resultater pr. time ved en times tørretid. Efter endt tørring drejes skålen igen i stilling ved vægten, og resultatet kan direkte aflæses på skalaen og angives i tiendedele procent.

Fortørring på dette apparat kan ske omtrent som før beskrevet. Der afvejes 10 g hele kærner i det kolde varmeskab, hvorefter temperaturen sættes op til ca. 50° C. et par timer. Efter fuldstændig afkøling og udluftning af varmeskabet vejes igen, hvorefter prøven males og 5 g af maleproduktet afvejes og tørres på normal måde. Den sidst aflæste procentværdi skal da blot ganges med 2, hvorefter endelig vandindholdsbestemmelse sker efter diagrammet, fig. 4.

Hvis vandindholdet overstiger 25 pct., kan man ved at lægge et 2,5 g's lod i tareringsskålen finde vandprocenter mellem 25—50. Tilsvarende for 50—75 pct. og 75—100 pct. De sidste intervaller falder uden for kornområdet, medens der lejlighedsvis kan være tale om at måle 25—50 pct. vand i korn. I så tilfælde bør fortørring altid anvendes.

Resultatet er vist på fig. 8 for 1 time ved 120° C. og på fig. 9 for 1 time ved 130° C. Det er bemærkelsesværdigt, at der her er nået en mindre spredning end ved laboratoriemetoden; den vigtigste årsag hertil er formentlig den større korn-

HUMITHERM

1 time ved 120°C.

Vandindhold 1 t v 120°C. ÷
Vandindhold 5 t v 103°C.

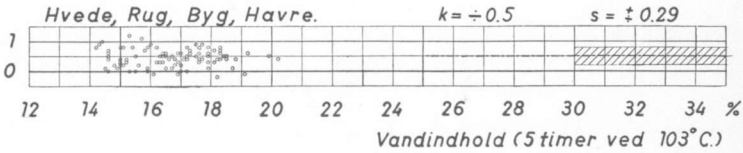


Fig. 8.

HUMITHERM

Vandindhold Humitherm ÷
Vandindhold (5 timer ved 103°C)

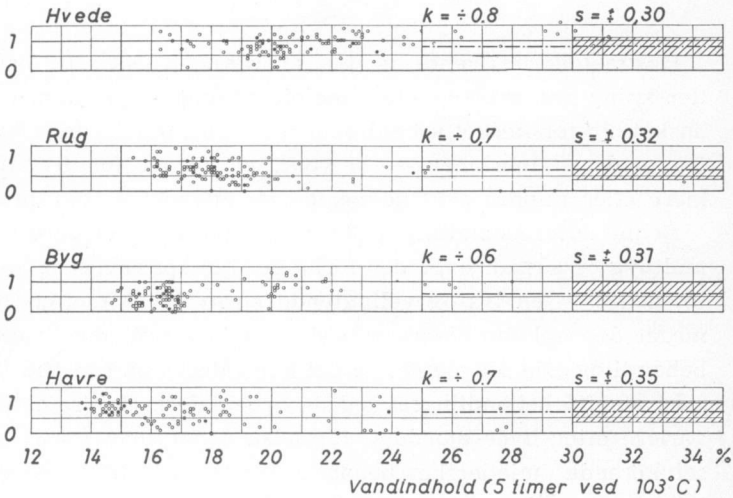


Fig. 9.

mængde på 10 g, der her benyttes. Til kontrol af korrektionerne k blev afvigelsernes middelværdi m bestemt. Der fandtes:

1 time ved 120 ° C.	(106 prøver hvede, rug, byg, havre)	$m = + 0,49$
1 time ved 130 ° C.	(121 prøver af hvede)	$m = + 0,86$
do.	(101 prøver af rug)	$m = + 0,74$
do.	(120 prøver af byg)	$m = + 0,62$
do.	(111 prøver af havre)	$m = + 0,71$

(Sluttet.)