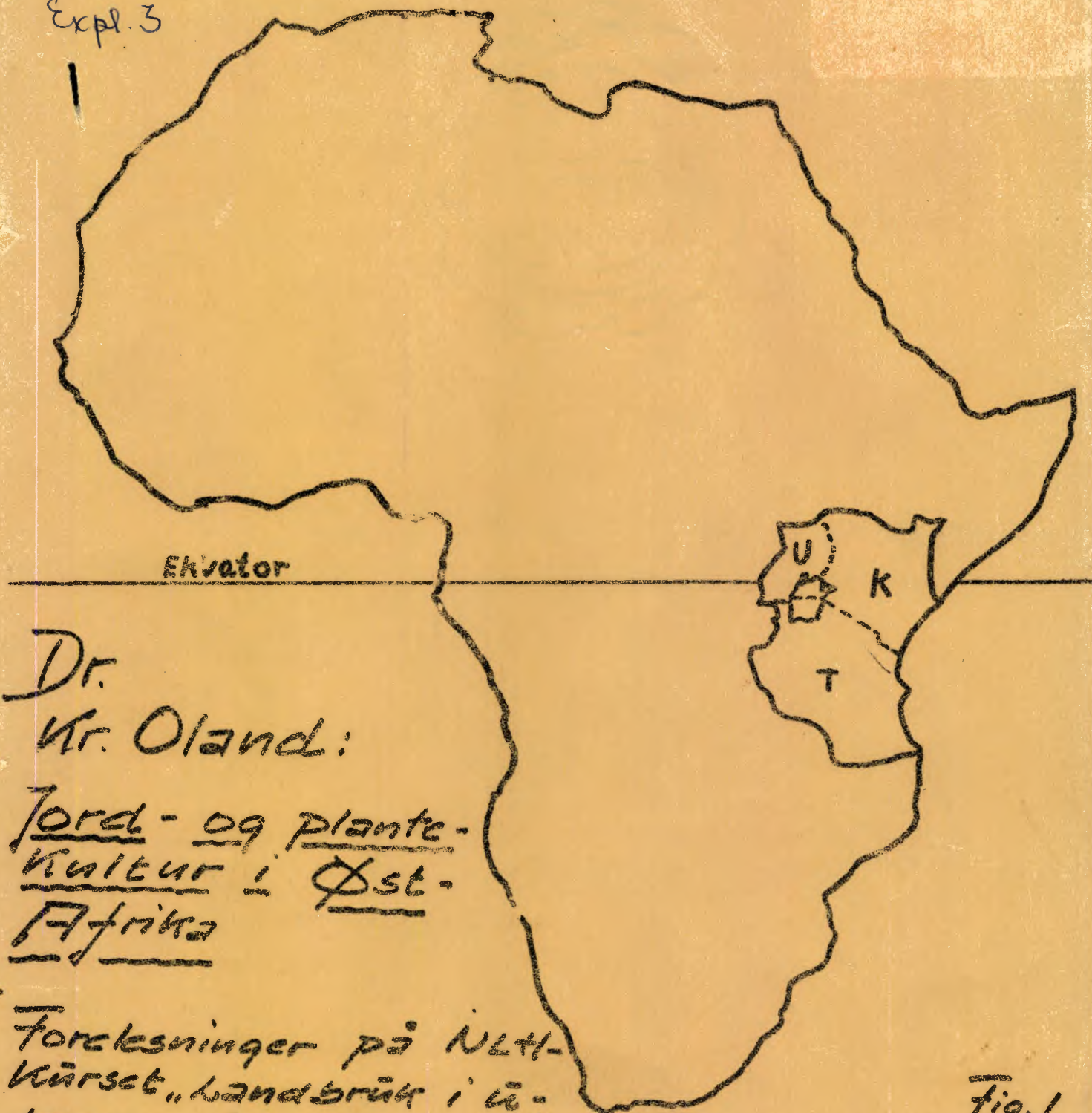


9/1971/75
Expl. 3

Godt kvart over
Ø. Ø.



Dr.
Mr. Oland:

Jord- og plante-
kultur i Øst-
Afrika

(Forelesninger på NLH-
Kursset "Landbrug i u-
land" februar 1971)

Fig. 1



Norges landbrukshøgskoles
bibliotek

q1971/75

Expl. 3

JORD- OG PLANTEKULTUR I ØST-AFRIKA.

Forord.

En behandling av jord- og plantekultur i Øst-Afrika i et kurs på fem forelesninger må nødvendigvis bli overfladisk, særlig dersom en forsøker å oppnå et helhetsbilde. Jeg har gått ut fra at dette var ønskelig, og at detaljene får komme i annen rekke.

For dem som ønsker å lese ved siden av kurset, kan følgende anbefales:

Allan, W.: The African Husbandman. Oliver & Boyd, London. 1965. (Part II: Environments and systems of land use.)

Purseglove, J.W.: Tropical Crops. Longmans, London. 1968.

Wrigley, G.: Tropical Agriculture. Frederic A. Praeger, New York. 1969.

Pedagogisk har jeg funnet det hensiktsmessig å innlede med litt geografi og landbrukshistorie. Deretter behandles situasjonen i jordbruket slik den nå fortoner seg, og så følger et avsnitt om plantene som dyrkes, dyrkingsmåter m.v. Til slutt kommer et generelt avsnitt om vilkårene for plantekultur i Øst-Afrika, særlig for å gi forståelse av hva som må kunne utrettes når det gjelder planteproduksjon i fremtiden.

Øst-Afrika.

Øst-Afrika er fellesbetegnelsen på landene Uganda, Kenya og Tanzania. Ekvator går gjennom området. Sydligst i Tanzania befinner en seg om lag 12° syd for Ekvator, og nordligst i Kenya ligger på om lag 5° nordlig bredde. I øst har Kenya og Tanzania en om lag 1200 km lang kystlinje mot det indiske hav. I den vestlige delen av Øst-Afrika ligger Vik-

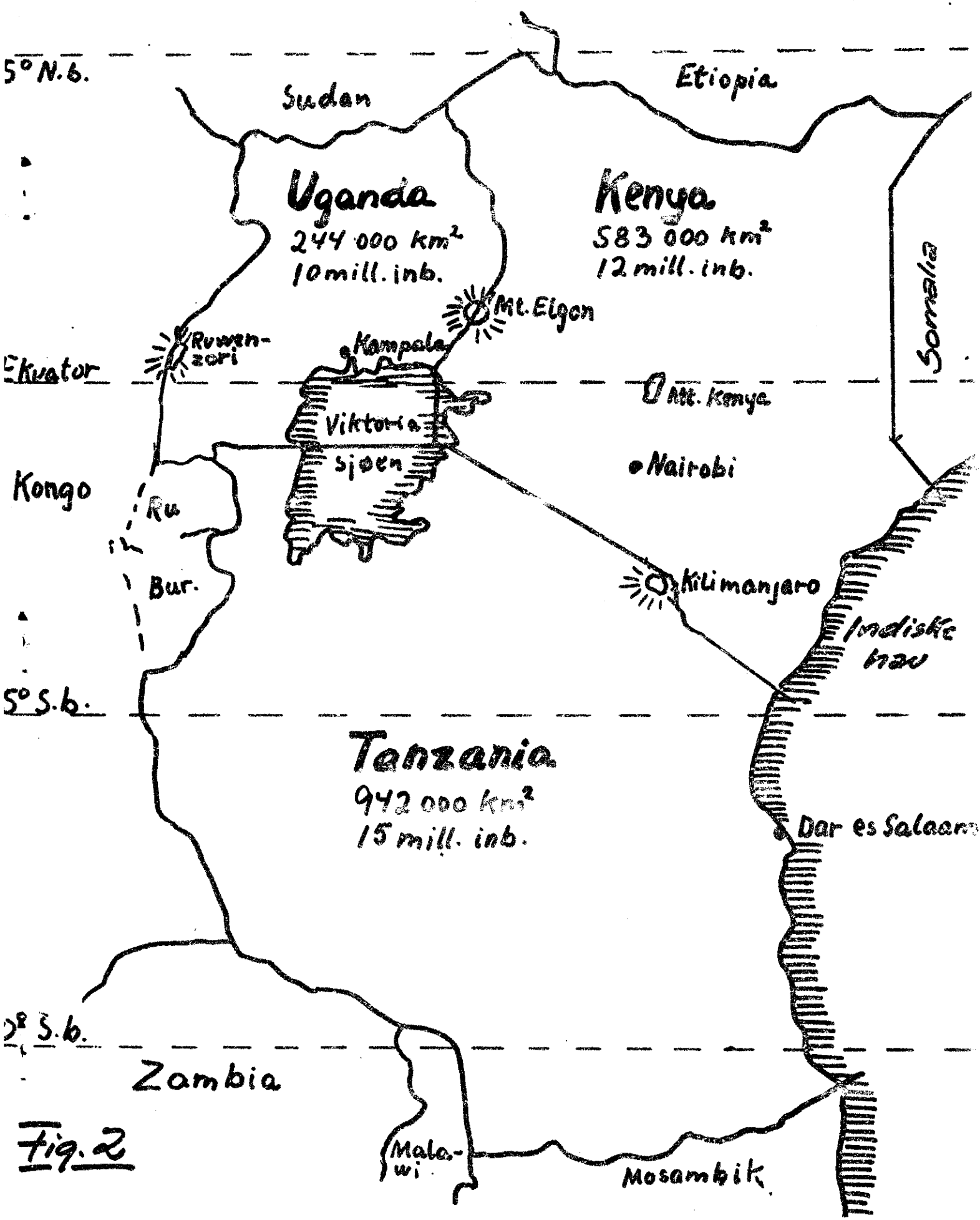


Fig. 2

toriasjøen, jordens største innsjø.

Nord-østlig i Kenya, mot Somalia, er et låglandsområde. Også i syd-øst Tanzania er et stort låglandsområde, men jordbruksmessig er disse områdene av liten betydning.

Figur 2.

Store landområder i Øst-Afrika er deler av et høylandsplatå med en gjennomsnittshøyde på om lag 1500 meter o.h. Det er best kjent som Kenya høglandsplatået. Fra dette stikker på noen steder vulkansk betinga fjellkjegler seg opp i betydelige høgder. Det gjelder Kilimanjaro i Tanzania, som er 5700 meter høgt, Mount Kenya nord for Nairobi, som er 5300 meter høgt, og Mount Elgan på grensen mellom Kenya og Uganda er 5100 meter høgt. Langs Øst-Afrikas vest-grense finnes også en del fjellpartier som når opp i betydelig høgde, med bl.a. Ruwenzori som er 5200 meter høgt.

Fra ovenforstående kan en trekke en del slutninger med relasjon til plantekultur i området. Solstrålingen kommer inn med stor intensitet hele året rundt. Daglengdevariasjoner finnes bare i området 12-13 timer dag. Det finnes ikke årstider manifestert gjennom betydelige, årlige temperatursvingninger.

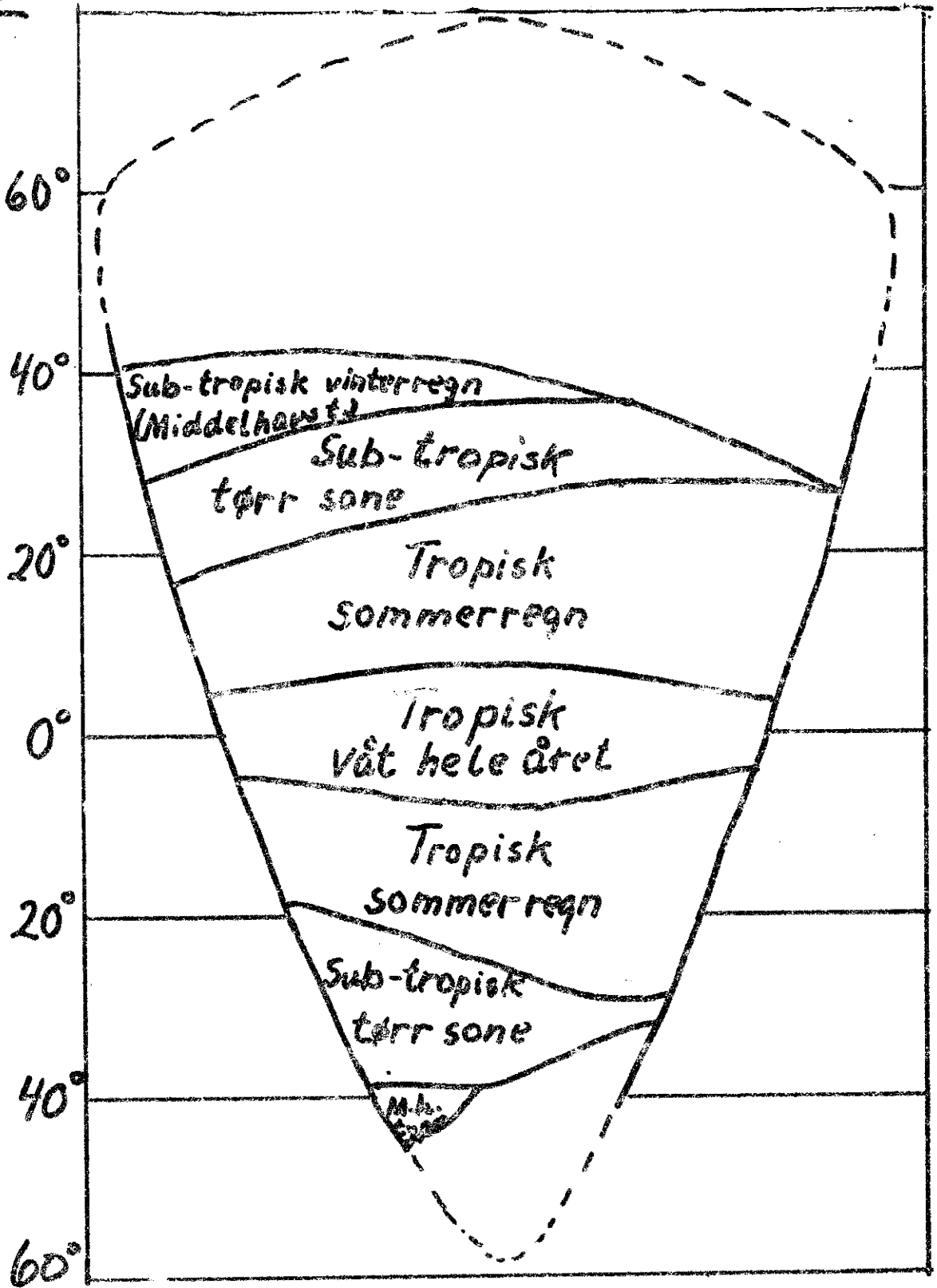
Havet og Viktoriasjøen har i nærliggende områder temperaturutjevne virkninger. Effekten gir seg særlig til kjenne ved relativt små daglige temperatursvingninger og er assosiert med høg luftfuktighet. Temperaturforholdene i Øst-Afrika beskrives ofte ved at alle årets dager er som varme sommerdager i Nord-Europa. Innenfor området må det likevel finnes betydelige høgdebetinga temperaturforskjeller.

"Årstidene".

Det er regnet som bestemmer "årstidene", tiden for såing og planting og ofte veksttidens lengde.

I løpet av året beveger et regnbelte seg fram og tilbake over ekvator, bestemt av solens vandring over den ekvatori-

Fig. 3



Flohn's klimatyper over et tenkt kontinent av låg og jevn høgde.

ale himmel. Når regnbeltet er lengst i nord, kan sydgrensen være om lag 3° - 5° nordlig bredde, og på tilsvarende måte trekkes regnet sydover slik at det har en nordgrense på om lag 3° - 5° sydlig bredde. I praksis betyr dette at innenfor et område om lag 3° nord og 3° syd for ekvator er det to regntider i året. Tørketidene faller stort sett i månedene desember-februar og juni-august. Nord og syd for dette området er det en sommerregntid og vintertørketid.

Figur 3.

Det viktigste atmosfæriske forhold for forståelse av hvor regnet faller, synes å være det ekvatoriale lågtrykkstrau. Dette lågtrykkstrauet følger årstidsbevegelsene til den "termiske ekvator", men under solens bevegelse bort fra den geografiske ekvator ligger det alltid noen grader nærmere ekvator enn solens posisjon. Viktige for luftstrømningene i tropene er også nokså permanente subtropiske høgtrykksceller. De befinner seg opptil 30° nord og sør for ekvator og svekkes litt om sommeren og forsterkes litt om vinteren.

Mot det ekvatoriale lågtrykkstrau strømmer luft både fra syd og nord (f.eks. p.g.a. oppvarming nær bakken). Der luftstrømmene møtes, presses luften oppover i atmosfæren, den blir avkjølt, og nedbørsmuligheter oppstår. Hvor luftstrømmene møtes, omtales ofte som "den inter-tropiske konvergens sone" og som "den inter-tropiske front".

Ovenforstående er en meget skjematisk og enkel fremstilling av nedbørsfordeling og meteorologiske forhold som innvirker på nedbøren i tropene. Tidligere var det et begrep at været i tropene er pålitelig og styrt av enkle lovmessigheter. Etter hvert er en blitt klar over at det hele er relativt komplisert, og at det finnes betydelige avvik fra det generelle mønster.

Figur 4.

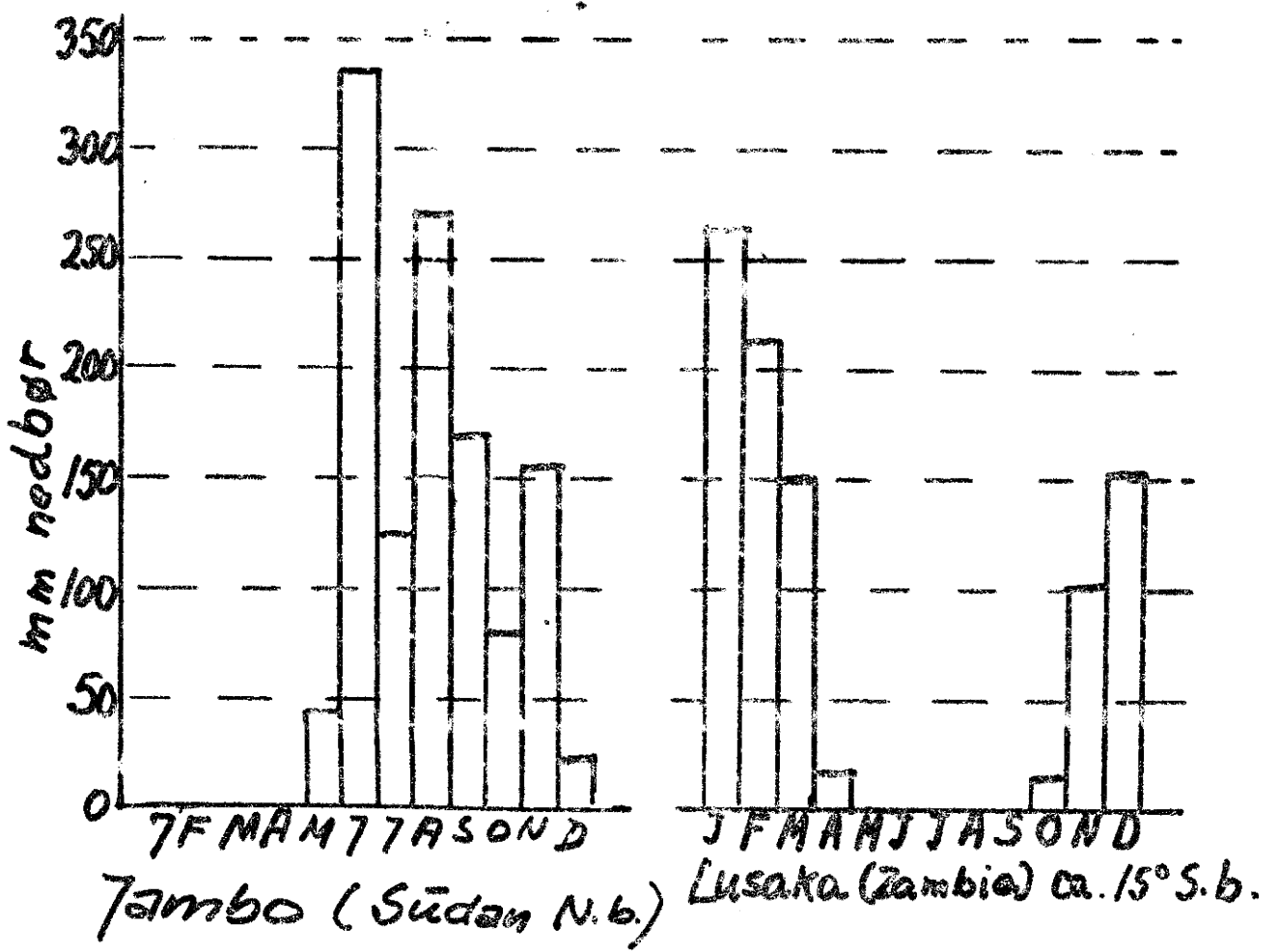
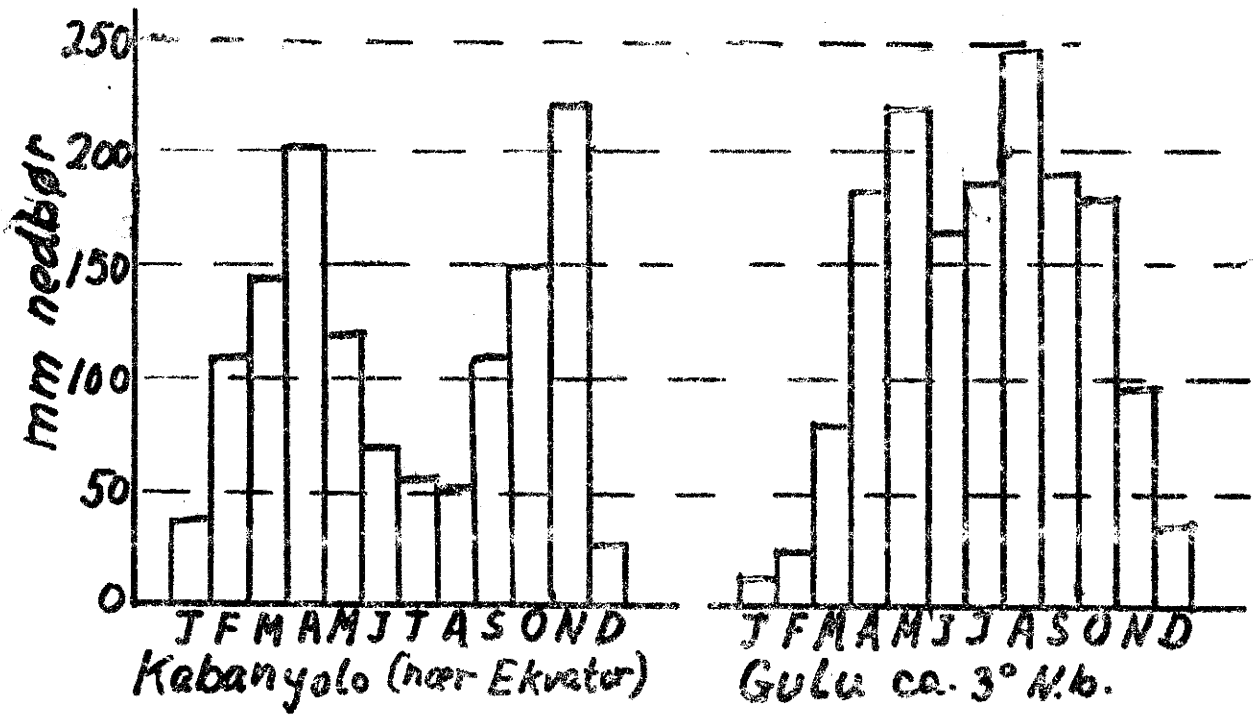


Fig 4

De fire stasjonene som er tatt med i figuren ovenfor, har årsnedbør i området 900 - 1600 mm. Store områder i Øst-Afrika har likevel nedbør langt under dette. Nordlig i Kenya finnes et betydelig område med årsnedbør i området 150 - 500 mm. Over halvparten av Kenya har så lite nedbør at enhver form for åkerbruk regnes for urealistisk. Tanzania har betydelige områder med årsnedbør i underkant av 500 mm, mens en relativt mindre del nord-østlig i Uganda har lite nedbør.

Det afrikanske jordbruk.

Vilkårene for jordbruk i de ulike distrikter reflekteres i befolkningstettheten. Men bosettingsmønstret blir også påvirket av faktorer som helårs drikkevann for folk og husdyr, opptreden av sykdommer, forsvarsmuligheter mot angrep fra fiendtlige stammer, og i hvilken grad befolkningsgrupper har hatt behov for og evnen til å tilpasse seg forhold som ble regnet for vanskeligere enn de tilvante.

Befolkningstetthet og hovedføden i noen stammeområder (utdrag fra Allen, 1965).

Område	Innbyggere pr. km ²	Hovedgrøde
Chagga, Kilimanj. (T)	150-350	Kokebanan, fingermillet, husdyr
Buganda (U)	30	Kokebanan, søte poteter, litt mais
Bukoba (T)	100	Kokebanan
Kikuyuland (K)	150-350	Mais, bulrush millet
Nyanza (K)	100	Mais
Kigesi (U)	100	Sorghum, millet, søte poteter
Teso (U)	50	Finger millet, sorghum
Ukara (øy i Viktoria-sjøen) (T)	200	Bulrush millet, sorghum, ris, husdyr
Makonde (T)	10	Sorghum, cassava, mais
Ma sai (K og T)		
Turkana (K og U)	1-2	Fedrift
Karamojong (U)		

En finner ofte at stammeområder og distrikter fra gammelt av har utviklet bestemte former for jordbruk. Det kan dreie seg om relativt enkle regelmessigheter i skifte mellom bruk og kvile av jordteiger.

I Makonde-området rydder de teiger fra buskas, dyrker jordnøtter første året, sorghum og mais andre året, og så kassava tredje året (andre året av dette omløpet blir det også ofte plantet kassava, men også bønner o.l.). Etter det tre-års-omløpet får jorden kvile og vokse til med buskas, for en periode på 15-20 år.

I Teso synes de å dyrke jorden i opptil tre år og så la den kvile i tre år. I dyrkingsperioden tas 3-5 avlinger som kan være jordnøtter, millet eller sorghum, og Vigna bønner. Til slutt kan det igjen tas en Sorghum-avling eller søte poteter.

I Kikuyuland ble jorden også holdt i kultur i tre år. Omløpet åpnet med mais eller bønner i første regnet og ble fulgt av bulrush millet i andre regnet, og dette ble gjentatt i tre år til seks avlinger var høsta. Avlingsomløpet ble fulgt av en kvileperiode av noe uviss lengde, men trolig var den tre år eller kortere.

I noen tilfeller kan eldre jordkulturmåter være bemerkelsesverdige. Det gjelder f.eks. Matengo-stammens område i Syd Tanzania. De bruker enslags kompostering av gras, ugras og avfall for å holde jordens fruktbarhet oppe. Det er relativt bratt terreng de kultiverer. Når jord tas i bruk etter en kvileperiode, slås først graset. Det legges opp i rekker langs kotene og på tvers, slik at det dannes et rutenett med 2-3 meter mellom grasrekkene i begge retninger. Matjord graves så fra begge sider opp på graset, og det formes et rutesystem av brede jorddrygger og med et traue i midten for å sikre oppsamling av alt vatn. Mais og bønner eller erter plantes hver for seg. Ugras og plantedeler som ikke nyttes til mat, kastes i midttrauet. Etter et år splittes jorddryggene, og nye bygges der traueene før var.

Matengo-systemet er i forsøk blitt sammenliknet med andre jordkulturmåter og har hevdet seg godt.

Maisavlinger ved noen jordkulturmåter i prosent av høgste avling, fra forsøk i 1951 (etter Allen, 1965).

Matengo-systemet	100
"Flatt" land	49
Terrassering	44
Driller	43

Flere meget gamle jordbrukssystemer gjorde bruk av husdyrgjødsel. Særlig velkjent er Chagga-området på de nedre, sydlige skråningene av Kilimanjaro, og Ukara-øya i Viktoriasjøen der også grønngjødsling blir brukt.

Chaggaene holdt husdyr som de fôret på fjøset hele året. Gras til fôr ble transportert fra "utmarkområder", men en del bananblad og blad og stilker fra annen planteproduksjon ble også brukt. På et jordområde rundt husene foregikk planteproduksjonen til mat, med kokebananer som hovedgrøde og dessuten en del finger millet, erter og bønner. Bruk av husdyrgjødsel muliggjorde mer eller mindre kontinuerlig kultivering. Men de hadde også et vatningskanalsystem som imponerte dem som fikk se det. Flere anslag går ut på at en Chaggafamilie kunne ha 10-12 dekar til matproduksjon for familien.

På Ukara-øya praktiseres et relativt bestemt omløp. Fôr til husdyra dyrkes i utgravde forsenkninger der vatn fra Viktoriasjøen kan sive inn. Husdyrgjødselen tas godt vare på og brukes i plantedyrkingen. For ytterligere å hjelpe på jordfertiliteten sås en lokal belgvekst, Crotalaria striata, som graves ned etter om lag ni måneders vekst.

Eldre jordbruksformer går i oppløsning, og det eksperimenteres med nye.

Det kunne gis mange flere eksempler på eldre praksis i dyrkingen av planter i Øst-Afrika. Ofte er det lett å forstå nødvendigheten og hensiktsmessigheten av de former for jordbruk som vokste fram. Gammel praksis holdes ofte ved like også nå, men regelen synes å være at eldre former for jordbruk går i

oppløsning. Presset fra rask befolkningsøkning synes å være den viktigste faktoren i denne oppløsningsprosessen. Med innføring av salgsgrøder (bomull og kaffe m.fl.) og urbaniseringsprosessen som startet med innvandringen av europeere og asiater, er også betydelige faktorer. Oppløsningsprosessen har gått raskt og fått et bortimot katastrofalt omfang nær urbaniseringsentre, f.eks. i Kikuyuland nær Nairobi.

Det er ennå for tidlig å ha noen mening om de nye former for jordbruk som vil vokse fram. Det eksperimenteres, og nye og flere programmer med nye former for jordbruk er under utprøving. Mest vellykka synes programmet for Kikuyuland å ha vært. Det ble startet i 1954 etter Mau-Mau urolighetene, som er "Plan for intensivering av afrikansk jordbruk i Kenya".

Planen omfattet utskifting av jorden slik at familiens spredte jordlapper ble samlet i et bruk. Bruksutformingen ble lettet en del ved at noe jord som det ikke var etablert en klar privat eiendomsrett til, ble tatt med i utskiftningen. Mye av denne jorden ble likevel satt til side som fremtidig veigrunn, skolegrunn, grunn til landsbyer o.l. For de nye eiendommene ble det utstedt skjøter og utarbeidet et forslag til teiginndeling, og et forslag til driftsplan ble utarbeidet.




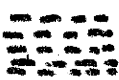


Figur 5.

I denne tiden ble også slike tiltak som Mwea Tebere risdyrkingsprosjekt startet. Dette er et kanalisert risdyrkingsområde med nåværende størrelse ett eller annet sted mellom 25.000 og 50.000 dekar. Det har egen rismølle og salgs- og innkjøpssamvirke. Hver dyrker blir tildelt et område på om lag 16 dekar.

Kooperativt gruppejordbruk (eng group farming) er det også gjort flere eksperimenter med, men det finnes kanskje ikke et eneste eksempel på et virkelig vellykka prosjekt. Opplæring av de unge deltakerne, jordbearbeiding med traktor, sterkt subsidiert kunstgjødsel og plantevernmidler o.l. har ofte vært deler av gruppe-jordbruksprosjektene.

Enkelte kirkesamfunn har oppbygging av jordbruks-

NYTT KIKUYU GARDSEBRUK

-  Hus og tun 3 da
-  Kaffe 4 da
-  Napier gras 4 da
-  Åker 8 da
-  Eng og beite 8 da
(i skiftebruk med åker)
-  Beite (permanent) 2 da

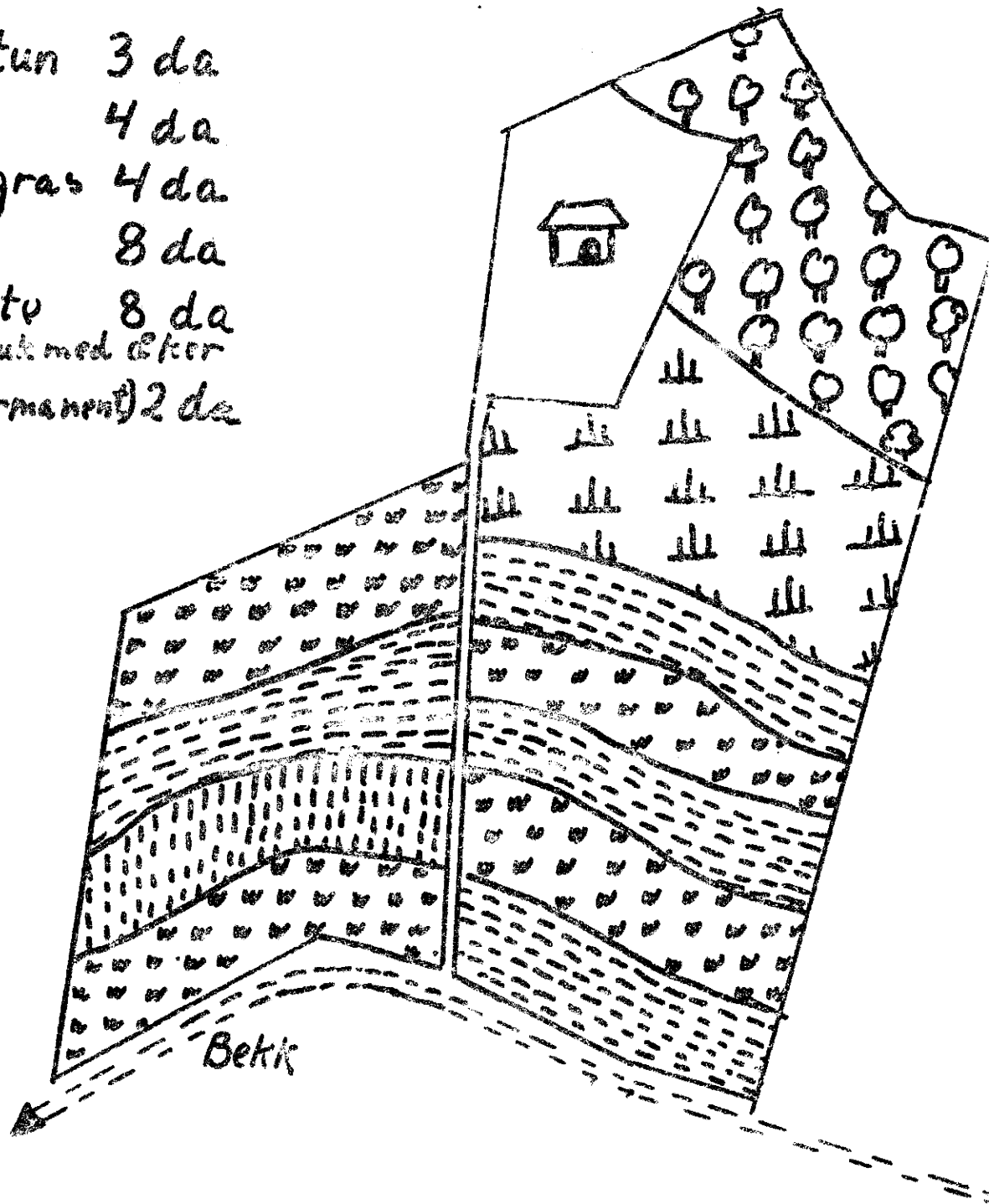


Fig. 5

distrikter og nye jordbruksformer på programmet. De bygger gjerne på inntak i prosjektene av ungdommer, en streng arbeidsdisiplin og på en eller noen få salgsproduksjoner. Noen slike prosjekter har vært vellykka.

Felles for alle lokaliserte prosjekter med nye jordbruksformer er at de når fram til så altfor få. Selv det nevnte risdyrkingsprosjekt (Mwea-Tebere), som er både stort og vellykka, kan bare gi plass for maximum 4000 produsenter. På lengre sikt kan andre pågående utviklinger vise seg vel så viktige for levevilkårene til befolkningen. Etablering av eiendomsrett til jord og en landsomfattende rettleiingstjeneste kan vise seg å være meget betydningsfulle.

Eiendomsrett til jord.

Eiendomsrett til jord for jordbrukerne ble under engelsk styre etablert i mange distrikter. På de enkelte eiendommer finnes skjøter som kan sammenliknes med dem vi har. I eldre tider var det stammen eller ætten (clan) som hadde råderett over jorden. Ættens eldre tildelte så bruksrett til den enkelte familie for kortere eller lengre perioder, trolig etter den etablerte skiftebrukspraksis. Et slikt system er fortsatt i bruk i mange områder. Trolig forekom også "arving" av jord i noen områder. Det er ellers vanskelig å forstå den sterke oppstykking av jorden i smålapper som har skjedd i mange områder.

I områdene med fedriftsstammer er det felles beiterett. De enkelte buskapene blir likevel ofte beitet langs samme rute år etter år. På denne måten synes det å bli etablert en slags rett til beiteområder, og den som kommer for mye inn på en annens beiterute, kan få ubehageligheter.

Rettleiingstjenesten.

Rettleiingstjenesten i jordbruket har eksistert lenge, men inntil det aller siste har mangel på kvalifisert arbeidskraft hindret utbyggingen. Rettleiingstjenesten blir ledet

fra landbruksdepartement og har distrikts- og "herreds"-tjenestemenn. I strukturen minner den mye om vår rettleiings-tjeneste. En vesentlig forskjell ligger i at det forsøkes etablert en kommandoordning, slik at storparten av tjenestemennene, og på de fleste områder, handler etter ordre.

Det tekniske nivå.

Teknisk er jordbruket i Øst-Afrika meget lite utviklet. Den alt vesentlige del av arbeidet foregår med hånd og primitiv redskap. Jordbearbeidingen foregår oftest med en bredbladet, tvert avskåret hakke eller med en firetindet hakke o.l. Familiene bruker mye av sin arbeidskraft med disse hakkene. Jordbearbeidingen er så tung at den har lett for å bli utsatt. Dette gjelder særlig mens jorden er tørr før regntiden har satt inn. Det blir gjerne sein såing som ofte gir nedsatt avling. En av de oftest gjentatte tilrådsninger for de forskjelligste grøder er at tidlig såing og planting i forhold til regntidens begynnelse gir de største avlinger.

Det er blitt gjort og gjøres stadig forsøk på å innføre jordbearbeiding med okser eller traktor. Oksekultivering synes å ha vunnet innpass flere steder der de har vært heldige med å få tak i passende redskap. I Uganda har de særlig vært heldige med et fransk utstyr som etter alt å dømme har mye til felles med "trollutstyret" som tidligere var meget alminnelig her i landet. Et problem ved bruk av okser kan i mange distrikter være at jordarbeidingen skal skje i begynnelsen av regntiden. Det er ved slutten av tørketiden, og oksene kan være radmagre og arbeidsudyktige på grunn av dårlige beiter.

Traktorer brukes på de meget store jordeiendommer og plantasjer, der det ellers ville være vanskelig å administrere den store arbeidsstokken som måtte til for å erstatte traktorarbeidet. Det finnes også en del traktorer i landbruksdepartementenes eie, beregnet på å gjøre leiearbeid hos den alminnelige afrikanske jordbruker. Erfaringen hittil tyder på at det bare på meget få steder finnes grunnlag for innføring av traktorer i planteproduksjonen. Utover i landet kan det også ofte være vanskelig med vedlikehold av traktorer.

Bruk av kjøpte driftsmidler.

For driftsmidler som må kjøpes, kunstgjødsel, plantevernmidler og forbedra såfrø, gjelder det også stort sett at det er økonomiske hindringer for alminnelig utnyttelse. Bruker en alminnelige bedrifts-økonomiske mål, gjelder det at jordbruket arbeider med små produksjonsinntekter, små dekningsbidrag, og i tillegg kan omsetningsmulighetene være usikre. Innkjøpte driftsmidler ligger på samme prisnivå som her i landet eller høyere. Figuren nedenfor gir noen økonomiske opplysninger om henholdsvis bomulls- og jordnøttproduksjon ved bruk av traktor- eller oksekultivering og innkjøpte driftsmidler. Figurene er basert på en utført forsøksserie, og for de økonomiske kalkylene er det brukt kr. 0,30 pr. time pr. mann, kr. 15,- pr. traktortime og oksearbeid kr. 1,- pr. time. Bomullsprisene er fastsatt av regjeringen, og for jordnøtter er prisen kr. 1,- pr. kg kjerner. Denne prisen kan vanligvis oppnås iallfall etter noen tids lagring.

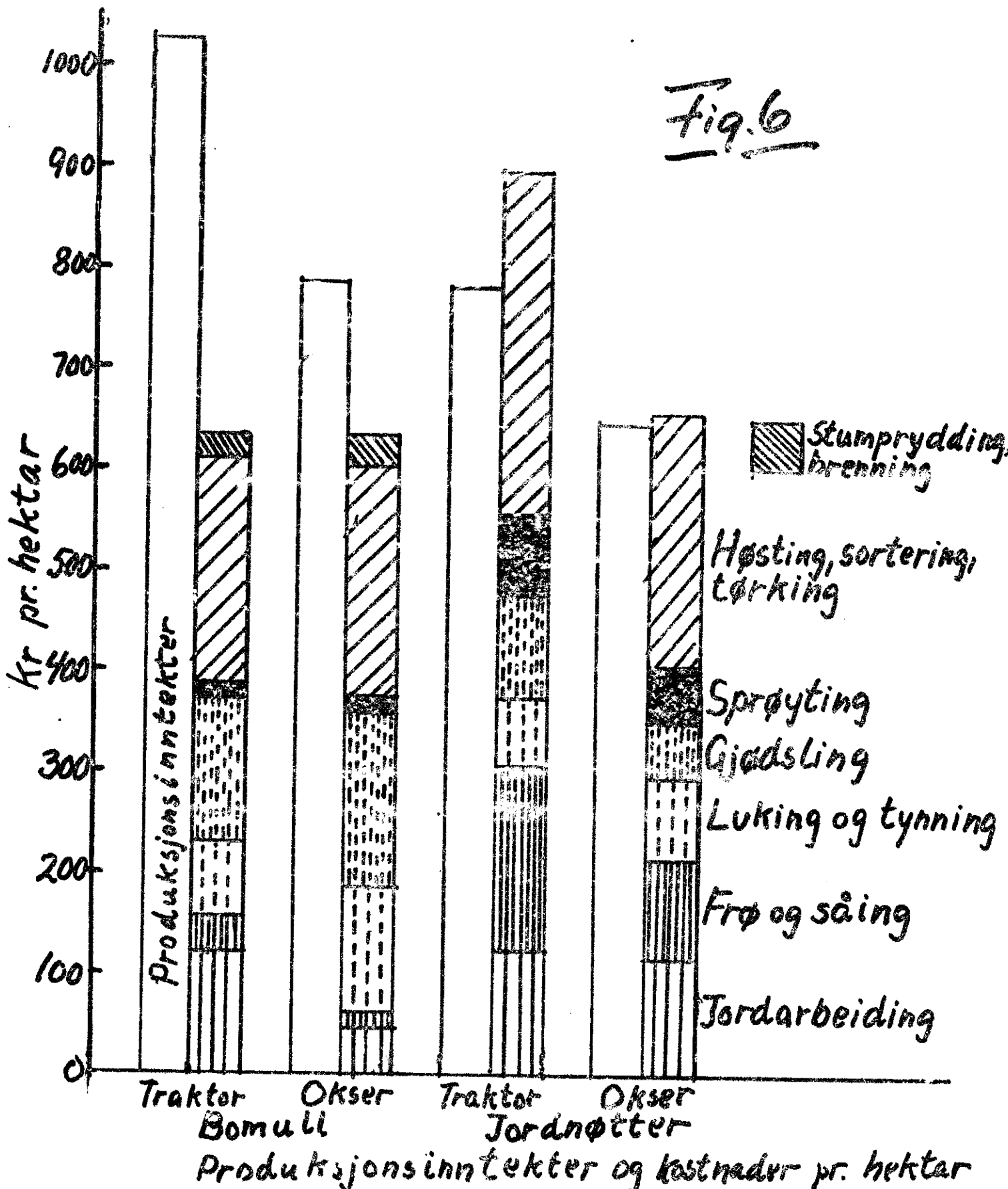
Figur 6.

Bruken i Øst-Afrika av de viktigste innkjøpte driftsmidlene (kunstgjødsel, plantevernmidler og forbedre såfrø) er forsøkt sammenfattet i nedenforstående punkter.

Kunstgjødsel brukes på sukkerrør, te, tobakk, sisal, ananas og en del av kaffen, når disse grødene dyrkes på store jordeiendommer eller i produksjonsavtaler med store kommersielle firmaer. Ubetydelige mengder blir brukt av den alminnelige afrikanske jordbruker selv om de produserer hovedmengden av bomullen og kaffen, hovedpilarene i Øst-Afrikas utenriksøkonomi. Dette utsagnet bør trolig modifiseres noe ved å trekke inn bomullsdyrkingen i Tanzania og en del av hybrid-mais-dyrkingen i Kenya. I disse tilfellene synes det etter hvert å vokse fram en økonomisk bruk av kunstgjødsel.

I forsøk blir det alltid oppnådd avlingsøkninger ved tilførsel av nitrogen, og ofte også for fosfor. I en serie på 290 to-årige forsøk med bomull, 78 med jordnøtter og 51 med finger millet i Uganda ble matjorden analysert. Gjennomsnitts-

Fig. 6



analysetallene er ført opp nedenfor:

Jordanalysedata fra 290 forsøksfelt i Uganda:

pH	5,6
Organisk C, %	2,0 (tilsvarer ca. 3,8 % organisk materiale)
Total N, %	0,132
Tilgjengelig P ₂ O ₅ , p.p.m.	32 (Truogs metode)
Ca, m.e./100 g	3,4 (kan tilsvare 40-50 % metning)
K, m.e./100 g	0,51 (kan tilsvare 6 % metning)

Avlinger ved ingen gjødsling og meravlinger ved N- og P-gjødsling i en serie gjødslingsforsøk i Uganda (kg pr. ha).

Grøde	Avling uten gjødsling	N ₁	N ₂	P ₁	P ₂
Bomull	698	133	231	36	64
Finger millet	1143				
Jordnøtter	944				

N₁ = 135 kg ammoniumsulfat pr. ha.

N₂ = 270 " " " "

P₁ = 135 " enkel superfosfat pr. ha.

P₂ = 270 " " " "

Noen avlingstall fra denne forsøksserien er gjengitt ovenfor. Bak slike gjennomsnittstall skjuler seg mye variasjon. Det var som oftest lønnsomt å gjødsle bomull og finger millet med nitrogen og jordnøtter med fosfor. Likevel ble det i 30-40 prosent av forsøkene ikke lønnsomme avlingsutslag. Sjansene for lønnsom bruk av gjødsel økte dersom det ble sådd tidlig (i forhold til regntidens begynnelse), plantetettheten var høy, og bomullen ble sprøytet med DDT. Det finnes ofte faglig grunnlag for utstrakt bruk av kunstgjødsel. Privatøkonomisk kan bruk av kunstgjødsel ofte gis låg prioritet. Nasjonaløkonomisk kan vurderingene bli noe annerledes, og Uganda innførte i 1968 en 50 % subsidiering av kunstgjødsel som blir brukt av den alminnelige afrikanske jordbruker.

For plantevernmidler gjelder stort sett det samme som for kunstgjødsel. De brukes der det står kapital bak planteproduksjonen, mens den alminnelige jordbruker i lengste laget prøver å unngå utgiftene. I noen tilfeller er det likevel nesten uomgjengelig nødvendig å bruke plantevernmidler. Det gjelder i første rekke insektsprøytinger på bomull og sprøyting av arabica kaffe mot kaffebær-syken (eng. forkortelse CBD, latin: Colletotrichum coffeanum). Kaffebærsyken har år om annet ødelagt en meget stor del av arabica-kaffeavlingen, og den er en stadig trussel mot denne verdifulleste grøden i Kenya. På liknende måte er det med skaden som flere insekter bidrar til å gjøre på bomull, og dette er i store distrikter eneste salgsgrøden. Men selv i slike tilfeller må jordbrukerne tilskyndes meget sterkt før et noenlunde bra sprøytearbeid blir utført. Oppfordringene til sprøyting kan få form av gratis eller sterkt subsidierte sprøytemidler og sprøyteutstyr, utdeling gjennom halvoffentlige kooperative foreninger og propaganda om bruken.

I tropene er klimaet ofte gunstig for angrep og utvikling av soppsykdommer. I plantene som dyrkes, synes det likevel å være bygget opp stor motstandsevne mot sykdommer, trolig langt nær enn en på rasjonell måte kan gjøre greie for. Dette er vel også rimelig ut fra det en vet om hvor komplisert motstandsevne mot sykdommer kan være rent genetisk. Mot virus-sykdommer er det innen mange planteslag flere betydningsfulle motstandsdyktige sorter.

Også for skadeinsekter må det være gode vilkår i tropene. Svingningene i populasjonens størrelse synes likevel å være mye mindre enn i tempererte land, og katastrofal skade synes å være relativt sjelden. På Vigna-bønner er det registrert over åtti skadegjørende insekter. Likevel dyrkes de uten sprøytinger mens gode sprøyteprogrammer kan gi avlingsøkninger i området 20 til 50 prosent. Grashopper (Locust) har gjennom årene vært årsak til hungersnød i forskjellige distrikter. Populasjonen bygges opp under dette insekts vandringer. Det bekjempes nå under tilholdet i tørre strøk på grensene til ørkenområder.

Såfrø tas oftest av egen avl for de grøder som brukes til mat. I Kenya er det likevel en del småbrukere som dyrker mais for salg, og som kjøper hybridmaisfrø. I dyrkingen bruker de da også kunstgjødsel, god jordbearbeiding og den tilrådte såtid. Da oppnås det gode avlinger, og ved salg er prisen noe høyere for hybridmais enn for den lokale maisen.

Regjeringene har etter hvert startet frøformeringsprosjekter for oppformering av frø av gode sorter av de forskjellige planteslag som dyrkes for matforsyning. En må gå ut fra at frøet må spres til sterkt subsidierte priser. For kornslagene vedkommende ser slike prosjekter nå mer lovende ut etter at planteformidlerne har begynt å lage populasjons-sorter. Disse kan den enkelte jordbruker videreforedle ved stadig å velge ut de beste plantene til frøbruk.

I bomullsdyrkingen skaffer det offentlige praktisk talt alt frøet som brukes. Det kjøres ut til de enkelte dyrkingsentre og fordeles til jordbrukerne før såtiden begynner. Ved en slik ordning kan forbedra sorter spres så snart som frø er tilgjengelig.

Inndeling av planteproduksjonen.

Planteproduksjonen deles i salgsgroder (cash crops) og matforsyningsgroder (food crops). Hver av gruppene deles igjen i hovedgroder og mindre betydningsfulle groder. Denne inndelingen forteller mye om den økonomiske situasjon. Den alt overveiende del av befolkningen har beveget seg meget lite bort fra ren naturalhusholdningsøkonomi. Matforsyningsgrodene forbrukes av dyrkeren og familien, og det er små salgsmuligheter både internt og på eksportmarkeder. Salgsmuligheter har det bare vært for noen få produkter, og da i det vesentlige for eksport. Dette er salgsgrodene. Utviklingen vil medføre at denne inndelingen løses opp, men den er fortsatt av betydning for forståelsen av jordbruket i Øst-Afrika. Innkjøpte driftsmidler, f.eks. gjødsel og plantevernmidler, blir det stort sett bare tale om å bruke i dyrkingen av salgsgrodene.

Grasarealer og beiter faller utenom denne inndelingen i den utstrekning slik dyrking forekommer.

Eksport.

Betydningen for landene og befolkningen av handelsgrødene blir best belyst ved statistikk som viser hva de innbringer av fremmed valuta.

Planteprodukter for salg, areal og eksportverdi i 1967.

	Uganda		Kenya		Tanzania	
	Areal 1000 ha	Eksport mill. kr.	Areal 1000 ha	Eksport mill. kr.	Areal 1000 ha	Eksport mill. kr.
Kaffe	314	680	30	310	135	235
Te	13	68	21	60	10	42
Tobakk	6	1	1	-	10	33
Bomull	840	335	60	15	440	272
Sisal	1	-	103	40	285	200
Castor bønner	4	1,5	19	3	20	13
Pyrethrum				ca.20		
Acasia bark		-		ca.25		?
Sesame	109	6	3	1	40	12
Solsikke	-	-	2	-	20	-
Soyabønner	1	1	-	-	3	0,1
Kokosnøtter	-	-	65	1	140	-
Grønsaker, frukt		1		43		125
Korn m.m.		0,7		50		6
Total eksport		1284		1168		1555
Jordbr.eksport		1145		826		1093
Jordbr. i % av total		89 %		71 %		70 %

Ugandas utenriksøkonomi er avhengig av tre produkter, kaffe, bomull og te. Kenya og Tanzania har en noe mer allsidig eksport av planteprodukter; begge landene, men særlig Kenya, eksporterer mye husdyrprodukter (huder, skinn og kjøtt). Av andre inntekter på utenriksregnskapene er bidraget fra turistene betydelig og økende.

Eksporten fra jordbruket utgjør 89 %, 71 % og 70 % av totaleksporten fra henholdsvis Uganda, Kenya og Tanzania. Bare

for noen få år siden (mindre enn 10 år) viste handelsstatistikken også for Kenya og Tanzania at om lag 90 % av eksporten var jordbruksprodukter. Det kan derfor se ut som betydningen av jordbrukseksporten relativt sett er raskt minkende. Men statistikk er som kjent bedragerisk. Også i dette tilfelle kan elementer av denne natur være inne i bildet. Acasia bark (Wattle) ble tidligere eksportert som bark og var da et jordbruksprodukt. Etter hvert blir tanninet ekstrahert ved en meget enkel prosess, og det er et industriprodukt.

Matforsyning.

Omfanget av planteproduksjonen for matforsyning finnes det også statistikk for. Tallene her er nokså usikre idet de er basert på areal- og avlingsanslag. De gir likevel et inntrykk av hva befolkningen dyrker og lever av. Går en mer i detalj og ser på de forskjellige distrikter og klimasoner, finner en oftest at bare noen få planteslag dyrkes, og at kostholdet må være tilsvarende ensidig. Det tales gjerne om basisføden (staple food), som gjerne kan utgjøre 90 % av kostholdet, og om protein-supplerende fødemidler (protein supply foods). Basisføden varierer med distrikt og dyrkingsforhold og er et eller et par kullhydratrike planteprodukter (kokebananer, mais, cassava osv.). Proteintilskottet er gjerne en eller et par belgplanteprodukter. En del av produksjonen som i tabellen er ført opp som matforsyningsgrøder, eksporteres, kanskje særlig kveiten fra Kenya.

Omfanget av planteproduksjonen for matforsyning i 1967.

	Uganda		Kenya		Tanzania	
	Areal 1000 ha	Produk- sjon 1000 tonn	Areal 1000 ha	Produk- sjon 1000 tonn	Areal 1000 ha	Produk- sjon 1000 tonn
Kokebananer	450	4000	?	?	?	?
Søte poteter og yam	1000	6000	52	460	35	250
Cassava	200	800	90	600	260	1120
Potet (<u>Solanum</u>)	5	23	53	195	6	22
Mais	204	250	58	140	1000	800
Millet og sorghum	445	400	350	320	1300	1100
Ris	3	8	3	16	110	115
Kveite	-	-	121	128	34	39
Bygg og havre	-	-	15	15	-	-
Jordnøtter	250	200	6	4	30	8
Bønner (tørka Phaseolus)	420	252	-	-	-	-
Vigna-bønner (Vigna)	100	30	-	-	-	-
Erte-bønner (Cajanus)	60	15	-	-	-	-
Uspesif. leguminos frø	-	-	615	270	380	200
Sukkerrør	18	1650	23	720	32	860
Kalorier pr. innb. pr. dag (1961-63)	2070		2120		2080	

SALGSGRØDENE.

Fibergrøder.

På verdensbasis står vegetabiliske fibre som nr. 2 i betydning blant planteproduktene. Størst betydning har matforsyningsproduktene. Fibrene brukes til klær, tauverk, sekker m.m. Etter hvert møter naturfibre stigende konkurranse fra syntetiske fibre, men produksjonen av naturfibre er fortsatt stigende i verden. Øst-Afrika dyrker bomull og sisal.

Bomull.

Bomull (Gossypium) dyrkes for fibre som vokser ut fra frøskallet. Fibrene skilt fra frøet kalles lint. Fra frøene utvinnes olje som brukes i margarin m.m., og bomullsfrøkaken gir et proteinrikt dyrefôr.

Bomullsplanten hører til Malvaceae' (Kattostfamilien). Slektene Gossypium har mange arter, men bare 5 arter regnes for å danne grunnlaget for kultivert bomull. I verdenshandelen er amerikansk opplandbomull (Gossypium hirsutum) og egyptisk bomull (G. barbadense) de to hovedtyper. Egyptisk bomull er av fineste kvalitet, fiberlengden er 3,5 - 5 cm, og fibre er fine, glansfulle og sterke. Amerikansk opplandbomull har fiberlengder på 1,5 - 3,5 cm, og har tykkere og mindre glansfulle og sterke fibre enn egyptisk bomull. ("Oppland" (eng. Upland) refererer til dyrking uten vatning.) I Øst-Afrika dyrkes amerikansk opplandbomull. Dette er også den bomullstype som det omsettes mest av i verdenshandelen.

Bomull er en 60-150 cm (G. hirsutum) høg ett-årig busk. Den har en fremtredende hovedstamme, og lågt nede på denne vokser det ut vegetative greiner. Høgre oppe på hovedstammen og på de vegetative greinene vokser det ut mindre, frukt bærende greiner.

Rotsystemet er en tapprot med forgreininger som kan vokse raskt og dypt nedover i jorda, f.eks. til en dybde på 1 - 1,5 m mens plantene over jorda har nådd en høgde på 20-25 cm.

Hver fruktgren har gjerne 6-8 blomsterknopper. Fra spiring til første blomsten åpner seg kan det gå 60-70 dager. En blomst lågt nede og nær stammen åpner seg først. Senere åpner blomstene høgre oppe og lenger ut på greinene seg nokså systematisk med tidsintervaller. Det tar gjerne 6 dager mellom hver gang en blomst på samme fruktgreinen åpner seg. Blomstringen i bomull strekker seg derfor over et langt tidsintervall.

Blomstene er tvekjønnne, de åpner seg om morgenen og visner samme dagen. Stort sett skjer det en selv-pollinering innenfor samme blomst.

Frukten er en kapsel, ofte dannet av 4-5 fruktblad. Fra blomstring til kapselen åpner seg går det fra 40-70 dager avhengig av sort og vekstbetingelser. Hver kapsel kan ha 8-10 frø. Fibrene dannes av epidermisceller i frøskallet. De voksende fibrene er levende enkeltceller. Veggene fortrykkes etter hvert med cellulose innvendig. Når kapslene åpner seg og fibrene kommer i luft, dør det gjenværende protoplasma.

Kapselen sprekker langs strukturene hvor fruktbladene møtes. I denne prosessen ekspanderer bomullen inni sterkt, og fyller den "skålen" som dannes av den åpna kapsel. Den er likevel inndelt i dotter, en dott for hvert fruktblad som kapselen er dannet av. I tørt vær er bomullen tørr 3-4 dager etter at kapselen har åpnet seg.

Frøene er 8-10 mm lange. De er fortsatt lodne etter at linten er skilt fra. Det kommer av at frøskallet også har dannet noen korte fibre som på engelsk kalles "fuzz". Bomullsfrø inneholder om lag 20 % olje og opptil 20 % protein. De inneholder også en giftig fenolforbindelse som kalles gossypol. Det antas at den blir inaktivert i prosessene for fremstilling av olje og bomullsfrøkakemel. Det er likevel en tendens til å være forsiktig med bruk av store mengder bomullsfrøkake som dyrefôr.

Bomull krever gode vekstbetingelser. Det tar fra 170 til 200 dager å ta en avling. I denne tiden bør middeltemperaturen helst ligge over 21 - 22°C. Selv nær ekvator dyrkes derfor bomull ikke i noen utstrekning i større høgde enn 1200 m o.h. Mens kapslene modner og høstarbeidet pågår, er det nød-

vendig med tørt vær. Sterkt regn kan også skade unge planter. I perioden med sterkest vekst kreves det mye fuktighet i jorden.

Såtiden retter seg etter nedbørsfordelingen på de ulike lokaliteter. I Mwanza-provinsen (sydenden av Viktoriasjøen) som dyrker 90 % av Tanzanias bomull, er såtiden slutten av november og desember. I Uganda er såtiden slutten av juni og begynnelsen av juli, men tidligere såtid blir tilrådd i nordlige og østlige områder. Etter forsøksresultatene som foreligger, blir tidlig såing i forhold til regntidens begynnelse alltid tilrådd, dvs. bomull må såes før regntiden har begynt.

Dette byr på særlige problemer når det gjelder jordbearbeiding. Den alt overveiende del av bomullsarealene bearbeides med hakke (eng. jambe, et meget primitivt redskap). Jorden er hard så lenge den er tørr, og den blir lettere å bearbeide etter at regnet har bløtt den opp. Derfor har såingen lett for å bli utsatt.

I Mwanza i Tanzania dyrkes bomull i to rekker på drill-er lagt opp med 1,5 m avstand. Jordarbeidingen skjer ved at drillene splittes langs midten, og en ny drill legges opp i siste års fure. Denne metoden letter jordarbeidingen, gir god bearbeiding og bidrar betydelig til ugrasreinholdet.

For Uganda antas det at dårlig jordarbeiding er medvirkende til låge avlinger. Radavstanden kan være 90 cm og avstanden mellom plantene i raden 30 cm.

Sprøyting mot insekter er nødvendig i bomullsdyrkingen. Det er en viktig del av rettleiingstjenestens arbeid å passe på at sprøytearbeidet blir utført.

Høstingen må utføres i flere omganger og i tørt vær. Etter høstingen har en "frøbomull" (seed cotton). Denne leveres så til "ginning". Det er en enkel prosess, med enkle maskiner, som skiller fibrene fra frøene. Fibrene presses i baller som går til bomullspinneriene.

Utviklingstendenser i bomullsdyrkingen (produksjons- og avlingstallene gjelder lint).

	1948-52 (gj.sn.)			1968		
	Areal 1000 ha	Produk- sjon 1000 tonn	Avling kg pr. ha	Areal 1000 ha	Produk- sjon 1000 tonn	Avling kg pr. ha
Uganda	580	64	110	880	80	90
Kenya	21	2	90	61	4	70
Tanzania	74	10	140	440	70	160
Verden	31000	7500	240	32500	11300	350

Figur 7.

Bomull gir liten nyttbar avling i forhold til det produksjonspotensialet bladene må ha. Den generative delen av planten, som gir det nyttbare produkt, virker uvanlig ømtålig. Selv små uregelmessigheter i vekstvilkårene fører lett til at plantene kaster større eller mindre mengder av blomsterknopper, blomster og frukter under utvikling. Et forskningsgjennombrudd på dette området kunne få stor betydning for bomullsprodusentene.

Sisal.

Sisal (Agave sisalana) dyrkes for bladfibrene som brukes mest til tauverk. Men en del brukes også til sekker, tepper og kraft-papir. Bladfibrene fra en del enfrøblada planter omtales ofte under samlebetegnelsen harde fibre (sisal, henequen - Agave fourcroydes og manila hamp - Musa textilis).

Tanzania er verdens største produsent av sisal og har om lag 1/3 av verdensproduksjonen. Kenya produserer om lag 1/12. Sisalplanter ble innført til Tanzania i 1893, og i 1900 ble 7½ tonn fibre eksportert til Hamburg. Brazil produserer nå nesten like mye sisalfibre som Tanzania, men der har produksjonen stort sett vokst opp etter den andre verdenskrigen.

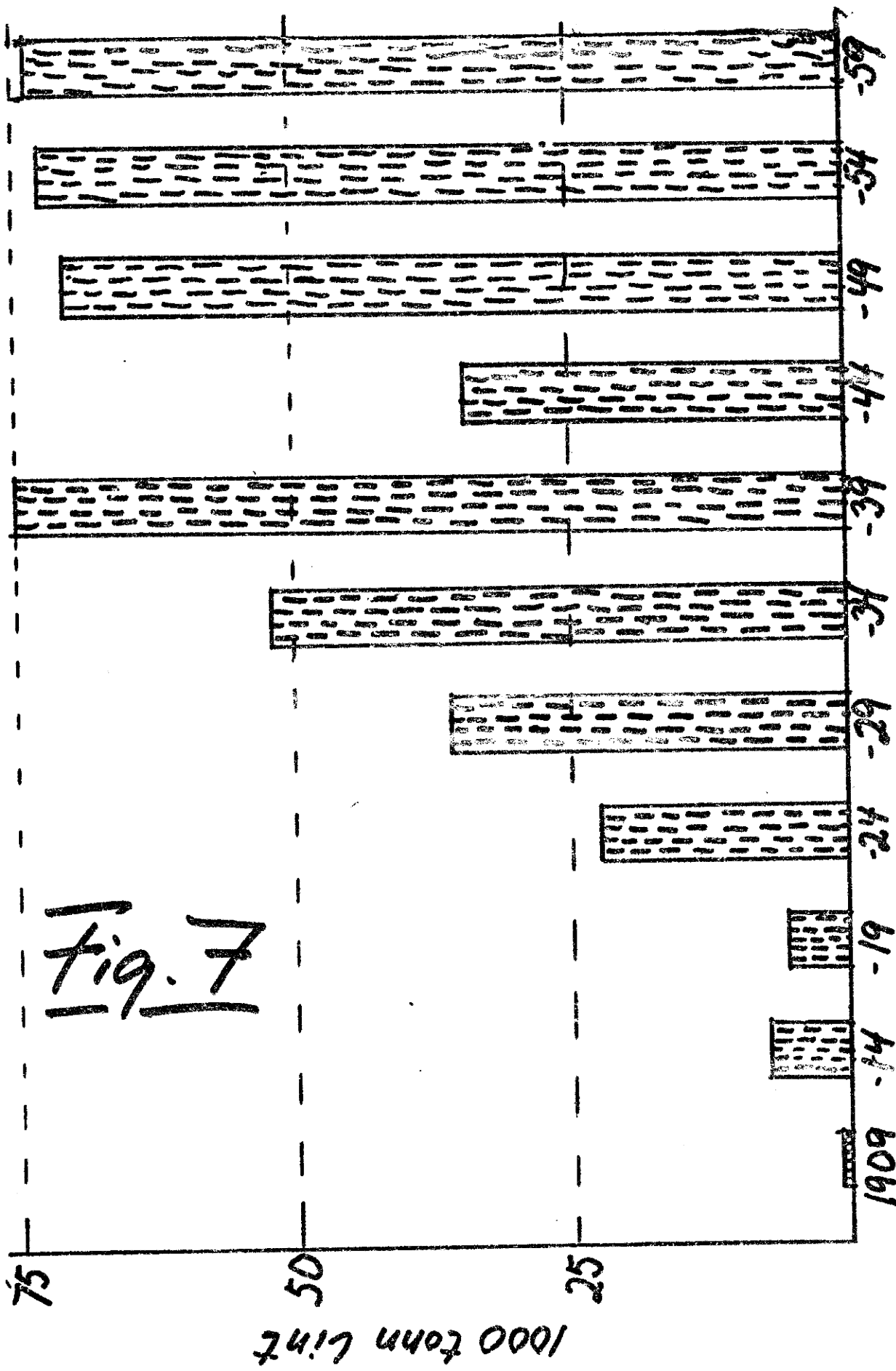


Fig. 7

Bomullsproduksjonen i Uganda 1909 - 59

Sisalproduksjonen i Øst-Afrika.

	Årlig produksjon i tonn					
	1913	1920	1930	1938	1950	1967
Tanzania	20000	17000	50000	101000	137000	225000
Kenya					38000	50000

Sisal møter nå stigende konkurranse fra syntetiske fibre, og utsiktene for sisal dyrkingen regnes for mørke. Tanzania er kjent for å produsere sisalfibre av høy kvalitet.

Sisal dyrkes bare på plantasjer, og den er Øst-Afrikas eneste rene plantasjegrøde. (Der finnes også sukkerrør-, kaffe- og teplantasjer, men mesteparten av kaffen og mye av teen dyrkes av småbrukere.)

Slekten Agave hører til Agave-familien som er nærbeslekta med Lilje-familien og Amaryllisfamilien. Plantene har en kort, tykk stamme som bladene vokser ut ifra på oversiden og et fiberrotsystem fra undersiden (jfr. løkkaken hos en løk). Fra knopper under jorden vokser det ut jordstenger (Rizomer) som går i en dybde på 5-15 cm inntil de går opp mot jordoverflaten og produserer en ny plante (sucker på engelsk). Bladene er mørkegrønne, rette og ender i en spiss. De eldste bladene finnes på utsiden av planten, og nye blad vokser stadig ut i midten av rosetten. Bladene kan bli opptil 2 meter lange, men er normalt om lag 1,2 meter, og 10-15 cm brede. De veier om lag 700 gram og inneholder 2 - 5 % fibre eller om lag 1000 individuelle fibre.

Avlingen avhenger av antall blad som produseres og fiberinnholdet. I Øst-Afrika gir hver plante mellom 300 og 500 blad etter vekstbetingelsene. Den vegetative fasen til sisal strekker seg over 7-8 år. Deretter blomstrer planten og dør. I Meksiko kan en sisalplante bli 20 år før den blomstrer.

Blomstringsperioden begynner med at det vokser opp en "påle" (eng. pole) fra den korte stammens vekstpunkt. Den kan

bli 6-9 meter høg, med noen få rudimentære blad, og forgreininger som har kvit-grønne blomster. Etter blomstringen vokser det fram yngleknoyper ved bunnen av blomsterstilkene. Det kan bli 2000-3000 yngleknoyper på en "påle".

Yngleknooppene gir under passende vilkår nye planter, og de gir etter en forkultur i planteskole de beste planter for sisalkulturen. Ved utplanting bør plantene være 50 - 70 cm høge, og alle små planter sorteres ut.

I Øst-Afrika dyrkes sisal i varme områder med årsnedbør på 1000-1500 mm. En velger helst en sandrik jord. Røttene er ømtålige for vassjuk jord. Sisal regnes for en kalkelskende plante. Nyrydding av land for sisal gjøres slik at topplaget forstyrres så lite som mulig. Jordbearbeiding for planting innskrenkes til det som er nødvendig for ugraskontroll.

Plantingen utføres når jorda er tørr og i god tid før regntiden setter inn. Sydlig i Tanzania plantes sisal i november-desember. I Tanga-området (nordlige Tanzania) og i Kenya er februar-mars en populær plantetid. Avhengig av jordkvaliteten plantes det fra 4000 til 6600 planter pr. hektar. Det brukes ofte dobbeltrad som gir bra muligheter for transport ut av feltene (f.eks. (3,5 + 1,0) x 0,90 meter - 5000 planter pr. hektar).

Ugrasreinhold er et stort arbeid i sisal dyrkingen. Storparten er blitt gjort med hakke og håndmakt, og det kan være nødvendig med så mye som 10 ugrasreingjøringer i hvert av de to første årene.

Sisal må gjødsles, først og fremst med N og K, f.eks. 50 kg N pr. hektar delt på to omganger pr. år, og 250 - 500 kg kaliumgjødsel (kaliumklorid) pr. hektar delt på 5 - 10 omganger på et omløp. Kalking kan være lønnsomt på sur jord, f.eks. 2 - 5 tonn kalksteinsmjøl pr. hektar før planting. Det er ikke vanlig å bruke fosforgjødsel. Symptomer på mineralnæringsmangler er godt kjent i sisal dyrkingen. Kaliummangel gir nekrotiske partier i nedre halvdel av bladet (banding disease). Nitrogenmangel gir lyse grønn-gule blad og sterk veksthemning. Mangel på bor gir gule flekker på begge sider av bladene, og disse flekkene går over til korkdannelser.

Sisal høstes ved at bladene skjæres av ved basis. Høsting skjer når de ytterste bladene av en lengde på minst 60 cm er blitt presset ut slik at de når nesten ned til bakken. I Øst-Afrika vil første høsting falle om lag tre år etter planting, og senere høstinger kan falle med et års mellomrom. Det viktigste ved høstingen er at det ikke skjæres for hardt; det må være igjen minst 25-30 blad fra sentrum av blad-rosetten etter at skjæringen er ferdig. Bladene bntes, tretti i bunt-en, og med bladene vendt i samme retning for transport til fabrikk som fremstiller det ferdige produkt.

Fibre fremstilles ved en banke- og skrapeprosess som fjerner de bløte, grønne bladdelene som omgir fibre. Fibrene tørkes, hengt på stativ i solen 8-10 timer. Henger de for lenge, vil kvaliteten bli nedsatt p.g.a. solbrenning og dårlig farga fibre.

For eksport presses fibre sammen i baller med hydrauliske presser slik at volumet blir om lag 6 m^3 pr. tonn.

Tanzania har sin sisal forskningsstasjon, Sisal Research Station, Mlingano, Tanga. En relativt ny forbedring i sisalkulturen er dyrking av låge leguminoser (f.eks. Centrosema pubescens) som mellomkulturer i sisalplantingene. Denne kan gi tilskott til nitrogenforsyningen av sisal og hjelpe i ugras-reinholdet.

Kaffe.

I verdenshandelen er kaffe den viktigste vare nest etter olje. Det er den viktigste salgsgrøden i Øst-Afrika som helhet, og er særlig viktig i Uganda der om lag 50 % av eksporten skriver seg fra kaffedyrkingen.

Kaffe dyrkes for frøene, de grønne bønnene, som etter brenning gir kaffe slik vi kjenner den. Det dyrkes to typer kaffe, arabica kaffe (Coffea arabica) og robusta kaffe (Coffea canephora). (Liberica kaffe er av helt underordnet betydning, men den bitre smaken blir satt pris på i det fjerne østen.) Arabica kaffe er av høyest kvalitet og blir langt bedre betalt enn robusta kaffe. Den siste brukes nå mest i framstillingen

av oppløselig pulverkaffe, og etterspørselen synes av denne grunn å være stigende.

Begge artene dyrkes i Øst-Afrika, Kenya nesten bare arabica, Uganda nesten bare robusta, og Tanzania dyrker litt av hver. I ekvatoriale områder har robusta sitt dyrkingsområde fra havet og opp til 1200-1400 m o.h., mens arabica har sitt beste dyrkingsområde høyere oppe (1400 - 1800 m o.h.). Begge artene er små trær. Uten å gå inn på botaniske detaljer kan de i alminnelighet skjernes på følgende kjennetegn: Arabica-treet er fint avspissende oppover (som et fint juletre), mens robusta treet har "flat topp". Robusta har større blad (ca. 20 x 10 cm) enn arabica (12 - 15 x 6 cm). Frukten sitter tettere sammen rundt nodene hos robusta enn hos arabica.

Fruktene som i dagligtale kalles kaffeber, er en steinfrukt med 2 - 3 mm bløtt fruktkjøtt. Hver frukt har som regel to frø inni en hard endocarp. Frøene omgitt av endocarp kalles "parchment" kaffe. Frøene er dessuten omgitt av et frøskall, kalt sølvhuden, som også må fjernes før kaffen er ferdig til brenning. 4,5 - 5 kg frukter kan gi en kilo tørre, grønne kaffebeaner.

Blomsterknoppene dannes i bladstilkhjørnene på unge skott. Ved hvert nod dannes det gjerne seks blomsterknopper, og hver blomsterstand kan ha seks blomster. Det blir derfor en "krans" av blomster i bladstilkhjørnene, og ved normal, 40 %, fruktsetting blir det også en "krans" av kaffeber. Arabica har færre blomster pr. blomsterstand, og bærene blir stående noe mer atskilt enn hos robusta. Det dannes blomsterknopper bare en gang på samme sted, og det må stadig nyvekst til for fortsatt blomstring på fruktsetting. Arabica setter villig sideskott på eldre greiner, mens de nederste greinene har lett for å dø ut hos robusta.

Kaffe er en kortdagsplante. Etter at skottet har nådd "modenhet til blomstring", gjerne ved 5. - 7. bladet nedover skottet, dannes det under ekvatoriale forhold blomsterknopper. Det er mulig at tørt vær påskynder dannelse av blomsterknopper. Blomstring skjer først etter at det kommer regn etter tørke. Økt saftspenning i bestemte deler av blomstene får dem til å åpne seg. Fra blomstring til modne frukter tar det gjerne fra

7 - 9 måneder for arabica og 9-10 måneder for robusta. Der en har to regntider, får en to blomstringer og høstetider pr. år, men den ene avlingen er da gjerne svært liten.

Arabica er tetraploid og selvbestøvende, og det er liten genetisk variasjon i den. Man regner med to varieteter, var. arabica (syn. typica) og var. bourbon. Det finnes også sorter (mutanter) som er særlig verdifulle, særlig dersom de er motstandsdyktige mot sykdommer, f.eks. bladrust. Arabica-kaffe i dyrking skriver seg fra noen få planter innsamlet i Etiopia for mer enn 200 år siden.

Robusta vokser vill i mange deler av Afrika, også Uganda. Den kryssbestøves, og det er mye variasjon i plantingene.

Kaffe trives best med mye nedbør, over 1500 mm årlig blir ofte nevnt som ideelt. Den dyrkes også uten vatning der årsnedbøren er nede i 800 mm. En jord som tillater røttene å vokse dypt nedover, må regnes som gunstig. Kafferøtter vokser 3 - 5 meter nedover dersom forholdene tillater det. Dekking av jorden med gras (særlig elefantgras) er mye brukt og virker heldig på vannhusholdningen i kaffeplantinger, kanskje særlig sterkt ved å hindre bortløping av nedbør på jordoverflaten.

Kaffe formeres ved frø. Frøet tas fra utvalgte mortrær som har vist seg å være fruktbare. Det bør såes straks etter høsting da det mister mye av spireevnen i løpet av et par måneder. Frøet spirer etter 4-5 uker, og etter 8-10 måneder er frøplantene ferdige til utplanting.

I plantingene benyttes avstander på 2,5 - 3 m for arabica og noe større for robusta (3 - 4,5 m). Trærne kommer i bæring i 3-4 års alderen og er i full bæring i 6-8 års alderen. Beskjæring er en nødvendig operasjon i kaffedyrkingen for å sikre ny vekst som kan gi frukt. Dette er et tema som det er mye diskusjon omkring. Det mest alminnelige synes å være å la trærne vokse opp med flere stammer. De skjæres ned etter tur slik at en stamme er i tilvekst mens de andre bærer frukt.

I intensiv kaffedyrking brukes kunstgjødsel. I Kenya blir særlig N-gjødsling tilrådd og da opptil 400 kg ammoniumsulfat pr. hektar. P-gjødsling kan også bli tilrådd. Dekking

av jorden med elefantgras har i mange tilfeller ført til magnesium-mangel, og det tydeligvis p.g.a. de kaliummengdene som blir tilført i graset.

En rekke sykdommer og skadedyr angriper kaffe, særlig arabica. Robusta er f.eks. immun mot bladrust. Kaffebersyken (Colletotrichum coffeamum) som angriper bærene, kan være katastrofal for arabica-avlingene. Arabica må sprøytes med soppmidler både mot denne, bladrust og grårust.

Høsting i flere omganger slik at stort sett bare modne bær plukkes, gir den beste kaffekvalitet.

Etter høsting må dyrkeren preparere frukten slik at bønnene lett kan tas ut. En metode er tørking av bærene i solen, og det tar gjerne om lag tre uker. Under tørkingen må fruktene beskyttes mot regn, og dette medfører som regel stadig transport av tørketrauene under tak om kveldene og dersom regn truer.

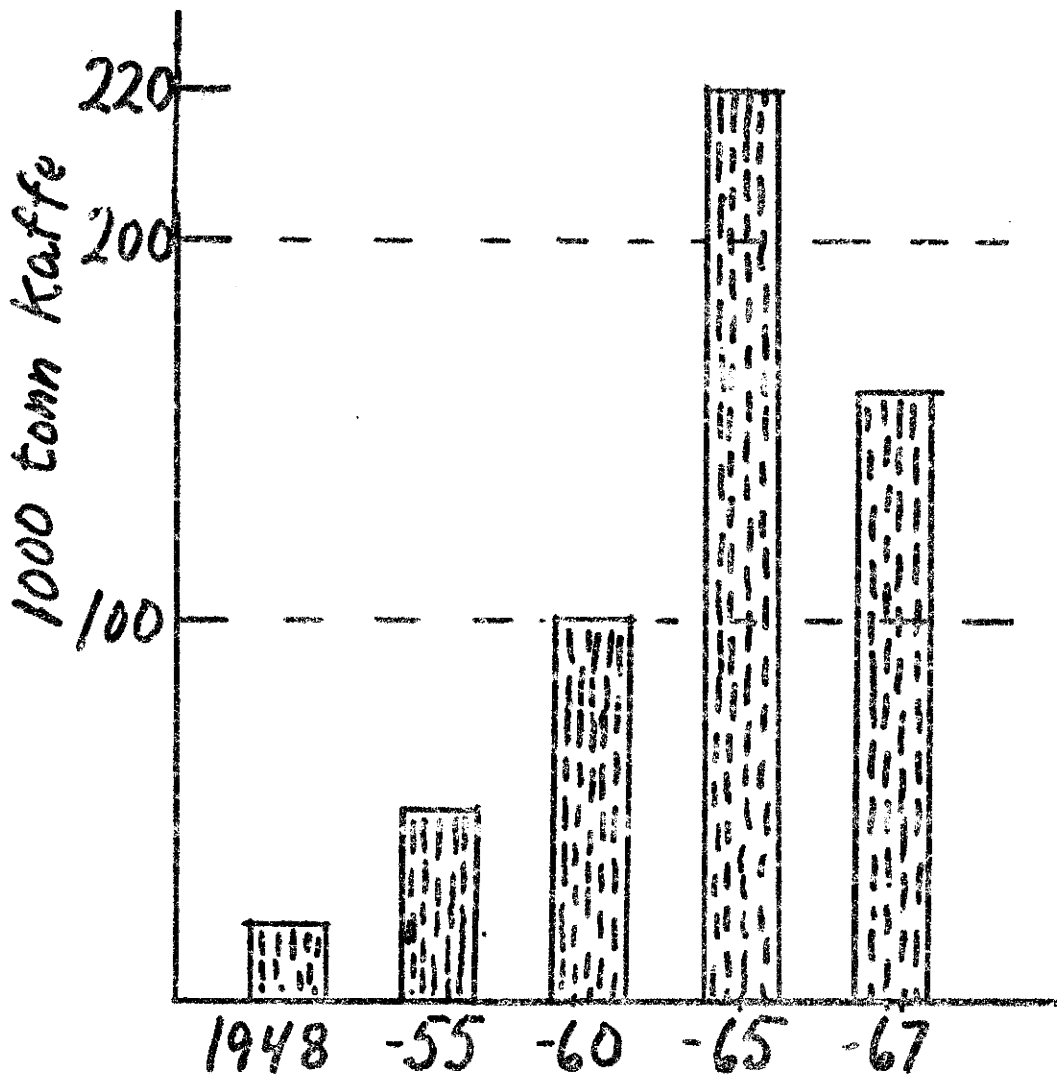
Den andre metoden er en våtprosess. Den bløte delen av frukten bløtes opp og fermenteres slik at den kan fjernes fra den harde delen (endocarp + frø). Etter fjerning av den bløte delen tørkes kaffen til såkalt parchment kaffe. Under tørkingen skrumper frøene bort fra det harde endocarp-skallet, noe som hjelper den endelige fjerningen av dette skallet. Til slutt fjernes frøskallet (testa) som kalles sølvhuden; de siste restene fjernes i en poleringsprosess. Kaffe-bønner av fin kvalitet er grå-grønne av farge. Brunlig farge regnes for uheldig.

Kaffeavlingen varierer mye etter stell og dyrkingsvilkår. Robusta gir høyere avlinger enn arabica. I Kenya opererer de med gjennomsnittsavlinger på 900-1000 kg ren kaffe pr. hektar. Men Hawaii får 2,5 ganger så høy avling. I Uganda regner de med 1300-1400 kg ren kaffe pr. hektar.

Figur 8.

Kaffedyrkingen er meget lønnsom etter øst-afrikanske forhold. Problemet er at verden har overproduksjon. Prisene holdes oppe gjennom den internasjonale kaffeavtale, som de øst-afrikanske landene er medlemmer av. Den fastsetter kvoter

Fig. 8



Kaffeproduksjonen i Uganda

som hvert land kan fremby til salg. Dessuten har den i flere år satt forbud mot planting av ny kaffe.

Te.

Tedyrking i en målestokk som betyr noe både nasjonalt og internasjonalt, er av ny dato i Øst-Afrika. Nettopp nå øker produksjonen meget raskt idet betydelige arealer som er plantet i de siste årene, etter hvert kommer i full produksjon. Denne veksten vil måtte avta sterkt i løpet av kort tid på grunn av overproduksjon i verden. Det ble nylig inngått en "te-avtale" for i en viss utstrekning å kontrollere prisene fremover. "Avtalen" syntes å være gunstig for de øst-afrikanske landene idet den tok hensyn til nyplantinger som vil komme i produksjon i årene fremover.

Utviklingstendenser i teproduksjonen.

	1948-52 (gj.sn.)		1967	
	Areal 1000 ha	Produksjon 1000 tonn	Areal 1000 ha	Produksjon 1000 tonn
Uganda	3	1,7	13	11,2
Kenya	8	6,1	21	22,7
Tanzania	4	0,9	10	7,2
Verden	969	639	1280	1190

Te (Camellia sinensis) er et lite tre, som i kultur beskjæres slik at det er en liten utbredt busk. Den dyrkes for høsting av toppknoppen og de helt unge bladene på nye skott. Dette er råmaterialet for framstilling av te slik vi kjenner den.

Opphavlig kommer treet trolig fra Syd-Burma, og derfra bredte den seg til Kina og Indo-Kina. Senere ble det funnet te også i Assam (Øst-Pakistan). Denne var mer produktiv enn tidligere kjent te og ga tedyrkingen et oppsving. I tesystematikken opererer en nå med Kina-te som er dvergaktig og hardfør, og Assam-te som er produktiv og av høy kvalitet, og er den som betyr noe

i tedyrkingen. Hybrider mellom Kina-te og Assam-te kan være en spesiell kvalitet, og slike hybrider dyrkes i Dajreeling i India.

Økologisk er te en subtropisk plante. I tropene dyrkes den i store høgder over havet, 1200-1800 m o.h. er det mest alminnelige dyrkingsområdet. Den tåler ikke frost, krever høg luftfuktighet og helst mye og jevnt fordelt nedbør for å holdes i god vekst. Nedre grense for tedyrking settes gjerne ved 1100-1200 mm nedbør. Te vil ha en dyp, naturlig veldrenert jord. Den er en kalkskyende og aluminiumsoppsamlende plante og må dyrkes på sur jord (pH 4,5 - 5,5). Einstape (Pteridium) regnes for indikatorplante på god te-jord.

Te er hittil blitt formert ved frø. Det må såes like etter innsamlingen fordi spireevnen går ned etter noen få dager. En lar te spire i sand dekket med fuktig sekkestrie. Ved begynnende spiring føres de enkeltvis over i kurver eller plastposer med jord. Te må nemlig plantes ut med jordklump. De plantes ut etter 8-10 måneder i planteskole. En annen metode går ut på å ha teplantene i planteskole i tre års tid. Da skjæres de ned til grunnen og tåler omplanting som stubber (eng stumps) uten noe større jord på røttene.

Vegetativ formering synes etter hvert å vinne innpass i tedyrkingen i Øst-Afrika. De formeres lett ved skottstiklinger med et blad. Etter utvalg kan det gi mer produktive teplantinger og te av jevnere og høyre kvalitet.

Jomfruelig skog gir det beste dyrkingssted for te. Under ryddingen bør all brenning foregå utenom der te skal plantes fordi den ikke vil vokse med treaske i jorden. Tidligere boplasser gir også som regel dårlig vekst. Te plantes nå mest i "hekker" med 1,5 m mellom rekkene og 60-75 cm mellom plantene.

Teplantene beskjæres gjentatte ganger i tiden etter planting slik at forgreiningen blir god og antallet skott stort nok til høsting på kortest mulig tid. Det er bare den aller yngste del av skottene som høstes, toppknoppen og to-tre unge blad nedenfor. "Hekkene" formes slik at de får en bred, jevn toppflate der mange nye skott kan bryte opp og lett plukkes. Etter en tid vil høgden på "hekken" bli for stor for lett

plukking, og en radikal foryngelsesskjæring må foretas. Avhengig av klima og stell kan slik foryngelses-skjæring måtte foretas med 2-5 års mellomrom. Det regnes for økonomisk å holde på teplantingene til en alder av 50-60 år.

Nitrogengjødsling er nødvendig, mens det nesten alltid er uøkonomisk å gjødsle med fosfor og kalium. Det blir ofte tilrådd å bruke 400-600 kg ammoniumsulfat pr. hektar og år, helst gitt i små månedlige porsjoner. Det kan oppnås meravlinger på 6 kg ferdig te for hver kg N.

Den første høstingen faller gjerne 2-4 år etter planting. Teplanter i full bæring høstes gjerne hver 8-10 dag. For beste kvalitet te plukkes toppknopp og to blad nedenfor. Det regnes for grov plukking dersom toppknopp og fire blad tas.

De høsta teskottene må straks bringes til fabrikk. Avstand fra ytterkantene av dyrkingsområde til fabrikk bør ikke være mer enn 15-20 km. Ved produksjon av grønn te tørkes de høsta bladene raskt for å drepe all ensymaktivitet. Produksjon av svart te er en mer omfattende prosess. Den begynner med oppkutting (rulling) av de høsta skottspissene. Deretter får materialet "visne" og mister i den prosessen om lag 40 % av det opprinnelige vanninnholdet. Etter visning spres plantematerialet utover rene golv i et lag med en tykkelse på kanskje 5-6 cm for fermentering i om lag to timer. Det er polyphenoler som blir oksydert i denne prosessen, og tebladene får en kopperbrun farge. Den fermenterte te tørkes så raskt i varm luft med temperatur stigende til om lag 90°C til et endelig vanninnhold på 3 %. Deretter blir teen sortert og pakket for eksport i finerkasser fôret med aluminiumsfolie.

Øst-Afrika har sin egen teforskningsinstitusjon, Tea Research Station, Kericho, Kenya. Et viktig pågående arbeide der synes å være vegetativ formering.

Tobakk.

Tobakksdyrkingen i Øst-Afrika har hatt beskjedent omfang. Men etter handelsblokaden av Rhodesia ble vedtatt, er det blitt rask ekspansjon. Store tobakksfirmaer er kommet inn

med sine rådgivere, sine metoder, sorter osv. De garanterer å kjøpe den ferdige tobakk. Den tilgjengelige statistikk fram til 1967 gir nok et svært forelda bilde i dag.

Utviklingstendenser i tobakksproduksjonen.

	1948-52 (gj.sn.)		1967	
	Areal 1000 ha	Produksjon 1000 tonn	Areal 1000 ha	Produksjon 1000 tonn
Uganda	4	1,9	6	4,0
Kenya	-	0,1	1	0,1
Tanzania	6	2,4	10	7,7
Rhodesia	62	41,7	67	93,7
Verden	2921	2816	4230	4923

Tobakk er en relativt vanskelig kultur, men den er nett-opp nå en av de aller lønnsomste. Hell i tobakksproduksjonen er i første rekke avhengig av evnen til å utnytte råd fra rettleiingstjenesten. Men det finnes også en del eldre, verdifulle tradisjoner i tobakksdyrkingen. Tobakken kom til Afrika og Øst-Afrika med slavehandelen for 400 år siden. Øst-Afrika kan dyrke alle typer tobakk.

Problemene ved tobakksproduksjonen ligger i å ha friske og gode planter ved utplanting. Dette oppnås fra godt frø, og ved sterilisering av jorden der frøet såes. For denne steriliseringen kan det ofte måtte tys til primitive, men effektive metoder, f.eks. å gjøre opp varme av lett brennbart materiale over tungt, brennbart materiale nærmest bakken. På den måten kan en få oppvarming av jorden uten de uheldige virkninger av bål direkte nede på jorden.

Nematoder er et problem i tobakksdyrkingen. Det bør ikke tas mer enn to avlinger på samme sted. Da må det komme inn f.eks. Sorghum som kan ha direkte drepende virkning på nematoder.

God og høgt betalt tobakkskvalitet fås bare ved en omhyggelig preparering etter høsting. Stivelsesinnholdet i bladene må reduseres sterkt, mens sukkerinnholdet skal øke og total

kullhydrater gå ned. Det finnes flere metoder, fra tørking i solen til preparering i spesielle bygninger der temperaturen kan varieres og kontrolleres meget nøye.

Pyrethrum.

Pyrethrum (Chrysanthemum cinerariaefolium) dyrkes for insektgiften som kan ekstraheres fra blomstene. Det er altså blomstene som høstes. De kan inneholde 1 - 1,5 % pyrethrin, som er effektivt mot fluer, mygg, lus m.fl.

Tidligere var Dalmatia største produsenten, så overtok Japan, men etter siste verdenskrig har Kenya vært største produsenten. Eksporten derfra kan vel ha kommet opp i en verdi av 50 mill. kroner.

I Kenya dyrkes Pyrethrum i høgder fra 1800 - 2700 m o.h. Plantene setter bare blomst dersom de får temperaturen under ca. 13°C i en viss tid. Derfor er dyrkingen begrenset i høgde. Det synes også å være en tendens til at Pyrethrum dyrkes nede i dalforsenkninger, der det er lågere nattetemperaturer enn på høgdedrag.

Det er vanskelig å ha noen formening om utsiktene for Pyrethrum-dyrkingen fremover. Den kan få en oppblomstring igjen med økende angst for bruk av nye, syntetiske midler. Pyrethrum er kjent for å være relativt ufarlig for varmblodige dyr. Det etterlater seg ikke synlige rester der det brukes.

Acasia bark (Waltia) Acasia mearusii).

Dette er et leguminos-tre. Barken inneholder 35 - 40 % tannin som brukes i garving av lær. Treet kommer opprinnelig fra Tasmania. Det ble innført til Kenya i 1903, opprinnelig som brensel for jernbanen. Det dyrkes nå i høgder på 1800 - 2500 m o.h. Kenya er den nest største produsent i verden med ca. 25.000 tonn, etter Syd-Afrika som produserer 150.000 tonn.

Kveite.

Dette er helst å regne for en salgsgrøde av økende betydning i Kenya, men det dyrkes også litt i Tanzania. Høgdeområdet for kveitedyrkingen er 1800 - 2800 m o.h., og helst i områder med årlig nedbør på 600 - 800 mm.

Etter vår klassifisering er det vårkveite som dyrkes. (Høstkveite har, som kjent, et vernaliseringsbehov, og det er en langdagsplante.) Veksttiden er 4-5 måneder i låge høgder og 6-7 måneder ved store høgder innenfor dyrkingsområdet. Sådagen varierer sterkt med lokalitet etter den fordeling nedbøren har.

Det anbefales alltid bruk av flere sorter som en sikkerhet mot lunefulle angrep av sykdommer og uheldige værforhold. Det anbefales fire sorter for arealer på under 1000 dekar og seks sorter for arealer over 1000 dekar. Av dette går det fram at kveite er en kultur på de store gardsbruk.

MATFORSYNINGSGRØDENE.

Dyrkingen av matforsyningsgrødene er nesten alltid ekstensivt jordbruk. Det tas små avlinger pr. arealenhet, og dyrkingsmåtene gir oftest inntrykk av å være nokså tilfeldige, og med mange variasjoner fra distrikt til distrikt. Derfor er det heller ikke lett å gi noen meningsfylt framstilling av denne delen av jordbruket.

Noen av grødene er likevel nokså ukjente for en nordboer, og dette kan berettige en kort omtale. Fra denne synsvinkel synes kokebananer, søte poteter og kassava å være de viktigste. Disse er også meget viktige for matforsyningen av den øst-afrikanske befolkning.

Kokebananer.

Kokebananer (ofte Plantain på engelsk, Matoke i Øst-Afrika) dyrkes for den stivelsesrike frukten som etter koking smaker noenlunde som våre poteter. Dette er hovedføden for store deler av den øst-afrikanske befolkning, særlig i Uganda og Tanzania.

Det er en enfrøbladet (Musa spp.), urteaktig og fler-årig plante. Den vokser bra under mange forskjellige forhold bare regnet er jevnt fordelt gjennom året. Bananer har underjordiske stengler (rhizomer). Fra knopper på disse skyter det opp nye skott som danner grunnlaget for den vegetative formering (banan setter nesten ikke frø). De overjordiske stammene er såkalte pseydostammer som blir 2,5 - 5 m høge. Hver stamme blomstrer en gang og danner en bananbunt på 10 - 30 kg. Deretter hogges den ned. I vanlig øst-afrikansk jordbruk kan avlingen bli 600 - 1500 kg pr. dekar.

Cassava.

Cassave (Manihot ulilissima) dyrkes for de stivelsesrike, oppsvulma røttene. De inneholder nesten bare stivelse og er en meget dårlig matvare. De inneholder også cyaniddannede glukosider. For å unngå forgiftninger må disse vatnes ut før bruken.

Cassava er en fler-årig busk, men den kan også dyrkes som ett-årig. Sortene kan ha nokså varierende utviklingstid. Noen utvikler seg på et halvt års tid mens andre bruker 2 - 3 år. Den utvikler seg best på djup, fruktbar jord og i distrikter med godt fordelt nedbør, men den vokser bedre enn andre matforsyningsgrøder på fattig jord med lite nedbør, og den tåler tørke. Dette har gitt den sin plass i jordbruket som en reserve for perioder med knapphet på annen mat. Men den brukes også nokså regelmessig i kostholdet i mange distrikter.

Den formeres vegetativt med 30-40 cm lange bladløse skottstiklinger (stamme) som legges horisontalt i jorden. Det er viktig med virusfritt (mosaikk-virus) plantemateriale. Slikt materiale er blitt utviklet i Uganda. Mens Cassava-røttene er nesten bare stivelse, er bladene proteinrike, de inneholder ofte over 30 % protein. De kan brukes i kostholdet i supper og som spinat.

Søt potet.

Søt potet (Impomvea batatus) dyrkes for rotknollene som inneholder stivelse, sukker og litt fett og protein. Den er knapt hovedføden i noe distrikt, men den dyrkes i en viss utstrekning i nær sagt alle distrikter, unntagen de aller tørreste.

Det er en urteaktig plante med skott som følger jordoverflaten. Den krever mye fuktighet og varme og kan derfor i mange distrikter bare dyrkes i en del av året. Fra planting til høsting kan det gå fra 4 - 7 måneder, avhengig av sort. Formeringen skjer med urteaktige, 30-40 cm lange toppstiklinger.

De tropiske kornslagene.

En oversikt over noen av de viktigste tropiske kornslagene er stilt sammen i tabellen nedenfor:

Oversikt over noen "tropiske" kornslag.

Navn	Latin	Veksttidens lengde dager	Økologiske betingelser
Ris	Oeyza	120	Udrenert og overflatevatn, mye regn, mye sol
Mais	Zea mays	120-180	Krever fruktbar jord, lite motstandsdyktig mot tørke og tørr varme (mye regn)
Finger millet	Eleusine coracana	80-120	God avling på fattig jord, mye regn
Sorghum	Sorghum vulgare	100-180	Mye varme og sol, lite regn, god motstandsevne mot tørke
Balrush millet	Pennisetum typhoides	80-120	Som Sorghum, men vokser bra på lettere jord (lågere krav til jordens fruktbarhet?)
Panicum millet	Panicum milliacc	75-90	Varme områder og fattig jord, mest tørkemotstandsfør av alle kornslag
Panicum millet	Panicum milliare	90	Som <u>milliaccum</u> , men tåler også helt våte betingelser, vokser på mindreverdige jord

Mye regn Sump
 Semi aride
 Aride områder

Ris er av liten betydning i Øst-Afrika, men det synes å være stigende interesse for den. En må regne med at hvert av de tre landene vil få sine risdyrkingsområder i løpet av de nærmeste årene.

Mais er fra tidligere en betydningsfull matforsyningsgrøde, og den er i raskt økende popularitet. Blant annet er den lett å koke til en lett fordøyelig grøt. Det utføres et betydningsfullt foredlingsarbeid med mais i Kitale i Kenya. Forsøksstasjonen der har utviklet høgtytende hybrid-mais-sorter for de ulike dyrkingssoner i Øst-Afrika. Og de er nå langt på vei med utviklingen av populasjonssorter. Populasjonssortene har det fortrinn framfor andre at de kan forbedres gjennom utvalg på det enkelte gardsbruk eller i det enkelte dyrkingsområdet.

I Øst-Afrika dyrkes det meget store arealer med Fingermillet. Med primitive dyrkingsmetoder gir den relativt store og sikre avlinger (kanskje om lag 100 kg pr. dekar), og den er lett å lagre.

Sorghum dyrkes det også mye av. Tidligere ble den trolig dyrket i om lag samme målestokk som mais, mens den nå ikke synes å være i samme framgang som mais. Den har sin berettigelse når det blir for tørt for mais. Blant befolkningen er den populær fordi et eventuelt overskudd så lett lar seg anvende til ølbrygging. Mange sorghumsorter har en bitter smak.

Det dyrkes relativt lite Bulrush millet i Øst-Afrika og praktisk talt ikke noe Panicum millet. Den siste har sitt dyrkingsområde når det blir så tørt som i mange områder i Etiopia.

Belgvekster.

Med kullhydratrike planteprodukter som hoveddelen av kostholdet, er det et stort behov for supplering med mer proteinrike matvarer. Det propaganderes derfor stadig for mer dyrking av belgvekster. De viktigste er jordnøtter, bønner (Phaseolus), Vigna-bønner (Cowpeas) og Cajanus-bønner.

Jordnøtter (Araclius hypogea) dyrkes både for innholdet av protein og olje. De har en veksttid på 3-5 måneder (avhengig av sort), krever et varmt klima og dyrkes ikke i noen utstrekning i større høyde over havet enn ca. 1500 m. De gir best av-

ling med bra jordråme hele veksttiden og plantes derfor oftest i det "lange regnet". Dyrkingen avtar også mot de tørre soner i Øst-Afrika.

Bønner (Phaseolus) dyrkes for de tørka frøene. De dyrkes i alle områder av Øst-Afrika unntagen de aller tørreste. Veksttiden er 2-3 måneder. De plantes etter at hovedgrøden er plantet, og plantes gjerne innimellom andre grøder som kornslagene, bomull, bananer og kaffe.

Vigna bønner (Vigna unguiculata) dyrkes for de tørka frøene, men også for de unge, proteinrike bladene som gjennom første delen av veksttiden høstes for bruk som spinat. De dyrkes mest i de noe tørrere områdene (i Uganda i distriktene Teso, Lango, Bukedi og deler av Karamoja) og regnes for å passe best der. Men de vokser utvilsomt også bra og gir gode avlinger i våtere klima. Veksttiden er 2-3 måneder.

Cajanus bønner (Cajanus cajan) er en fler-årig busk som kan bli mellom 0,5 og 2 meter høy. De dyrkes for de tørka frøene. De kan høstes fra 3-6 måneder etter planting. Etter en høsting kuttes de gjerne ned, og det kommer nye skott fra stubben.

Dyrkingen av Cajanus bønner er mest utbredt i tørre områder, men de plantes også gjerne i andre områder, langs teigrensener o.l.

Sim-sim.

Sim-sim (Sesamum orientale) dyrkes for de oljerike og proteinrike frøene. De regnes for verdifulle i kostholdet p.g.a. stort innhold av svovelrike aminosyrer. Sim-sim hører til Pedaliaceae, en familie som er nærbeslekta med Maskeblomstfamilien. Tidligere ble det dyrket mye Sim-sim for matbruk, men dyrkingen avtar, og en del av det som dyrkes, eksporteres.

VILKÅRENE FOR PLANTEDYRKNING I ØST-AFRIKA OG FORSKNING
FOR UTNYTTELSE AV GODE VEKSTVILKÅR.

Solstrålingen som når bakken, eller rettere lysdelen av denne, er grunnlaget for grønne planters produksjon. Denne finnes det nå en ti-års observasjonsrekke for fra Makerere universitetets gardsbruk, Kabanyolo, og liknende målinger er utført på Landbrukshøgskolen på Ås. Helt umiddelbart kan kanskje denne sammenlikningen antyde små lysmengder ved ekvator i forhold til 60° nordlig bredde. Men mange forhold må tas i betraktning, Særlig skydekket og liknende atmosfæriske fenomener kan redusere lysmengden ved bakken meget sterkt.

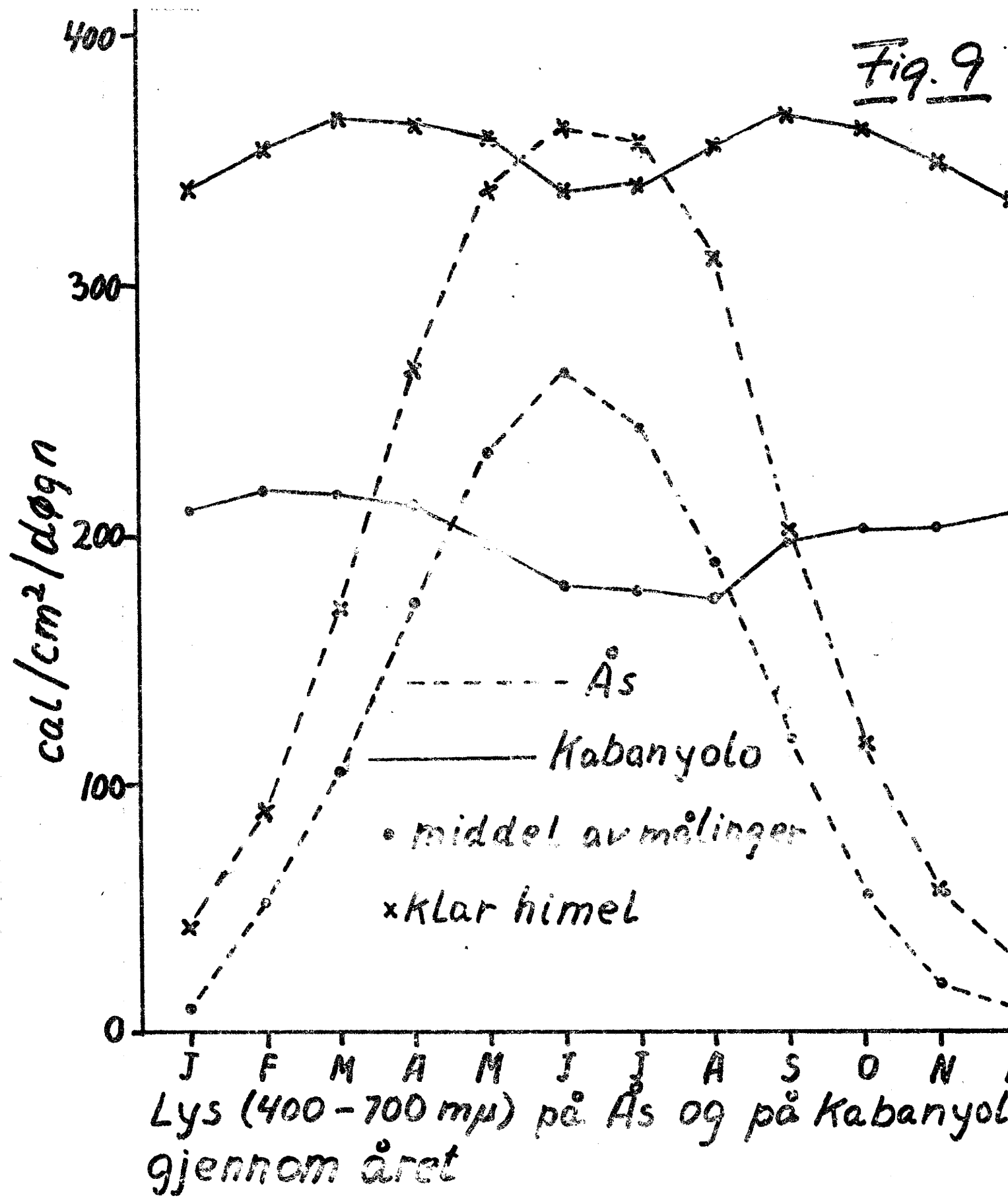
Figur 9.

På en overskyt dag kan lysmengden være 20 % av lyset på en helt klar dag. Daglengden kommer inn i bildet og bidrar til den høge toppen om sommeren på nordlige breddegrader. Ved ekvator kan daglengden i de aller fleste kalkulasjoner settes til 12 timer hele året rundt. I den lyse del av døgnet har en derfor ofte meget høge lysintensiteter ved ekvator, noe som også følger av solens store høgder på himmelen. På årsbasis har Ås 62 % av lysmengden på Kabanyolo.

Lysmengden må oppfattes som et mål på potensialet for planteproduksjon. Men det er mange restriksjoner på utnyttelsen av dette potensialet. De mest generelle restriksjonene er låg temperatur og mangel på vatn. Her i landet har vi betydelige lysmengder, f.eks. i mars-april, som ikke blir utnyttet på grunn av låge temperaturer, en må varme veksthus for å utnytte disse lysmengdene. I områdene omkring ekvator er låge temperaturer sjelden en restriksjon på planteproduksjonen. Når en kommer over 15°C , regner en med at temperaturen er en ubetydelig faktor.

Relativt låge temperaturer betinget av stor høgde over havet kan likevel bety mye for planteproduksjonen, som data fra maisforsøk viser.

Fig. 9



Mais-hybrid 622 dyrket middels-høgt og høgt over havet i Øst-Afrika.

	Høgde o.h. m	Dager fra såing til høsting	Avling tørr- stoff kg/ha	Innkommende solstråling cal./ha	Dag-grader over basis 10°C
Kabanyolo	1180	135	19100	541 x 10 ¹⁰	1616
Kitale	2100	240	22500	1091 x 10 ¹⁰	1722

Den klassiske plantefysiologien har gitt et skrøpelig bidrag til forståelsen av utnyttelse av lyset i planteproduksjonen. I omtalen av størrelsen på fotosyntesen under ulike lysintensiteter opererer plantefysiologien altfor ensidig med det enslige blad som ligger horisontalt. Selv om det som skrives eller sies i og for seg er riktig, gir det likevel et uheldig bilde, særlig siden forholdene i plantedekket blir unngått.

Boysen Jensen viste på en klar måte forskjellen mellom et plantedekke og enkeltbladet når det gjelder å utnytte sollyset til fotosyntese.

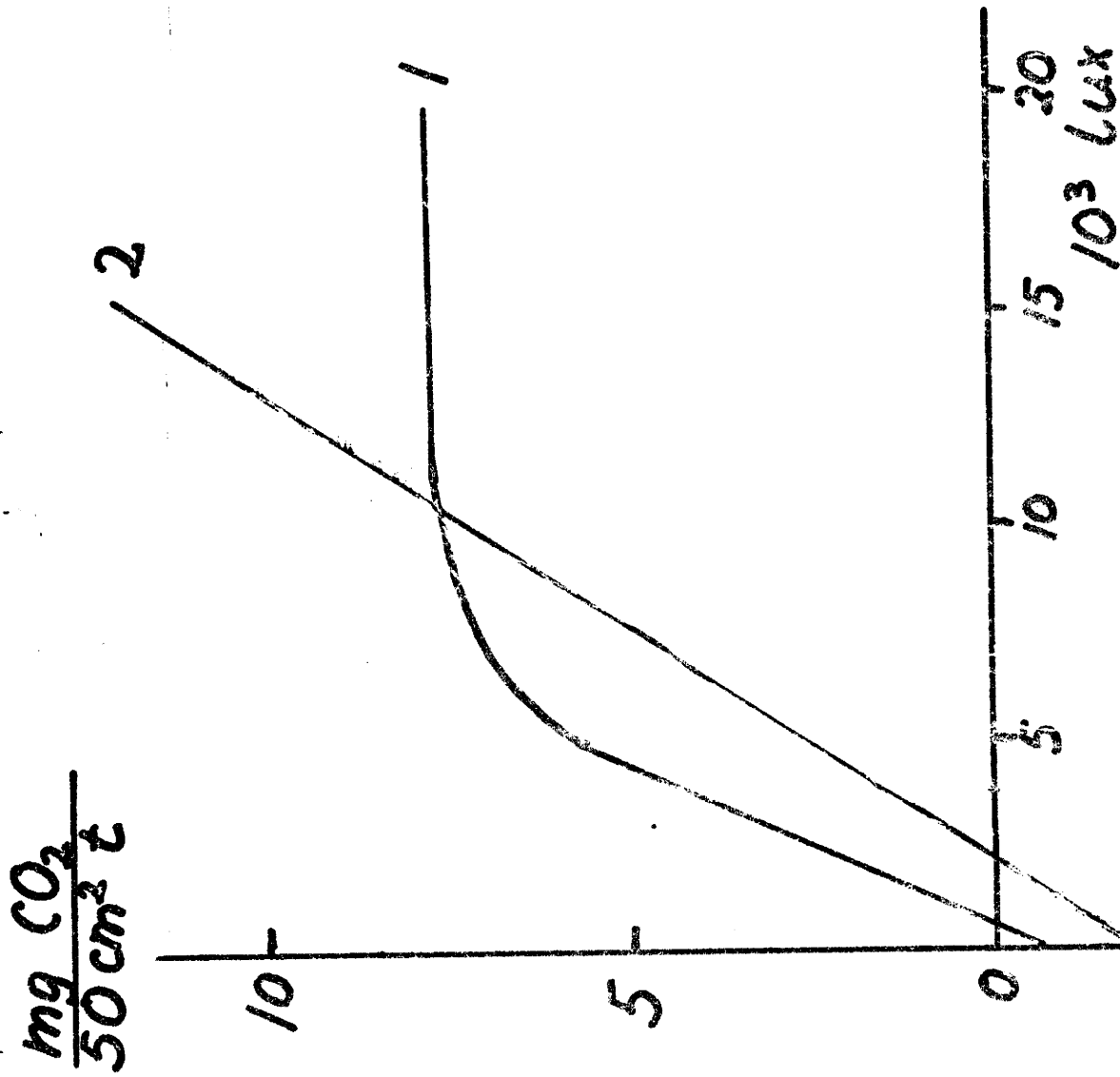
Figur 10.

Dette arbeidet sammen med metoden fra den engelske "vekstanalyse"-retningen innen plantefysiologien, kan en nå si danner utgangspunktet for moderne studier av plantedekkers utnyttelse av sollyset.

Figur 11.

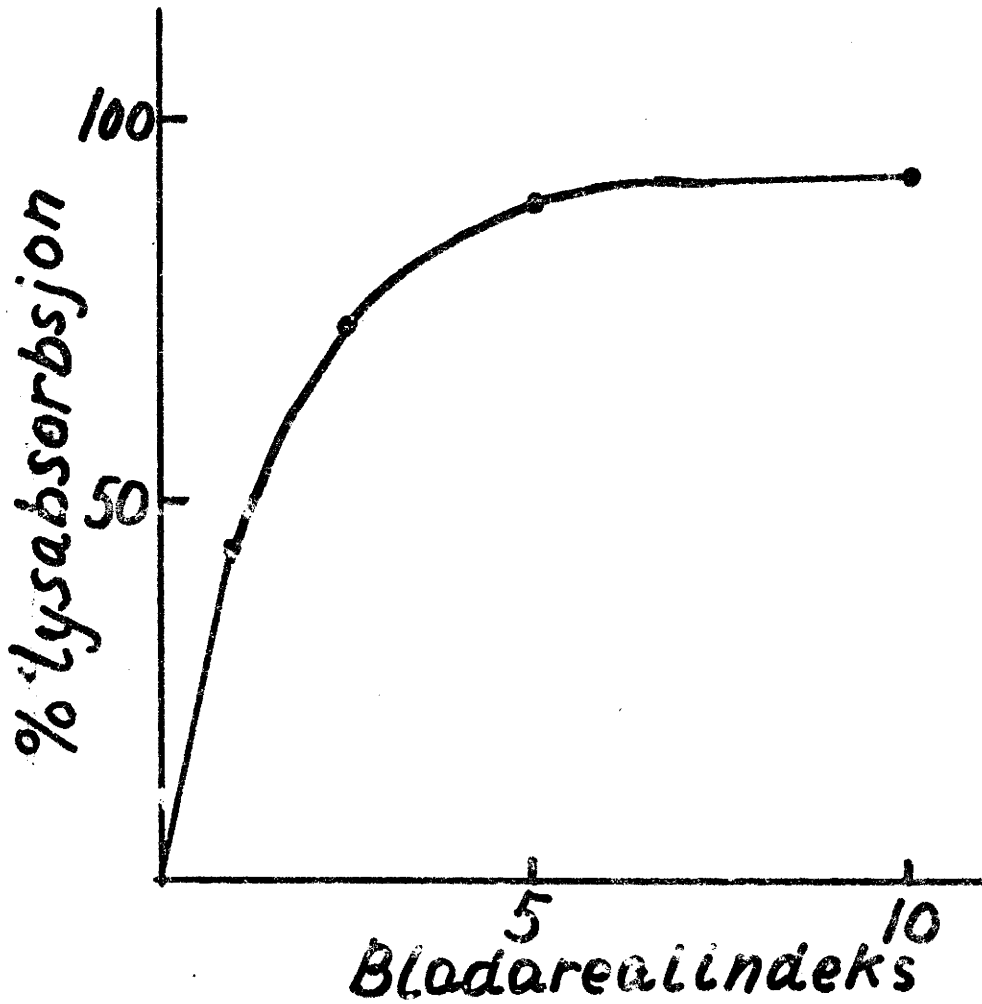
Bladarealindeksen, det vil si bladareal dividert på jordareal plantene står på, gir en god beskrivelse av tettheten på et plantedekke. Lysabsorpsjonen vil øke med økende bladarealindeks, og en må ofte i indekser på om lag 5 før en får 95 % lysabsorpsjon. Studiet av rene plantedekkers tetthet er etter hvert overtatt av agronomien. Det synes å være agronomiske metoder som i særlig grad kan benyttes for å øke dekkingsgraden til plantedekket, i første rekke plantetettheten. Men også gjødslingspraksis og stell av plantene i den perioden de etablerer seg, kan komme inn i bildet.

Fig. 10



Fotosyntese hos *Sinapis alba* med økende lys.
1. Et enkelt blad (pr. 50 cm² bladareal). 2. Et
plantedekte med bladarealindeks 3,4 (pr. 50
cm² jordareal).

Fig. 11



Lysabsorbsjon i et plantedekke som funksjon av bladarealindeks.

Fysiologien har derimot beholdt studiet av hvorledes plantenes oppbygning kan påvirke utnyttelsen av sollyset til tørrstoffproduksjon. Etter hvert som amerikanerne er kommet med slike studier, er det blitt tale om plantenes arkitektur eller plantestandens arkitektur. Studiet av bladplatens vinkel med horisontalplanet er kanskje særlig fruktbart, men også bladenes bredde, når en taler om kornslag, synes å kunne ha betydning for utnyttelsen av sollyset.

I studiet av den orientering bladene har i forhold til horisontalplanet, taler den om planofile og erektofile plantetyper. De høgtytende, nye rissortene er erektofile, mens bomull, for å nevne et annet planteslag som er mye dyrket i tropene, synes å være planofil.

Betydningen av plantetype for lysabsorpsjon og fotosyntese er blitt studert ved hjelp av geometriske modeller og beregninger med elektroniske regnemaskiner, og noen typiske resultater er framstilt grafisk.

Figur 12.

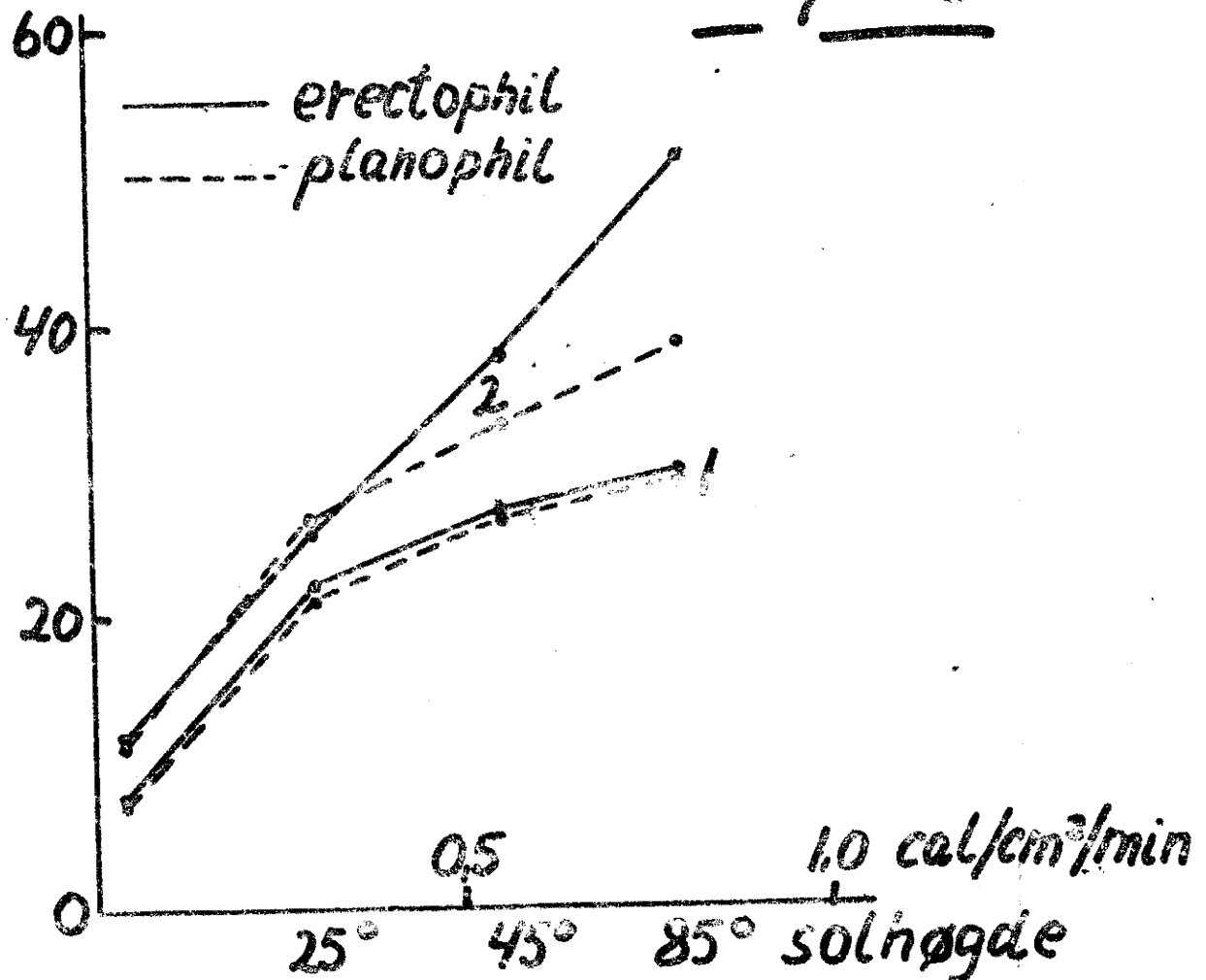
Ved tette plantedekker og høge lysintensiteter, som faller sammen med stor solhøgde, er erektofile plantetyper de mest effektive. Dette er resultatet av modellstudier over lysabsorpsjon og matematiske beregninger. Men de er blitt bekræftet i studier med planter. Særlig tas en del av planteforedlernes resultater som bevis for at det teoretiske arbeidet er riktig. Det er allerede nevnt at de nye, høgtytende rissortene har opprette blad. Det pågår nå betydelige utvelgelsesarbeider på denne basis i andre tropiske kornslag som mais og sorghum.

Som et sidesprang her kan nevnes den interesse som har vært vist silisium som næringsstoff for planter. Det er blitt oppnådd betydelige avlingsøkninger ved tilføring av silisium til planteslag som ris og sukkerrør. I alle fall en av virkningene av silisium synes nå å være at det gir stivere, mer opprettvoksende blad.

Det knytter seg naturligvis mange problemer til måling av produksjonspotensiale og til sammenlikning av potensialet på to steder. Fra et jordbrukssynspunkt er kanskje gras den plante-

$\frac{\text{kg CH}_2\text{O}}{\text{ha t}}$

Fig 12



Fotosyntesen hos erectophile og planophile plantestander

1. Bladarealindeks = 2

2. " " = 5

type som egner seg best for å få en antydning av den tørrstoffproduksjon som kan oppnås, og noen data for Vest-Norge og Kabanyolo er stilt sammen i tabellen nedenfor.

Årlig grasproduksjon (tørrstoff) i Vest-Norge og ved ekvator (Kabanyolo), tonn/hektar/år.

Kg N/hektar/år	0	80	112	160	224	448
Vest-Norge	5,8	8,3		9,5		
Kabanyolo (ekv.)	10,9		17,5		23,5	

Selv blant dem som har størst kjennskap til plante-fysiologi, har det vært lett å støte på den oppfatning at plantene er nokså like med hensyn til de fundamentale trinn i fotosyntese og tørrstoffproduksjon. Men etter hvert begynner vi nå alle å vite bedre. I en resonnerende fremstilling av forskjeller mellom plantene med hensyn til fundamentale trinn ved tørrstoffproduksjoner kan en sikkert følge mange veier, men la oss begynne med den såkalte kulldioksyd kompensasjonskonsentrasjon.

Dersom en plasserer intakte planter i et lukket assimilasjonskammer og belyser dem, vil CO₂-innholdet inni kamret straks innstille seg på et likevektsnivå. Dette likevektsnivået vil avhenge av lysintensitet og temperatur, men det vil også variere med planteart. I iveren etter å klassifisere, begynner en nå å dele plantene i to grupper. Størsteparten av plantene synes å ha en høg kulldioksyd kompensasjons-konsentrasjon, gjerne 40 ppm eller noe høyere.

Men en del arter har låg kompensasjons-konsentrasjon, 10 ppm eller lågere, og blant disse finner en mange av de såkalte tropiske grasene som sukkerrør, mais og sorghum. Det er vel også overveiende sannsynlig at en storprodusent som elefantgras (Pennisetum purpureum) må høre hjemme i denne plantegruppen. De med låg kompensasjons-konsentrasjon synes å være mer effektive enn planter flest til å trekke karbondioksyd ut av atmosfæren.

Oversikt over fundamentale forskjeller i karbonmetabolismen hos planter.

	Kompensasjonskonsentrasjon	
	Høg	Låg
CO ₂ bindingsmåte	pentoseveien	4-karbon dikarboxylsyreveien
CO ₂ kompensasjons-konsentrasjon	40 ppm	10 ppm
CO ₂ -bindingshastighet	35 mg CO ₂ /dm/t	50-60 mg CO ₂ /dm/t
Plantelag	Planter flest	Tropiske gras m.fl. (mais, sukkerrør, elefantgras)

De to gruppene av planter er forskjellige med hensyn til fotosyntese. I planter med høg kompensasjons-konsentrasjon inkorporeres karbondioksyd i organiske forbindelser etter pentoseveien, eller det som er blitt gjeldende for den normale måte for karbon-fiksering i planter. I planter med låg kompensasjons-konsentrasjon er den såkalte 4-karbon dikarboxylsyre veien virksom i inkorporeringen av karbondioksyd i organiske forbindelser. (CO₂ reagerer med phosphoenol pyruvate til eplesyre og asparaginsyre som første forbindelse en kan oppdage som resultat av karbondioksyd inkorporering.)

Når det gjelder tørrstoffproduksjon, skiller de med låg kompensasjons-konsentrasjon seg ut som klart de mest effektive. Under optimale betingelser fikserer f.eks. mais 50 - 60 mg CO₂/dm/t, mens planter med høg kompensasjons-konsentrasjon bare sjelden når opp i 35 mg CO₂/dm/t. En plante som sukkerrør, som har låg kompensasjonskonsentrasjon, er blant de aller største tørrstoffprodusenter som agronomien kjenner.

Som plantefysiologi med hovedvekt på biokjemi vil det nok være mange kontroverser å løse i diskusjonen av planter med høg og låg karbondioksyd kompensasjons-konsentrasjon. Men det er likevel alt nå skaffet til veie en kjerne av kunnskap som synes å kunne være av den aller største betydning for utvikling av jordbruket i tropene. Det er en fascinerende tanke at en alt i de år da moderne tropisk jordbruk formes, bevisst kan be-

gynne å bygge det på planter som prinsipielt er mer effektive enn de planter jordbruket i den tempererte sone bygger på.

I agronomien tales det nå ofte om biologisk avling og økonomisk avling. Som et eksempel her kan en ta kveiteproduksjonen. En produserer nå ca. 300 kg korn pr. dekar, og dette er den økonomiske avling. Men i tillegg produseres 500 kg halm og en god del røtter. De tre sammen utgjør den biologiske avling.

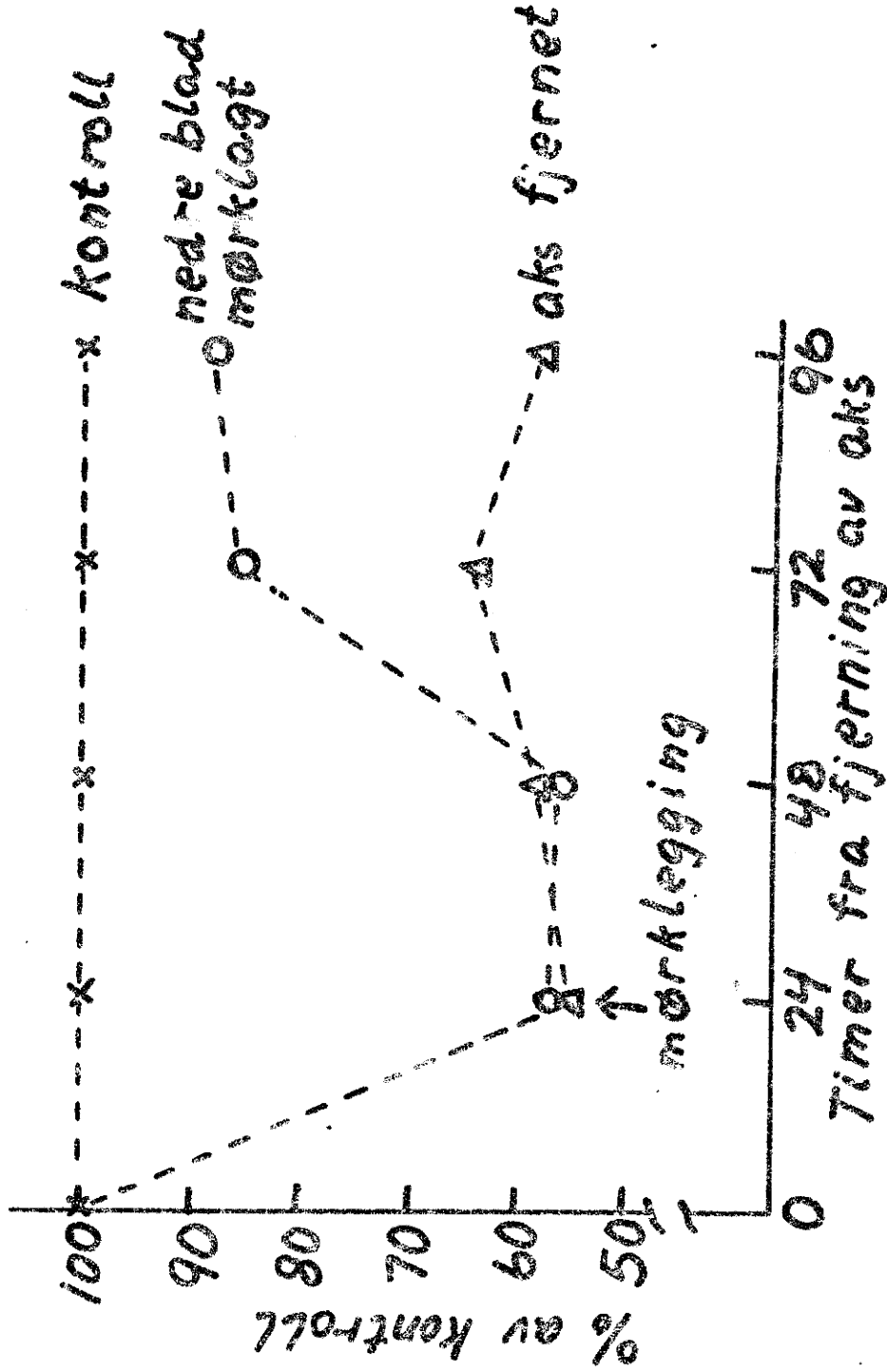
I arbeidet for å øke den økonomiske avlings andel av den biologiske avling er det visse plantefysiologiske betraktninger som har vist seg fruktbare. En del forskere foretrekker å se på plantene som oppbygget av autotrofe og heterotrofe deler, og at de heterotrofe delene har en viktig funksjon å tjene som opplagsplasser for produksjonen fra de autotrofe delene. Engelske forskere omtaler de heterotrofe delene som "metabolic sinks", de danner dren for bevegelig biologiske produkter fra de grønne plantedelene. Klassiske eksempler på plantedeler som er viktige for drenering av kullhydrater fra grønne blad, er knoller, f.eks. poteten, og frø under utvikling.

Plantedeler som er med å fjerne fotosynteseprodukter fra bladene, er en intern faktor som sterkt påvirker intensiteten av fotosyntesen. Fjernes slike drenerende plantedeler, kan intensiteten av fotosyntesen gå drastisk ned. Gjøres de romsligere, kan intensiteten økes eller en kan få forandret forholdet mellom økonomisk og biologisk avling, for igjen å bruke agronomisk terminologi. Figuren nedenfor viser hvorledes fotosyntesen i flaggbladet hos kveite påvirkes ved manipulasjoner som fjerner eller skaffer til veie avløp for kullhydrater.

Figur 13.

Hos kornslagene danner de indre agner et rom der frøet utvikler seg. I noen tilfeller er frøet sammenvokst med inneragna. Størrelsen på rommet frøene har å utvikle seg i, avgjør hvor mye av metabolismeprodukter som kan brukes til utvikling av frø. En kan påvirke størrelsen på dette rommet i en periode som ender før blomstring. Særlig for ris er det utvikla eller under utvikling, nitrogengjødslingspraksiser med særlig sikte på å øke størrelsen på de rom som frøene får å utvikle seg i.

Fig. 13



Virkning av aksfjerning og mørklegging av de nedre blad på netto fotosyntese hos flaggbladet av kveite.

Studier av disse forhold er viktige i land med temperert klima, men de synes enda viktigere i tropiske land. Det er tidligere nevnt at hos kveite kan forholdet mellom økonomisk avling og overjordisk biologisk avling være som 3 : 8. For de typiske tropiske kornslag er dette forhold nesten alltid dårligere, og for mais må en anta at det kan være om lag 2 : 8. En typisk tropisk mais er 2,5 meter eller enda høyere, mens maisen i U.S.A. er en meter lågere. I tropene produseres det derfor enorme mengder plantemateriale som en egentlig ikke gjør seg noe bruk av, og det blir tatt for gitt at en kan oppnå mye ved å arbeide aktivt for kanalisering av tørrstoffproduksjonen til deler som har økonomisk verdi.

Det nåværende øst-afrikanske jordbruk er fattigslig med hensyn til antall planteslag som dyrkes. Kaffe, te, bomull, tobakk og pyrethrum dyrkes for salg. Kokebananer, søte poteter, kassava, mais, sorghum og millet dyrkes som hovedmatvare for familien. Forskjellige bønnetyper dyrkes som proteinrikt supplement til hovedmatvaren. Etter hvert kommer en del andre planteslag også i dyrking, f.eks. kveite og ris i de senere år. Men det er klart at det er behov for en enorm ekspansjon med hensyn til antall planteslag i dyrking. Hagebruket er så å si ikke utviklet, og jordbruket kan bare gi betydelig bidrag til den alminnelige samfunnsutvikling ved å spille på et stort register av planteslag i kultur.

Så snart det blir spørsmål om å innføre nye planteslag i jordbruket i Øst-Afrika, følger nesten automatisk spørsmålet om hva som kan tilbys med hensyn til spesielle krav til omgivelser. Plantenes vekstprosesser setter ofte meget bestemte krav til omgivelsene, særlig kan daglengde og temperaturkravene være meget bestemte. Mot dyrking av høstkveite f.eks. synes Øst-Afrika å ha en dobbelt barriere. Høstkveite har et vernåliseringskrav, og det er en langdagsplante. Ingen av disse krav kan øst-afrikanske jordbruksområder naturlig imøtekomme. Kenya har en pyrethrum-produksjon som bygger på at de bestemte temperaturkrav denne veksten har, kan imøtekommes. Den krever temperaturer under 13^oC for blomsterknoppdifferensiering, og over en ganske lang periode, særlig dersom låge nok temperaturer bare forekommer om natten. Dette temperaturkravet kan imøte-

kommes i Kenya i 1650 - 2100 meters høgder over havet. Andre planteslag som ennå ikke er innført, kan ha liknende temperaturkrav. Oliven synes å være et slikt planteslag. Det er ukjent i Øst-Afrika, mens en i mer utvikla deler av verden finner betydelige olivenindustrier.

Figur 14.

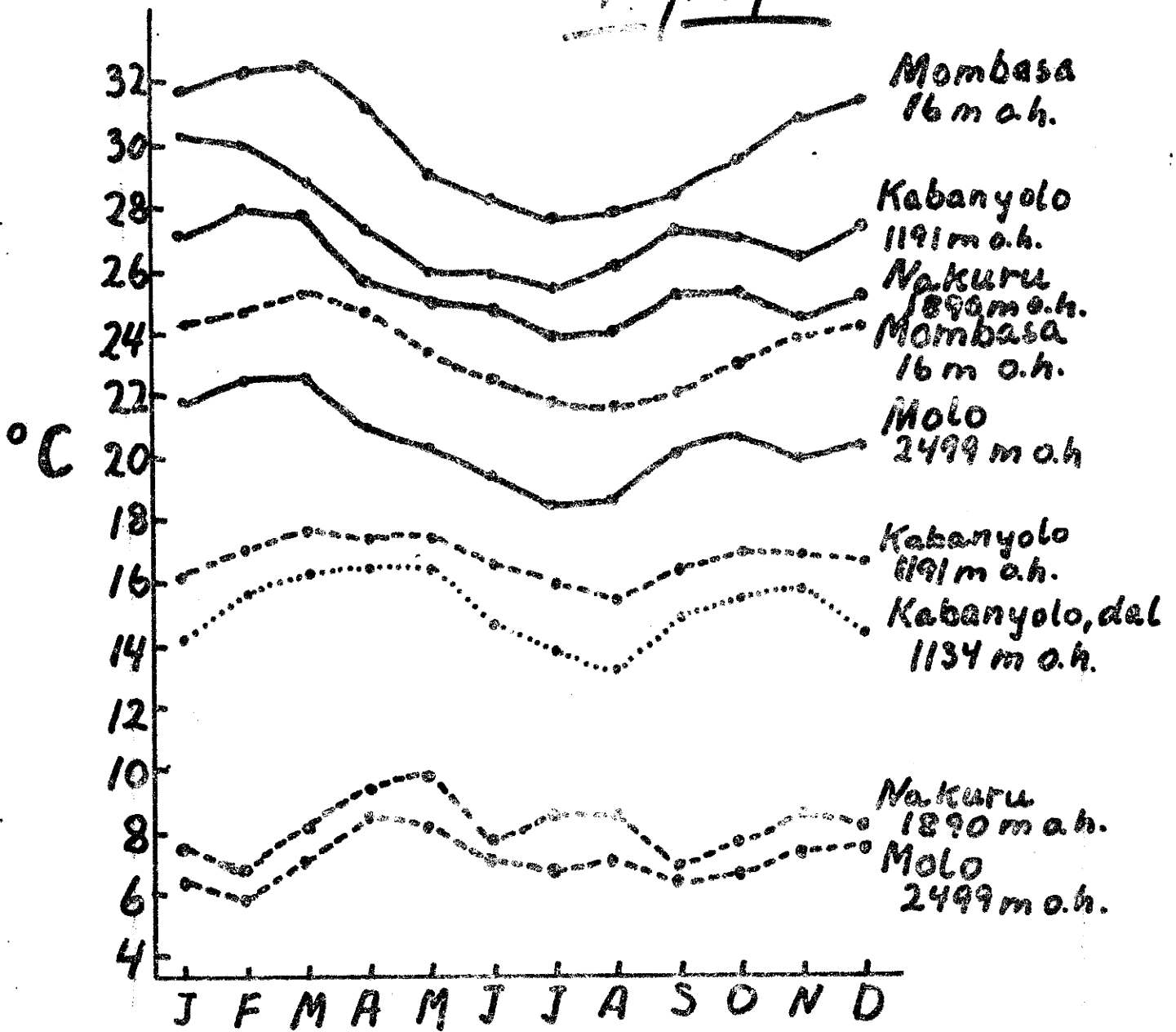
Særlig på grunn av de store høgdeforskjellene finnes det i Øst-Afrika betydelige variasjoner med hensyn til temperaturregimer. Det indiske hav og Viktoriasjøen er også med og gir variasjon i dette bildet, og topografien er ofte bakket med høgdedrag med dalfører imellom. Noen utvalgte temperaturregimer fra det meteorologiske nettverk er vist i figuren ovenfor. For utnyttelse av utviklingsfysiologiske kunnskaper i introduksjonen av nye plantetyper synes studier av temperaturregimer å være et lovende arbeidsfelt.

Med hensyn til daglengde kan Øst-Afrika synes å ha lite å tilby, slik det ligger omkring ekvator. Nå synes imidlertid den klassifisering i daglengdegrupper som vi lenge hadde, etter hvert å løse seg mye opp. For en del plantegrupper der en antok at det fantes en breddegradsbegrensning, har det vist seg at det finnes genetisk materiale som kan utviske disse grensene.

Solstrålingen kommer inn over Øst-Afrika nokså jevnt hele året rundt. Temperaturene er høge, selv om de i store høgder over havet er så pass låge at de legger restriksjoner på tørrstoffproduksjonen hos planter. Den mest generelle restriksjon på utnyttelse av lyset er mangel på vatn. Betydelige områder er likevel meget gunstig stilt med hensyn til nedbør. I alle tilfeller er det regnet som bestemmer når en skal så og plante, veksttidens lengde, og om en skal ta en eller to avlinger i året. Og vannforsyningen til plantene må ofres den aller største oppmerksomhet.

Transpirasjonsstudier er en del av den klassiske plantefysiologi. Men det er blitt et magert bidrag til forståelsen av planters kvantitative vannbehov og vanntap fra plantestander slik de forekommer i naturen. Fysiologene holdt altfor lenge

Fig. 14



Maksim. dagtemperaturer og minim. nattemperaturer for noen observasjonssteder i Øst Afrika.

på det syn at transpirasjon er en av plantenes vitale prosesser. Det ble regnet med at transpirasjonen stod i forhold til tørrstoffproduksjonen.

Så fikk en et gjennombrudd for om lag tyve år siden. Ved rent fysiske betraktninger kom en til at grønne planters vannbehov og vanntap fra grønne overflater er i det vesentlige bestemt av været. Transpirasjon er noe som ikke kan unngåes, det er en følge av plantenes fysiske omgivelser. Transpirasjonens størrelse blir bestemt av tilgjengelige energimengder og atmosfæriske betingelser for transport av vanndamp bort fra de transpirerende overflater. Siden den samme energien fordampes vann også fra andre overflater enn plantenes, f.eks. fra jorden som ikke er dekket av planter, er det totale vanntap fra et område med planter gitt betegnelsen evopotranspirasjon. Og en taler om potensiell evopotranspirasjon.

Innkommende kortbølget solstråling er energikilden for fordamping av vann. Men noe av solstrålingen blir reflektert med en gang fra plantenes overflate. Dessuten vil jorden selv utstråle langbølget solstråling etter å ha mottatt kortbølget stråling. En får et varmebudsjett, H , som på inntektsiden har følgende størrelser:

$$H = R_1 (1 - r) - R_B$$

r er refleksjonskoeffisienten som for grønne overflater er 0,25, mens den for vatn er 0,05.

R_1 er innkommende stråling, og

R_B er utgående langbølget stråling.

Varmebudsjettet forbrukes på to måter, en del, E , blir brukt til fordamping av vann, mens resten, Q , blir brukt til oppvarming av luften.

$$H = E + Q$$

Befinner en seg midt inne på et stort, grønt område, vil 80 - 90 % av varmebudsjettet brukes til transpirasjon dersom plantene er vel forsynt med vann. Er plantene dårligere forsynt med vann, vil E minke og Q øke, og luften blir varmere.

For ethvert sett av meteorologiske data kan en beregne hva transpirasjonen vil være fra et grønt plantedekke dersom plantene er vel forsynt med vann. En bruker ofte betegnelsen E_T for denne størrelsen, og en kan gjøre utstrakt bruk av den i formingen av et hensiktsmessig jordbruk. Det er blitt nokså alminnelig å kalkulere potensiell evapotranspirasjon for meteorologiske observasjonsleder ut fra de der målte parametre. En beregner nå gjerne potensiell transpirasjon fra en åpen vannflate av "ubegrenset" størrelse, E_0 .

Under forutsetning av et fullstendig grønt plantedekke og at dette er tilfredsstillende forsynt med vann, vil transpirasjonen fra dette være like lovbundet av de samme parametre som fordampingen fra en vannflate. Men tenker en på et plantedekke, f.eks. en kornåker gjennom en tidsperiode, så vil en skjønne at E_T må ha variasjonsårsaker som E_0 ikke har.

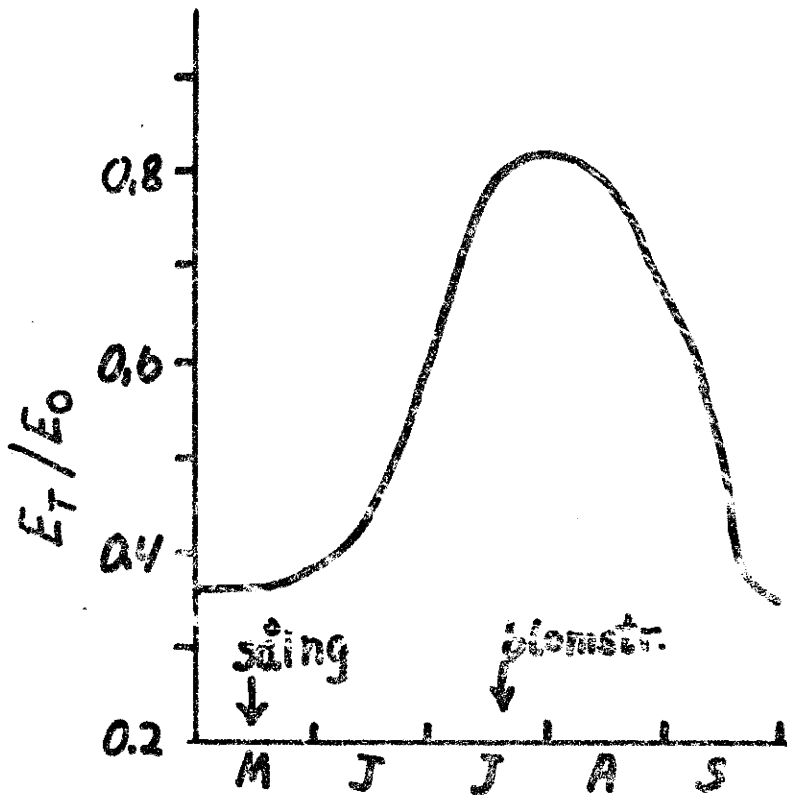
Figur 15.

I første omgang opererer en ikke med et fullstendig plantedekke før en god stund etter at plantene er sådd. En har i denne perioden en evapotranspirasjon E_T , som er sammensatt dels av transpirasjon fra de unge planter og dels av fordampning fra den jord som ikke er dekket av planter. Under gunstige betingelser, det vil si at jordoverflaten holdes relativt fuktig hele tiden, kan en renkultivert jordoverflate fordampe like mye vann som et fullstendig plantedekke transpirerer. Men i praksis er denne betingelsen sjelden oppfylt. Normalt vil jordoverflaten tørke opp, og jordfordampingen reduseres.

I den andre enden av plantens livsforløp er en periode med alderdomsforfall og til slutt inntørking av bladene, eller bladfall. Også i denne perioden er evapotranspirasjonen mindre enn for et fullstendig og grønt plastdekke.

For å klargjøre betraktninger av denne type kan det være hensiktsmessig å operere med forholdet $E_T : E_0$ (E_T/E_0). Et eksempel på anvendelsen av studier av denne typen er vist i tabellen nedenfor. Tabellen omfatter to såkalte vannregnskaper, det ene for en lokal mais som tar 7 måneder fra såing til høsting, og det andre for en importert sort som har en måned kortere

Fig. 15



Forholdet mellom evapotranspirasjon fra mais og fordampning fra åpen vannflate.

veksttid. Det går fram av disse regnskapene at maisen med lang vekstsesong (den tradisjonelle) ofte må li av vannmangel mot slutten av vekstsesongen. Maisen med kortere veksttid vil etter all sannsynlighet passe bedre i dette området som er utenfor Nairobi i Kenya.

Skal en planlegge et vatningsjordbruk innenfor et tørt område, vil en komme bort i en spesiell situasjon med hensyn til transpirasjon. Transpirasjonen vil komme under innflytelse av den såkalte "oase-effekten".

I jordbruksområdet med rikelig tilgang på vatn vil størparten av varmebudsjettet, $H = E + Q$, bli brukt til fordamping av vatn. Dette gir et relativt kjølig område idet Q er liten. I det omliggende, tørre området vil vatn til fordamping ikke være tilgjengelig, og mye av varmebudsjettet vil bli brukt til oppvarming av luften. Som helhet har en den situasjon at varm luft fra de omliggende, tørre områdene kan blåse inn over det vatna, kjøligere området og øke varmebudsjettets innkomstside utover det en jevnt fordelt innkommende stråling gir.

Fra vatna områder innenfor tørre soner har en derfor lett for å få en betydelig høyere evapotranspirasjon enn det som er vanlig fra grønne overflater med naturlig rikelig tilgang på vatn. To ganger normal evapotranspirasjon er nok ikke uvanlig.

I de foregående betraktninger omkring transpirasjon er plantene blitt sett på som passivt medvirkende i en fysisk likevekt. Dette er stort sett riktig under forutsetning av at plantene er vel forsynt med vatn. Det er en forutsetning en i praktisk plantedyrking prøver å oppfylle. Derfor er det ofte tilstrekkelig i praktisk plantedyrking å betrakte vanntap fra plantestander som en rent fysisk prosess. Plantenes generelle mekanisme for å hindre vanntap og forskjellige plantearters spesielle egenskaper kommer først i betraktning under behandlingen av planter som er utilstrekkelig forsynt med vatn.

For dem som ønsker å lese mer om plantedekkers fysiologi, kan følgende lesing anbefales:

Eastin, J.D. (led.): Physiological aspects of crop yield. Am. Soc. Agr., Madison. 1969.

de Wit, C.T.: Photosynthesis of leaf canopies. Agr. Res. Rep. 663. Wageningen. 1965.

Slatyer, R.O.: Plant-Water Relationships. Acad. Press. London. 1967. (Kapitlene 2 og 3.)

Vannregnskap for en lokal maisort og en importert tidlig sort, Muguga, Nairobi, Kenya.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
E_0 for lok	172	180	183	140	98	98	105	86	148	134	148	116
E_T/E_0 , lokal sort			,45	,48	,63	,87	1,00	,92	,67	,45		
E_T mm			30	67	62	86	105	79	99	40		
Nedbør mm (7 av 10 år)	50	33	47	184	164	38	17	19	19	44	116	31
Vatn i jorden, mm			17	136	238	191	102	43	-37			
E_T/E_0 , tidlig sort			,45	,49	,70	,94	1,00	,75	,47			
E_T mm			30	69	69	92	105	64	70			
Vatn i jorden, mm			17	134	230	175	37	42	14			

UTVIKLING AV JORDBRUKET I ØST-AFRIKA.

I det foregående er det forsøkt å danne et bilde av den nåværende tilstand i jordbruket i Øst-Afrika, av de vekstvilkår en har, og noe av hva en vet fra et plantefysiologisk synspunkt om utnyttelse av gode vekstvilkår. Hva er så et hensiktsmessig forskningsopplegg og en akseptabel utviklingsstrategi for denne situasjonen? Dette er det naturlig nok mye diskusjon om.

En retning har ment at en måtte bygge på det som nå var vanlig av sorter og dyrkingsteknikk, og at en så gradvis prøvde å innføre forbedringer som lett kunne aksepteres av befolkningen. Den annen retning, og den synes nå å ha mest vind i seilene, vil bygge noe helt nytt. Den vil bygge på grunnleggende kunnskap om vilkårene for plantedyrking i området. Men fremfor alt er det spørsmål etter kunnskap fra de forskjellige disipliner innenfor plantevitenskapene å bygge på. Det nye som en til slutt frembød til jordbruksbefolkningen og til landene, ville ikke være forbedringer på 20 - 30 prosent, men det ville være spørsmål om fordobling eller enda mer i forhold til det bestående. Dette vil ha gjennomslagskraft i seg selv, og det blir ikke lenger spørsmål om parlamentering og overtalelseskunst for å få resultatene akseptert. I India blir det fortalt at gardbrukerne har betalt 700 kroner kiloet for nye kveitesorter, ved siden av at de kan være flittige til å forsyne seg med enkeltaks fra forsøksfelter.

I utviklingen av nye typer av jordbruk er plantefysiologien kommet sterkt inn i bildet. Den er blitt planteforedlerens og agronomiens verdifulle støttespiller. Mye av den fysiologiske informasjon som framskaffes, må gå via planteforedlerne til agronomien. Planteforedlerne må lage sorter med opprette blad, med store rom for frøene å utvikle seg i, de må bygge 4 - karbon dikarboxylsyre syklen inn i så mange planteslag som mulig osv. Planteforedlerne er sultne på plantefysiologisk informasjon.

Dessuten har planteforedlerne selv utvikla nye teorier for sitt eget foredlingsarbeid; en kan her særlig nevne populasjonsgenetikken. Disse teoriene ble tidlig tatt i bruk i

foredlingsarbeidet for tropisk jordbruk, og resultatene hittil har gitt sterk tro på at jordbruket i tropene kan utvikles med et revolusjonært preg. Herfra stammer betegnelsen "den grønne revolusjon".

I tropene har progressive forskere innen de ulike plantevitenskapene utvikla et utstrakt samarbeide. Gjennom et intimt samarbeide kan den målretta forskningen bygge på de ferskeste resultater fra den grunnleggende forskning. Bare dette kan lede jordbruket videre på den revolusjonsvei det alt befinner seg på. Og revolusjonen består i at en ikke øker avlingene med 10, 20, eller 30 prosent, men at de fordobles, tredobles eller femdobles.