

Om Bestemmelse af Træstof i Foderstoffer.

Af *Gunner Jørgensen*, Forstander for V. Steins Laboratorium.

Det er en kendt Sag, at der i lange Tider har været arbejdet og at der stadig arbejdes paa dels at udfinde nye Metoder og dels at forbedre de hidtil anvendte Metoder til Bestemmelse af Mængden af Træstof, Raacellestof, Cellulose eller hvad man har kaldt den Del af de forskellige Plantestoffer, der forbliver uopløste ved Behandling med forskellige Opløsningsmidler, og som fra Begyndelsen nærmest har været tænkt saa nær som muligt at skulle repræsentere den ufordøjelige Del af de vegetabiliske Foderstoffer.

Saaledes er der herhjemme i den nyeste Tid fremkommen to omfattende Arbejder over Cellulosebestemmelse i Græsser o. lign., nemlig: *K. Rordam*: Undersøgelse af nogle Græssers og Kløverarters kemiske Sammensætning paa forskellige Modningsstadier, Afsnit C: Bestemmelse af Cellulose (Videnskabernes Selskabs Skrifter 1913), og *R. K. Kristensen*: Om Cellestofbestemmelse i Hø (Tidsskrift for Planteavl 1914).

Undersøgelser af denne Art har ubestridelig deres store Betydning, thi om én Ting hersker der Enighed blandt vistnok alle de Forskere, der har beskæftiget sig med dette Spørgsmaal, nemlig, at ingen af de hidtil brugte Metoder til Cellestofbestemmelse kan siges at være tilstrækkelig videnskabeligt funderet, fordi det, man bestemmer ved en af de foreslaaede Behandlingsmaader, ikke er et bestemt, kemisk definerbart Stof, men en Blan-

ding af flere, i kemisk Henseende indbyrdes forskellige Stoffer.

Da det saaledes blev bekendt, at det efter *Weende-*Metoden vundne Træstof indeholdt vekslende og ofte betydelige Mængder Pentosaner, men at det efter *J. Königs* senere udarbejdede Glycerin-Svovlsyremetode vundne Træstof kun indeholdt forholdsvis mindre Mængder Pentosaner, Stoffer, der i kemisk Henseende ikke henregnes til Gruppen Cellulose, var der almindelig Enighed om, at *Königs* Metode for saa vidt var mere rationel end *Weende-*Metoden, som man ved førstnævnte Metode fik et mere ensartet Træstof end efter sidstnævnte. Paa den anden Side indeholder *König-*Træstoffet ofte betydelige Mængder Lignin og ogsaa lidt flere kvælstofholdige Stoffer end *Weende-*Træstoffet, men der er den Forskel, at man har en almindelig anerkendt og praktisk Metode til at bestemme Pentosanindholdet i Plantestofferne, men ikke til Bestemmelse af Ligninmængden.

J. König arbejder stadig paa at bestemme Mængderne af de forskellige Stoffer, hvoraf det efter hans Metode vundne Træstof bestaar, og han har for ganske nylig (*Zeitschr. f. Untersuch. der Nahrungs- u. Genussmittel*, B. 28, S. 177, 1914) offentliggjort en Række Undersøgelser, hvorefter han mener at have godtgjort, at der hverken eksisterer Ligno-, Pekto- eller andre Cellulosekondensationsprodukter som kemiske Forbindelser, men at man maa antage, at Cellemembranerne indeholder mekaniske Blandinger af Cellulose og Lignin, Cutin osv.

Samme Sted angiver *J. König* for en betydelig Række af forskellige Plantestoffer de Mængder af Lignin, som han har fundet i det efter hans Metode vundne Træstof. Heraf skal med runde Tal anføres følgende:

König-Træstoffet af:	Lignin
Hvedeklid	40 pCt.
Hvedestraa	31 —
Blomstrende Græs	20 —
do. Kløver	22 —

Lignin findes derimod ikke i *Weende*-Træstoffet, da det opløses ved den stedfindende Alkalibehandling.

Videnskabelig set kan der rettes den Indvending mod begge de her nævnte og forøvrigt ogsaa mod de andre i Praksis anvendte Træstoffbestemmelsesmetoder, at der foregaar en Behandling med Syre, og da det ved Forsøg er godtgjort, at ren Cellulose angribes af Syrer, vil det vejede Træstof altsaa ikke indeholde hele den i det undersøgte Plantestof værende Mængde Cellulose.

For Træstof, vundet efter *Königs* Metode af Hø, tilvirket af en Blanding af Græsserne Draphavre, Hundegræs og Timothe samt af Bælglplantarten Kællingetand, har *R. K. Kristensen* saaledes ved Ekstrapolation bestemt, hvor meget Cellestof der vilde findes efter 0 Timers Kogetid, og efter de anførte to Forsøgsrækker skal der ved 1 Times Kogning opløses ca. 9 og ca. 14 pCt. af pentosan- og æggehvidefrit Cellestof.

De Fordele, der i videnskabelig Henseende opnaas ved at anvende *Königs* Træstoffmetode, synes altsaa ikke særlig iøjnefaldende, og det Spørgsmaal, om der kan siges at være Grund til ved Analysen af Handelsfoderstoffer at forlade *Weende*-Metoden, melder sig derfor ganske naturligt.

Det Forhold, at *Königs* Metode er optaget i de af Landbrugsministeriet fastsatte Fælles Arbejdsmetoder for Undersøgelser foretagne i Medfør af Lov om Handel med Gødnings- og Foderstoffer af 26. Marts 1898, betyder praktisk set ikke meget, fordi man for Foderstoffer, der undersøges i Henhold til nævnte Lov, og deres Antal er forholdsvis ringe, kun kan garantere Mængderne af Æggehvidekvælstof (og dertil svarende Renæggehvide), Raafedt, Sukker og Stivelse, og da Analyseomkostningerne selvfølgelig spiller en betydelig Rolle ved Handelsanalyser, begæres der ved disse Undersøgelser aldrig Træstoffbestemmelser.

Anderledes stiller Forholdet sig ved de langt talrigere Undersøgelser, der foretages af Handelsfoderstoffer, der

ikke sælges efter Foderstofloven, thi for disse finder jævnlig Garanti Sted for Antallet af Værdistofenheder, hvorved man forstaar Summen af kvælstoffri Ekstraktstoffer og det dobbelte af Procenttallene for Fedt og kvælstofholdige Stoffer.

Betegnelsen Værdistofenheder indførte *Steins* Laboratorium for nogle Aar siden (se Laboratoriets Beretning for 1910), fordi det tidligere benyttede Udtryk Foderværdienheder ogsaa bruges i anden Betydning. Fra anden Side ser man Benævnelsen Prisværdi-Enheder anvendt, men dette forekommer os at være et meget uheldigt Udtryk, thi hvad er en Vares »Prisværdi«? Det maa nærmest kaldes en Tautologi.

Naar her tales om Handelsfoderstoffer, menes kun de Foderstoffer, der overhovedet er Genstand for Køb og Salg paa Basis af Antallet af Værdistofenhederne, d. v. s. de almindelige Foderkager, Soyaskraa o. lign., men derimod ikke saadanne Fodermidler som Græs, Hø, Halm, Korn, Roer osv., for hvilke hele denne Undersøgesform ikke har nogen som helst praktisk Betydning i Handel og Vandel, da de ikke bringes i Handelen med Garanti for Værdistofenhedernes Antal.

Som ovenfor sagt indgaar i Beregningen af et Foderstofs Antal af Værdistofenheder bl. a. de kvælstoffri Ekstraktstoffer. Procentmængden af disse bestemmes imidlertid ikke direkte, men den fremkommer som Differens, idet man fastsætter Foderstoffets procentiske Indhold af kvælstofholdige Stoffer, Fedt, Træstof, Askebestanddele og Vand og trækker Summen af disse Procenttal fra 100. Det følger heraf, at det for at faa sammenlignelige Værdier for de kvælstoffri Ekstraktstoffer og derigennem for Værdistofenhederne er nødvendigt ved Bestemmelsen af de ovennævnte 5 Stoffer eller Stofgrupper altid at følge den samme Fremgangsmaade.

Nu har det lige fra denne Analyseforms Fremkomst været en Vedtægt, at man ved Udregningen af den i Analysen som kvælstoffri Ekstraktstoffer betegnede Blanding

af forskellige kvælstoffri, organiske Stoffer skulde benytte det Procenttal for Træstof, som man finder efter *Weende*-Metoden. Herom er bl. a. to saa store Autoriteter paa Agrikulturkemiens Omraade som *V. Storch* (Forsøgslaboratoriets 58. Beretning) og *O. Kellner* (Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, 1909) enige, og da det gennem talrige Undersøgelser er bevist, at man baade ved *Königs* og andre Træstofmetoder som Regel faar Tal, der afviger betydeligt fra de efter *Weende*-Metoden fundne, vilde der fremkomme en højst uheldig Forvirring, dersom man vilde bibeholde Betegnelsen kvælstoffri Ekstraktstoffer ved de Analyser, hvor der var benyttet andre Træstofmetoder end *Weende*-Metoden. Heraf følger, at Handelslaboratorierne er nødte til at benytte *Weende*-Metoden i alle de Tilfælde, hvor deres Kunder forlanger Mængden af kvælstoffri Ekstraktstoffer eller Antallet af Værdistofenheder angivet i Analysen. Det samme gælder forøvrigt om *O. Kellners* Stivelseværdier, thi Beregningen af disse foretages ogsaa paa Grundlag af den konventionelle Metode med Træstoffet bestemt efter *Weende*-Metoden.

Endvidere udtaler *V. Storch*, at det fremgaar af Undersøgelser udførte paa Forsøgslaboratoriet, at det efter *Weende*-Metoden vundne Træstof fra samme Slags Foderstof altid synes at have ret nær samme Procentindhold af Pentosaner og af Kvælstof. *V. Storch* har opstillet en Tabel, hvori angives de Faktorer, som han har fundet, at man kan benytte for at omregne *Weende*-Træstoffet til pentosan- og æggehvidefrit Træstof for ikke mindre end 14 forskellige Foderstoffer, hvoriblandt findes 7 forskellige Foderkager samt Hvedeklid, og selv om *V. Storch* ikke betragter disse Undersøgelser som tilstrækkelige, mener han dog, at man foreløbig kan benytte dem ved Omregningen af *Weende*-Træstoffet til pentosan- og æggehvidefrit Træstof, og det vilde dog være et overkommeligt Arbejde at supplere disse Undersøgelser saaledes, at man for alle de almindelige Foderstoffer kunde beregne det i disse indeholdte pentosan- og æggehvidefrit Træstof.

Nedenfor skal opstilles en Analyseform, hvor en saa-

dan Omregning er foretaget for de to Foderkagesorter, som efter Forsøgslaboratoriets 58. Beretning indeholder den største og mindste Mængde Pentosaner, nemlig Hampefrø- og Jordnødkager.

Tallene for de direkte bestemte Stoffer eller Stoffgrupper er tagne fra *Steins* Laboratoriums Beretning for 1913, dog med Undtagelse af Pentosanbestemmelserne, der ligesom Faktorerne for Omregningen af Træstoffet hidrører fra Forsøgslaboratoriets 58. Beretning. Endvidere er »andre kvælstofholdige Stoffer« beregnet ved Multiplikation af Kvælstoffet i anden Forbindelse med Faktoren 6.25, fordi *O. Kellner* angiver, at man stillende er enedes herom; der er dog ingen Tvivl om, at denne Faktor er for høj, men i Betragtning af Tallenes ringe Størrelse vil dette ikke faa nogen nævneværdig Betydning.

Her skal endnu gøres opmærksom paa, at det ikke i nedenstaaende Analyseform vilde være korrekt at opstille Tallet for *Königs* Træstof, da dette jo indeholder baade Pentosaner og kvælstofholdige Forbindelser.

	Hampefrøkager	Jordnødkager
Renæggehvide	28.6 pCt.	39.3 pCt.
Andre kvælstofholdige Stoffer.....	1.2 —	2.1 —
Raafedt	8.2 —	8.8 —
Pentosaner.....	13.2 —	5.9 —
Træstof, pentosan- og æggehvidefrit	16.4 —	5.0 —
Andre organiske Stoffer	13.8 —	21.8 —
Askebestanddele	9.1 —	7.3 —
Vand	9.5 —	9.8 —
	100.0	100.0

Til Sammenligning skal her gengives Gennemsnittallene fra *Steins* Laboratoriums Aarsberetning 1913 for de samme Kagesorter.

	Hampefrøkager	Jordnødkager
Kvælstofholdige Stoffer.....	33.7 pCt.	46.8 pCt.
Fedt	8.2 —	8.8 —
Kvælstoffri Ekstraktstoffer.....	12.5 —	21.3 —
Træstof.....	27.0 —	6.0 —
Askebestanddele	9.1 —	7.3 —
Vand	9.5 —	9.8 —
	100.0	100.0

Som det vil ses, falder Tallene for »andre organiske Stoffer« ved den første Opstillingsform ret nær sammen med de for »kvælstoffri Ekstraktstoffer« i den anden angivne, men dette kan dog ikke tillægges større Betydning, da de to Stofgrupper for en Del bestaar af forskellige Stoffer.

Hvorvidt det nu maa anses for mest korrekt at opføre Pentosanerne i Gruppen Træstof eller ej, maa vel i første Linie bero paa, hvorvidt eller i hvilken Grad de maa henregnes til de ufordøjelige eller til de fordøjelige Stoffer.

I nedenstaaende Tabel er gengivet 1) Indholdet af Pentosaner i 100 Dele *Weende*-Træstof efter *V. Storch* og 2) Fordøjelighedsprocenten af *Weende*-Træstoffet efter *O. Kellner*:

	1)	2)
Sesamkager	Spor	31
Rapskager	6.9	8
Palmekager	11.6	39
Jordnødkager	12.0	15
Hvedeklid	16.5	26
Bomuldsfrøkager	18.3	28
Solsikkekager	26.8	30
Hampefrøkager	32.9	8

Man ser heraf, at der aldeles ikke kan paapeges nogen Parallelitet mellem Indholdet af Pentosaner i *Weende*-Træstoffet og dets Fordøjelighed; eksempelvis er saaledes Solsikketræstoffet, hvoraf over $\frac{1}{4}$ bestaar af Pentosaner, ikke mere fordøjeligt end det saa godt som pentosanfri Sesamtræstof, og endvidere udviser Hampefrø- og Rapskagetræstoffet samme Fordøjelighedsprocent, skønt det førstnævnte indeholder 5 Gange saa mange Pentosaner som det sidstnævnte.

Man maa være berettiget til heraf at drage den Slutning, at Fordøjeligheden af den Del af Pentosanerne, der ved *Weende*-Metoden indgaar i Træstoffet, ikke er større end den øvrige Del af *Weende*-Træstoffet, men naar dette

er Tilfældet, og hvis man i Gruppen Træstof sammenfatter de tungest opløselige Bestanddele af Plantestofferne, kan der praktisk set næppe indvendes noget væsentligt imod, at man ved Handelsanalyser opfører den i Træstoffet indgaaede Del af Pentosanerne som Træstof, selv om den kemiske Bygning af de to Polysakkarider Cellulose og Pentosaner, hvis Konstitution jo iøvrigt er i høj Grad usikker, er forskellig.

Endnu skal nævnes to mere praktiske Fortrin, som *R. K. Kristensen* fremdrager til Gunst for *Königs* Metode, nemlig at denne er den simpleste i Udførelsen, og at den giver bedre Overensstemmelse ved Dobbeltbestemmelser end *Weende*-Metoden. Hertil skal kun bemærkes, at *Weende*-Metoden ingenlunde kan kaldes upraktisk i sin Udførelse, og at den Nøjagtighedsgrad, som *R. K. Kristensen* har fundet — Middelfejlen er ved *Weende*-Metoden 1.8 pr. 100 Dele Træstof —, maa kaldes tilstrækkelig ved Handelsanalyser af Foderkager, idet Middelfejlen for et Foderstof med f. Eks. 10 pCt. Træstof kun bliver 0.18 pCt. Naturligvis vilde man, dersom Forholdene ved disse Metoder ellers var lige, foretrække *Königs* Metode, selv om Glycerin i Øjeblikket er en ret kostbar Handelsartikel.

Det fremgaar af denne Redegørelse, at *Weende*-Metoden besidder det Fortrin fremfor *Königs* Metode, at medens det efter sidstnævnte Metode vundne Træstof som Hovedforurening indeholder Lignin, til hvis kvantitative Bestemmelse man ikke har nogen praktisk eller anerkendt sikker Bestemmelsesmetode, er Hovedforureningen i *Weende*-Træstoffet Pentosaner, hvis Mængde ret let og nøjagtigt lader sig fastsætte, og som ligesom ogsaa Kvælstofindholdet efter *V. Storch* synes at være ret konstant for det af samme Plantedel vundne Træstof. Efter *V. Storchs* Undersøgelser vil man utvivlsomt uden noget syndelig stort Arbejde kunne blive i Stand til af *Weende*-

Træstoffets Mængde at beregne Mængden af pentosan- og æggehvidefrit Træstof for alle de almindelige Foderstoffer, saaledes at man kan opføre det samlede Indhold af Pentosaner som en særskilt Gruppe. For de Handelsanalyser, for hvilke der begæres Procenttallet af kvælstoffri Ekstraktstoffer eller Antallet af Værdistofenheder, skal *Weende*-Metoden benyttes, og det samme gælder ved Udregningen af Stivelseværdierne efter *O. Kellner*. Ved disse Handelsanalyser spiller det Forhold, at det af forskellige Foderstoffer vundne *Weende*-Træstof kan indeholde forskellige Mængder Pentosaner, ingen nævneværdig praktisk Rolle, fordi disse Undersøgelser hovedsagelig gaar ud paa at drage Sammenligninger mellem Foderstoffer af samme Art. Endelig vilde hele det store Materiale af Undersøgelser og Fodringsforsøg, der allerede foreligger med *Weende*-Metoden som Grundlag, gaa til Spilde, dersom denne Metode blev forladt, og det vilde kræve et overordentlig stort Arbejde at faa et lige saa fyldigt Materiale med en anden Træstofmetode som Grundlag.

København, i December 1914.
