

Tørstofbestemmelse i Roer.¹⁾

Af R. K. Kristensen.

I Danmark udføres aarlig et stort Antal Tørstofbestemmelser i Roer. Saadanne Tørstofbestemmelser er knyttede til Forsøgsvirksomhedens forskellige Grene: Det landøkonomiske Forsøgslaboratoriums Fodringsforsøg, Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur og de lokale Markforsøg i Landboforeningerne. Desuden udføres der Tørstofbestemmelser ved Forædling af Roer til Frøavl og ved den kontrollerede Fodring af Landmændenes Kvægbesætninger (Kontrollforeninger). Foruden de Laboratorier, der er knyttede til Statens Forsøgsvirksomhed, er der oprettet et betydeligt Antal private Laboratorier, der udfører Tørstofbestemmelse i Roer for en moderat Betaling. Som Regel gaar man nu i Hovedsagen frem efter den neden for angivne Metode, der er udarbejdet paa Grundlag af forskellige indgaaende Undersøgelser. I det følgende skal der gives en kortfattet Oversigt over nogle væsentlige Punkter ved disse Undersøgelser og en mere udførlig Beskrivelse af selve Metoden.

Ved Tørstofbestemmelse i Roer er Prøveudtagningen en vigtig Del af Arbejdet. Den foregaar i 3 Trin. Først udtages der af de Roer, hvis Tørstofindhold skal bestemmes, en eller flere Prøver, idet hver Prøve bestaar af et vist Antal Roer. Af disse udtages atter Prøve paa den Maade, at der nu foregaar en Sønderdeling af Roerne og en Prøveudtagning af de

¹⁾ Nærværende Afhandling er tilstillet det internationale Landbrugs-Institut i Rom til Offentliggørelse i Institutets Skrifter, der udgives paa Fransk, Engelsk, Tysk, Italiensk og Spansk. Da Afhandlingen maa antages ogsaa at have Interesse for danske Læsere, offentliggøres den her i Tidsskriftet.

Red.

enkelte Roer. Det saaledes fremkomne Materiale benyttes nu til den endelige Prøveudtagning ved selve Tørstofbestemmelsen.

Ved den første Prøveudtagning maa der udtages saa mange Roer, at de udtagne Prøver med tilstrækkelig Sikkerhed kan repræsentere den Samling Roer, som Tørstofbestemmelsen skal gælde. Man begyndte med at udtage Prøver, der kun bestod af 3—4 Roer, men Resultaterne blev saa usikre, at Tørstofbestemmelsen var værdiløs, og man gik efterhaanden over til at gøre Prøverne større og større, indtil man blev staaende ved en Prøvestørrelse af ca. 50 Roer. En Række Dobbeltanalyser, der blev udførte ved Statens Forsøgsstationer i 1902, viste, at Forskellen mellem saadanne 2 Prøver kunde gaa op til 0.5 pCt. Tørstof. I 1903 fandt *L. Helweg*, at Tørstofindholdet af 60 Prøver, der blev udtagne af samme Roebeholdning (Runkelroer), varierede fra 13.67 pCt. til 15.59 pCt. Hver Prøve bestod af 15 Roer, og Middelfejlen paa de enkelte Prøver var 0.36 pCt. Tørstof. Ifølge Fejlloven vil dette give Middelfejlen $0.36 : \sqrt{50 : 15} = 0.20$ paa Prøver à 50 Roer (7)¹⁾. En senere udført Bearbejdelse af Talmaterialet fra et stort Antal Tørstofbestemmelser i Roer, der var dyrkede og analyserede ved Statens Forsøgsstationer i Aarene 1907—1909, viste, at Middelfejlen paa de enkelte Prøver à 50 Roer var gennemsnitlig 0.18 pCt. Tørstof (7). Skal Roerne forsendes til et Laboratorium og maaske opbevares i nogen Tid, inden Tørstofbestemmelsen foretages, kan man vente en noget større Middelfejl, end naar de undersøges paa selve Forsøgsstedet (12). I 1909 undersøgte *R. K. Kristensen* 215 enkelte Roer (Runkelroer) og fandt, at Variationen i Tørstofindholdet af de enkelte Roer kunde forklare Variationerne i Tørstofindholdet af de store Prøver. Roernes Vægt varierede fra 102 g til 1745 g og Tørstofindholdet fra 8.02 pCt. til 13.76 pCt. Middelfavgelsen i Tørstofindholdet af de enkelte Roer var 0.98 pCt., men beregnet paa Roer af samme Størrelse 0.84 pCt. Roerne vejede i Gennemsnit 817 g pr. Stk., og det gennemsnitlige Tørstofindhold var 10.88 pCt. Naar Middelfavgelsen hos de enkelte Roer er 0.84 pCt. Tørstof, skal Middelfejlen paa Prøver à 50 Roer ifølge Fejlloven være $0.84 : \sqrt{50} = 0.12$ pCt. Tørstof. Paa Forsøgsstationen i Askov, hvor denne Undersøgelse blev udført,

¹⁾ Tallene i Parentes henviser til Litteraturfortegnelsen Side 162.

var den virkelige Middelfejl paa et stort Antal Prøver à 50 Roer 0.15 pCt. Tørstof. Den lille Forskel, 0.03 pCt., kunde let forklares ved den Omstændighed, at de 215 Roer var voksede ved Siden af hverandre, medens Prøverne paa 50 Roer stammede fra Forsøg, der strakte sig over større Jordstykker (8). — Ved mange Undersøgelser er det paavist, at de smaa Roer har et højere Tørstofindhold end de store (1, 4, 6, 8), og de udtagne Roer maa derfor have samme Gennemsnitsstørrelse som de Roer, Prøven skal repræsentere. Dette kan opnaas baade ved at udtage Roer af Middelstørrelse og ved at udtage Roer af forskellig Størrelse. Men det er godtgjort ved Beregning, at det fundne Tørstofindhold vil blive lidt for højt, hvis man alene udtager Roer af Middelstørrelse (8), og det er derfor rigtigst at sammensætte Prøven af Roer, der har forskellig Størrelse. Ved meget nøjagtige Forsøg har man anvendt den noget omstændelige Fremgangsmaade at sortere Roerne i tre Klasser efter deres Størrelse og bestemme Antallet af smaa, middelstore og store Roer, hvorefter Prøven sammensættes i Overensstemmelse med det fundne Forhold. Undersøgelser over Forholdet mellem Roernes Antal og Størrelse har vist, at Variationen i Roernes Størrelse svarer til en skæv Variationskurve (8, 10).

Ved Prøveudtagningen af de enkelte Roer har der tidligere været anvendt forskellige Fremgangsmaader. Man har udboret Propper af Roerne eller udskaaret mindre Stykker af disse eller revet et kileformet Indsnit i den ene Side af Roen ved Hjælp af en dertil indrettet Maskine (7). Alle disse Fremgangsmaader maa dog betegnes som mangelfulde, fordi Tørstoffet ikke er jævnt fordelt i Roen. Den ydre Del er mere tørstoffrig end den indre Del, og Runkelroer indeholder mere Tørstof i de to Sider, hvor Trævlerødderne har deres Udspring, end i de mellemliggende glatte Partier (7, 9). Den eneste rigtige Fremgangsmaade er derfor at save Roen igennem nogle Gange paa tværs med en af *L. Helweg* konstrueret Maskine (se Figuren Side 160) og udtage de endelige Prøver af de opsamlede Savspaaner. *R. K. Kristensen* har fundet, at Tørstofindholdet af de saaledes fremkomne Prøver svarer til Roernes virkelige Tørstofindhold, naar Saven er holdt i Orden og har skarpe Tænder (8), og dette er blevet bekræftet ved andre Undersøgelser (12). Det viste sig ligeledes, at den endelige

Prøveudtagning af de opsamlede Savspaaner, den saakaldte Pulpmasse, kan udføres med stor Nøjagtighed. Af samme Pulpmasse blev der udtaget 24 Prøver à ca. 20 g. Tørstofindholdet af disse Prøver varierede fra 11.45 til 11.56 pCt. Middelfejlen paa de enkelte Prøver var kun 0.03 pCt. Tørstof (8). En statistisk Behandling af et stort Antal Tørstofbestemmelser, der var udført ved Statens Forsøgsstation i Askov i Aarene 1905—1911, bekræftede dette Resultat (11).

Tørringen af Roepulpen maa foregaa ved en forholdsvis lav Temperatur. V. Storch angiver i 1905, at Tørringen maa foregaa ved en Temperatur, der er betydelig lavere end Vandets Kogepunkt, da der ellers foregaar en delvis Sønderdeling af Roemassen, saa noget af Tørstoffet forflygtiger ved Tørringen (5). A. Madsen-Mygdal og P. Christensen fandt senere, at disse Omdannelser var knyttede til direkte reducerende Sukkerarter, og at de bevirkede et Tørstoftab, der var omtrent halvt saa stort som Nedgangen i Sukkerindholdet (12). Man maa derfor være særlig varsom ved Tørringen af Kaalroer og Turnips, der saa godt som udelukkende indeholder direkte reducerende Sukkerarter. I Runkelroerne er Sukkeret om Efteraaret til Stede som Rørsukker, der taaler Tørring ved højere Temperatur, men i Løbet af Vinteren vil en Del af Rørsukkeret spaltes til Invertsukker, der ikke taaler de høje Temperaturer (2, 3, 5, 12). Det kan være forbundet med praktiske Vanskeligheder at tørre ved saa lave Temperaturer, at de nævnte Omdannelser af de direkte reducerende Sukkerarter kan undgaas helt. For at Resultaterne kan sammenlignes, maa man derfor tørre ved samme Temperatur og holde denne saa konstant som mulig. Hvor man har et Vakuumapparat til Raadighed og kan tørre Prøverne ved formindsket Lufttryk, vil dette fremme Vandfordampningen og gøre det lettere at tørre ved lav Temperatur. En Gennemsgning af Belysningsgas synes derimod ikke at kunne forhindre de omtalte Omdannelser i Tørstoffet (13).

Fremgangsmaade ved Tørstofbestemmelse i Roer.

1. Prøveudtagningen.

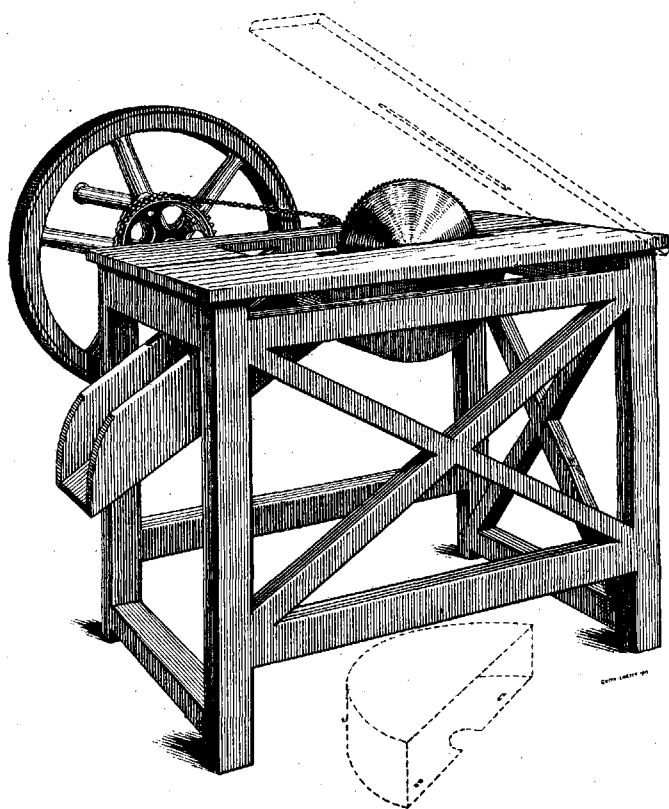
Hver Prøve bestaar af mindst 50 Roer. Der udtages 2, 4 eller 8 sideordnede Prøver (Fællesprøver), efter som der stilles

mindre eller større Fordringer til Nøjagtigheden. Ved de paa Statens Forsøgsstationer udførte Forsøg med Sammenligning af forskellige Roestammer anvendes 4 Fællesprøver, ved visse Fodringsforsøg derimod 8. Prøveudtagningen former sig lidt forskellig, efter som den knytter sig til Markforsøg og foregaar paa Marken, eller den knytter sig til Fodringsforsøg, hvor Prøverne udtages af en sammenbragt Roeholdning. I sidste Tilfælde aftælles 500 Roer fra Beholdningen, idet man udtager 100 Roer lige for Haanden paa 5 forskellige Steder. De 5 Bunker vejes, og Gennemsnitsvægten af 50 Roer beregnes. Til hver Analyseprøve udtages nu 10 Roer af hver Bunke, idet man tilstræber at faa de forskellige Størrelser af Roerne repræsenterede i Prøven; dog medtages ikke de sjældent forekommende, meget store og meget smaa Roer, da saadanne meget afvigende Individuer let vil blive for stærkt repræsenterede i den forholdsvis lille Prøve. De udtagne Prøver vejes, og ved Ombytning af smaa og store Roer bringes Vægten til at svare til den fundne Gennemsnitsvægt. Ved Markforsøgene har man i Reglen foretaget Vejning og Optælling af Roerne paa de enkelte Parceller, inden Prøveudtagningen finder Sted, og det er da let at beregne Roernes Gennemsnitsvægt. Til hver Prøve udtages nu lige mange Roer fra hver af de sammenhørende Parceller (Fællesparceller), idet man ligesom før tager Roer af forskellig Størrelse. Man tager saa mange Roer fra hver Parcel, at den samlede Prøve bliver paa mindst 50 Roer. Prøverne vejes og bringes paa samme Maade som før til at svare til Gennemsnitsvægten. Kan Roerne ikke analyseres umiddelbart efter Optagningen, nedkules Prøverne i Jorden paa en saadan Maade, at de er sikrede mod Frost, og saaledes, at der kommer Jord omkring hver enkelt Roe. Der sørges for, at Roerne ikke er Genstand for Udtørring mellem Optagningen og Nedkulingen. Da Tørstofindholdet kan forandres under Opbevaringen, bør denne ikke udstrækkes længere end højst nødvendigt. Ved Analyseringen tages Prøverne op efterhaanden, som de skal bruges.

2. Vaskning og Savning.

Roerne gøres rene ved Hjælp af en Vaskemaskine, der bestaar af et 2 m langt Kar med Vand, hvori en Tromle, der indeholder Roerne, drejes rundt. Tromlen er ca. 60 cm i

Diameter og beregnet til at rumme en Prøve, altsaa ca. 50 Roer, ad Gangen. Den er dannet af Trælister med en indbyrdes Afstand af 2 cm og forsynet med et Laag, som lukkes op, naar Roerne tages ind eller ud. Efter Udtagningen af Vaske-maskinen efterses hver enkelt Roe; tilbageværende Jord fjærnes



Savemaskine.

med en tilspidset, flad Pind og en stiv Børste. Derefter lægges Roerne til Afdrypning i nogle Timer, inden Savningen skal foregaa, idet de anbringes i flade Tremmekasser eller paa et Lag Halm. Savningen udføres ved Hjælp af den før nævnte Savemaskine (se hosstaaende Figur), der bestaar af et Bord, hvorpaa der er anbragt en Rundsav, som trækkes ved Haandkraft eller mekanisk Drivkraft. Roerne saves over paa tværs i Skiver af en bestemt Tykkelse; Skiverne stryges gennem en

Aabning i Bordpladen ned i en skraa Trærende, der fører dem ud til Siden af Maskinen. Savspaanerne falder ned i en Zinkkasse under Saven paa den underste Side af Bordpladen. Den ene Halvdel af denne er bevægelig og løftes, naar den opsamlende Pulp skal tømmes af Zinkkassen, der kan hægtes af Maskinen (se Konturtegningen forneden paa Figuren). Over Saven er anbragt en Blikskærm, der opfanger, hvad der slynges op fra Saven (ikke vist paa Figuren). Paa Bordpladen anbringes en Liste, som gør det muligt at holde en bestemt Afstand mellem Snittene. Afstanden fastsættes under Hensynet til at faa en passende Pulpmasse (ca. 1 kg) fra hver Prøve. Der maa holdes samme Afstand mellem Snittene, saa længe man har at gøre med den samme Prøve, — uden Hensyn til, om Roen er stor eller lille, eller hvilken Form den har. 5 cm vil i Almindelighed være passende. Savbladet maa ikke være for tykt, helst ikke over 1 mm. Tænderne skal være smaa (ca. 2 Tænder pr. cm) og skraatstillede som paa en almindelig Sav. De skal være skarpe og lagt saa meget ud, at Savbladet netop gaar frit igennem Roen. Tænderne files skraat af foroven som paa en almindelig Sav, saa Tandens løber ud i en Spids til den Side, hvortil den er lagt ud; i modsat Fald vil Savspaanerne let hænge sammen i lange Strimler. Saven maa ikke gaa baglænds. Den maa stadig holde samme Fart, og mekanisk Drivkraft er derfor mere formaalstjenlig end Haandkraft. Hvis man ikke kan gaa videre med Behandlingen af Pulpen umiddelbart efter, at den er bragt til Veje, anbringes den i Konserverglas eller Blikdaaser med tæt sluttende Laag, der holdes lukkede, indtil Afvejningen af de endelige Prøver finder Sted. Denne bør dog foregaa samme Dag som Savningen.

3. Prøveudtagningen af Pulpmassen og Behandlingen af de endelige Prøver.

Pulpen hældes ud i en stor Porcellænsskaal el. lign. og blandes omhyggeligt ved Hjælp af en Spiseske eller en stor Hornske. Den bløde og forholdsvis flydende Pulp af Runkelroer blandes ved kraftig Omrøring, medens de andre Roearters Pulp, der har en mere fast og tør Konsistens, maa blandes ved Æltning. Med en mindre Ske udtages af samme Pulpmasse 3 Fællesprøver à 10—15 g, idet der omrøres paany,

før hver enkelt Prøve udtages. Prøverne anbringes i Cylinderglas, der er 60 mm høje og 45 mm i Diameter og forsynede med ætsede Numre. De 10—15 g Pulp, der kommer i hvert Glas, fordeles med Bagsiden af Skeen i et jævnt Lag paa Glassets indvendige Side. Arbejdet gaar lettest, naar det deles mellem to Mand; den ene blander Pulpen og kommer Prøverne i Glassene, den anden vejer disse. Prøverne indsættes i Tørreapparatet. Her benyttes mest en almindelig Termostat med dobbelte Vægge og Vand imellem disse. De indvendige Dimensioner er 40 cm $\times$ 25 cm $\times$ 25 cm. Termostaten bør være forsynet med selvvirkende Regulator. Hvor der ikke haves Gas, kan Termostaten opvarmes ved Hjælp af Petroleumslamper, men det er da vanskeligere at regulere Temperaturen. Der maa være rigeligt Lufttræk gennem Termostaten, saa den store Mængde Vanddampe, der udvikles i den første Del af Tørringstiden, kan slippe bort. Der maa ikke slaa Dampe ud af Tørrerummet, naar Laagen til dette lukkes op. Prøverne henstaar i Termostaten i 24 Timer ved 80° C. Derefter udtages de og sættes i Ekssikatorer, der er forsynede med et vandsugende Middel, helst koncentreret Svovlsyre. Man maa — eventuelt ved Omtørring af nogle Prøver — forvise sig om, at Tørringen er fuldstændig. En ufuldstændig Tørring kan forekomme, naar der er mange Prøver i Tørrerummet, og der ikke er tilstrækkeligt Lufttræk gennem dette, eller naar Prøverne er for store og Pulpen ikke omhyggelig fordelt i Glasset. Ufuldstændig Tørring kan ogsaa forekomme, hvis Reguleringen er mangelfuld og Temperaturen er gaaet ned. Glassene vejes paa en almindelig analytisk Vægt, dog kan en lidt grovere Vægt ogsaa bruges. Tørstofprocenten udregnes, og der tages Gennemsnit af de tre Fællesanalyser fra samme Pulpmasse, hvorefter der beregnes Middeltal for de 2, 4 eller 8 Roeprøver, der hører sammen.

Litteraturfortegnelse.

1. *Emil Gottlieb*: Undersøgelser af Runkelroer. Tidsskriftet Om Landbrugets Kulturplanter, Nr. 7, 1888, S. 6.
2. *V. Storch*: Kemiske Undersøgelser af Foderstoffer. 26. Beretn. fra den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Laboratorium for landøkonomiske Forsøg, København 1892, S. 44.

3. *L. Helweg*: Redegørelse for de af Forening til Kulturplanternes Forbedring i 1889 anstillede Dyrkningsforsøg. Tidsskr. Om Landbr. Kulturpl. Nr. 9, 1892, S. 1.
4. *L. Helweg*: Redegørelse for Dyrkningsforsøg med Rodfrugter. Tidsskr. Om Landbr. Kulturpl., Nr. 9, 1892, S. 159.
5. *V. Storch*: Den kemiske Analyse af Foderstoffer. 58. Beretn. fra d. Kgl. Vetr. og Landb. Lab. f. landøk. Forsøg, København 1905.
6. *L. Helweg*: Forskellige Dyrkningsforsøg med Rodfrugter. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, 14. Bd., 1907, S. 208, og 19. Bd., 1912, S. 561.
7. *R. K. Kristensen*: En Undersøgelse over Fremgangsmaader ved Tørstofbestemmelse i Roer. Tidsskr. f. Landbr. Pl., 18. Bd., 1911, S. 96.
8. *R. K. Kristensen*: Undersøgelser over Forholdet mellem Størrelse, Vægtfylde og Tørstofindhold af Runkelroer samt Variationerne i Tørstofindholdet. Tidsskr. f. Landbr. Pl., 18. Bd., 1911, S. 277.
9. *P. Bolin* og *G. Bågenholm*: Undersökningar öfver Torrämneshalten hos Rotfrukter. Meddelande Nr. 38 från Centralanstalten för försöksväsendet paa Jordbruksområdet, Stockholm 1911.
10. *R. K. Kristensen*: Om Anvendelse af Fejlloven paa Afgrøder af Roer. Tidsskr. f. Landbr. Pl., 18. Bd., 1911, S. 744.
11. *R. K. Kristensen*: Om Nøjagtigheden ved Tørstofbestemmelser i Roer. Tidsskr. f. Landbr. Pl., 19. Bd., 1912, S. 326.
12. *A. Madsen-Mygdal* og *P. Christensen*: Undersøgelser vedrørende Tørstofbestemmelser i Roer. Tidsskr. f. Landbr. Pl., 19. Bd., 1912, S. 453.
13. *P. Christensen*: Om Tørring i Vakuum af Roepulp. Tidsskr. f. Landbr. Pl., 20. Bd., 1913, S. 615.