

Justisdepartementets forordning av 28. januar 1942 om straff og inndragning ved prisovertreddelser.

Oslo den 7. april 1945.

*Lars Bjørheim.*

---

Rolf Semmingsen.

### 2. Merknader til kunngjøringen.

Ved de nye prisbestemmelser for brenntorv er det foretatt en forhøyelse av kr. 3,00 pr. m<sup>3</sup> for maskintorv og kr. 2,00 pr. m<sup>3</sup> for stikktorv. Denne forhøyelse er gjennomført for å gi kompensasjon for de økte produksjonsomkostninger.

Bestemmelsene er for øvrig uforandret fra de som har vært gjeldende i de foregående sesonger.

---

## EN KRITISK VURDERING AV FORSKNINGSRERULTATENE INNEN DET ORGANISKE JORDMATERIALES KJEMI.

Prøveforelesning for den landbruksvitenskapelige doktorgrad, holdt ved Norges Landbrukshøgskole den 15. desember 1944 (oppgift emne).

*Av kjemiingeniør Anders A. Hovden.*

(Forts. fra hefte 2, 1945.)

Hvor står da den mer kritiske kjemi i dag når det gjelder spørsmålet om den kjemiske konstitusjon til hovedmassen av velomdannet organisk materiale i jorda? Er egentlig forskningen konstitusjonskjemisk sett kommet særlig lenger enn den epoke som kan sies å slutte med Sven Odén? Vi har sett at Schreiner, Shorey m. fl. — til dels samtidig med at Odéns arbeider pågikk — har isolert en meget stor rekke velkjente organiske forbindelser og stoffgrupper i humusmassen, men det er ingenlunde hovedmassen av organisk substans. Det er først og fremst humusledsagere de har funnet. Fremdeles skriver mange forskere om «ekte humus» og mener da en stabil fraksjon som stort sett synes å stemme overens med gruppe II b i Odéns inndeling eller andre utfraksjoner (acetyl bromid f. eks.).

Forskningen har dog gjort et meget stort arbeid for å gå nærmere inn på denne stabile organiske substansen. Jeg skal her kort skissere Waksmanns arbeid nettopp fordi det gjelder spørsmålet om konstitusjonen til hovedmassen av organisk materiale («de ekte humusstoffer»). Waksmanns arbeid betoner sterkt samspillet mellom kjemiske og biokjemiske prosesser i jorda. Allerede tidligere

forskere hadde pekt på ligninet som et sannsynlig utgangsstoff for den stabile organiske fraksjonen i jorda (Fremy, 1879). Men aktualitet fikk spørsmålet først da Wehmer (1915) viste at ved dekomponering av ligno-selluloser ved mikroorganismer ble sellulosen fortært, men ikke ligninet. Dette gjennomgikk riktignok oksydative og biokjemiske omdannelsesprosesser, hvorved dets karakteristiske kjennetegn, methoksylinnholdet ( $\text{OCH}_3$ ), ble forandret.

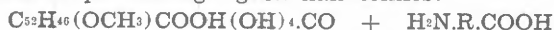
Det er på dette tidspunkt Waksmanns arbeid setter inn. Det er særlig han som har vist den mikrobielle og biokjemiske medvirkning ved humusdannelsen eller humussyntesen. Det skjer ikke bare nedbrytninger, men også nydannelser i jordas organiske substans. Etter Waksman består den stabile organiske fraksjon i jorda for en stor del av stoffer som anrikes fordi de ikke spaltes lett av mikroorganismer (i første rekke lignin og lignende forbindelser), og dessuten av stoffer som delvis spaltes (hemiselluloser, celluloser, protein osv.) og av stoffer som frigjøres ved spaltingen (organiske syrer og baser osv.).

Dette er jo i og for seg ting som også andre har pekt på, men det interessanteste punkt i hans undersøkelser er at det biokjemisk dannes, syntetiseres, nye stoffer ved mikrobiell virksomhet (cellesubstans, proteiner, hemiselluloser etc.). Hans forskninger omfatter langvarige laboratorieforsøk, hvor en rekke faktorer er kontrollert systematisk, og syntesen av nye proteiner som inngår i humussubstansen i jorda synes der sikkert fastslått. Ved vekselvirkninger av kjemisk og biokjemisk slag kan flere av de nevnte stoffgrupper reagere innbyrdes og danne mer bestandige såkalte ligno-proteinkomplekser, eller som Waksman også kaller det: humusnucleus.

Også andre forskere har undersøkt ligninets rolle i denne forbindelse. Etter Kalb (1932) går ligninet ved oksydative og andre prosesser over i sure bestanddeler, ligninsyrer. På dette stadium begynner ligninderivatene å «humifiseres». Simon (1932) taler da i sine undersøkelser om humoligninsyrer. Odén (1926) har også undersøkt disse syrer, hans siste humusarbeid. Også her forsøkte han å bestemme konstitusjonsformelen. Han mente i det hele tatt — som de eldre forskere — at humusdannelsen var en rent kjemisk prosess.

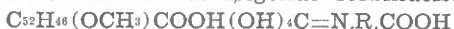
Ligninets formel er heller ikke endelig fastlagt, og det synes ikke å ha helt samme sammensetning i forskjellige naturprodukter (Freudenberg, 1939). Celleveggene inneholder lignin med 62 % C eller mer. Ligninet har i sitt molekyl karboksyl-, hydroksyl-, karbonyl- og methoksy-grupper i tillegg til benzolringstruktur. Etter Kalb holder lignin vanligvis fra 16—22 % methoksy og påvises ved hjelp av denne gruppe. Lignin og dets derivater har lett for å polymeriseres (Freudenberg), hvilket også må tillegges betydning.

Waksmann gir et rent skjematisk bilde av hvordan koblingen mellom protein og lignin kan tenkes:



Her er en enkel aminosyre tatt som representant for protein, i virkeligheten er dette naturligvis ikke tilfelle og må oppfattes rent skjematisk.

Ved kondensasjon (opprettelse av dobbeltbinding under uttredelse av vann) kan tenkes følgende forbindelse:



Dette er da den enkleste representant for et tenkt lignoprotein (humusnucleus).

Dette kompleks vilde besitte en stor kationutbyttingssevne, et fenomen som er særlig karakteristisk for den organiske substansen i jorda. Hverken lignin eller proteiner besitter alene en slik stor ionbindingsevne. Enkelte humusslag har jo som vi vet sogar større kationutbyttingssevne enn noen uorganiske ionbyttere.

Det er naturligvis ingen konstitusjonsformel den vi ser her, bare et tenkt tilfelle. Ethvert forhold mellom protein og ligninderivater er tenkelig, løst eller fastere bundet. Jeg kunne forflere eksemplene med undersøkelser fra andre forskere, men det er ikke nødvendig.

Vi kan besvare det spørsmål jeg stilte om konstitusjonsforskningen er kommet lenger enn Odéns epoke med både ja og nei. Når det gjelder å bestemme en hypotetisk veldefinert humussyre, så kan en si at forskningen står mye lenger fra en løsning enn før: det synes nemlig som hele materien er så sammensatt at det aldri vil kunne fastlegges noen bestemt konstitusjonsformel for hovedmassen av organisk substans som helhet betraktet. Vi har å gjøre med sammensatte stoffgrupper som kan være nokså fast forankret til hverandre. På den annen side er innblikket i selve oppbyggingen av det organiske kompleks i jorda kommet mye lenger. I analogi med den moderne makromolekylare forskning, som i vår tid har fått slik stor betydning (kunststoffer), hvor mulighetene for variasjoner er meget store, så forstår en at også disse muligheter er store i det sammensatte system som jordas organiske substans utgjør. I jorda forårsaker altså i første rekke mikroorganismene de omdannelser og nydannelser som finner sted i det organiske materialet.

Waksmanns ligninproteinteori er etter min mening mer enn en arbeidshypotese, den er iallfall en del av sannheten. Et veldig materiale er samlet. Ved råtning av tre tiltar lignininnholdet relativt fordi det øvrige materialet forsvinner. Både lignin og humussyrer inneholder methoksygrupper. En stor rekke undersøkelser støtter teorien.

Beslektet med Waksmanns lignoproteiner er visse andre forbindelser, som f. eks. garvestoff-proteinforbindelser, idet disse er meget stabile (lær er som kjent en slik forbindelse). Den tyske forsker Scheffer (1942) tillegger også garvestoffene

direkte betydning ved humusdannelsen. Det skulle da være særlig i skogsjord slik humus skulle ha vilkår for å oppstå fordi barken inneholder garvestoffer.

Springer (1940) peker også på andre utgangsstoffer for humusdannelsen («Humusvorstufen»), nemlig uronsyren og dens polymeriserte anhydridderivater (tidligere forskere har også vært inne på dette). Uronsyre,  $C_6H_8O_7$ , står pektinstoffene nær. Disse er metyllerte polygalakturonsyrer. Det er i dag praktisk talt ingen meningsforskjell mellom ledende forskere om ligninets store rolle som utgangssubstans for humusdannelsen, men det tillegges betydning som en viktig del av utgangstoffene, ikke som det enerådende. Det er nok heller ikke Waksmanns mening å forenkle problemet dithen. En ensidig sverging til ligninproteinteorien ville bli «humussyreteorien» på en annen måte.

Waksmanns store fortjeneste består i å ha påvist sammenhengen mellom kjemiske og biokjemiske prosesser hvor ligninet og bl. a. syntetiserte proteinstoffer deltar i oppbyggingen av det som Scheffer kaller Dauerhumus, den varige humusen, i jorda.

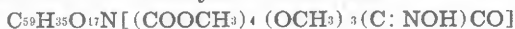
Her vil jeg komme litt tilbake til Odéns humussyre (II b i tab. 1). Det er i grunnen meget interessant at Odén, med mange andre, fikk et så ensartet sluttprodukt ved stadig gjentatt ekstrahering av denne humussubstans at han for alvor — etter inngående undersøkelser — tenkte seg at han hadde en helt veldefinert 4-basisk syre med den samleformel som er angitt foran. Det er et fingerpek om at det for det første, trass i alt, stadig er overveiende de samme utgangsstoffer som medvirker ved humusdannelsen i forskjellig jord (dvs. lignininnholdet), men en sitter også igjen med den tanke at kanskje er behandlingsmåten (alkaliekstraheringen) et så viktig ledd at det setter sitt preg på det stabile system som blir tilbake hver gang. Ved siden av å være en kolloidkjemisk dispergeringsprosess så kan alkalibehandlingen, som alt nevnt, føre med seg visse autoksydasjonsprosesser. De løsere forbindelser kan spaltes opp og gå over i de andre fraksjoner, dvs. i hymatomelansyre- og fulvosyre-fraksjonene, og gjenfinnes der. Som alt nevnt fant Schreiner flere humusledsagere, og mer varierende, i disse fraksjoner enn i II b-fraksjonen, «den virkelige humussyre». Det er naturligvis en stor rekke andre forskere som har arbeidet med humussyren (II b). Jeg vil av disse her bare nevne Michelet og Sebelien her ved høgskolen (1906).

Det er ingen motsetning mellom Odéns stabile humussyre (II b) og Waksmanns lignoproteinkompleks. I dag kan vi si at humussyren (II b) er en stabil fraksjon av humuskomplekset, ikke noe annet. Og Waksmanntillegger jo ikke sitt lignoproteinkompleks noen støkiometrisk formel, han understreker tvert imot det motsatte.

Fuchs (1928) oppnår ved å la fortennet salpetersyre innvirke

på humussyren (II b) å få denne til å gå i løsnung i acetone. Dette er en stor fördel ved bestemmelsen av enkelte grupper og byggesteiner i humuskomplekset.

Hans undersøkelser av denne nitro-humussyre førte til avledningen av en formel for metyllderivatet slik:



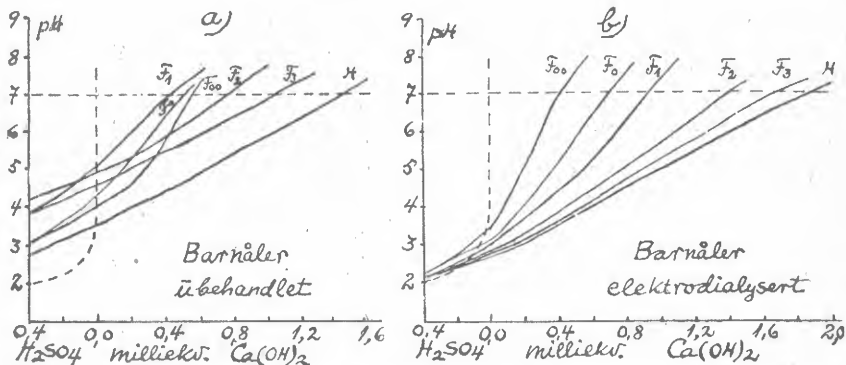
En erkjenner karboksyl- og methoksygruppenne og konstitusjonelt inngående kvelstoff. Det er uklart om han mener dette kvelstoff er en følge av salpetersyrebehandlingen, men den frie syre fører han opp uten kvelstoff slik:



Formelen skiller seg fra O d é n s formel hovedsakelig ved mindre H-innhold. F u c h s angir molekylarvekt 13—1400 med metoksylinnhold ca. 7 %. Vi ser at syrenaturen inngår i både O d é n s og F u c h s' formler på samme måte — som 4-basisk. F u c h s mente også at ligninet er et viktig utgangsstoff for humusdannelsen. Han viste at methoksylinnholdet er større i lignin enn i humussyrer og avtar med omdannelsesgraden.

Syrenaturen er et viktig og karakteristisk faktum ved humusstoffene. Det er bare humuskull eller humin (jfr. O d é n s inndeling tab. 1), som er et indifferent stoff i så henseende. Alle konstitusjonsforskere er enige om at det er flere karboksylgrupper i disse sammensatte stoffer, men også svakt sure fenolgrupper som først ioniseres ved høg pH. D u R i e t z's (1938) ligninsulfonacidoid viser også slike svakt sure fenolgrupper.

Fig. 1. Sammenhengen mellom omdannelsesgrad og basebindingsevne. (Mattson og Ekman.)



F<sub>0</sub> = grønne barnåler, F<sub>1</sub> = nylig falne, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> = tiltagende omdannelsesgrad, H = amorf humus.

Det er fastslått av flere forskere (Mattson og Ekman, 1935) at syreegenskapene hos det organiske materialet på og i jorda

tiltar med omdannelsesgraden. Fig. 1 a og b viser et eksempel fra de nevnte forskeres arbeid. Det viser granbarnåler i forskjellig stadium av omdannelse, fra grønne og nylig falne nåler til amorf humus. I u-elektrodialysert tilstand, hvor en forskjellig tilfeldig kationmetningsgrad hersker, gir titreringskurvene med stigende mengder  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ikke noe systematisk bilde. I elektrodialysert materiale derimot ser vi at forbruket av  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  tiltar med omdannelsesgraden, dvs. acidoidinnholdet har tiltatt i massen. Det samme har de funnet i forskjellig utgangsmateriale.

Så paradoksalt det kan høres ut så er den «milde», nøytrale humussubstans i jorda (f. eks. i svartjorda i Ukraina) en sterkere acidoid enn den «sure», lite omdannede humus. Når humussubstansen først elektrodialyseres til fri acidoid, så viser titreringsundersøkelser dette.

Dette må jo sies å være særlig interessant og være i meget god overensstemmelse med de teorier som her er vurdert om det velomdannede organiske materialets syreegenskaper, eller acidoid egenskaper som det kalles, når vi har med kolloide syrer å gjøre.

Vi har no sett litt på punktene A, B og C foran. Vi skal kort berøre punktene D og F.

Det store arbeidet som er nedlagt på studiet av jordas organiske substans omfatter en rekke andre områder enn de jeg i en slik vurdering kan dra fram hvor det gjelder en mer alminnelig oversikt. Humuslitteraturen er umåtelig stor, og bare et slikt arbeid som Waksman: Humus (1938) opptar over 1600 litteraturhenvisninger.

Humusstoffenes spesielle kolloidkjemi er et kapittel for seg som omhandler humusens stabilitets- og dispergeringsforhold, solers stabilitet overfor elektrolytter, elektrokinetiske forhold, beskyttelses-kolloidvirkninger, vannbindingsevne (hygroskopisitet), kationbindingsevne, selektiv bindingsevne overfor visse kationer, f. eks.  $\text{Ca}^{++}$  (Schachtschabel, 1940).

Humusens kolloidreaktivitet overfor basoider, slik som Al-hydroksyd og Fe-hydroksyd, dens isoelektriske utfellinger sammen med slike hydroksyder (Mattson, 1931). Et typisk kolloidkjemisk fenomen er dannelsen av podsolprofilet. Det organiske materialet som finnes sammen med jern og aluminium i B-sjiktene er kommet dit utelukkende ved dispergerings- og utfellingsprosesser sammen med hydroksydene (isoelektrisk forvitring).

Humusens evne til å holde fosfater mer lettløselig i jorda er et viktig faktum. Van Bemmelen var den første som bevisst overførte Grahams kolloidkemiske erfaringer til studiet av jordkolloidene.

Allerede Schlösing (1876) viste eksistensen av organiske filmer på overflaten av mineralkorn i finfraksjonen i jord. Tidlig var en klar over at deler av den organiske substans i jorda kunne

reagere med visse deler av det uorganiske kolloidmateriale i jorda og danne løsere eller fastere organo-mineral-geler. De kolloidale humuspartikler er negativt ladet, og deres evne til å fastholde positivt ladede partikler er derfor stor. Kolloide leir-suspensjoner vil stabiliseres av humus på grunn av dens beskyttelseskolloidvirkninger. Nærvær av f. eks. Ca<sup>++</sup>-ioner vil bringe systemet til utfelling. Det er dette som foregår når jordkomplekset skal bringes i «optimal strukturstilstand». Alt dette er jo velkjente ting.

Det finnes i humusforskningen en masse motstridende resultater. Dette ligger i materiens heterogenitet. Oftest er det arbeidet i laboratoriet med en alkaliekstrahert og syrefelt fraksjon (II b i Odén's inndeling, tab. 1) av det organiske materialet, og så er denne tatt som en fullverdig representant for det organiske materialet i all slags jord. Det er ikke så liten sanning i det som en engelsk forsker sier: «Dersom en forsker søker å bli tidlig desillusjonert eller ønsker å framsette en uholdbar teori, la ham da studere humus!»

Hvilke metoder bruker så den praktiske humusforskning til å karakterisere det organiske materialet i jorda?

Vi så at kvelstoff er en integrerende del av den organiske substans i jorda etter Waksman's lignoproteinteori. I alt protein er kvelstoffet et viktig ledd, og humusen blir derfor en viktig kvelstoffkilde.

Forholdet mellom kullstoff og kvelstoff, C/N, har stor praktisk betydning ved undersøkelser av humussubstansens omdannelsesgrad. I tab. 2 finnes noen få eksempler på forholdet C/N hos noen forskjellige materialer.

Tabell 2.

*Kullstoff/kvelstoff-forholdet ved forskjellig materiale:*

	C/N
Kvist o. lign. ....	250: 1
N-fattig strå ....	100: 1
Lauv, havrehalm ....	50: 1
Erteblomstrende planter ....	20—16: 1
Organisk substans i jorda ....	10: 1
«Ekte humusstoffer» ....	10: 1
«Rå humussyrer» ....	20: 1
Serozem-jord (Arid, humusfattig) ....	6: 1

Et forhold C/N = 10:1 betyr det normale for velomdannet humus, men det finnes store variasjoner. I en del prøver av vestlandsjord fant Gårder (1938) de forholdstall for det samlede organiske materialet som står i tab. 3 (gjennomsnittstall):

Tabell 3.

*Kullstoff/kvelstoff-forholdet i vestlandsjord (Gårder):*

	C/N
Lauv- og lauvnålskogsjord .....	15,7
Nåleskog .....	25,2
Lyngskog .....	23,1
Myrtorvjord .....	28,2
Myrjord .....	43,6
Myrvegetasjon .....	57,9

At forholdstallet er stort vil naturligvis ikke si annet enn at det er lite omsatt materiale, dvs. mye sellulose. I velomdannet humus er jo sellulosen omsatt for en stor del, som vi har sett.

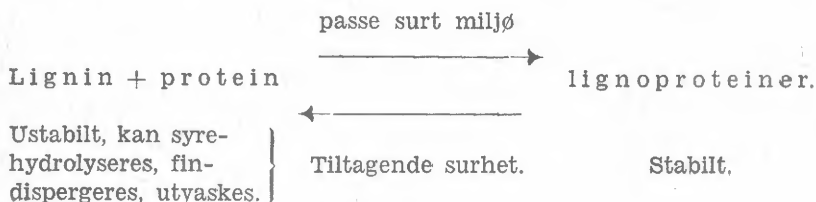
Et praktisk resultat av *Waksmanns* humusforskning er en, riktignok omstendelig, fraksjoneringsmetode, men som tillater en fraksjonering som også gir regnskap for størstedelen av utgangsstoffene ved humusdannelsen. Han skiller mellom følgende fraksjoner, som tilsammen gir regnskap for omkring 85—95 % av alt organisk materiale.

Tabell 4.

*Waksmanns fraksjonering:*

- Vannløselig fraksjon. Varmt: (stivelse, pektinstoffer, tannin, urinsyre).  
Kaldt: (sukker, aminosyrer).
- Hemiselluloser (kondensasjonsprod. av hexoser, pentoser og uronsyre). Hydrolyse med fortynnede mineralsyrer og bestemmelse som reduserende sukker.
- Selluloser. (Ved hydrolyse i 80-%-ig svovelsyre.)
- Ligniner (uløselig i 80-%-ig svovelsyre).
- Eterløselige deler (fett, voks).
- Råprotein (Denne deles atter opp i fraksjoner).
- Alkoholløselige bestanddeler.

Gårder (1938) har brukt *Waksmanns* metoder i den praktiske humusforskning angående humusomsetningen i vestlandsjorda. Det er ingen tvil om at disse *Waksmanns* metoder har ført humusforskningen inn på et framgangsrikt spor, dette viser også Gårders undersøkelser. Skjematisk og sterkt forenklet tar det seg slik ut i den sure vestlandsjorda:





I den relativt sure vestlandsjorda vil dannelsen av stabile ligno-proteiner delvis hindres. Kalking og eventuell tilførsel av mineralstoffer ellers til myrjorda er et middel til å få miljøet forbedret og øket den mikrobielle virksomhet og dermed nedbrytningen av uomdannet organisk materiale, m. a. ord få øket dannelse av ligno-proteiner.

De tyske humusforskere (Springer, Scheffer, Simon m. fl.) har innført en rekke fraksjoneringsmetoder for å skille uomdannet og omdannet organisk materiale i jorda. Karrer (1925) fant at acetylbromid løser plantematerialet, så nær som det mørke, dekomponerte, som blir igjen uløst.

Springer har tatt i bruk acetylbromid for å kunne bestemme den «humifiserte» andel av den organiske substans. Acetylbromid er altså motsatt av alkaliene i sin virkemåte. Den løser cellulose etc., mens velomdannet materiale blir upåvirket.

Scheffer har på grunnlag av 80-%-ig svovelsyrebehandling inndelt det organiske materialet — nokså grovt, men for praktiske formål tilstrekkelig — i to hovedfraksjoner:

Nærhumus, næringshumus, som spaltes lett og gir næring for mikroorganismene.

Dauerhumus, varig humus, som vanskelig angripes, ikke spaltes, og derfor danner den mer faste humuskapital i jorda.

For å stabilisere denne «faste humuskapital» må jorda bringes til optimal strukturstilstand ved bl. a. tilførsel av Ca<sup>++</sup>-ioner. Vi ser at denne varige humus nærmest blir lik fraksjon d i Waksmanns inndeling, bortsett fra at Waksmanntilstand deler opp humussubstansen i en rekke fraksjoner. Også disse forskere foretar en rekke andre fraksjoneringer (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-fraksjon, NaF-fraksjon, Na-oxalat-fraksjon, foruten forskjellige oksydative metoder).

Springer opererer med et praktisk mål for omdannelsesgraden av organisk materiale slik:

$$\text{Omdannelsesgrad} = \left\{ \frac{C_h}{C_t} 100 \right\} \%$$

hvor  $C_h$  = Kullstoffinnholdet i acetylbromiduopløslig org. substans («ekte humus»)

og  $C_t$  = kullstoffinnholdet i totalmassen av org. material.

Denne enkle størrelse har fått stor betydning i Tyskland ved den praktiske humusbedømmelse. Waksmanns metode har den fordel — når en sammenligning skal gjøres — at den gir et systematisk sammenhengende bilde av alle stadier i omdannelsen av organisk materiale helt fra utgangsstoffene, men til gjengjeld er den også mer omstendelig å gjennomføre.

Det er klart at studiet av den organiske substans i jorda er et ledd i utforskningen av jordsmonnets egenskaper som helhet. Som nevnt i innledningen mente jeg det var nødvendig å avgrense denne vurdering i det vesentlige til stoffkjemiens ramme, og jeg har bare så vidt streift hele det store og sammensatte felt som den mer anvendte humuskjemi er.

Et overmåte viktig ledd i forskningen er undersøkelsen av sammensetningen av det organiske materialet i forskjellig jord og myr. Meget er gjort på dette området i forskjellige land, men en virkelig systematisk undersøkelse av dette problem med de nyere metoder står nok enno igjen. Ved praktisk myrbedømmelse f. eks. brukes v. Posts humifiseringsskala (jfr. Løddesøl, 1941). Så verdifull den enn er så sier den lite om de kjemiske prosesser som ledsager formoldinga. Ammoniakk- og nitratproduksjonen i f. eks. skogsjord har vært brukt som mål for omdannelseshastigheten av organisk materiale (Glømmé, 1932).

I den seneste tid har det vært diskutert — og til dels også blitt gjennomført — forsøk med tilførsel av humusdannende stoffer for å kunne heve den varige humustilstanden på uskikket jord.

Scheffer (1942) har inngående behandlet spørsmålet om lignin og ligninlignende stoffer og deres tilkommende betydning som humusdannende utgangstoffer. Kappen (1943) har gjennomført forsøk med brunkull, men som en kunne vente med negativt resultat. Brunkull har jo nådd en stabil struktur og er et temmelig indifferent stoff i denne forbindelse. Brunkull har passert humusstadiet. Indre kondensasjon har eliminert de reaktive grupper, men methoksyler er påvist også i brunkull.

Treavfall derimot kan tenkes å få betydning på grunn av lignininnholdet (20—30 % lignin i ved). Men stort sett er vi nok henvist til å forbedre humustilstanden etter metoder — bygd på systematisk forskning — som tar sikte på å forbedre kvaliteten av den humus som jorda selv kan lage seg ved kjemiske og biokjemiske prosesser i jorda ved siden av den normale tilførsel av organisk stoff til jorda gjennom gjødsel og strø.

Det som slår den som nærmer seg dette felt er den vrimmel av forskjellige problemer som opptar forskerne.

En kan spore en tendens til dannelser av «skoler» i humusforskningen, og nettopp fordi hele problemet er så sammensatt har det — iallfall på et tidligere utviklingstrin — nesten vært en nødvendig veg. Forskerne trenger visse arbeidshypoteser som foreløbige fastpunkter. Der er et særlig karakteristisk trekk i humusforskningen gjennom 160 år: søkningen etter en tenkt, hypotetisk humussyre, «den egentlige humus». Jeg har vist at det er lykkes forskerne å nå langt i retning av å avlive denne syre som en veldefinert kjemisk molekylarforbindelse, men i meget hadde de eldre forskere rett: humusen har sterke acidoide egenskaper.

Vi har sett at den rene humuskjemi metodisk sett kan deles opp i en rekke disipliner: kolloidkjemi, organisk kjemi (konstitusjonskjemi), fysikalsk kjemi og biokjemi. Dette er innenfor den mer «rene humuskjemi». Til dette kommer så hele det veldige arbeidsfeltet fra pedologi, agrikulturdjemi og andre anvendte fag hvor humusstudiet i en eller annen form griper inn. Vi har forskning av teoretisk natur for å utvide vår erkjennelse og mer praktisk forskning som søker å nå bestemte praktiske mål. Alle retninger trenger hverandre i særlig grad når det gjelder et så sammensatt problem som studiet av den mest heterogene substans på denne jord: jordas organiske stoff.

## Benyttet litteratur.

### *Større håndbøker:*

- Maiwald, K.:* Organische Bestandteile des Bodens. Blancks Handbuch der Bodenlehre. Bind VII. Berlin, 1931.
- Waksmann, S. A.:* Humus, origin, chemical composition, and importance in nature. London, 1938.

### *Det vises også til følgende arbeider:*

- Achard, F. K.:* Chemische Untersuchung des Torfs. Crells Chem. Ann. Bind 1, 1784.
- Bennie, J. B.:* Samme tidsskrift. Bind 2, 1786.
- Detmer, W.:* Die natürliche Humuskörper des Bodens und ihre landwirtschaftl. Bedeutung. Landwirtschaftl. Versuchstationen. Bind 14, 1871.
- Du Rietz, C.:* Das Ionenbindungsvermögen fester Stoffe. Dissertation, Stockholm, 1938.
- Fremy, E.:* Recherches chimiques sur les combustibles minéraux. Compt. Rend. Acad. Science. Bind 88, 1879.
- Freudenberg, K.:* Über Lignin. Zeitschrift f. Angew. Chemie. Bind 52, 1939.
- Fuchs, W.:* Über die sogenannte Nitrohuminsäure. Brennstoffchemie. Bind 9, 1928.
- Glømme, H.:* Undersøkelser over ulike humustypers ammoniakk- og nitratproduksjon samt faktorer som har innflytelse på disse prosesser. Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen. Bind 4, 1932.
- Grandeau, L.:* Recherches experimentales sur le rôle des matières organique du sol dans la nutrition des plantes. Ann. Stat. Agron. de l'Est. Bind 1, 1878.
- Gårder, T.:* Humusen i udyrket vestlandsjord. Medd. nr. 21 fra Vestlandets forstlige forsøksstasjon, 1938.
- Hesselmann, H.:* Jordmänen i Sveriges skogar. Stockholm, 1912.
- Kalb, L.:* Analyse des Lignins. Kleines Handbuch der Pflanzenanalyse. Bind 3, 1932.
- Kappen, H.:* Über die Möglichkeiten der Bodenverbesserung durch Braunkohle. Bodenkunde und Pflanzenernährung. Bind 29, 1943.

- Karrer, P.*: Zur Kenntnis des Lignins. Dissertation Univ. Zürich, 1925
- Liebig, J. v.*: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. 4. Aufl., 1842.
- Løddesøl, Aasulv*: Investigations concerning separation of similarly charged ions by electro dialysis. Soil Science. Bind 33, 1932.
- Løddesøl, Aasulv*: Det norske Myrselskaps myrinventeringer. Særtrykk fra Meddelelser fra Det norske myrselskap, 1941.
- Mattson, S. og Ekman, P.*: The reaction and buffer capacity of soil organic material. Transaction of the Third International Congress of Soil Science, Oxford. Vol. I, 1935.
- Mattson, S. og Koutler-Anderson, E.*: The acid-base condition in vegetation, litter and humus: III. Acidoid formation in relation to base status. Annals of the Agricult. College of Sweden. Vol. 9., 1941.
- Mattson, S.*: The laws of soil colloidal behavior: IV. Isoelectric precipitates. Soil Science. Bind 31, 1931.
- Michelet, E. og Sebelien, J.*: Einige Analysen natürlicher Humuskörper. Chem. Zeitung. Bind 30, 1906.
- Odén, Sven*: Die Huminsäuren; chemische, physikalische und bodenkundliche Forschungen. Kolloidchem. Beiheft. Bind 11, 1919.
- Odén, Sven*: Bläck's Handbuch der Bodenlehre. Bd. VII, 1931. Omtalt i referatavdelingen i Kungl. Lantbruksakad. Handl. och Tidskrift. Bd. 71, 1932, s 95.
- Odén, S. og Lindberg, S.*: Einige Torfanalysen im Lichte neuzeitlicher Theorien der Kohlebildung. Brennstoffchemie. Bind 7, 1926.
- Schachtschabel, P.*: Untersuchung über die Tonminerale und organische Bodenkolloide und die Bestimmung des Anteils dieser Kolloide an der Sorption im Boden. Kolloidchem. Beiheft, Bind 51, 1940.
- Scheffer, F.*: Untersuchungen über Eigenschaften der Lignine und lignin-ähnliche Stoffe und ihre Bedeutung als Humusbildende Stoffe. Bodenkunde und Pflanzenernährung. Bind 27, 1942.
- Schreiner, O. og Shorey, E. C.*: Chemical nature of soil organic matter. U S. Dep. Agriculture. Bureau of Soils. Bull. 74, 1910.
- Schreiner, O. og Dawson, P. R.*: The chemistry of humus formation. Proc. and Papers of 1. Internat. Congress of Soils Science. Bind 3, 1928.
- Schlösing, Th.*: Sur les échanges d'ammoniaque entre l'atmosphère et la terre végétale. Compt. Rend. Acad. Sci. Bind 82, 1876.
- Schrader, H.*: Über die Autoxydation des Lignins, der natürlichen Humusstoffe und der Kohlen und ihre Beeinflussung durch Alkalien. Brennstoffchemie. Bind 3, 1922.
- Shorey, E. C.*: Some methods for detecting differences in soils. U. S. Dep. Agriculture, Bull. 211, 1930.
- Simon, K.*: Beiträge zur Charakterisierung von Huminsäuren und alkalilöslichen Ligninen. Düngung und Bodenkunde. Bind 27, 1932.
- Sokolowski, A. N.*: Einige Bemerkungen zur Methodik der Bodenanalyse. Berichte der landwirtschaftl. Institut, Charkow, 1925.

- Sprengel, C.*: Über Pflanzenhumus, Humussäure und humussäure Salze. Kastners Archiv. Bind 8, 1826.
- Springer, U.*: Über Humusvorstufen und echte Humusstoffe. Bodenkunde und Planzenernährung. Bind 21/22, 1940.
- Stebutt, A.*: Diskusjonsinnlegg. Verhandl. 2. Komm. Internat. bodenkundl. Gesellschaft. Teil B. Budapest, 1929.
- Thaer, A. D.*: Grundriss der Chemie für Landwirte. Berlin. 1808.
- Virtanen, A.*: Om växternas kvävenäring. Det 4. Nordiske Kjemikermøte, Oslo, 1932.
- Wehmer, C.*: Zum Abbau der Holzsubstanz durch Pilze. Berichte der Deutsche chem. Gesellschaft. Bind 48, 1915.

## MYRENE I BRANDBU OG TINGELSTAD ALMENNINGER, BRANDBU HERRED.

Av D. Lømsland.

Etter rekvisisjon fra almenningsstyrene foretok Det norske myrselskap ved undertegnede somrene 1943 og 1944 en undersøkelse av myrene i Brandbu og Tingelstad almenninger. Øståsen, dvs. de områder av almenningene som ligger øst for Randsfjorden, ble undersøkt i 1943, mens Veståsen, dvs. de områdene som ligger vest for Randsfjorden, ble undersøkt i 1944.

Brandbu almenning ligger i sin helhet i Brandbu herred, mens Tingelstad almenning, for et par mindre partiers vedkommende, også går inn i Gran og Hurdal herreder. Almenningene grenser til hverandre både på Øst- og Veståsen. På Øståsen har de begge en teig hver, mens de på Veståsen har tre teiger hver som ligger i teigblanding. Disse siste teigene har særskilte navn, Brandbu almennings teiger benevnes Bålerudstykket, Bjonevassstykket og Søndre Bjoneskogen, mens Tingelstads teiger benevnes Bålerudstykket, Bjonevasstykket og Fjordene.

Myrundersøkelsene er foretatt etter de retningslinjer som er opptrukket for Det norske myrselskaps myrinventeringer (jfr. Medd. fra D. N. M., 1941, side 71—90). Kartgrunnlaget var for begge almenningers vedkommende almenningskart i mst. 1:25 000.

Neste side er gitt en sammenstilling av de undersøkte områders totalareal samt arealet av undersøkt myr.

Det framgår av sammenstillingen at Tingelstad almenning har mest myr. Dette gjelder både totalareal myr og myrprosent. Utenom det myrareal som er tatt med her er det også en del småmyrer som ikke er undersøkt.

Topografi. Terrenget innen Øståsen er atskillig kupert i Tingelstad almenning, mens det stort sett er jevnere i Brandbu almenning. Høyden over havet varierer innen Øståsen mellom