

R E S S U R S E R I P L A N T E R I K E T

Mat, f6r, fibre, stimulans

Av

Birger Opsahl

Kurs: PK 1

Ås-NLH, januar 1980

LANDBRUKSBOKHANDELEN

ISBN 82-557-0081-1

## INNHOOLD

A.	Arealer, produksjon og kjemisk innhold .....	1
1.	Vekster med karbohydrater som hovedprodukt .....	1
a.	Arealer og produksjon .....	1
b.	Kjemisk innhold .....	6
2.	Vekster med fett (og protein) som hovedprodukt .....	11
a.	Generelle trekk ved fettproduksjon hos planter .....	11
b.	Arealer og produksjon .....	13
c.	Kjemisk innhold m.m. ....	16
3.	Proteinproduksjon .....	19
a.	Protein fra plantearter med karbohydrater som hovedprodukt .	20
b.	Protein fra plantearter med olje/fett som hovedprodukt .....	20
c.	Protein fra kjernebelgvekster .....	21
d.	Annet planteprotein .....	24
e.	Proteinkvalitet .....	25
4.	Fibervekster .....	30
a.	Lokalisering av fibre hos plantene .....	30
b.	Arealer og produksjon .....	31
5.	Stimulansvekster .....	33
a.	Kjemisk innhold .....	33
b.	Arealer og produksjon .....	35
6.	Utvikling av produksjonen for enkelte vekster og vekstgrupper ..	36
B.	Verdens brukte og potensielle jordbruksarealer .....	41
1.	Oversikt over verdens jordbruksarealer .....	41
2.	Arealene i forhold til klimatiske faktorer .....	41
3.	Arealer i forskjellige verdensdeler .....	44
C.	Endel produksjonsfremmende tiltak .....	45
1.	Økning i avling pr. arealenhet .....	45
a.	Variasjon og framgang i avling .....	45
b.	Vanning .....	46
c.	Bruk av handelsgjødsel .....	49
d.	Plantevern .....	51
e.	Planteforedling .....	52
(i)	Avling av korn .....	52
(ii)	Proteininnhold og proteinkvalitet hos korn .....	55
(iii)	Avling og proteininnhold hos andre vekster .....	60
(iv)	Fettinnhold .....	64
(v)	Nye kulturvekster .....	73
2.	Økning i dyrka areal .....	76
D.	Litteratur .....	78

## A. AREALER, PRODUKSJON OG KJEMISK INNHOOLD

### 1. Vekster med karbohydrater som hovedprodukt

#### a. Arealer og produksjon

De viktigste vekstene i denne gruppe er satt opp i tabell 1 som viser areal og produksjon i verden i middel for tre år. Tallene som er fra FAO (1978), er tildels usikre, og særlig gjelder dette vekster som dyrkes i land med mangelfull statistikk. Det er likevel klart at kornartene opptar det meste av den dyrka jorda, med 753 mill. ha, og av dette dyrkes det kveite på om lag tredjeparten. Denne kornarten ligger også høgest i total produksjon. Ris kommer på andreplass både i areal og total produksjon, men hvis en tenker på matnyttig vare, må produksjonen reduseres med ca. 20% for skall (inneragn og forblad). Også mais hører til blant de dominerende kornartene, med sin tredjeplass i areal og total kornavling. Sorghum og hirse til sammen har større areal enn bygg, men de når ikke opp mot bygg i total avling. Likevel er de sikkert viktigere matvekster, og det samme gjelder om de sammenliknes med havre og rug.

Ris, sorghum og de fleste hirseartene dyrkes hovedsakelig i tropiske og subtropiske områder i verden. De andre kornslagene finnes fortrinnsvis i tempererte og varmttempererte strøk. Men både kveite og mais blir dyrket i betydelig omfang også i subtropiske deler av verden, og mais tilmed i tropiske områder. Under varme forhold dyrkes tempererte kornarter ofte i den kjølige årstid eller i stor høyde.

Tabell 1 viser at det er stor variasjon mellom kornartene i avling pr. dekar. Dette henger sammen med en rekke faktorer, og særlig stor betydning har vekstvilkåra der artene har sin hovedutbredelse. I verdensgjennomsnitt gir mais nær 300 kg korn pr. dekar, dvs. en meget høg avling når en tar i betraktning de svært forskjellige dyrkingsforhold som finnes i dyrkingsområdene til mais. Tyngdepunktet for maisdyrking ligger imidlertid i "corn belt" i USA, der det er gode vekstvilkår, en høgt utviklet dyrkingsteknikk med bruk av tilstrekkelig handelsgjødsel, og der det har vært drevet et intenst foredlingsarbeid med denne veksten i lang tid.

Tabell 1. De viktigste vekstene med karbohydrater som hovedprodukt.  
Arealer og produksjon i verden i middel for 1976-1978.

	Millioner hektar	Kg pr. dekar	Millioner tonn
Kveite	233	178	416
Ris (paddy)	144	254	366
Mais	118	296	349
Sorghum	52	130	68
Millet (hirse)	54	67	36
Bygg	95	198	187
Havre	29	176	50
Rug	16	181	29
<b>Korn i alt</b>	<b>753</b>	<b>201</b>	<b>1515</b>
Søtpotet	12	840	102
Potet	18	1452	267
Cassava (maniok)	13	907	117
<b>Knollvekster i alt <sup>1)</sup></b>	<b>47</b>	<b>1091</b>	<b>516</b>
Sukkerrør	13	5528	736
Sukkerbeter	9	3232	295
<b>Sukkerprodusenter i alt</b>	<b>22</b>	<b>4686</b>	<b>1031</b>
Sentrifugert sukker <sup>2)</sup>			89
Ikke sentrifugert <sup>2)</sup>			14
<b>Grønnsaker i alt <sup>3)</sup></b>			<b>319</b>
<b>Frukt og bær i alt <sup>4)</sup></b>			<b>259</b>

1) Omfatter også yam og taro

2) Sukkerrør og sukkerbeter

3) Til mat, inkl. meloner, ekskl. småhager

4) Vesentlig salgsvare, inkl. dadler, kokebanan og druer, ekskl. oliven.

Også ris har et forholdsvis høgt verdensgjennomsnitt for avling pr. dekar til tross for at det meste av risdyrkingen foregår uten bruk av handelsgjødning. Mange steder brukes det imidlertid mye kompost og annen naturgjødning på risåkeren, og i enkelte områder dekker nitrogensamling hos blågrønne alger og azotobakterer noe av N-behovet. I sumpkulturen kommer nok også en del plantenæring med vannet som ledes til risfeltene. Det er imidlertid stor variasjon i avling pr. arealenhet fra land til land, fra 50-80 kg til nær 700 kg. Ifølge Chandler (1969) dyrkes 90% av all ris i Asia, og i tropiske og subtropiske deler av dette området var avlingen bare 150 kg pr. dekar. Den er nok noe større i dag som følge av intensivert forskning og foredling.

Hirseartene dyrkes i stor utstrekning i tørre og meget varme strøk, og uten større bruk av handelsgjødning. Selv om flere av disse artene er mer tørketolerante enn de fleste andre av kulturvekstene, vil mangel på vann redusere avlingen, og sterk varme og liten næringstilgang virker i samme retning. Derfor kommer disse vekstene ut med et svært dårlig resultat når det gjelder middelavling pr. dekar for verden under ett.

For alle kornslagene er det nå i gang omfattende foredlingsprogrammer på internasjonalt plan. For ris, kveite, mais og sorghum har dette arbeidet allerede gitt store resultater. Det er likevel et vilkår for skikkelig utnyttning av de nye sortene at de får bedre vekstvilkår enn det de gamle kunne greie seg med.

I tillegg til kornslagene dyrkes det noen stivelsesprodusenter der underjordiske organer gir det viktigste produktet. Sett under ett spiller potet, cassava, søtpotet og yam ikke på langt nær så stor rolle som kornartene. De totalavlingene som er satt opp i tabellen, må nemlig reduseres for vanninnhold, og tørrstoffproduksjonen av knollvekstene er derfor mindre enn 10% av den en har hos kornslagene. Til tross for dette har disse vekstene stor betydning i det daglige kosthold for befolkningsgrupper over store deler av verden, potet i de tempererte strøk, og cassava, søtpotet og yam i tropiske og subtropiske områder. Det er særlig for disse siste at arealet og produksjonen antakelig er atskillig større enn det tabellen viser.

De dominerende sukkerprodusentene er sukkerbeter i tempererte områder og sukkerrør i troper og subtropier. Til tross for relativt beskjedne arealer

har disse vekstene en svær produksjon, og særlig sukkerrør. Også for disse må en redusere totalproduksjonen for vanninnhold om en skal sammenlikne med kornslagene, men sukkervekstene vil likevel komme gunstigere ut enn de stivelsesrike knollvekstene.

I tillegg til de dominerende matvekstene blant kornartene og knollvekstene, spiller grønnsaker, frukt og bær en betydelig rolle som karbohydratprodusenter.

I tabell 2 er satt opp tall for arealer og produksjon for noen av de viktigste av disse.

Tabell 2. Verdens arealer og produksjon av viktige kjernebelgvekster, grønnsaker, frukt og bær.

	Millioner hektar	Kg pr. dekar	Millioner tonn
Gulrot	0,5	2060	10
Forskjellige kålslag	1,9	1842	38
Løk, tørr	1,5	1184	18
Tomat	2,3	1995	46
Meloner o.l.	2,3	1261	29
Druer	10,1	559	56
Citrus	-	-	51
Pære, fersken, plomme, aprikos	-	-	22
Avocado, mango, ananas	-	-	22
Frukt- og kokebanan	-	-	56
Jordbær, bringebær, rips og solbær	-	-	2

I de fleste tilfeller gjelder statistikken handelsproduksjon. Dyrking i mindre målestokk til eget bruk kommer derfor ikke med.

Av produktene i tabell 2 er banan antakelig den viktigste som matvekst.

Bananplanten er en av de mest effektive planteartene i å overføre sol-energien til matnyttig vare, og under gunstige vekstforhold tas det avlinger på 6 tonn frukter pr. dekar. Omtrent halvparten av produksjonen brukes som kokebanan (plantain). Fruktene høstes da grønne, kokes og brukes som potet.

I tillegg til de vekstene som er tatt med i tabell 1 og 2, finnes det en rekke andre arter som dyrkes i mindre omfang for produksjon av karbohydratrike, spiselige produkter. En nevner sagopalmene (*Metroxylon* spp.) som dyrkes i Malaysia og Indonesia. Ved produksjon av sagostivelse blir treet felt før blomstring, og stivelsen skrapes ut fra sentrum av stammen etter kløyving. Sagostivelse var tidligere en viktig eksportvare fra disse land, men nå lages sagogryn i stor utstrekning av potetstivelse. Her i landet er det nå forbudt å lage røde sagogryn ved tilsetning av fargestoff. Brasiliansk sago (tapioka) lages av stivelse fra cassava.

Flere arter av slekten *Colocasia* og *Xanthosoma* dyrkes i tropiske områder for produksjon av stivelsesrike knoller. De vanlige navn på disse artene er cocoyam, taro, tannia, m.fl., og enkelte konkurrerer sterkt med yam som dekkvekst i kakaodyrkingen. De er lettere å dyrke enn yam, fordi de ikke må stengles som denne.

Vekstene i tabell 1 og 2, og de som ellers er omtalt ovenfor, er i første rekke direkte næringsplanter, dvs. at de kan brukes til mat for mennesker mer eller mindre direkte. I tillegg kommer de indirekte næringsplantene som først må gå gjennom husdyr for å kunne brukes til mat for mennesker. Førvekster av grasfamilien og av andre familier er i hovedsaken karbohydratprodusenter, selv om proteininnholdet kan komme ganske høgt, avhengig av utviklingsstadium, nitrogengjødsling og art. Det finnes ingen statistikk for verdens arealer og produksjon av dyrka førvekster, men særlig førgrasartene har stor betydning som grunnlag for husdyrholdet i verden.

Bambus er en grasart som faller noe utenfor når det er tale om vekster som produserer mat eller fôr. Riktig nok brukes unge bambusskudd som en fin grønnsak, men den store økonomiske betydning som bambus har, ligger på andre områder. Den korteste og beste beskrivelsen av bambus som nyttevekst finnes i Heiser (1973). Purseglove (1972) har en mer omfattende omtale av bambusslekten.

b. Kjemisk innhold.

Selv om hovedproduktet for de vekster som er omtalt ovenfor er karbohydrater, inneholder de også andre næringsstoffer (tabell 3). Det er selvsagt stor variasjon med sort og dyrkingsvilkår, men tabellen gir likevel et noenlunde bilde av forholdet mellom artene.

N-fri ekstraktstoffer utgjør hoveddelen i alle kornslag, men det er også et ganske vesentlig innhold av protein, med variasjon fra vel 8 til 14 prosent av tørrstoffet. Også fettinnholdet varierer betydelig, fra 1,3 prosent hos vanlig hirse til 5,2 prosent hos havre. Polert ris har et atskillig lågere fettinnhold enn avskallet. Trevleinnholdet er høyest hos havre som følge av en høy skallprosent (22-25% skall). Også bygg har høgt trevleinnhold på grunn av skallet som utgjør ca. 10 prosent. Det høge trevleinnholdet hos kolbehirse gir mistanke om at analysen kan gjelde frø som ikke er avskallet. De fleste millet-hirser må avskalles etter tresking. Skallprosenten hos ris ligger på 18-20 prosent.

De tropiske knollvekstene som produserer stivelse, er gjennomgående fattige på andre næringsstoffer, og de gir ingen fullverdig mat når de brukes ensidig. Det samme gjelder banan. Regnet på tørrstoffbasis har potet et proteininnhold som ikke ligger så langt fra det en finner hos korn. Da potet som regel gir større tørrstoffavling enn korn, vil også proteinavlingen pr. dekar være størst hos potet.

I arbeidet med å øke verdens matforsyning kommer foredling for større avling av tørrstoff og protein hos kornartene inn som et viktig tiltak. For proteinet er det også av stor betydning å forbedre kvaliteten. Disse spørsmål vil bli drøftet seinere.



Tabell 3. Kjemisk innhold (avrundet) i endel viktige kornarter, knoll- og rotvekster.

	Prosent av tørrstoff				
	Protein	Fett	N-fri ekstr.	Trevler	Aske
Kveite	13	2	81	2	2
Bygg (m. skall)	11	2	79	5	3
Havre (m. skall)	12	5	69	11	3
Rug	8	2	85	4	1
Mais	10	5	82	2	2
Ris (u. skall)	9	3	87	1	1
Ris (polert)	8	1	91	1	1
Sorghum (u. skall)	10	3	83	2	2
Fingerhirse (u. skall)	9	2	84	3	3
Kolbehirse	13	4	75	5	3
Vanlig hirse " "	14	1	78	3	4
Perlehirse " "	13	5	78	1	2
Poteter:					
tørrstofffattige	9	1	81	3	7
tørrstoffrike	7	1	84	3	5
Banan (u. skall)	4	1	90	2	3

	I spiselig vare, gram				Gram pr. 100 gram tørrstoff		
	Vann	N-fri ekstr.	Protein	Fett	N-fri	Protein	Fett
Potet	78	19	2	0,1	86	9	1
Søtpotet	70	27	1	0,4	91	4	1
Cassava	63	35	1	0,3	93	3	1
Yam	72	24	2	0,2	87	9	1
Taro	73	24	2	0,2	88	7	1
Sukkerbeter	76	21	2	0,1	89	7	1

Tabellen nedenfor viser innhold av A-, B- og C-vitamin i noen viktige matvekster:

Art/produkt	Vitamin A	Tiamin	Ribo- flavin	Niacin	Askorbin- syre
	I.U./ 100g	mg/100 g			
Fingerhirse (mjøl)	+	0,15	0,07	0,8	0
Maismjøl (96% utmaling)	+	0,30	0,13	1,5	0
Ris (lite polert)	+	0,25	0,05	2,0	0
Sorghum (mjøl)	+	0,40	0,10	3,0	0
Cassava (rå)	+	0,07	0,03	0,7	30
Yam (rå)	20	0,10	0,03	0,4	10
Bygg	-	0,40	0,20	-	-
Havre	-	0,50	0,20	-	-
Hvete	-	0,40	0,20	-	-

Tallene for maismjøl gjelder kvit mais som bare har spor av vitamin A. Gul mais inneholder ca. 150 I.U. av dette vitaminet pr. 100 gram mjøl. Yam og cassava har et betydelig innhold av askorbinsyre, yam også A-vitamin. Fra gammel tid hadde en erfaring med at disse vekstene hindret skjærbuk, og de ble derfor mye brukt som skipskost. Ensidig kost av tropiske knollvekster fører til mangel på B-vitaminer, for cassava også på A-vitamin. Da de samme vekstene er fattige på protein, og har for lite av metionin og cystin, kan et stort forbruk til mat føre til alvorlige ernæringsjukdommer.

Også ensidig bruk av tropiske kornarter kan føre til vitaminmangel. I tillegg kommer som nevnt at proteinkvaliteten ikke er god, bl.a. på grunn av lågt lysininhold.

Som eksempler på kjemisk innhold i andre karbohydratproduserende vekster har en tatt med tall for noen grønnsaker, frukt- og bærslag i tabell 4. (Nutritional Data 1962). Proteininnholdet regnet på tørrstoffbasis er høgt hos hodekål og tomat, men samtidig er vanninnholdet meget høgt. Fettinnholdet er meget lågt hos de fleste, med unntak for avocado som er en meget fettrik frukt, og som følgelig ikke hører hjemme i denne vekstgruppen. Verdiane for nitrogenfri stoffer i tabellen er karbohydrater etter fratrekk for trevler, og det er innholdet av disse som dominerer, med unntak for avocado.

Grønnsaker, frukt og bær er av særlig interesse som kilde for mineraler og vitaminer, og for dietiske egenskaper. Grønnsakene har et forholdsvis høgt innhold av kalsium og jern, og det samme gjelder appelsin og jordbær. Gulrot skiller seg ut ved et meget høgt innhold av A-vitamin, mens hodekål, tomat, appelsin og jordbær er særdeles rike på askorbinsyre. Det går ellers fram at det er betydelig variasjon mellom vekstslagene i innhold av både mineraler og vitaminer.

Også gras og andre fórvækster er i første rekke karbohydratprodusenter, men protein-innholdet varierer betydelig, avhengig av art, utviklingsstadium og nitrogen gjødsling. Innholdet av trevler + N-fri stoffer ligger til vanlig på 65-70% av tørrstoffet i beitegras, og på 75-80% i gras-kløverblanding ved skyting. Høstet ved blomstring utgjør karbohydratene ca. 85% av tørrstoffet i timotei-kløverhøy. Proteininnholdet kan variere fra 6-7% ved høsting etter blomstring til over 23% av tørrstoffet ved tidlig slått og sterk N-gjødsling. Karbohydratinnholdet hos kålrot og nepe ligger omkring 80% av tørrstoffet, og proteininnholdet på ca. 10%. Forbeter har noe mer nitrogenfri stoffer og mindre protein. De tilsvarende tall for fórmargkål er ca. 77 og 12, for fórraps 60 og 22, og for grønnsåv av havre og erter 75% og 15% av tørrstoffet. Hvis en tar i betraktning hvilke fórmengder som går med til verdens husdyr, er det klart at proteinproduksjonen hos disse indirekte næringsplantene, og særlig hos gras, er meget viktig for forsyningen med animalsk protein.

Tabell 4. Kjemisk innhold pr. 100 g spiselig tørrstoff hos enkelte grønnsak-, frukt- og bærslag.

Vann pr. g i 100 g spiselig vare.

	Vann	Protein	Fett	N-fri	Trevler	Ca	Fe	Vit.A	Thiamin	Riboflavin	Niacin	Askorbin
	g	g	g	g	g	mg	mg	100I.U	mg	mg	mg	syre
												mg
Gulrot	88	10	3	69	10	333	6	370	0,4	0,3	8	42
Hodekål	92	17	3	57	13	563	8	3	0,6	0,5	5	500
Løk	88	12	2	80	1	300	5	2	0,4	0,2	2	60
Tomat	94	17	5	58	10	250	10	42	0,7	0,5	12	333
Vannmelon	92	6	3	79	8	88	3	74	0,6	0,6	3	75
Eple	84	2	3	87	6	38	2	6	0,3	0,2	1	31
Pære	83	4	2	84	8	76	2	1	0,1	0,2	1	24
Plomme	86	5	1	88	4	121	4	25	0,4	0,3	4	36
Appelsin	87	7	2	81	5	254	8	15	0,6	0,2	2	377
Aprikos	85	9	1	82	4	107	3	19	0,2	0,3	5	47
Banan	75	5	1	90	2	32	2	17	0,2	0,2	3	40
Avocado	65	5	75	10	5	29	2	8	0,2	0,4	3	46
Jordbær	90	8	5	69	14	280	8	6	0,3	0,7	3	600

2. Vekster med fett (og protein) som hovedprodukt.

a. Generelle trekk ved fettproduksjon hos planter.

Vegetative plantedeler har som regel bare små mengder fett. Bestemt som eterekstrakt varierer innholdet fra ca. 0,3% til vel 5% av tørrstoffet hos henholdsvis poteter og kløverrikt høy, med 2-3% som det mest vanlige i norske fôrslag (Breirem & Homb 1970). Vegetative plantedeler har da heller ingen betydning som råstoff for utvinning av vegetabilsk fett til mat og teknisk bruk. Ved slik produksjon er det derimot frukt og frø fra visse plantearter som er råstoffet. Fett i frø lagres i embryo hos f.eks. belgplanter og korsblomstra vekster, eller i embryo og endosperm hos f.eks. kornartene og kokosnøtt. Også fruktkjøttet kan være fettrikt (oljepalme, oliven, avocado). Hos plantearter med fettrike frø varierer innholdet fra 20% av tørrstoffet i f.eks. soyabønner til omkring 50% i jordnøtt og solsikkefrø uten skall. Raps- og linfrø har mellom 30 og 45% fett i tørrstoffet. Fruktkjøttet hos oljepalme inneholder ca. 60% fett.

Den kvalitative og kvantitative sammensetning av fettene hos planter varierer med familie, slekt og art. Oljesyre og tildels linolsyre forekommer i størst mengde i alt plantefett, og sammen med disse finnes alltid palmitinsyre. Hos de fleste typene av frøfett er det bare olje- og linolsyre (eller linolensyre) samt palmitinsyre som er hovedkomponenter. Men hos enkelte plantefamilier kan også andre fettsyrer være hovedbestanddeler i frøfettet, f.eks. stearin-, eruka- og laurinsyre. Det vanlige er ellers at hovedkomponentene består av én eller to metta fettsyrer, og av to umetta. Hos de aller fleste plantefamiliene hører de umetta fettsyrene til  $C_{18}$ -serien, mens de metta fettsyrene varierer fra  $C_{12}$  til  $C_{24}$ . Olje- og linolsyre utgjør til sammen vel 80% av den totale fettsyreproduksjon i planter, mens palmitinsyre utgjør litt under 10%. Andre fettsyrer enn disse tre dekker således omkring 10% av verdens årlige produksjon av vegetabiliske fettsyrer.

Hver planteart utvikler som nevnt sin spesielle blanding av fettsyrer i frøfettet, men i frø fra samme art kan mengdeforholdet mellom olje- og linolsyre (eller linolensyre) være betydelig påvirket av temperaturen under modningen. Under kjølige forhold og dermed langsom modning, får frøfett vanligvis større innhold av de umetta fettsyrene, f.eks. mer linolsyre på bekostning av oljesyre. Det er oftest liten virkning av modnings-

temperaturen på innholdet av metta fettsyrer i frøfettet. Hos havre og raps er det imidlertid påvist visse unntak fra disse reglene. Hos raps er det også funnet at daglengden kan påvirke fettsyresammensetningen.

Alle planteceller inneholder noe fett i cellemembraner og i visse cytoplasmastrukturer. Hos de typiske fettprodusentene finnes fettdråper (globuler) som i noen tilfeller er knyttet til bestemte organeller. Lagerfett i frukt eller frø lages fra karbohydrater som overføres dit under modningen, og det har derfor ikke sitt opphav i fett som finnes i vegetative plantedeler. Fettsyntesen i frøet tar til straks etter befruktning, til å begynne med langsomt, men seinere hurtig. Hos linfrø var det stor fettlagring i perioden fra 10 til 20 dager etter blomstring, og i løpet av dette tidsrommet fikk frøet maksimalt fettinnhold (Hilditch & Williams 1964). I tidlige modningsstadier har mange frøslag et høgt innhold av frie fettsyrer, men innholdet av disse avtar etter hvert som frøet modner. Samtidig øker jod-tallet, dvs. at graden av umettethet stiger.

Omdanningen av karbohydrater til fett gir seg utslag i en kontinuerlig nedgang i det prosentiske karbohydratinnhold under modningen hos fettrike frø, fra 1 måned etter befruktning hos bomullsfrø (Hilditch & Williams l.c.). Da det samtidig foregår en overføring av karbohydrater fra vegetative plantedeler til frøet, vil den absolutte mengde av disse stoffene likevel fortsette å øke utover det tidspunkt da det prosentiske innholdet begynner å falle. I den undersøkelsen som er referert for bomullsfrø, var det først etter 40 dager at det ble forbrukt mer karbohydrater til bl.a. fettsyntesen enn det som ble lagret i frøet.

Et assimilert karbonatom fra  $\text{CO}_2$  som skal lagres som fett, må gjennom en mer omstendelig og energikrevende syntese enn om det lagres som karbohydrat, f.eks. stivelse. Polymeriseringen av glukose til stivelse er relativt enkel og ikke særlig energikrevende. Syntesen av fett fra glukose må begynne med glykolysen, som gir acetyl-CoA, og slike acetyl-grupper er byggesteinene for fettsyresyntesen som gir den metta palmitinsyren ( $\text{C}_{16}$ -syre). Alle andre fettsyrer blir syntetisert med palmitinsyre som utgangsmolekyl. Til slutt skjer forestring med redusert dihydroksyacetonfosfat fra glykolysen til triglyserider. Om en bare teller nettoforbruket av ATP og NAD(P)H i denne prosessen, vil en finne at fettsyntesen er flere ganger mer energikrevende enn stivelsessyntesen. På dette grunnlaget har en

trukket den konklusjonen at en økning i plantenes fettinnhold vil føre til en nedgang i den totale energiproduksjonen. Foreløpige beregninger tyder imidlertid på at det i første rekke er proteinproduksjonen hos planter som skjer på bekostning av den totale energiavling, og forklaringen er at den energikrevende proteinsyntesen fører fram til et produkt som ikke har særlig større energiinnhold enn karbohydrater. Fettsyntesen synes ikke å ha noen tilsvarende negativ virkning på energiavlingen. Hvis dette holder stikk, kan noe av forklaringen ligge i at fett har 2,25 ganger større energiinnhold enn karbohydrater, at det lagres anhydrisk og krever liten plass.

#### b. Arealer og produksjon

En rekke viktige olje- og proteinproduserende vekster er satt opp i tabell 5. For bomull er fibrene hovedproduktet, men den tas likevel med her fordi den også er en meget viktig olje- og proteinprodusent. Soyabønne, jordnøtt, bomull, sesam, olje- og kokospalme, samt oliventreet er alle varmekrevende planteslag med hoveddyrkingsområde i tropiske eller subtropiske strøk. Soyadyrkingen har likevel størst omfang i varme deler av den tempererte sone (corn belt i USA). Solsikke, raps og lin er de tempererte områders oljevekster. De varmekrevende oljeprodusentene dominerer i verdensmålestokk både når det gjelder areal og produksjon. Soya er den viktigste med 74 millioner tonn frø. Ved sammenlikning med jordnøtt, bomullsfrø og solsikkefrø må en ta hensyn til at disse har en høy skallprosent.

Av de tempererte oljeplantene dyrkes solsikke og raps på 10 millioner hektar hver, mens oljelin dyrkes på 6 millioner hektar. Rapsfrø omfatter også andre korsblomstra vekster enn den egentlige oljeraps, f.eks. regnes også oljerybs med i denne produksjon. Det dreier seg her om vekster som stort sett dyrkes i noe kjøligere deler av den tempererte sone, og som er mindre varmekrevende enn solsikke. Lin kommer mer i klasse med solsikke når det gjelder varmekrav. Lin er en industrioljeprodusent, i motsetning til de øvrige som produserer matolje. En vesentlig del av matoljeproduksjonen går imidlertid også til mange andre formål enn mat, f.eks. til såpe, salver, kjemikalier, sprengstoff, smurning m.v. Sammenliknet med de vekstene som særlig produserer karbohydrater, og som dekker

Tabell 5. Viktige vekster med olje (og protein) som hovedprodukt.  
Arealer og produksjon i verden i middel for 1976-78.

	Millioner hektar	Kg pr. dekar	Millioner tonn
Soyabønner	49	151	74
Jordnøtter m. skall	19	98	18
Bomullsfrø	32	118	38
Sesamfrø	6	30	2
Palmeolje	-	-	4
Palmekjerner	-	-	2
Oliven	-	-	9
Olivenolje	-	-	2
Kokosnøtter	-	-	35
Kopra	-	-	5
Solsikkefrø	10	116	12
Rapsfrø	10	87	9
Linfrø	6	49	3

ca. 750 millioner hektar, spiller oljeplantene en relativt beskjeden rolle med vel 130 millioner hektar. I dette tallet er da medregnet de planteslag som det er gitt areal for i tabell 5. De fettproduserende palmene vil komme i tillegg, men for disse finnes ikke oppgaver over arealer, og de kommer også i en noe annen stilling, fordi de har en meget lang produksjonstid (30-50 år og mer).

I tillegg til de olje- og proteinrike vekstene som er nevnt ovenfor, finnes en rekke arter som dyrkes eller vokser vilt, og som skaffer tilsvarende produkter i mindre omfang. På neste side er gitt en summarisk oversikt over noen av disse. Castorplanten dyrkes på 1,3 millioner hektar og totalavlingen av frø er ca. 0,8 millioner tonn. Omtrent samme areal har saflortistel, og verdensproduksjonen er 1 million tonn frø. Denne oljeplanten, som opprinnelig har vært dyrket i tropiske områder i århundrer, har også former som passer i tempererte strøk.



Art	Vanlig navn	Produkt, dyrkingsområde
Ricinus communis	Castor oljeplante	Giftig frø som inneholder ca. 50% olje med høg viskositet. Risinusolje brukes til smurning i bl.a. jetmotorer, til impregnering, såpe og medisin. Øst-Asia, Afrika, Sør-Amerika.
Aleurites spp.	Tung treet	Giftig frø med 50% hurtigtørrende Tungolje. Impregnering, maling, lakk. Pressresten til gjødsel. Øst-Asia, Australia, Afrika, Sør-Amerika, Sørstatene i Nord-Amerika. Krf. Trebitt oljebeis.
Bytyrospermum parkii	Sheabutter treet	Sheabutter utvinnes av frukten og brukes til mat. Pressresten er proteinrikt kraftfôr. Grassavannen i Sentral-Sudan.
Oribignya spp.	Babacupalme	Fruktene som små kokosnøtter med høgt oljeinnhold. I våte og tørre skogsområder i Amazonas og Sentral-Brasil.
Guaiacum guianense	Ferskenpalme	Fruktene kokes lenge i saltvann, frøet fjernes og fruktkjøttet som inneholder 50% protein, spises eller tørkes og males til mjøl. Sør- og Sentral-Amerika.
Astrocaryum murumuru	Murumuru palme	Palmekjerneolje fra fruktene, fibre fra bladene. Sør-Amerika.
Cannabis sativa	Ekte hamp	Frøet inneholder 30% olje og 20% protein. Oljen til såpe, brensel, mat. Pressresten til proteinkraftfôr. Stengelen til fibre. Unge skudd, blad og blomst til hashees og marijuana. Subtropisk.
Papaver somniferum	Opiumvallmue	Frøet inneholder 50% matolje. Pressresten til proteinkraftfôr. Frøet brukes også på frøbrød og som fuglefrø. Ved snitting i kapslene utvinnes storknet melkesaft som inneholder opium. Medisin (morfin m.m.). Kan dyrkes i Norge, men helst under varmere forhold.
Carthamus tinctorius	Saflortistel	Blomstene gir safrangul og kartaminrød. Oljerikt frø (50% olje) til produksjon for mat og teknisk bruk. Tempererte områder USA, Sverige, USSR.

c. Kjemisk innhold m.m.

Tabell 6 viser kjemisk innhold i det viktige produktet fra vekstene i tabell 5. Innholdet av fett er minst hos soyabønne med 20 prosent og størst hos kopra med 71 prosent av tørrstoffet. Palmekjerne og kopra har et forholdsvis lågt proteininnhold, men når oljen tas ut, blir pressresten proteinrik også hos disse.

Tillegget nedenfor tabellen viser at enkelte av produktene har meget høy skallprosent. Det er viktig at dette blir tatt hensyn til når en sammenlikner produksjonen. En kan også merke seg at kokosnøtten som den kjennes fra handelen her i landet, bare er knapt 60 vektprosent av den opprinnelige frukt. Fiberlaget som fjernes før eksport, utgjør hele 43 prosent.

Ernæringsforskerne har i den seinere tid vært sterkt opptatt av fettmengde og fettsyresammensetning i menneskemat, og også til dyrefôr har dette spørsmålet interesse. En nevner her at triglyceridene utgjør hoveddelen av fettstoffene, som i vestlige land svarer til 40-45% av energien i maten. I en rekke utviklingsland er energiprosenten mellom 15 og 20, og dette var også tilfellet i Norge for 80-100 år siden. Fettsyrene i triglyceridene deles i metta, enumetta og flerumetta. Det er et absolutt behov hos mennesker for de essensielle flerumetta fettsyrene linolsyre (C18:2) og alfa-linolensyre (C18:3). Fra disse to kan det ved forlengelse av karbonkjeden lages fettsyrefamilier med flere dobbeltbindinger, som er viktige stoffer i biologiske membraner. En inngående drøfting av fett i kosten finnes hos Norum (1979).

Tabell 7 viser den prosentiske fordeling av de viktigste fettsyrene hos de dominerende fettproduserende planteslag i verden (Hilditch & Williams 1964). I tillegg har en tatt med noen vekster som blir drøftet som mulige framtidige fettprodusenter: lupin, mais og havre. Det går fram at fettene i kokosnøtter og i fruktene fra oljepalmer inneholder mye mer av metta fettsyrer enn det en finner hos de andre vekstene. Men også mellom disse er det betydelig variasjon i fettsyresammensetning. For de fire siste vekstene i tabellen har en tatt med den spredningen som er påvist i det relative fettsyreinnhold. Denne viser at det går an å endre fettsyresammensetningen ved foredling.

Tabell 6. Kjemisk innhold i frø eller frukt hos endel olje- og proteinrike vekster. Prosent av tørrstoff.

	Fett	Protein	N-fri ekstr.	Trevler	Aske
Soyabønne	20	43	24	7	6
Jordnøtt (u. skall)	48	30	16	3	3
Bomullsfrø:					
Upland (u. skall)	37	40	16	2	5
Sea Isl. (u. skall)	37	36	18	3	6
Oljepalme:					
Palmekjøtt	61	-	-	-	-
Palmekjerne (u. skall)	54	9	29	6	2
Kopra	71	10	13	4	2
Sesamfrø	49	21	19	5	6
Solsikkefrø (u. skall)	54	26	13	3	4
Linfrø	38	26	29	4	3
Rapsfrø	36	23	28	8	5
Oliven:					
Fruktkjøtt	36	-	-	-	-
Kjerne (u. skall)	26	-	-	-	-

Skallprosent:

Jordnøtter	28
Bomullsfrø	50
Solsikke	50

Kokosnøtt (med fibre)

Fibre (coir)	43%
Skall	16%
Kjerne	29%
Melk	12%
	<u>100%</u>

Oliven:

Fruktkjøtt	75%
Skall	71%
Kjerne	4%

Kokosnøtt (etter fjerning av fibre).

Fibre	0%
Skall	27%
Kjerne	55%
Væske	18%
	<u>100%</u>

Tabell 7. Prosentisk fordeling av de viktigste fettsyrene hos noen fett/oljerike vekster/produkter.

Fett/olje fra:	Kapryl	Kaprin	Laurin	Myristin	Palmitin	Stearin	Olje	Linol	Linolen	Eruka	C20 C22 C24
	8:0	10:0	12:0	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	22:1	
Kokosnøtter	10	5	50	19	8	3	5	1	-	-	-
Palmekjerner	4	5	51	17	8	2	11	1	-	-	-
Palmekjøtt	-	-	-	2	40	5	50	8	-	-	-
Oliven	-	-	-	-	10	2	80	7	-	-	-
Jordnøtter	-	-	-	-	7	5	50	25	-	-	6
Soyabønner	-	-	-	-	8	3	27	55	7	-	18
Lupinfrø	-	-	-	-	7	2	51	25	9	1	-
Maisebryø	-	-	-	-	9	2	30	55	1	-	-
Havre	-	-	-	-	14-23	1-4	29-53	24-48	1-6	-	-
Rapsfrø	-	-	-	-	3-5	-	10-59	13-22	10-13	2-52	2-13
Saflortistel	-	-	-	1	2-8	1-6	13-38	55-80	1	-	1
Solsikke	-	-	-	← 9-16 →		14-70		20-72	-	-	-

Soyabønner, lupinfrø, mais og havre har olje med en gunstig sammensetning for mennesker, mens rapsolje kan ha betydelige mengder erukasyre som kan forårsake fettlagring i hjertemuskulaturen hos forsøksdyr. Som det vil bli vist i en annen sammenheng, er det foredlet sorter av raps og rybs med bare ubetydelige mengder erukasyre i oljen, men det blir likevel frarådd å bruke bare rapsolje til mat, f.eks. i margarinproduksjonen (Norum 1979).

Den store variasjonen i fettsyresammensetning innenfor arter som er vist for de fire nederste i tabellen, finnes i stor utstrekning også hos de andre artene og produktene. F.eks. oppgir Hilditch & Williams (l.c.) følgende grupper for prosentisk fettsyrefordeling hos jordnøtt:

	Fettsyrer		
	Metta	Olje	linol
Vest-Afrika	15-18	66-60	19-22
India og USA	18-23	56-50	25-27
Kina, Øst-Afrika, Argentina	22-24	48-39	30-37

Jordnøtt inneholder lite av andre flerumetta fettsyrer enn linolsyre.

Det har i de seinere år vært økt interesse for lupin som olje- og proteinprodusent, særlig i områder der soyaplanten ikke er konkurransedyktig. Også havre har vært trukket fram som en mulig produsent av vegetabilsk olje i tempererte områder. Disse spørsmål blir drøftet seinere.

De olje- og fettproduserende vekstene i tabell 5 og 6 er meget viktige også for verdens proteinforsyning, dels direkte til mat og dels indirekte som proteinrikt kraftfôr i husdyrfôringen. Verdens proteinproduksjon i planter blir omtalt i neste avsnitt.

### 3. Proteinproduksjon

Alle de vekstene som er omtalt tidligere, produserer større eller mindre mengder protein i tillegg til karbohydrater, fett, mineraler etc. Men deres andel i proteinproduksjonen er meget forskjellig, avhengig av omfanget av dyrking og av proteininnhold.

a. Protein fra plantearter med karbohydrater som hovedprodukt.

Proteininnholdet hos de vekstene som er ført opp i tabell 1 og 2, varierer fra ca. 2 til 9% av tørrstoffet hos frukt, bær og knollvekster, fra ca. 10 til 13% hos kornartene, og fra 10 til 17% hos grønnsaker. Ifølge Burton (1968) dekket kornartene vel halvparten (40 mill. tonn) av behovet for protein i mat til mennesker på det tidspunktet. Siden den tid har både folkemengde og kornproduksjon økt sterkt, men det er ingen grunn til at protein i korn skulle spille en mindre rolle nå. Et grovt overslag som bygger på den totale produksjon i tabell 1 (1515 mill. tonn) antyder at proteinproduksjonen i korn til mat ligger mellom 50 og 60 mill. tonn.

Knollvekstene betyr langt mindre for proteinforsyningen. Hvis en går ut fra at 40% av knollavlingen brukes til mat, og at vanninnhold og proteininnhold i tørrstoffet er henholdsvis 80 og 6%, kommer en ut med en produksjon ca. 2,5 mill. tonn protein. Tilsvarende beregninger for grønnsaker og frukt antyder at disse tilsammen skaffer ca. 2 mill. tonn protein. Sukkerbeter og sukkerrør kan en se bort fra, fordi det aller meste av avlingen går til sukkerproduksjon.

For de fleste planteslagene må en ta hensyn til at en større eller mindre del går til fôr, og at de der bidrar til produksjonen av animalsk protein. Spesielt gjelder dette store mengder korn som brukes til kraftfôr. Det gjelder også fôrvekstene som bare kan brukes ved å gå gjennom husdyr. Ved slik bruk av matvekster og fôrvekster skjer det betydelige tap av protein underveis, og utnyttingsgraden varierer avhengig av den produksjon fôret settes inn i.

b. Protein fra plantearter med olje (og protein) som hovedprodukt.

En grov beregning av proteinproduksjon fra vekstene i tabell 6 ender opp med ca. 50 mill. tonn. Det er da redusert for skall. Av dette faller ca. 32 mill. tonn på soya som dermed er den avgjort viktigste planteart i proteinproduksjonen. Men det gjelder for soya som for de andre oljeveks- tene at det aller meste av avlingen går til kraftfôr etter at oljen er

tatt ut. Det er ikke funnet noen opplysninger om hvor mye som brukes direkte til mat av oljerike frø eller av produktet etter at oljen er ekstrahert. Den andelen av produksjonen som går til mat, varierer sikkert også mye for de forskjellige vekstene. Mest brukes det direkte av soya-bønner, jordnøtter, sesamfrø og kokosnøtter, uten at det er mulig å gi noen tall for å illustrere dette. Det er likevel sikkert at kornartene spiller en større rolle i den direkte dekking av proteinbehov i mat enn de tildels meget proteinrike oljevekstene.

c. Protein fra kjernebelgvekster.

Kjernebelgvekster er samlenavn for en rekke arter av erter og bønner med store frø. I middel for perioden 1976-1978 var verdens arealer og produksjon slik:

	Millioner hektar	kg pr. dekar	Millioner tonn
Kjernebelgvekster, tørre	82,0	75	61
Grønne erter og bønner	1,2	583	7

Kjernebelgvekster av forskjellige slag dyrkes i de fleste land i verden, men i atskillig større utstrekning i utviklingsland enn i Vest-Europa og Nord-Amerika. Belgvekstfrø har gjerne vært betraktet som de fattiges mat, men som en skal se seinere, er de meget viktige i ernæringen. Fordelingen av produksjonen var i 1978 som vist nedenfor:

	Millioner tonn
Afrika	4,9
Nord-Amerika	1,3
Mellom-Amerika	1,5
Sør-Amerika	3,1
Asia	40,8
Europa	2,5
USSR	7,8
Oceania	0,2

I Afrika er Nigeria den største produsenten av kjernebelgvekster med 0,8 mill. tonn, mens det i Mellom-Amerika er Mexico som dyrker mest, med over 1 mill. tonn, eller nær det samme som USA. I Asia dominerer Kina med 25 mill. tonn, mens India har ca. 12 mill. tonn. I Europa dyrkes det helst lite erter og bønner. Høgest ligger Spania med 475 000 og Italia med 332 000 tonn.

Det går fram av tabell 8 at også hos kjernebelgvekstene er det karbohydratfraksjonen som utgjør det meste av tørrstoffet. En ser da bort fra jordnøtt og soya nederst i tabellen. Disse hører nok hjemme blant kjernebelgvekstene botanisk, men de har mye større fettinnhold i frøet, soya også høyere proteinprosent. De typiske kjernebelgvekstene er fettfattige, og proteininnholdet ligger på 25-30% av tørrstoffet i frø. De er rikere på mineraler og vitaminer enn korn, og proteinet hos kjernebelgvekstene utfyller kornprotein. Det ser ut til at disse belgplantene er dyrket mer eller mindre bevisst som proteinvekster, og da som et supplement til korn i maten. Burton (1968) angir at slike belgvekstfrø på det tidspunktet han skrev artikkelen, skaffet 8,5 mill. tonn, eller ca. 12% av menneskenes proteinbehov. Siden den tid har produksjonen i verden steget med ca. 10 mill. tonn frø pr. år, slik at andelen i proteinforsyningen neppe er blitt mindre med åra. I India ble det ifølge Burton (l.c.) brukt 10 mill. tonn frø av forskjellige erter og bønner til mat årlig. Dette er 10 ganger mer pr. person enn det som spises i noe annet land. Også Akroyd (1964) nevner at mengden av frø av kjernebelgvekster i kosten er meget forskjellig i ulike deler av verden. Mens de fleste land i Europa har et forbruk på 3-13 gram pr. person pr. dag, blir det i Japan, Mexico, Brasil og India spist 50-70 gram pr. dag.

I frø av soyabønne, hagebønne, åkerbønne, mungobønne, erter og antakelig hos mange flere, er det en trypsininhjortor som hindrer avspalting av metionin fra proteinet. Denne uheldige virkningen blir stort sett ophevet ved koking. Hos frø av mange belgvekster er det dessuten et større eller mindre innhold av bitterstoffer, tildels med giftvirkning (cyanogenetiske glucosider, alkaloider, haemagglutinier). Lathyrisme (lammelse i beina) forekommer ved overdreven bruk av frø av Lathyrus-ert (ikke med i tabellene), og farisme (blodsjukdom) når det spises for mye av åker- eller bondebønne.



Tabell 8. Kjemisk innhold hos frø av viktige kjernebelgvekster (pr. 100 g spiselig tørrstoff).

Art	Protein g	Fett g	N-fri g	Trevler g	Aske g	Kalcium mg	Jern mg	Vit. A. I. U.	Thiamin mg	Riboflavin mg	Niacin mg	Askorbin-syre, mg
Cajanus cajan (Pigeon pea)	24	2	71	9	4	145	7	146	0,6	0,16	3	5
Canavalia spp. (sverdbønne)	25	4	67	3	4	158	8	34	0,7	0,12	1	1
Cicer arietinum (Chickpeas)	22	5	70	6	3	167	8	337	0,5	0,20	2	6
Lens esculenta (linse)	27	2	69	4	3	63	7	112	0,6	0,24	2	3
Phaseolus angularis (Aðzuki bean)	29	1	66	7	5	290	9	17	0,7	0,21	4	-
Phaseolus coccineus (pryðbønne)	23	2	72	6	4	136	11	+	0,3	0,11	2	+
Phaseolus lunatus (limabønne)	23	1	73	5	4	94	6	34	0,6	0,18	2	1
Phaseolus vulgaris (hagebønne)	25	2	69	5	4	154	8	34	0,6	0,20	2	3
Pisum sativum (hageert)	26	2	70	6	3	72	5	112	0,8	0,17	3	5
Trigonella foenum-graecum (bukkehorn)	32	6	63	8	3	198	24	+	0,4	0,33	2	+
Vicia faba (minor: åkerbønne)	26	2	67	9	4	101	4	112	0,6	0,33	3	4
Vigna unguiculata (Cowpea)	26	2	67	5	4	85	6	45	1,0	0,20	2	2
Arachis hypogea (jordnøtt)	27	46	24	4	3	55	2	32	0,8	0,13	17	+
Glycine max (soyabønne)	41	20	34	5	5	226	7	152	1,1	0,33	2	+

Evnen til å gjøre seg nytte av luftnitrogen og det høge proteininnholdet har gitt belgplantene økt aktualitet. Produksjon av nitrogenholdig handelsgjødning er energikrevende, og proteinforsyningen i mat er et stort problem i enkelte deler av verden. Foredling av belgvekster og økt dyrking av disse er viktige tiltak i denne sammenheng.

d. Annet planteprotein.

Menge grønnsaker har proteinrike blad, og særlig i områder der det er et udekket proteinbehov i mat, tilrås en å bruke blad og unge skudd av forskjellige vekster som proteinkilde. Søtpotet og cassava er eksempler på slike vekster. Terra (1963) oppgir at i deler av Afrika er det daglige forbruk av cassava-blad fra 30 til 500 gram pr. person, avhengig av årstid og lokalitet. Også i Malaysia, Indonesia og på Filippinene brukes slike blad til mat. Det er nødvendig med visse forholdsregler mot innhold av giftige glukosider, og koking og avsiling tilrås der en ikke kjenner innholdet av slike stoffer i de cassavasortene bladene blir tatt fra. Bladene inneholder 20-30% råprotein i tørrstoffet.

Gras og andre fôrvekster som proteinprodusenter via drøvtyggere er nevnt tidligere. Det er imidlertid mulig å utvide bruksområdet til protein fra slike vekster til også å gjelde én maga dyr og mennesker. Dette kan skje ved utvinning av bladprotein etter knusing og pressing av plantemateriale. Råsaften kan brukes direkte til husdyr, eller den kan behandles på forskjellige måter for å rense og konsentrere den. Pressresten brukes til drøvtyggere. Forskjellige metoder for utvinning av slikt protein er omtalt i NLVF-utredning nr. 84, 1976. Det er der også gitt resultater av utenlandske forsøk med produksjon av bladprotein, og av undersøkelser som gjelder fôrverdien ved bruk både til én maga dyr (svin, høner) og til drøvtyggere.

Mengden av bladprotein som kan utvinnes pr. arealenhet er avhengig av mange faktorer. Metoden for ekstrahering betyr mye, og det har i England vært stigende utbytte etter hvert som teknikken ble forbedret (Pirie 1975). Avlingen før ekstrahering betyr nok endel for utbyttet, men proteinet er ikke like lett ekstraherbart i forskjellige plantematerialer. Med samme ekstraksjonsmetode fikk en således ut fra 36 til 61 prosent av proteinet, avhengig av hvilken lusernesort en brukte (Betschart & Kinsella 1973). I Sverige har ekstraherbarheten variert fra 15 til 85%, avhengig av planteart (Carlson 1975).

e. Proteinkvalitet.

Mengde og kvalitet av protein i planteprodukter er viktige spørsmål, og særlig for befolkningsgrupper som bruker lite animalsk protein. Som kjent er det 9 essensielle aminosyrer som alle må være til stede i maten omtrent samtidig. De må også forekomme i riktig relativ mengde for å få en fullstendig utnytting i proteinsyntesen hos mennesker og enmaga dyr. Den aminosyren som det er for lite av, vil derfor avgrense syntesen til sitt eget nivå, og den overskytende del av de andre vil gå tapt. De 9 aminosyrene er metionin og cystin (svovelholdige), lysin, tryptofan, treonin, valin, leucin, isoleucin og fenylalanin.

En oversikt over essensielle aminosyrer som er i underskudd, eller som det er tilstrekkelig av i en rekke planteprodukter, er vist på neste side. Aminosyrer i overskudd er ikke tatt med. Oversikten er omarbeidet etter Scrimshaw & Young (1976), og noen husdyrprodukter er tatt med til sammenlikning. Diagrammet til høyre viser netto protein utnytting, dvs. den prosentdel som organismen utnytter av de aminosyrene som er tatt inn i protein i mat. Hos grønnsaker er det lite av de S-holdige aminosyrene, mens det hos korn særlig er lysin og tildels tryptofan som er i underskudd. Også kjernebelgvekstene har underskudd på metionin og cystin, tildels også på andre essensielle aminosyrer. Frø av solsikke, sesam og jordnøtter er i likhet med kornartene fattige på lysin, jordnøtt også på metionin, cystin og treonin.

Diagrammene viser at proteinet i egg, melk og fisk utnyttes bedre enn vegetabilsk protein fordi aminosyrebalsen er bedre. Det er forskjeller i proteinutnytting mellom kornartene, og slipt ris er dårligere enn brun ris. Soyaprotein utnyttes bedre enn protein fra fettfattige kjernebelgvekster.

En mer detaljert oversikt for frø av en rekke kjernebelgvekster er satt opp i tabell 9. I tillegg tar en med noen tall for poteter (2 kilder) og cassava. Til sammenlikning er innholdet av essensielle aminosyrer i eggalbumin (idealprotein) vist.

Matvare	Essensiell aminosyre		Netto protein- utnyttning, %				
	For lite	Tilstrekkelig	0	25	50	75	100
<u>Animalske prod.</u>							
Egg	-	Trp, Lys, Met, Cys					
Melk	-	Trp, Lys					
Kjøtt	-	Lys					
Fisk	-	Lys					
<u>Grønnsaker</u>							
Asparges	Met, Cys	-					
Brokkoli	Met, Cys	-					
Blomkål	Met, Cys	Trp, Lys					
Potet	Met, Cys	Trp					
Grønnskål	Lys, Met, Cys	-					
Grønne erter	Met, Cys	Lys					
<u>Korn</u>							
Mais	Trp, Lys	-					
Brun ris	Lys	-					
Havre	Lys	-					
Kveite	Lys	-					
Rug	Trp, Lys	-					
Polert ris	Lys, Tre	Trp					
Hirse	Lys	Trp, Met, Cys					
<u>Kjernebelgvekster</u>							
Soyabønner	Met, Cys, Val	Lys, Trp					
Limabønner	Met, Cys	Trp, Lys					
Hagebønner	Trp, Met, Cys	Lys					
Linser	Trp, Met, Cys	Lys					
<u>Fettrike frø</u>							
Solsikke	Lys	Trp					
Sesam	Lys	Trp, Met, Cys					
Jordnøtter	Lys, Met, Cys, Tre	-					

Met = metionin, Cys = cystin, Lys = lysin, Trp = tryptofan, Tre = treonin

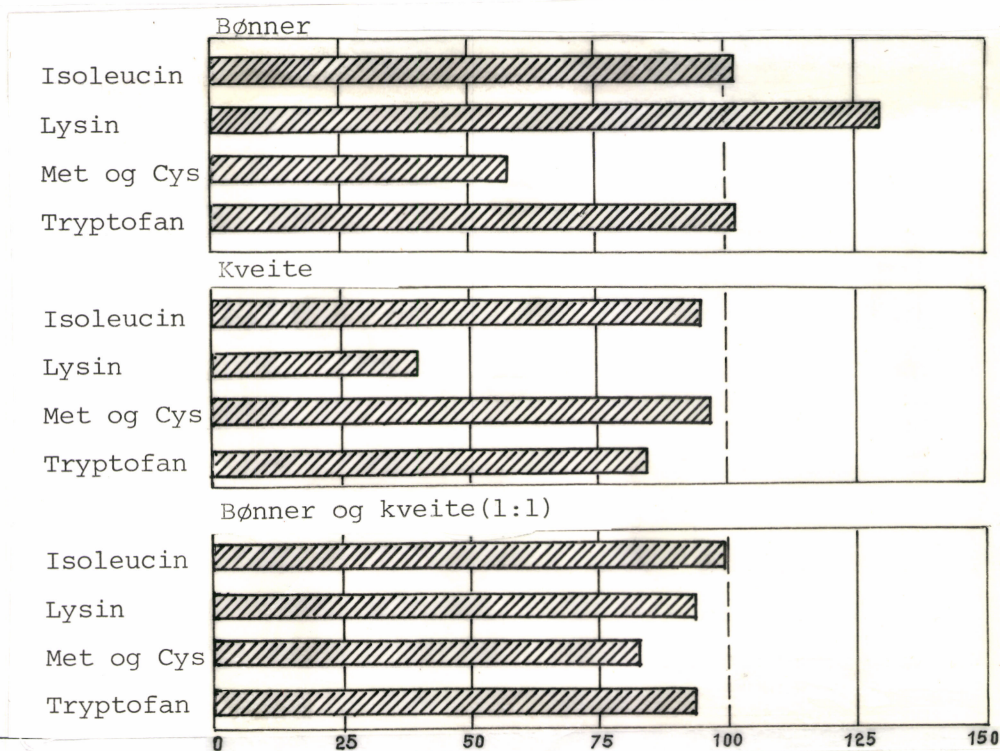
Tab. 9 . Innhold av aminosyrer i tørre frø hos forskjellige belgplanter (mg pr. g N). (s= metionin + cystin).

	Isolucelin	Leucin	Lysin	Phenylalanin	Tyrosin	Metionin	Cystin	Treonin	Tryptofan	Valin	Biol. verdi	Begrensede aminosyre (1)	Begrensede aminosyre (1)
Kveite	240	400	170	230	200	100	130	180	80	270	62	M.	M.
FAO norm	270	306	270	180	180	144	126	180	90	270	100		
Cajanus cajan (pigeon pea)	380	490	450	540	210	70	90	240	30	330	38	Try.	S.
Canavalia ensiformis (sverdbønne)	280	570	370	390	240	110	80	310	-	330			
Cicer arietinum (chickpea)	360	460	430	300	210	80	90	220	50	310	57	Try.	S.
Lens esculenta (linse)	330	440	380	280	170	50	50	220	50	340	36	S.	Try.
Phaseolus angularis (Adzuki bean)	280	490	440	340	210	110	70	240	-	340			
Phaseolus lunatus (Limabønne)	360	520	420	370	160	100	90	300	60	390	66		
Phaseolus vulgaris (hagebønne)	360	540	460	350	240	60	60	270	60	380	46	S.	Try.
Pisum sativum (hageert)	350	520	460	320	250	80	80	240	70	350	58	S.	Try.
Vicia faba (minor-åkerbønne)	390	540	350	260	170	30	40	200	60	310	26	S.	Try.
Vigna spp. (Vigna-bønner)	300	470	410	330	190	100	80	250	60	350	66	S.	Try.
Vigna unguiculata (Cowpea)	260	450	410	340	210	120	110	220	-	340			
Arachis hypogaea (jordnøtt)	260	380	220	320	220	60	90	170	70	310	55	S.	Try.
Glycine max (soyabønne)	340	480	400	310	200	80	110	250	90	330	72	S.	Try.

	Poteter		Cassava	Eggalbumin
	1	2		
Lysin	10,1	4,2	4,4	6,4
Metionin	2,0	2,4	1,1	3,7
Cystin	1,3	0,9	1,0	2,6
Leucin	9,9	} 16,5	5,4	7,8
Isoleucin	2,5		3,6	5,7
Fenylalanin	4,8	5,2	4,4	5,3
Treonin	6,5	6,2	3,6	4,3
Valin	5,6	6,7	4,5	6,6

Cassava har som vist tidligere, et lågt proteininnhold, og i tillegg går det fram av tallene ovenfor at heller ikke kvaliteten av proteinet holder mål. Protein i potet har vanligvis blitt antatt å ha meget god kvalitet, men både tallene ovenfor og den tidligere tabellariske oversikt viser at potet har underskudd på de S-holdige aminosyrene.

Skadevirkninger av uheldig aminosyresammensetning kan oppstå ved ensidig kost. En teori går ut på at ensidig maisdyrking i Sør-Amerikas tidlige historie var til hinder for større befolkningskonsentrasjoner. Ved spredt bosetting kunne den noe uheldige aminosyrebalansen i mais elimineres ved tilskudd av kjøtt fra ville dyr, men dette var ikke mulig i større byer. Det var først da dyrking av bønner ble tatt opp, at en fikk utvikling av byer i større målestokk. Den balanserende virkningen på aminosyreinnholdet ved å kombinere korn og frø av kjernebelgvekster går fram av følgende diagram ( Scrimshaw & Young, 1976).



Mengde av essensielle aminosyrer (prosent)

Den loddrette brutte linjen viser 100% nivå for de essensielle aminosyrene i en proteinstandard som best tilfredsstillter menneskelige behov. Med bare bønner ville proteinsyntesen stoppe på ca. 60% og med bare kveite på knapt 40% av behovet. Brukes bønner og kveite samtidig, kommer en opp i en syntese på 80% av behovet.

Brukt til drøvtyggere, betyr aminosyrebalansen lite, fordi vomfloraen syntetiserer aminosyrer. Til tross for dette har det vært en god del undersøkelser over proteinsammensetningen hos fôrvekster, og bakgrunnen for dette er mulig bruk av bladprotein til enmaga dyr og mennesker. I tabell 10 har en satt opp et utdrag av resultater som bl.a. viser protein-kvaliteten hos bladprotein.

Tabell 10. Aminosyrer i bladprotein, soyamjøl, sildemjøl og FAO-standard.  
Gram pr. 16 gram N.

	Bladprotein av			Soya- mjøl <sup>4)</sup>	Silde- mjøl <sup>4)</sup>	FAO standard <sup>4)</sup>
	Flere typer <sup>1)</sup>	Bland. gras <sup>2)</sup>	Gras <sup>3)</sup>			
Lysin	6,5 - 7,5	4,8	6,5	6,2	7,8	4,2
Metionin	1,7 - 2,2	2,3	1,2	1,4	2,8	
Cystin	1,0 - 1,5	-	-	1,6	1,1	4,2
Tryptofan	1,3 - 1,5	2,1	-	-	-	1,4
Treonin	5,3 - 5,8	4,7	-	3,9	4,4	2,8
Valin	5,5 - 7,0	6,8	6,2	4,6	5,4	4,2
Isoleucin		5,7	4,7	4,7	4,5	4,2
Leucin	11,4 - 13,4	8,4	8,7	7,9	7,7	4,8
Fenylalanin	4,8 - 5,6	5,8	5,9	5,0	3,9	2,8

Henvisningene i tabellhodet gjelder 1) Holo & Kock (1971), 2) Chayen et al. (1961), 3) Maguire (1974) og 4) Schmidtborn (1973). Det går fram at bladprotein har et tilfredsstillende innhold av de fleste aminosyrene, og særlig er det mye av leucin. Innholdet av metionin og cystin er kanskje i minste laget.

#### 4. Fibervekster.

##### a. Lokalisering av fibre hos plantene.

Fibre utvinnes fra forskjellige deler av planten, som det går fram av følgende oversikt.

##### (i) Fibre fra frø eller frukt.

Bomull. Frøskallets epidermis har encella korte (linters) og lange (lint) hår.

Kapok (Ceiba pentandra). Frukten hos kapoktreet er en læraktig kapsel. Innsiden av kapselen er tett besatt med encella hår som fyller frukten, og som frøene ligger i.

Kokosnøtt er en steinfrukt med et tykt hardt skall utenpå testa. Utenpå skallet er det et 4-8 cm tykt fiberlag (mesocarp), coir.

##### (ii) Fibre fra bastcellene i stengelens sentralsylinder. Fibrenes lengde er teoretisk som lengden på ugreina stengel.

Lin (Linum usitatissimum)

Jute (Cochlospermum capsularis, C. olitorius)

Ekte hamp (Cannabis sativa)

Kenaf, mesta, Decca hamp (Hibiscus cannabinus)

Sunn hamp (Crotalaria juncea)

Congo jute (Urena lobata)

Ramie, rhea, China grass (Boehmeria nivea)

##### (iii) Fibre fra stive, spisse, kjøttfulle blad (ettfrøblada planter, hardfibre).

Agave-fibre.

Sisalhamp, sisalagave, sisal (Agave sisalana)

Henequen (A. fourcroydes)

Cantala (A. cantala)

Istle (A. lecheguilla)

Agave-liknende fibre

Mauritius hamp (Furcraea gigantea)

New Zealand flax (Phormium tenax)

Bowstring hamp (Sansevieria spp.)



- (iv) Fibre fra bladslirer omkring falsk stamme hos forskjellige Musa-arter (hardfibre)

Abaca-fibre, manilahamp fra fiberbanan (Musa textils, M. spp.)

Piassava-fibre, meget stive (Attalea funifera)

- (v) Fibre fra overhuden hos unge blad.

Rafia-fibre fra Raphia-arter

#### b. Arealer og produksjon

Verdens arealer og produksjon av de viktigste plantefibrene er satt opp i tabell 11.

Tabell 11. Verdens arealer og produksjon av fibre i middel for 1976-1978.

	Millioner hektar	Millioner tonn fibre	Kg pr. dekar
Bomull	33,13	12,94	40
Fiberlin	1,50	0,66	44
Hamp	0,38	0,24	62
Sisal	0,65	0,45	69
Abaca (manilahamp)	0,16	0,06	39
Jute og jutelikn. fibre	2,85	4,13	157
Andre fibervekster	-	0,99	-

Bomull dominerer fullstendig med 13 mill. tonn, mens de andre har ca. 6,5 mill. tonn til sammen. Bomullsfibre produseres i alle verdensdeler, med Asia som den største produsent (4,9 mill. tonn). USA og USSR dyrker ca. 2,7 mill. tonn hver.

Linfibre spilte tidligere en mye viktigere rolle enn nå. Årsaken til dette er at bomullsfibrene egner seg bedre som industrifibre, og de kan lettere gå inn i industriell storproduksjon av tekstiler. Linfibrene er imidlertid de fineste plantefibre som finst, og de har en fast plass ved framstilling av finere produkter. Sovjetunionen dyrker det meste av spinnelinet med 0,46 mill. tonn. Polen, Romania og Tsjekkoslovakia dyrker til sammen 104 000 tonn. I Vest-Europa er Frankrike den største produsenten med 50 000 tonn i året.

Produksjon av hampfibre gjelder ekte hamp og sunn-hamp. Den siste dyrkes særlig i Bangladesh, India og Pakistan. Det har vært nedgang i dyrkingen av hamp de seinere år. India og USSR er de største produsentene med ca. 16 000 tonn hver årlig.

Brasil og Tanzania dyrker mest sisal, med henholdsvis 280 000 og 150 000 hektar i 1978 (202 000 og 125 000 tonn fibre). Det har vært framgang i produksjonen de siste 10 åra. De andre Agave-artene, henequen, cantala, istle, finnes mest i Mellom-Amerika. Henequen er den viktigste av disse, og den dyrkes særlig i Mexico og på Cuba.

Abaca-fibre (manila-hamp) utvinnes fra tekstilbanan, *Musa textilis*, som i likhet med frukt- og kokebanan er en stor urt. Som hos de andre banan-artene danner bladslirene en falsk stamme, og det er fibrene i disse bladslirene som utgjør det økonomisk viktige produktet. Frukten hos tekstilbanan er uspiselig. Fibrene brukes særlig til produksjon av tauverk som er meget holdbart mot fuktighet fra fersk- og saltvann. Disse fibrene brukes også til fabrikasjon av sterkt papir som b.a. nyttes til teposer, store sekker, og til flyttbare vegger i hus. Filippinene har 90% av produksjonen av disse fibrene, og det er derfra navnet manila-hamp kommer. Resten av dyrkingen foregår i Latin-Amerika.

Også det meste av juten dyrkes i Sørøst-Asia der Bangladesh, India, Nepal og Thailand er de viktigste produsentene. Mindre mengder kommer fra Sør-Amerika. De juteliknende fibrene omfatter særlig kenaf (*Hibiscus* spp.) og Congo-jute (*Urena lobata*). Disse dyrkes mest i Asia, men finnes også i Afrika, Sør-Amerika og Sovjetunionen.

I gruppen "Andre fibervekster" forekommer arter eller produkter som ikke faller inn under de fibre som er nevnt ovenfor, f.eks. coir fra kokosnøtt, kapok, Mauritius fibre, New Zealand flax, ramie, m.fl. De dyrkes mest i Asia, men også i Afrika og Latin-Amerika.

Plantefibre brukes til mange formål, og noen av disse er nevnt ovenfor. Hovedmassen av bomull går som kjent til industriell produksjon av bomullstoffer, og lingarn brukes til veving av finere stoffer, men i mye mindre målestokk. Også hamp har bløte fibre, og de kan erstatte linfibre

til garn og tråd. Hampefibrene er meget holdbare, og de er mye brukt til fiskegarn, seilduk og presenninger. Jute kjennes kanskje best fra jute-sekkene, men også disse fibrene brukes til seilgarn, teppegarn, stoffmatter i linoleum, skredderstopninger, m.m.

Hardfibrene (abaca, agave) går særlig til rep, tauverk, matter, tøfler, hengekøyer, etc. og er meget viktige f.eks. i skipsfarten. De to hovedtypene har noe forskjellige egenskaper, som styrke, elastisitet og holdbarhet. Sisaltrosser er f.eks. hardere og kvassere enn manilatrosser, og er derfor mer ubehagelige å handtere.

Fibrene som ligger utenpå skallet hos kokosnøtt, kalles coir, og de røytes i saltholdig brakkvann i 6-12 mndr. før fibrene blir frigjort ved banking med en trestokk og renses. De brukes dels til spinning av garn, og de beste kvalitetene går til matter, tepper og golvtepper. Dårligere kvaliteter lages det kabler og tau av. Fibre som utvinnes etter ganske kortvarig røyting, er stive og brukes til koster. Det lages også coirfibre som er belagt med gummi, og disse brukes til madrasser og isolasjon. Coirfibrene er elastiske, sterke, og holdbare også mot vann. Store produksjonssentra finnes i Sørøst-India (Kerala) og på Ceylon.

Enkelte av plantefibrene har egenskaper som gjør dem særlig godt brukbare til spesielle formål. Kapok har f.eks. 5 ganger større flyteevne enn kork, og er 8 ganger lettere enn bomull. Den er dessuten meget holdbar, og angripes ikke av insekter og sopp. Av disse grunner passer den godt til livbelter, soveposer, bandasjer, flyverdrakter. Siden disse fibrene dessuten har meget liten varmeledningsevne og er særdeles effektive i å absorbere lyd, brukes de til termisk og akustisk isolasjon i fly, studio, hospitaler etc.

Plantefibre har etter hvert fått konkurranse fra syntetiske fibre av forskjellige slag.

## 5. Stimulansevekster.

### a. Kjemisk innhold.

Tabellen på neste side viser innhold av viktige stoffer i produkter fra de fem vanligste stimulansvekstene.

	Kaffe, brent	Te uferm.	Friske bønner	Kakao pulver	Sjoko- lade	Kola, nøtt	Tobakk, tørka blad
Vann	0	3	0	0	0		10
Prosent av tørrstoff:							
Karbohydrater							5-18
Stivelse			8	22	4	40	
Sukker	3		2	4	54		
Fett	12		54	27	29	2	
Protein	12	20	15	22	2		2-15
Theobromin		} 2-4,5	2,3	1,3	1,1	+	
Theophyllin							
Caffein	0,6-2,5						2
Kolanin						+	
Polyfenoler	25						
Nikotin, sigaretttobakk							1,5-2,5
Burley							3-4
Bondetobakk, opptil							10

I tillegg til de oppførte stoffene finnes også andre som kan ha betydning for det ferdige produktet, f.eks. eteriske oljer, m.m. Ved brenningen av kaffe blir sukkeret i kaffebønnene delvis karamelisert og cellulosen forkullet. Tallene for te gjelder ufermenterte tørka blad. Ved fermenteringen av te blir polyfenolene omdannet til stoffer som gir den typiske aroma. Disse stoffene trekkes ut i vann. Også eteriske oljer er til stede. I grønn te skjer ikke denne omdanningen av polyfenolene. Det er mest polyfenoler og caffein i de yngste toppskudd, og disse gir den fineste te.

Kakaobønnene er meget fettrike, og for produksjon av forskjellige varer, blir mer eller mindre av fettene ekstrahert. Det høge sukkerinnholdet i sjokolade henger sammen med tilsetning i fabrikasjonen.

Nikotin syntetiseres i røttene hos tobakk, og nikotininnholdet blir større når toppen med blomster og de yngre blad kuttes langt nede. Innholdet av nikotin vil også øke med sterkere nitrogengjødsling. Forholdet mellom karbohydrater og nitrogenholdige stoffer blir endret ved prosessene som gir den ferdige varen, og de forskjellige prosesser som brukes, fører fram til varer med typiske forhold mellom N-holdige og N-fri stoffer.

b. Arealer og produksjon.

Verdens arealer og produksjon av disse vekstene er vist nedenfor.

	Mill. hektar	Kg pr. dekar	Mill tonn
Kaffebønner	9,3	50	4,6
Kakaobønner	4,8	30	1,4
Te (plukket, tørr)	1,6	114	1,8
Tobakk (blad, tørre)	4,4	129	5,7
Kolanøtter, ca.	-	-	0,2

Kaffe, kakao og kola er tropiske vekster, mens te er tilpasset subtropiske vekstvilkår. Tobakk dyrkes under meget forskjellige vekstforhold, fra tropen til 60° nord. Produksjonen fordelt seg slik på de enkelte regioner/ verdensdeler 1978:

	Tusen tonn			
	Kaffe	Kakao	Te	Tobakk
Afrika	1091	846	196	249
N. + C. Amerika	882	95	-	1235
Sør-Amerika	2128	396	36	608
Asia	434	32	1582	2555
Europa	+	-	+	716
Oceania	48	34	7	17
USSR	-	-	111	330

Når det gjelder kaffe, dyrkes det bare 1000 tonn i Nord-Amerika (USA). Den mengden som er oppført i tabellen (882 000 tonn) dyrkes derfor nesten i sin helhet i Mellom-Amerika. Plusstegnet for Europa antyder en ubetydelig kaffedyrking i Spania. Brasil er det landet som dyrker mest kaffe i verden, med 1,2 mill. tonn. Deretter kommer Colombia med 0,7 mill. tonn. I Afrika dyrkes det mest kaffe i Etiopia, Elfenbenskysten og Zaire. Kaffe er en av de viktigste varene i verdenshandelen, og produksjon og priser reguleres gjennom en internasjonal kaffeavtale.

Kakaodyrkingen har størst omfang i Afrika, og det er Ghana og Elfenbenskysten som er de største produsentene med ca. 260 000 tonn hver. Også Nigeria og Kamerun er viktige produsentland. I Sør-Amerika er Brasil den største produsenten med 266 000 tonn.

Te er i første rekke en asiatisk vekst, og India og Kina er de største produsentene med henholdsvis 565 000 og 356 000 tonn. Sri Lanka ligger på tredje plass med 215 000 tonn. Sovjetunionen dyrker mye te, og det er bare de tre land som er nevnt ovenfor, som har større årlig produksjon.

Kina og USA dyrker nær 1 mill. tonn tobakksblad hver, og ingen andre land har på langt nær så stor produksjon. Nærmest kommer India og Brasil med vel 400 000 tonn hver, og USSR med 330 000 tonn. I Europa ellers dyrkes det mye tobakk i Bulgaria, Hellas og Italia.

Kola er ikke med i FAO-statistikken, men det meste av dyrkingen foregår i Vest-Afrika og Brasil.

## 6. Utvikling av produksjonen for enkelte vekster og vekstgrupper.

Tabell 12 viser endringer i produksjon for viktige vekster eller grupper av vekster fra perioden omkring 1950 til de siste åra som det foreligger publisert statistikk for. Nederst i tabellen er tatt med verdens befolkning i millioner, og i de to siste kolonnene gjelder disse tall for henholdsvis 1970 og 1978.

Tabellen viser at bortsett fra rug, havre og potet som har hatt nedgang i produksjon, de to første helt fra omkring 1950, og potet fra omkring 1960, har det vært en større eller mindre økning for alle de andre vekstene/produktene. Særlig sterk har økningen vært for kveite og mais, men også ris, hirse og bygg har gått betydelig fram. Framgangen for de tropiske knollvekstene i de seinere år er forholdsvis beskjeden, og det samme gjelder kjernebelgvekstene og bomull. For oljefrø og sukker har det derimot vært en betydelig økning i produksjonen, og for den første av disse vekstgruppene er det særlig soya som har gjort utslaget.

Tabell 12. Endringer i verdensproduksjonen av forskjellige plante-  
produkter fra omkring 1950 til 1976/78. Nederst i tabellen:  
verdens befolkning i millioner.

Vekstslag/produkt	1948/52	1961/65	1969/71	1976/78
	Millioner tonn			
Kveite	171	254	329	416
Rug	37	34	31	29
Bygg	59	100	139	187
Havre	62	58	55	50
Mais	140	216	279	349
Hirse + sorghum	48	75	89	104
Ris	167	253	312	366
Korn i alt <sup>1)</sup>	692	988	1245	1515
Poteter	247	283	276	267
Andre knollvekster	121	199	231	249
Knoller i alt	368	482	507	516
Oljefrø <sup>2)</sup>	52	85	122	159
Kjernebelgvekster <sup>3)</sup>	29	42	55	61
Sukker	38	68	72	90
Bomullsfibre	8	11	12	13
Befolkning	2498	3230	3596	4182

1) De oppførte kornslag  
samt blandkorn o.l.

2) Soya, jordnøtt m. skall,  
raps, sesam, solsikke,  
bomullsfrø, ricinus, kopra.

3) Tørre: bønner,  
erter, linser,  
vikker, lupiner,  
hestebønner m.fl.

Parallelt med produksjonsøkningen har folketallet steget. For å få en grov  
antydning om hvordan disse to faktorene har virket inn på tilgangen av produktene  
i tabell 12 i den perioden det er tale om, har en regnet ut gjennomsnitt i kg  
pr. person pr. år for verden som helhet. Resultatet er vist nedenfor.

	1948/52	1961/65	1969/71	1976/78
Korn	277	306	346	362
Knollvekster	147	149	141	123
Oljefrø	21	26	34	38
Kjernebelgvekster	12	13	15	15
Sukker	15	21	21	22
Bomull	3,2	3,4	3,3	3,1

Det er bare for korn og oljefrø at det har vært jevn stigning pr. person fra omkring 1950 til de siste åra. For knollvekster og bomull har det vært nedgang fra først i 60-åra, mens det for kjernebelgvekster og sukker helst har vært konstant tilgang de siste ca. 15 år.

Endringene i produksjon har vært ulik i forskjellige deler av verden. Dette går fram av tabell 13, der en har satt opp produksjonen for forskjellige regioner. Det er brukt middeltall for to treårige perioder (1969/71 =A og 1976/78 = B), og befolkning i 1970 og 1978.

Tabell 13. Produksjon av forskjellige vekstgrupper i forskjellige regioner.

	Millioner tonn											
	Korn		Knoll- vekster		Oljefrø		Kjerne- belgv.		Sukker		Befolkning Millioner	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	1970	1978
N. Amerika	244	+64	17	+2	42	+16	1,2	0	5,3	+0,7	266	+16
V. Europa	137	+17	61	-10	2	+1	2,4	-0,7	11,5	+3,2	354	+14
Ø. Europa	63	+17	65	0	2	+1	0,9	-0,2	3,8	+0,8	105	+6
USSR <sup>1)</sup>	169	+42	94	-9	14	+1	7,5	+0,5	8,7	-0,3	243	+18
Afrika <sup>2)</sup>	43	+3	67	+9	8	-1	4,1	+0,3	2,6	+0,5	280	+68
L. Amerika	69	+16	49	-3	11	+12	4,5	-0,1	21	+6	279	+68
Nære østen	43	+11	4	+2	6	0	1,6	+0,3	2,0	+0,7	160	+41
Fjerne østen <sup>3)</sup>	208	+42	37	+15	20	+2	13	+1	8,0	+4,0	967	+216
Kina	210	+47	99	+2	22	+2	19	+5	3,9	+0,8	772	+108

1) Uten USSR

2) Uten Egypt, Libya, Sudan

3) Uten Kina, Japan

De endringene i produksjon av forskjellige vekstslag som er vist i tabell 13, har særlig interesse når de ses i sammenheng med stigningen i folketall i samme periode. En har derfor regnet ut den gjennomsnittlige produksjon pr. innbygger i middel for 1969/71 = A, og 1976/78 = B. Tallene i siste periode er satt som økning (+) eller minking (-) i kg pr. person sammenliknet med første periode (Tabell 14).

Det går fram at økningen i kornavling pr. innbygger stort sett er størst der en hadde mest fra før. I Afrika som har minst korn pr. innbygger av alle regioner, har det tilmed vært tilbakegang.



Tabell 14. Gjennomsnittlig produksjon i kg pr. innbygger i forskjellige regioner. A = middel for 1969/71, B = middel for 1976/78.

	Korn		Knoll- vekster		Oljefrø		Kjerne- belgv.		Sukker	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
N. Amerika	1080	+192	75	+4	185	+55	5	0	24	+1
V. Europa	387	+32	172	-33	6	+2	7	-2	33	+7
Ø. Europa <sup>1)</sup>	600	+120	619	-33	19	+8	9	-3	36	+5
USSR	695	+113	387	-61	58	0	31	0	36	-4
Afrika <sup>2)</sup>	154	-22	239	-21	29	-9	15	-2	9	0
L. Amerika	247	-2	176	-43	39	+27	16	-3	75	+2
Nære østen	269	0	25	+5	38	-8	10	0	13	0
Fjerne østen <sup>3)</sup>	215	-4	38	+6	21	-2	13	-1	8	+2
Kina	272	+20	128	-13	28	-1	25	+2	5	0

Fotnoter: Se tabell 12.

Tabell 14 viser videre at i Latin-Amerika og i det Nære og Fjerne østen (unntatt Kina) har kornavlingen pr. innbygger endret seg lite eller gått litt tilbake i den perioden som er på tale. Avlingen av knollvekster pr. innbygger har gått mer eller mindre tilbake i de fleste regionene. Unntakene her er Nord-Amerika og det Nære og Fjerne østen, der produksjonen av slike vekster er minst i forhold til folketallet.

Nord-Amerika har den overlegent største produksjonen av oljevekster pr. innbygger, og det er særlig soya og bomullsfrø i USA, men også rapsfrø i Canada som gir dette utslaget. I Vest-Europa dyrkes det lite oljefrø i forhold til folketallet. I Vest-Europa og Øst-Europa er det raps og solsikke som skaffer det aller meste av slikt frø. Sovjetunionen er den største produsent av oljefrø pr. innbygger etter Nord-Amerika, og det er der solsikke og bomullsfrø som gjør utslaget. De andre regionene ligger mellom 20 og 40 kg oljefrø pr. person. I Afrika er det jordnøtter, bomullsfrø, oljepalme (kjerner) og tildels sesam som skaffer det meste, mens det i Latin-Amerika er soyabønner og bomullsfrø som utgjør hovedmengden. Det dyrkes imidlertid betydelige mengder av jordnøtter og solsikkefrø i Mellom- og Sør-Amerika, og også mindre mengder av alle de andre oljevekstene som er omtalt tidligere. I det Nære østen dyrkes det mye jordnøtter og bomullsfrø, men også solsikke og sesam spiller en betydelig rolle. I det Fjerne østen er alle omtalte oljevekster representert,

med jordnøtter, bomullsfrø, kokosnøtter og rapsfrø som de viktigste produktene, men også med betydelige mengder av soyabønner, sesamfrø, linfrø og palmekjerner. I Kina er det soya, bomullsfrø, jordnøtt og raps som dominerer, men det dyrkes også endel sesam-, solsikke- og ricinusfrø.

Utviklingen i produksjonen av oljefrø har vært nokså ulik i de forskjellige regionene. I Nord- og Latin-Amerika har det vært en meget stor framgang i avling pr. innbygger i løpet av den aktuelle perioden, og det er i begge regioner økning i soyadyrkingen som kommer til syne. USA og Brasil har satt mye inn på å øke produksjon og eksport av soyabønner, og åpenbart med stort hell (Vermeer 1975). I de andre regionene er det helst små endringer i perioden, bortsett fra Afrika og det Nære østen som begge har hatt klar nedgang i avling pr. innbygger, mens Øst-Europa har hatt en betydelig framgang.

Tabell 14 viser den betydelige forskjell det er mellom Nord-Europa (uten USSR) på den ene siden og de øvrige regionene på den andre i produksjon av kjernebelgvekster. Det har for det meste vært stillstand eller svak tilbakegang i avling pr. innbygger i perioden. I Kina har det imidlertid vært en viss økning.

Latin-Amerika, Sovjetunionen, Øst- og Vest-Europa og Nord-Amerika produserer mest sukker pr. innbygger. I Latin-Amerika er det den omfattende dyrkingen av sukkerrør i de mellomamerikanske statene og Brasil som gjør utslaget, mens det i de fire andre regionene er en like omfattende dyrking av sukkerbeter. Framgangen i produsert sukker i den aktuelle perioden har stort sett holdt tritt med befolkningsøkningen, og tildels vært noe større sett i forhold til innbyggertallet, men Sovjetunionen har hatt en viss tilbakegang.

Tallene i tabell 13 og 14 viser at i Nord-Amerika, Europa, Sovjetunionen og Kina har det vært en netto økning i tilgang på de aktuelle produktene sett under ett, fordi overskuddet i kornproduksjon og tildels oljefrø vil mer enn oppveie nedgang i knollvekster, og i enkelte tilfelle kjernebelgvekster. For Afrika er bildet sterkt negativt, og for resten av regionene er det stort sett såvidt produksjonsøkningen klarer å holde tritt med befolkningstilveksten. Et unntak er den sterke stigningen i soyaproduksjon i Brasil, men det er for denne som for overskuddet av korn i de industrialiserte land et spørsmål om hvor mye som går til kraftfôr. Prognoser som er gjort på bakgrunn av utvikling i kornproduksjon og befolkning i en rekke utviklingsland, og der en også har tatt hensyn til forbruk av korn til husdyr i rike land, tyder på et økende underskudd på mat (Wortman 1976). Også fra FAO-hold blir det gitt uttrykk for

en forverring i verdens matsituasjon (Nationen 14. nov. 1979).

## B. VERDENS BRUKTE OG POTENSIELLE JORDBRUKSAREALER

### 1. Oversikt over verdens jordbruksarealer.

Av det totale landareal i verden (13.000 mill. hektar) er ca. 48% ubrukbart for jordbruksproduksjon. Resten, eller ca. 52% (6835 mill. hektar) er dels dyrket jord (1.400 mill. hektar), og dels grasmark og skog (5.440 mill. hektar). Av disse 5.440 mill. hektar ligger nå ca. 3.000 mill. hektar som permanent grasmark av større eller mindre beiteverdi.

Av det arealet som regnes brukbart til jordbruksproduksjon (6835 mill. hektar) og som ikke er dyrket (5445 mill. hektar), er det 1.790 mill. hektar som kan dyrkes og 3.655 mill. hektar som er egnet til beiteland.

Det dyrka arealet brukes i store trekk slik:

	Mill. hektar	Prosent
Kornartene	750	54
Knollvekster, sukkerrør	70	5
Oljeplanter	130	9
Andre vekster på dyrket jord	<u>450</u>	<u>32</u>
I alt	1400	100

Arealet med andre vekster på dyrka jord omfatter bl.a. fôrvekster (rotvekster, grønfôrvekster, eng og beite), grønnsaker, frukt, bær, kaffe, te, kakao, tobakk m.m. Det areal som høstes årlig, regnes til 50-65% av det totale dyrka areal. Det dyrka arealet er ca. 10% av verdens landareal, eller ca. 3% av jordas overflate. Tar en dyrka jord og potensielt dyrkbar jord under ett, kan maksimalt 25% av jordas landflate komme under kultur. Dette målet blir antakelig aldri nådd.

### 2. Arealene i forhold til klimatiske faktorer.

I polare og subpolare strøk er temperaturen totalt begrensende for all planteproduksjon av jordbruksmessig betydning. I den kaldtempererte boareale sone, som

strekker seg fra 50-55 grader og nordover, finnes 15% av verdens landareal, men bare 1,5% av dyrka og dyrkbar jord og ca. 5 % av areal som høver bare til beiting. Det hevdes at disse tallene er for låge, fordi det i denne sonen er store områder som passer for dyrking og fôrvekster. De virkelige store områdene både når det gjelder dyrka og potensielt dyrkbar jord, ligger likevel i sørligere strøk, som det går fram av følgende tall der arealene er fordelt på klimasonene:

Klimatisk sone	Millioner hektar og prosent av land			
	Dyrka og dyrkbart		Beiteland	
	ha	prosent	ha	prosent
Polare og subpolare	0	0	0	0
Kald temp. boreal	49	2	190	5
Kjølig temperert (35°-55°)	907	30	996	27
Varm temp. subtropisk (20°-35°)	555	17	842	23
Tropisk (20°-20°)	1673	51	1628	45
	3183	100	3653	100

I den kjølig tempererte sone fra 35 til 55° er det ikke nevneverdig dyrkingsjord på den sørlige halvkule. For de varm-tempererte subtropiske beltene gjelder tallene 20°-35° på begge sider av ekvator, og for det tropiske beltet 20° sør og nord for ekvator.

I tillegg til temperaturbegrensning i en større eller mindre del av året, kan også mangel på vann avgjøre veksttida, og i verdensmålestokk er vann en mer avgjørende faktor enn temperatur når det gjelder dyrkingsmuligheter og avling. Dette går delvis fram av følgende tall.

Begrensende faktor	<u>Millioner hektar og prosent av land</u>			
	Dyrka og dyrkb.		Beiteland	
	ha	prosent	ha	prosent
Ingen	502	16	328	9
<u>I forskjellig grad:</u>				
Vann	1288	41	1474	40
Temperatur	822	26	940	26
Både vann og temperatur	551	17	923	25
	3179	100	3665	100

Der det ikke er noen klimabegrensning, kan det dyrkes året rundt. Men på størsteparten av arealet vil vann, temperatur, eller begge avgrense dyrkingsperioden til en større eller mindre del av året. For dyrka og potensielt dyrkbart land gjelder dette matvekster som er tilpasset vekstvilkårene i de forskjellige områder. Alt dyrka og dyrkbart land kan selvsagt også brukes til beiting og til skog, og når det gjelder oppgavene for potensielt dyrkbart areal, er disse basert på et teknisk nivå som tilsvarer det en har i USA. Beitelandet omfatter arealer der det er sterke begrensninger for dyrking av vekster på åpen åker.

Dyrkingsmulighetene på de arealene som er satt opp i første kolonne på foregående side, er spesifisert nærmere i det følgende:

502 mill hektar (16%) tillater dyrking hele året uten vanning og uten temperaturbegrensning.

174 " " (6%) tillater normalt to avlinger. Nedbør begrenser i 4 mndr., og der det er tilgjengelig vann, kan det dyrkes året rundt hvis temperaturen tillater det. Av de 174 mill. hektar er det temperaturbegrensning på 36 mill. ha.

733 " " (23%) har nedbørbegrensning i 6 mndr. Det er her mulig å ta én normalavling, og i tillegg kan det dyrkes en matvekst med kort veksttid. Hvis en bruker tørketolerante arter og sorter, og bruker litt vanning, vil den andre avlingen bli mye sikrere. En full 12 mndr. veksttid er mulig på disse arealene hvis det er nok vann fra vanningsanlegg. Temperaturen begrenser imidlertid på 124 mill. hektar av disse 733 mill. i 4 mndr.

603 " " (19%) har tilstrekkelig nedbør i 4 mndr. av året. Dette er nok til én avling, men uten vanning er denne usikker. Selv om en har vann, vil temperaturen likevel begrense dyrking i en periode på 4-6 mndr. på 275 mill. ha av de 600 mill. ha. Det er i disse strøk stor variasjon både i mengde av nedbør og tidspunkt når regnet kommer, slik at det blir store variasjoner i avling (dry farming).

203 mill. hektar (7%) har tilstrekkelig nedbør i bare to mndr. Jordbruksproduksjon uten vanning er meget usikker, men tørketolerante arter og sorter med kort veksttid kan hjelpe noe. Vanning er en forutsetning for et noenlunde sikkert jordbruk. Det er ingen temperaturbegrensning på dette arealet.

142 " " (4%) for tørt for jordbruk. Vann må tas fra andre steder til vanning, og det er temperaturbegrensning i 4-8 mndr. på 113 mill. ha av dette arealet.

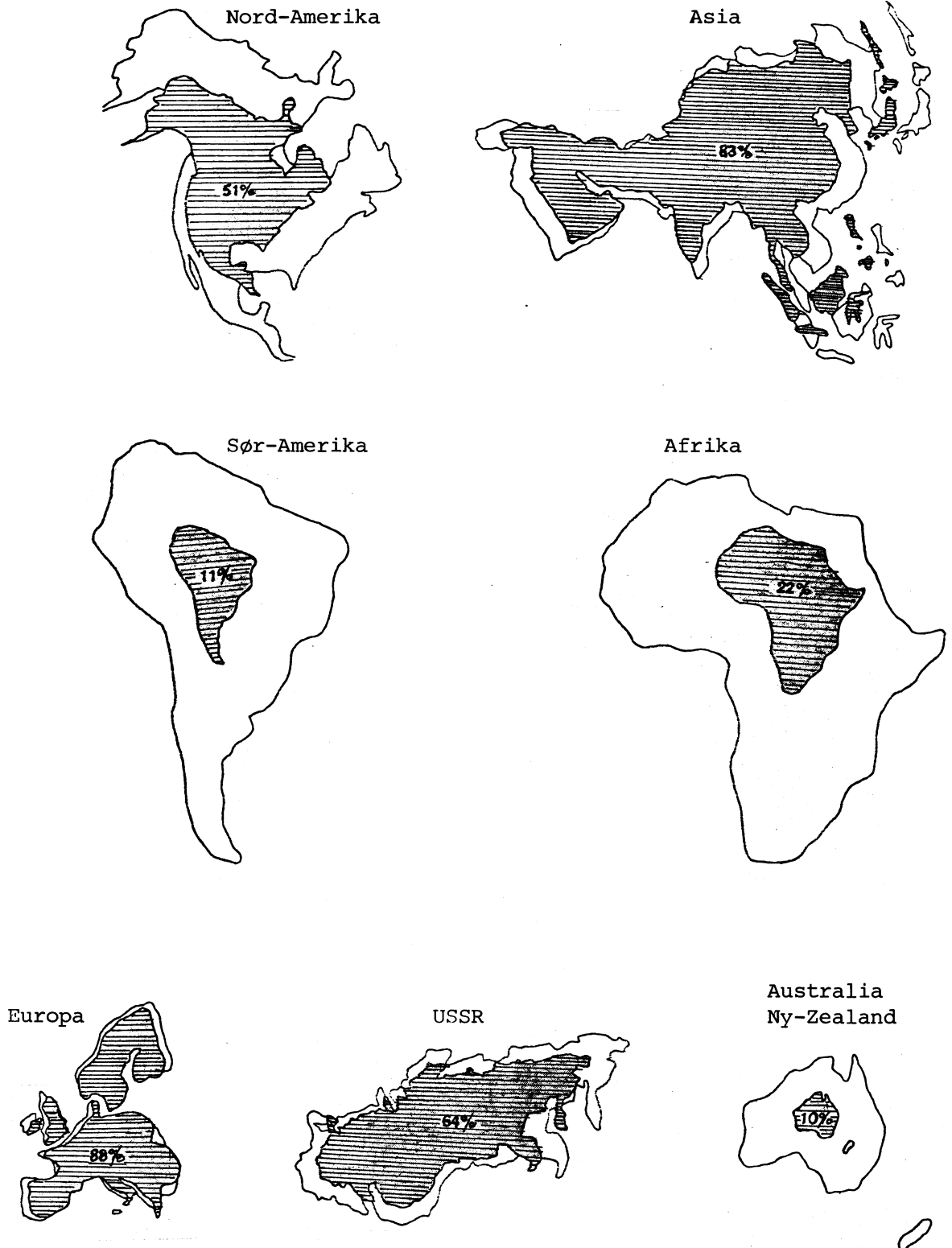
### 3. Arealer i forskjellige verdensdeler.

Fordelingen av dyrka og dyrkbare arealer på verdensdelene er vist nedenfor. Det er også tatt med befolkningen og dekar dyrka jord pr. innbygger.

	Innbyggere millioner 1977	Millioner hektar Dyrka 1977	Potensiell dyrkbare	Dekar dyrka jord pr. inn- bygger, 1977
Afrika	420	194	576	4,6
Asia	2348	434	110	1,9
N.+C. Amerika	351	260	227	7,4
Sør-Amerika	227	85	603	3,7
Europa	477	127	20	2,7
USSR	259	228	129	8,8
Oceania	22	46	138	20,9
<b>Verden</b>	<b>4104</b>	<b>1374</b>	<b>1803</b>	<b>3,3</b>

De store reservene av potensiell dyrkingsjord finnes i Afrika, Sør-Amerika og Oceania, og disse arealene er til sammen av omtrent samme størrelse som dyrka jord nå. Reservene i Asia og Europa er meget små, mens de i Nord- og Mellom-Amerika, og tildels i Sovjetunionen er ganske betydelige. Figuren på neste side gir et enda klarere bilde av disse forholdene. Det er forøvrig grunn til å regne med at en god del av de potensielle dyrkingsarealene ligger i marginale dyrkingsområder, i alle fall der reservene er små. Hvis en f. eks. i Asia trekker fra det dyrkbare arealet med så lite nedbør at en fire-måneders vekstperiode ikke er mulig uten vanning, er det lite igjen til noen økning av dyrka areal i det hele tatt.

Arealet av dyrka jord har gått opp i alle verdensdeler unntatt Europa fra



Størrelsen av de enkelte verdensdeler tilsvareer det arealet som maksimalt kan dyrkes, mens den skraverte delen med prosenttall er arealet som var dyrka i midten av 60-åra. Omarbeidet etter Hopper(1976).

først i 60-åra til de siste år. I vår verdensdel har det vært en betydelig nedgang i hele denne perioden, mens det i Nord- og Mellom-Amerika er reduksjon i dyrka areal fra 1972 til 1977. Dette går fram av følgende tall, som gjelder dyrka jord i millioner hektar.

	1961/65	1967	1972	1977
Afrika	176	184	190	194
Asia	417	421	426	434
N.+C. Amerika	250	258	262	260
Sør-Amerika	63	69	77	85
Europa	138	134	129	127
Sovjetunionen	225	225	228	228
Oceania	34	42	44	48

#### C. ENDEL PRODUKSJONSFREMMENDE TILTAK

1. Økning av avling pr. arealenhet.

a. Variasjon og framgang i avling.

Tabellen nedenfor viser avling i kg pr. dekar i middel for perioden.

1969/71 = A, og for 1976/78 = B.

	Kveite		Mais		Sorghum		Ris		Soya	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Europa	263	+74	337	+70	310	+34	461	-34	108	+27
USSR	142	+20	277	+53	142	-34	357	+26	61	+11
N. Amerika	205	+ 1	516	+68	332	+ 3	509	- 2	183	+10
L. Amerika	138	+ 8	143	+13	204	+61	170	+12	128	+36
Nære øst	107	+35	233	+23	82	- 7	371	+15	112	+78
Fjerne øst	120	+21	111	+ 2	49	+22	184	+21	75	+14
Kina	109	+28	264	+26	109	+22	322	+30	82	+ 8
Afrika	77	+ 5	102	0	68	+ 1	137	+ 1	40	+ 1
Oceania	120	+17	293	+161	203	- 8	584	-68	111	+60
Verden	152	+26	256	+40	111	+19	232	+22	133	+18



Avlingen av kveite og mais er fire ganger større i Europa enn i Afrika, av Sorghum 5 ganger større, og av ris og soya ca. 3 ganger større. En slik sammenlikning er ikke innvendingsfri. F.eks. er kveite en temperert kornart, og det er ikke å vente at den skal hevde seg i varme områder. Det dyrkes også lite av sorghum og ris i Europa sammenliknet med i Afrika, og avlingene pr. dekar kan også påvirkes av dette. Det er likevel klart at det også ligger andre årsaker til grunn for avlingsforskjellene mellom regionene, og at det vil være mye å oppnå om en kan heve avlingen pr. dekar i store deler av verden.

At dette er mulig, viser avlingsøkningen i løpet av de 6 åra tabellen omfatter. Perioden er i korteste laget til å vise den meget store framgang det har vært de siste 20-30 år, men samtidig går det fram at i de fleste tilfelle er det mulig å påvise positive resultater selv etter så få år. I middel for verden har avlingen pr. dekar gått fram med rundt 20 kg pr. dekar for kveite, sorghum ris og soya, og med hele 40 kg for mais. I Afrika har det vært stort sett stillstand i avling. De få negative utslag for enkelte vekster i noen av regionene kan være vanskelige å forklare. I noen tilfelle har de vel sammenheng med spesielle år som har fått sterk virkning på gjennomsnittet. Tydeligst er dette for ris i Europa og Oceania, der denne veksten betyr lite. Noe overraskende er resultatene for kveite og sorghum i Nord-Amerika.

#### b. Vanning

En av de viktigste faktorene når det er spørsmål om økning av avling pr. arealenhet, er tilgangen på vann. Som nevnt tidligere, er vann den mest begrensende faktoren i planteproduksjonen. Av de totale dyrka og dyrkbare arealer i verden trenger 10%, eller ca. 340 mill. hektar vanning for i det hele tatt å kunne gi noen avling. Av det samme totalarealet har 19% nok nedbør i bare 4 måneder av året, og 23% i 6 måneder.

Av det dyrka arealet på 1.400 mill. hektar i verden blir 198 mill. hektar (14%) vannet. Det er nøye sammenheng mellom fordelingen av områder med vanning og fordelingen av befolkningen, idet ca. 65% lever i land med lågt ernæringsnivå og med mindre enn 50% av den dyrka jorda. Samtidig finner en her at omtrent 75% av arealet trenger vanning. En økning av produksjonen i slike områder forutsetter at det er tilgang på vann fra elver, innsjøer eller grunnvann der ny jord skal tas i bruk.

Utviklingen av areal under vanning i verden har vært slik (mill. hektar):

1961/65	1967	1972	1977
149	159	177	198

Det er anslått at arealet vil være 300 mill. hektar i år 2.000. Hvis verdens befolkning stiger til 6 milliarder som er prognosen ved århundreskiftet, vil forholdet mellom antall mennesker og vannet areal bli omtrent som nå.

Nedenfor er gitt en oversikt over omfanget av vanning i forskjellige deler av verden i 1977:

	Millioner hektar		Prosent
	Dyrket	Vannet	Vannet
Afrika	194	8	4
Nord-Amerika	229	18	8
Mellom-Amerika	31	6	19
Sør-Amerika	85	7	8
Europa	127	13	10
USSR	228	16	7
Asia	434	129	30
Oceania	45	2	4

I Afrika er det særlig store arealer under kunstig vanning i Sudan, Egypt og Sør-Afrika som til sammen har 69% av disse arealene. I Nord-Amerika har USA 17,2 mill., og i Mellom-Amerika har Mexico 5 mill. hektar. I Sør-Amerika har Argentina 1,5, Chile 1,3, Peru 1,2 og Brasil 1,0 mill., eller til sammen 5 mill. av 6,5 mill. hektar. I Asia er det svære arealer under vanning i Kina (48,7 mill. ha), India (35,2 mill.), Pakistan (13,8 mill.), Iran (5,8 mill.), Indonesia (4,9 mill.) og Japan (3,3 mill.), for å nevne de største. Flere andre land i Asia har omkring 1 mill. hektar vannet areal. I Europa er det Spania og Ungarn som har mest av slike arealer med 2,9 mill. ha hver, mens Romania har 1,9 og Bulgaria 1,1 mill.

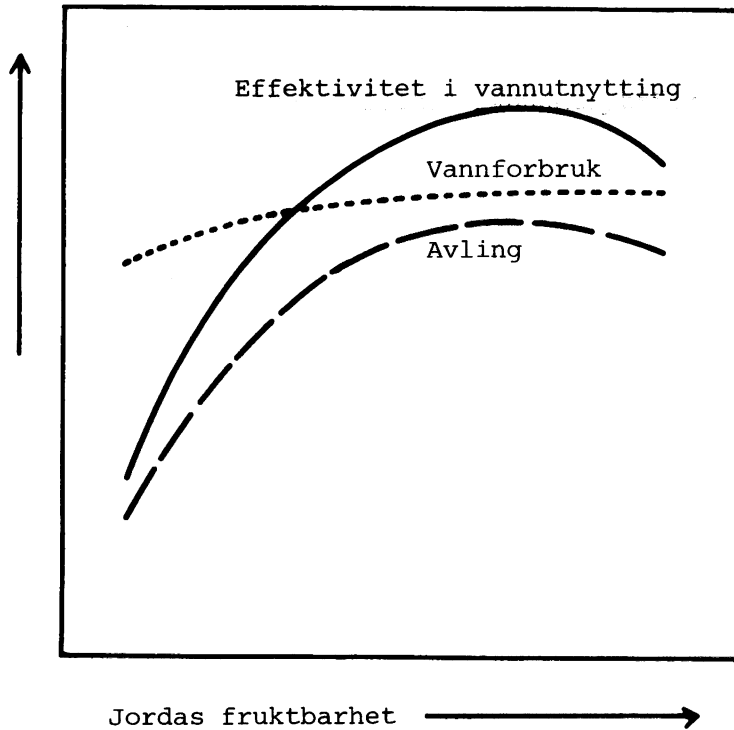
I områder der en er avhengig av kunstig vanning for å kunne øke produksjonen, er det av betydelig interesse å vite hvor store arealer det i det hele tatt er nok vann til i elver og innsjøer. Resultat av en beregning i 1967 er vist på neste side.

	Millioner hektar				
	Dyrka og dyrkbart		Vannet areal 1967	Potensielt vannings- areal	
	I alt	Med van- ningsbehov			
India	163	155	119	76	135
Pakistan	35	30		17	
Sørvest Asia	?	?		32	
Sørøst Asia (kontinent)	?	41		10	
Brasil	391	4	5	4	63
Trop. Sør-Amerika (-Brasil)	126	6		4	
Mellom Sør-Amerika	51	10		4	
Sør Sør-Amerika	108	100		51	
Tropisk Afrika	392	101	5	61	

Skal en dømme ut fra disse tallene, er det for små vannreserver til å dekke behovet til vanning i en rekke områder med tett befolkning. Dette vil nok også være tilfellet selv om en tar med de reservene som finst i grunnvann av forskjellige slag.

Kunstig vanning er i mange områder et komplisert foretak som krever omfattende kunnskaper på mange felter. Det er eksempler på at store økonomiske investeringer har vært bortkastet fordi planlegging og gjennomføring ikke var god nok. Svikt i tilgang på vann, forsumping av tett jord, saltutfelling i tørre strøk på grunn av for sparsom vanning er årsaker til at mange millioner hektar dyrket jord er gått ut av produksjon (Eckholm 1976). Det er ellers viktig at de store investeringer som omfattende vanningsprosjekter innebærer, blir fulgt opp med innsats på andre områder i plantedyrkingen (gjødsling, jordkultur, sorter, etc.).

Gjødsling og andre tiltak som gjør jorda mer fruktbar, gir en mer effektiv utnyttning av vannet. Hvis slike inngrep fører til en hurtigere og mer fullstendig dekking av jordflaten, vil en nok få større økning i fordamping fra plantene, men utover dette blir det ingen nevneverdig økning i vannforbruket. Der plantedekket er fullstendig fra før, vil gjødsling ikke øke forbruket av vann, og bedring av jordas fruktbarhet vil derfor være et viktig middel til å øke produksjonen pr. liter vann som tilføres. Dette går fram av følgende figur.



c. Bruk av handelsgjødsel

Det industrialiserte jordbruk med stor innsats av maskiner, handelsgjødsel, sprøytemidler etc. har sine negative sider, men i mange tilfelle skyldes dette misbruk av kostbare produksjonsmidler eller manglende kunnskaper om uheldige virkninger. Det er imidlertid ingen tvil om at USA's jordbruk har vært redningen for millioner av mennesker i krisesituasjoner i deler av verden med liten energi-innsats i jordbruket. For land med et mer eller mindre konstant underskudd på mat, er det av flere grunner ikke noen framtid i å få dekket underskuddet fra industrialisert jordbruk i andre deler av verden (Hopper 1976). Det er da ikke stort annet en kan gjøre enn å øke landets egen jordbruksproduksjon bl.a. ved hjelp av handelsgjødsel, og særlig nitrogen-gjødsel. Tallene på neste side viser at det er meget store forskjeller mellom regioner når det gjelder forbruk av N, P og K i handelsgjødsel. Forbruket gjelder dyrka jord som omfatter ettårige og vinterrettårige vekster, kortvarig eng og beite, grønnsaker både i handelsmålestokk og kjøkkenhager, brakk og langvarige kulturer som f.eks. frukt, bær, sisal, kaffe, te, kakao, m.m. Forbruket er dessuten regnet ut for jordbruksland, som i tillegg til det som er nevnt ovenfor, også omfatter permanent eng og beite.

Selv om jordart og klimaforhold tilsier at forbruket av de tre hovednæringsstoffer må variere mellom områdene, er det uten videre klart at det brukes for lite handelsgjødsel på store deler av verdens jordbruksareal. For nitrogen-gjødsel henger dette sammen med teknologiske nivå og energiproduksjon i de enkelte land, men også økonomiske forhold og spiller en stor rolle.

	Nitrogen				Fosfor				Kalium			
	Mengder i kg pr. dekar											
	Jordbr. areal		Dyrka areal		Jordbr. areal		Dyrka areal		Jordbr. areal		Dyrka areal	
	1966	1976	1966	1976	1966	1976	1966	1976	1966	1976	1966	1976
N. Amerika	1,1	2,1	2,6	4,4	0,4	0,5	0,9	1,1	0,6	0,9	1,3	2,0
L. Amerika	0,1	0,3	0,7	1,6	+	0,1	0,2	0,6	+	0,1	0,2	0,6
Europa <sup>1)</sup>	3,0	5,4	4,8	8,8	1,1	1,6	1,8	2,6	2,0	3,0	3,3	4,8
USSR	0,4	1,2	1,2	3,1	0,1	0,3	0,3	0,8	0,3	0,8	0,7	2,0
Afrika <sup>2)</sup>	+	0,1	0,1	0,3	+	+	+	0,1	+	+	+	0,1
Nære øst	0,2	0,6	0,6	2,0	+	0,2	0,1	0,5	+	+	+	+
Fjerne øst	0,5	1,5	0,6	1,6	+	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
Oceania	+	0,1	0,3	0,5	0,1	0,1	1,4	1,1	+	+	0,4	0,5
Verden	0,5	1,0	1,5	3,0	0,2	0,3	0,5	0,8	0,2	0,4	0,8	0,3

1) Uten USSR

2) Uten Egypt, Libya, Sudan

Verdens reserver av fosfor og kalium er meget store, og det regnes med at det er tilstrekkelig kalium i 1000 år og fosfor i 600 år, selv med et betydelig høyere forbruk enn det vi har nå. Men det blir antakelig dyrere å utvinne disse plantenæringsstoffene etter hvert, og det er derfor viktig at de ikke sløses bort. Mange har tatt til orde for gjenvinning av fosfor som nå går i havet (Colbjørnsen 1973, Røed 1976, Parker 1976).

Middeltallene for forbruk av handelsgjødsel som er vist ovenfor, skjuler selvsagt stor variasjon mellom enkelte land. Nederland brukte f.eks. 21 kg N pr. dekar i 1976, og det tilsvarende tall for Norge var 11 kg. USA hadde et forholdsvis lite forbruk med 2,3 kg N pr. dekar. I Nederland har det etter hvert oppstått tvil om det er riktig å bruke så sterk nitrogengjødsling, både på grunn av forurensninger og skadelige virkninger på kvaliteten hos produkter i jord- og hagebruk.

I NLVF-utredning nr. 73 er det gitt en oversikt over avlingsutslag ved gjødsling med nitrogen til forskjellige vekster, og i forskjellige deler av verden. Ved moderate N-mengder ligger utbyttet stort sett på 10-20 kg

tørrstoff og 1,5-3 kg protein pr. kg N i gjødsel.

#### d. Plantevern

Et stort antall sjukdommer og skadedyr er med og forbruker planteproduktene i verden, som virus, bakterier, sopp, protozoer, nematoder, insekter, fugler og gnagere. I tillegg kommer ugraset som reduserer produksjonen ved konkurranse med kulturplantene om næring, lys og vann. Walker (1975) har gitt en oversikt over tap på grunn av sjukdommer, skadedyr og ugras i verden i 1967, og nedenfor er vist et utdrag for forskjellige vekstgrupper.

Tap i prosent av potensiell avling

	Insekter	Sjukdom	Ugras	Total
Middel for alle kornarter	14	9	11	34
Potet, sukkerv., grønnsaker	14	18	11	43
Citrusfrukter, druer	6	17	6	29
Stimulansvekster	11	16	11	38
Oliven, soya, jordnøtt, palmekjerner	10	11	13	34
Annet oljefrø	10	7	7	24
Fiberv. og nat. gummi	13	13	7	33

Walker (l.c.) hevder at en har for lite kjennskap til skadeomfang og skadeårsaker i mange deler av verden, og at det derfor er vanskelig å gi rettleiing om rådgjerder mot angrepene.

Parker & Freyer (1975) omtaler spesielt tap på grunn av ugras. De har delt verdens jordbruk i tre grupper etter grad av industrialisering, og beregnet tapene for hver av disse. Gruppe A omfatter jordbruk med høg grad av mekanisk ugraskontroll og optimal bruk av herbicider. Det er særlig jordbruk i Nord-Amerika, Europa og Japan som er tatt med her. Gruppe B omfatter områder der det er en viss grad av mekanisk ugrasbekjempelse, og der det også brukes endel herbicider, men uten at en oppnår tilstrekkelig reinhold. De viktigste områdene i denne gruppen regnes å ligge i Sør-Europa, i det nære østen, og i deler av Sør-Amerika og Nord-Afrika. Også mye av den kanadiske og australske kveitedyrking faller i denne kategorien. Gruppe C omfatter det minst utvikla jordbruket, med små bruksenheter der det er lite eller ingen mekanisering og

heller ikke bruk av herbicider. Ugrasreinhold skjer vesentlig med hånd. Det meste av jordbruket i Afrika, Asia og Latin-Amerika kommer inn her.

Ved beregning av tap på grunn av ugras i de tre klassene av jordbruk, har en brukt tall for produksjon i FAO (1972). Resultatet er vist nedenfor.

	Prosent av dyrka jord	Relativ prod. pr. dekar	Prosent av total matprod.	Prosent tap fra ugras	Tap i prosent av verdens matvarepr.	Tap av mat pr. år <sup>6</sup> 10 <sup>6</sup> tonn
A. Høgt utvikla	20	x 1,5	30	5	1,5	38
B. Middels "	50	x 1,0	50	10	5,0	125
C. Lite "	30	x 0,67	20	25	5,0	125
Total					11,5	288

I varme områder gjør forskjellige gnagere, fugler og aper store skader. Verst er en rekke rottearter som både ødelegger planter og eter produktene på marken, og som tar for seg av avlingen under lagring. Skadene skjer på så forskjellige vekster som kornartene, kokosnøtt, sukkerrør, oljepalme, kakao og rotvekster (Sanchez 1975). Det er bare usikre anslag av omfanget av slike skader, men i år med sterk oppformering av gnagere er det eksempler på at tapene har ført til direkte matmangel (Sanchez l.c.). For India har det vært oppgitt tap på fra 1 mill. til 12 mill. tonn av den årlige kornproduksjon, og for enkelte øyer i Stillehavet kan rotter ødelegge 50% av kokosnøtt-avlingen. En kan føye til at rotter og andre gnagere også angriper små husdyr, og at de overfører sykdommer på mennesker og dyr.

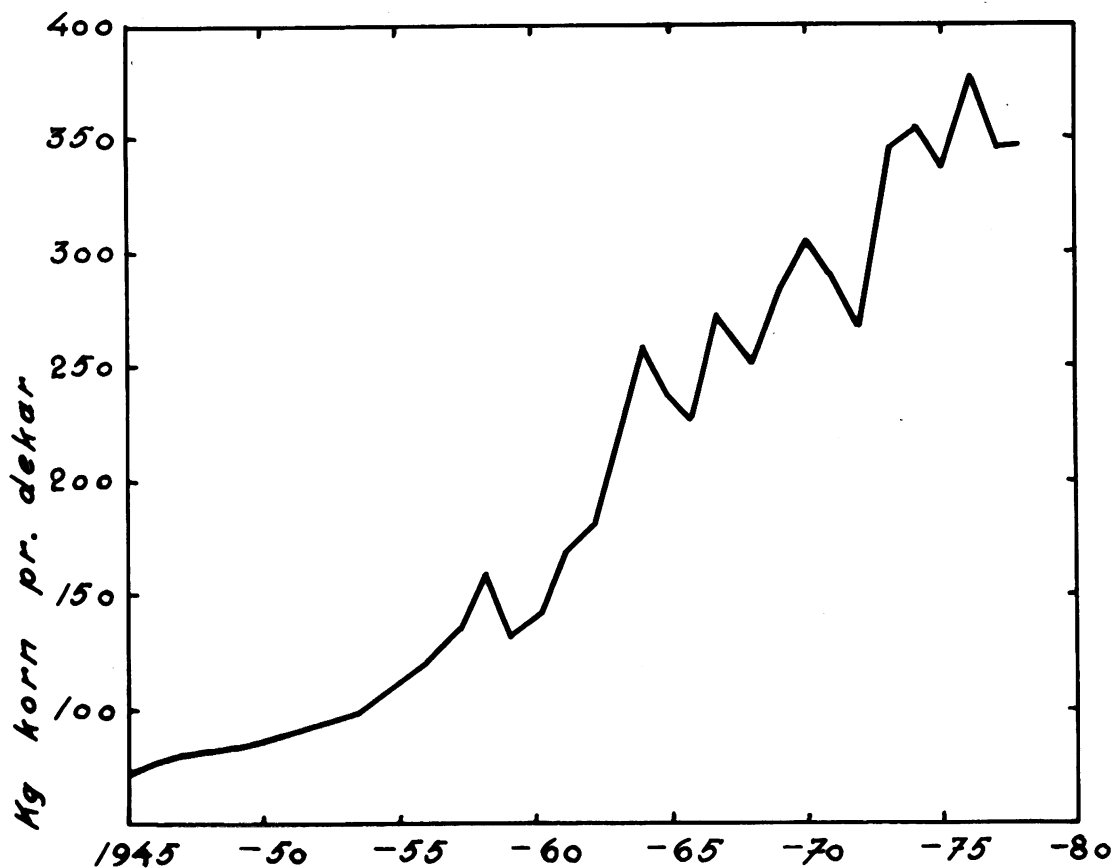
e. Planteforedling

(i) Avling av korn

Ett av de mest optimistiske syn på planteforedlingens rolle i forbindelse med verdens matforsyning finner en hos Jennings (1974). Han holder 100% avlingsøkning ved foredling for mulig hos alle tropiske matvekster. Han hevder også at selv om en hos ris og kveite har laget sorter med dobbelt så stor avling som de gamle (600-900 kg korn pr. dekar på god jord), er det muligheter for ny stigning til 1400 kg pr. dekar og mer. Til grunn for slike påstander ligger resultater av genetiske beregninger. Det er den variasjon som er kjent for

effektivitet i fotosyntese og i evne til å overføre næringsstoffene til kornet, som tilsier slike framtidige resultater. Jennings (l.c.) stopper ikke med dette. Han mener det i framtida må bli en rutinepraksis å overføre  $C_4$ -egenskapene fra mais og sukkerrør til kveite og ris, dvs. å krysse dem.

Resultater av foredlingsarbeid med kveite i Mexico kan kanskje bekrefte påstanden om avlingsstigning. Arbeidet begynte i 1943, og nedenfor er vist utviklingen av kornavling pr. dekar fra 1945 til 1975.



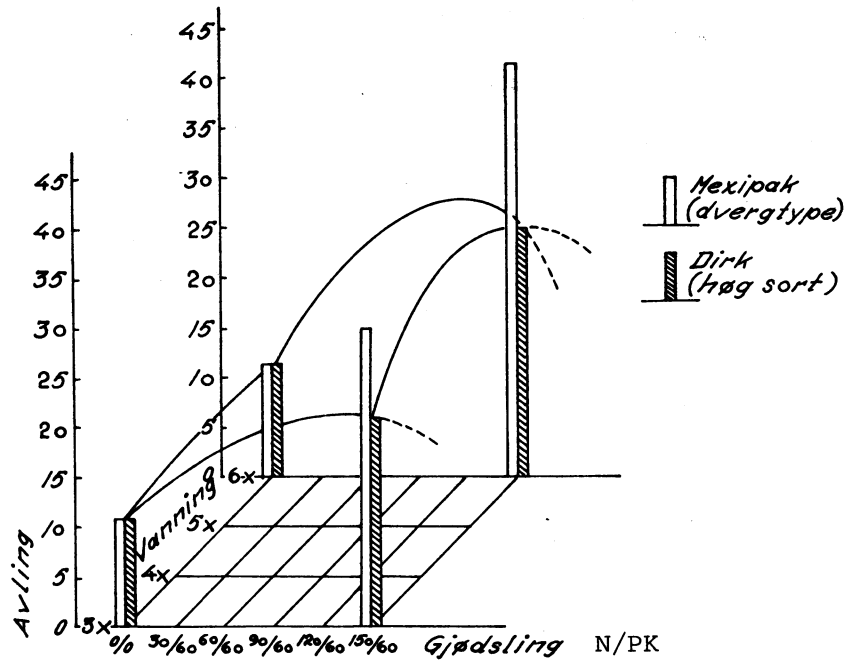
Kveiteavling pr. dekar fra 1945 til 1978 i Mexico

Figuren taler for seg selv, men det er klart at også andre faktorer har endret seg i perioden.

Avlingsutviklingen i et land er gjerne sterkt korrelert med forbruket av handelsgjødsel, og spesielt av nitrogen gjødsel. En kan imidlertid ikke se forbruket av handelsgjødsel uavhengig av den teknologiske utvikling for øvrig, og medvirkende årsaker til avlingsøkningen i jordbruket er derfor bl.a. forbedringer i jordkultur og dyrkingsteknikk, kalking, drenering, vanning, bruk av plantevernmidler og bedre sortsmateriale. Nitrogenervirkningen er i høy grad avhengig av tilgang på vann, men dette kommer særlig til uttrykk når sortsmaterialet som dyrkes, er i stand til å utnytte gode vekstvilkår. For

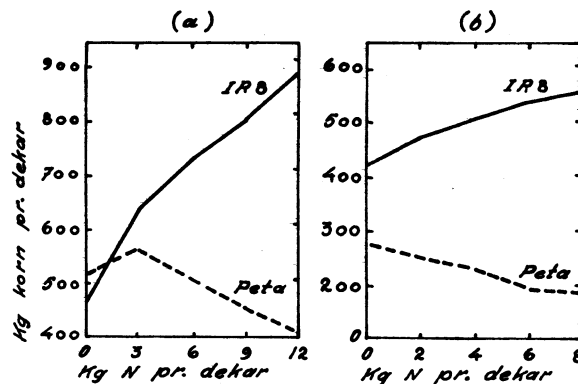


korn er denne evnen ofte knyttet til kort og stivt strå. Resultater fra gjødslings- og vanningsforsøk med kveite i Pakistan er vist i følgende figur (Thielebein 1968).



Virkning av stigende nitrogenmengde og vanntilførsel på kornavling hos kveite med langt og kort strå.

Resultat av et liknende forsøk med gammel sort av ris med langt, veikt strå (Peta) og ny kortstrået sort (IR8) er vist i neste figur (Chandler 1969). I denne undersøkelsen, som er gjort på Filippinene, ble samme gjødslingsforsøk gjennomført både i den solrike tørketida med kunstig vanning (a), og i regntida med mer skyet vær. Det går fram av figuren at avlingsnivået er høyere ved dyrking i tørketida, og at de to sortene reagerer motsatt på nitrogen gjødsling.



Avling hos foredlet (IR 8) og lokal ris (Peta) i tørketida (a) og regntida (b) på Filippinene.

(ii) Proteininnhold og proteinkvalitet hos korn.

Kornartene er den viktigste matkilde i verden. De dekker direkte eller indirekte ca. 75% av menneskenes energibehov i mat, og ris alene skaffer 60% av energien til minst halvparten av verdens befolkning. Når de som nevnt tidligere, også dekker ca. 50% av verdens proteinbehov som ligger nær 100 mill. tonn årlig, forstår en at en økning av proteininnholdet og ikke minst, en forbedring av proteinkvaliteten har vidtrekkende virkninger.

Som omtalt i avsnittet om fettproduserende vekster, oppstår det problemer når proteininnholdet stiger ved foredling. En økning i proteinkonsentrasjonen i korn følges som regel av en tilsvarende nedgang i innhold av karbohydrater. Hvis kornavlingen skal holdes på samme nivå når proteininnholdet i korn økes, må plantene skaffe den tilleggsenergi som er nødvendig for å erstatte karbohydrater med protein. Det er derfor et motsetningsforhold mellom økning av proteinkonsentrasjonen i korn og økning av tørrstoffavlingen. Det er også pekt på at det går med mer nitrogen når proteininnholdet i kornet stiger (Rabson et al. 1977). Dette nitrogenet kan kanskje skaffes ved en mer effektiv overføring av N fra grønne plantedeler. Men hos de høgtytende sortene som brukes nå, er det allerede en så effektiv mobilisering av nitrogen fra vegetative deler til kornet at det antakelig vil være lite å oppnå. I så fall må det økte nitrogenbehovet dekkes ved sterkere N-gjødsling. Det er også påvist forskjeller i energikrav når det gjelder syntese av ulike aminosyrer (Rabson et al. l.c.). F.eks. krever syntesen av histidin, arginin, lysin og tryptofan dobbelt så mye energi i assimilert glucose som syntesen av glutaminsyre.

Det større energibehov ved oppbygging av protein og viktige aminosyrer dreier seg om ca. én prosent for en økning i protein- eller lysininnhold på én prosent, og det vil i alle fall bremse en samtidig økning av kornavling og proteininnhold i kornet. Men om en bare klarer å holde den avling en har fra før når f.eks. lysininnholdet stiger, vil verdien av avlingen som mat bli større.

Det var oppdagelsen av maismutantene Opaque-2 (lysinrik) og Floury-2 (lysin- og metioninrik) som ga opptakten til det omfattende arbeid som er

i gang i verden for å øke kornets protein-, lysin- og metionininnhold (Mertz et al. 1964). Etter kryssninger med disse mutantene er det laget sorter av mais med mye høyere dyrkings- og ernæringsverdi. F.eks. er mennesker som led av ernæringsjukdommer helbredet etter to måneder på kost av Opaque-2 mais (Burton 1968, Nelson 1969). Det arbeides også med å gjøre aminosyrene (og niacin) lettere tilgjengelig for mennesker og én-maga dyr. I maiskorn finnes 30% av aminosyren lysin i glutelin-fraksjonen, og for mange én-maga dyr og mennesker er denne fraksjonen helst ufordøyelig. Vanlig mais skaffer også for lite tryptofan, og tryptofan er samtidig et forstadium for niacin i B-vitaminkomplekset. Ensidig maiskost fører derfor til angrep av forskjellige sjukdommer, bl.a. hudsjukdommen pellagra. Oppvarming av tørre maiskorn i en 5% oppløsning av kalkvann til nær koking i 30-50 min., med påfølgende skylling, tørking og finmaling, er framgangsmåten når en lager tortillas i Mellom-Amerika. Det viser seg at en slik behandling øker de relative mengdene av essensielle aminosyrer og niacin. Den relative mengden av lysin blir f.eks. 2,8 ganger større. Det er også vist at det er i områder der denne teknikken brukes, at mais er en viktig matvare, og har vært det i århundrer (Katz et al. 1974).

Regelen om parallell variasjon i utviklingen av forskjellige arter av kulturvekster gjorde det sannsynlig at en kunne finne mutanter med høgt protein- og lysininnhold også hos de andre kornartene. Undersøkelser som ble satt i gang, viste da også at dette var tilfellet (Eggum 1973). I bygg kom en på Svaløf over den protein- og lysinrike mutanten som ble kalt Hiproly. Den ble funnet i byggmaterialer fra Etiopia, og sammenliknet med havre, som har mest lysin av kornartene, var innholdet som vist nedenfor (Gullord 1977).

	Havre	Bygg	
		Vanlig	Hiproly
Lysin	4,2	3,4	4,2
Metionin	2,5	1,2	1,5
Proteinprosent i avskallet korn	17,1	15,7	17,1

Hiproly og andre mutanter som er oppdaget, holder ikke mål i avling og andre agronomiske egenskaper. De brukes derfor i kryssninger for å lage sorter som kan gi tilfredsstillende kornavling med høyere proteininnhold. Dette har vist seg vanskelig å oppnå av grunner som er omtalt tidligere. Det er derfor

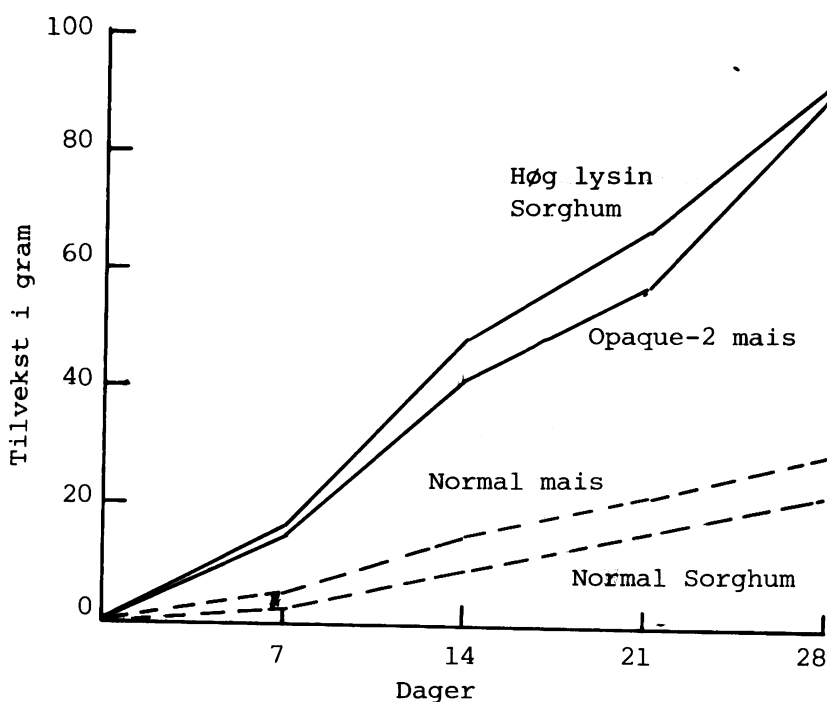
ennå ikke sorter med høgt protein- og lysininnhold på markedet i Europa. Den store interesse for å øke protein- og lysininnholdet i bygg i vår del av verden, henger sammen med at denne kornarten for det meste går til kraftfór for svin. Det har vist seg at korn fra slike mutanter gjør det mulig å spare proteintilskudd fra andre kilder i fóringen, f.eks. fra soya (Eggum 1973).

I verdensmålestokk er en økning av protein- og lysininnholdet i kveite og ris langt viktigere enn i bygg, fordi disse i mye større utstrekning brukes til mat. Dessuten er det mange steder mindre muligheter til å få dekket et proteinunderskudd fra husdyrprodukter, som tilfellet er hos oss. Det har vist seg at den negative sammenhengen mellom proteininnhold og kornavling ikke er så sterk hos kveite som hos bygg, og det er kommet proteinrikere sorter på markedet. Mutanten Atlas 66 har vært en viktig faktor i dette arbeidet (Johnson et al. 1969). Det har imidlertid vært et problem hos kveite at en økning i proteininnholdet medfører en relativ nedgang i innhold av lysin. Ifølge Johnson et al. (1978) synes dette problemet å kunne løses.

Ris har et relativt høgt lysininnhold i kornet, men proteininnholdet er lågt (6-8%). Også hos denne arten er det negativ sammenheng mellom konsentrasjonen av protein i kornet og kornavlingen, men flere undersøkelser viser at denne kan brytes (Monyo & Sugiyama 1978). Om det ikke allerede er kommet proteinrikere sorter på markedet, er det bare et tidsspørsmål når det vil skje. Det er en meget sterk innsats på dette området i mange risdyrkende land, og ikke minst ved risforedlingssettret på Filippinene.

Artley (1975) skriver at sorghum er mat, brensel og byggemateriale for mer enn 300 mill. mennesker i Latin-Amerika, Afrika og Asia. Denne veksten kan dyrkes på tørrere jord enn det som trenges til mais og kveite, og den krever også mindre gjødsel enn disse. Samtidig er protein- og lysininnholdet i korn av sorghum mindre enn i kveite og mais. Det er imidlertid oppdaget to linjer av sorghum i Etiopia med 30% høyere proteininnhold og to ganger mer lysin enn det vanlige hos denne arten. Det er visse problemer med å utnytte disse linjene direkte, fordi kornet er sprødt og knuses ved den hardhendte treskingen som brukes. Hos slik knust korn vil den lysin- og proteinrike delen oftest forsvinne underveis. I foredlingsarbeid i USA kombineres derfor genene for mer og bedre protein hos disse linjene med ønskede egenskaper

fra andre sorghum-typer, slik at de ernæringsmessige fordelene kommer til nytte. Diagrammet nedenfor viser resultat av foringsforsøk med korn fra disse høg-lysin linjene og fra normal sorghum. Til sammenlikning er vist tilsvarende utslag ved bruk av Opaque-2 mais og vanlig mais.



Resultat av fôringsforsøk med rotter som vokste omtrent fire ganger bedre på høg lysin enn på vanlig sorghum. Til sammenlikning tilsvarende resultat for normal og Opaque-2 mais.

Havre har større proteininnhold og bedre aminosyresammensetning enn de andre kornartene (mer lysin). Da den dessuten er fettrikere og har en gunstig fettsyresammensetning for mennesker, blir den betraktet som den beste matveksten av kornslagene. Utenlandske forskere har særlig pekt på betydningen av havre hvis en skal øke matproduksjonen i kjølige og mer fuktige områder i verden. Det er da også mulig å øke proteininnholdet hos havre i minst like stor grad som hos bygg og kveite. Dette går fram av analyser som er gjort på materiale fra verdenskolleksjonen av havre:

	Antall sorter		Prosent protein	
			Fra	til
Robbins et al. (1971)	289	Avskallet	14	- 24
Frey (1973)	3300	Ikke avskallet	8	- 21
Mattson (1977)	2000		10 pst.	enheter

Resultatene på forrige side gjelder vanlig havre (*A. sativa*). Enda høyere proteininnhold er påvist hos *A. sterilis*, der enkelte linjer har hatt korn med 27-35%. Det vil selvsagt by på problemer å få overført så høgt proteininnhold fra vill til dyrket havre. Det foreligger imidlertid resultater fra foredlingsarbeid der en har hevet proteinprosenten betraktelig, og det er sendt ut sorter fra foredlere i USA med over 20% protein i avskallet korn (Frey 1976). Også svenske foredlere har oppnådd lovende resultater i arbeidet med å lage proteinrike havresorter (Mattson 1977).

Flere undersøkelser har vist at havreprotein har høy biologisk verdi (Gullord 1977). En viktig grunn til dette er at havre har lite av det lysinfattige avenin. Dette er et prolamin i endospermen hos korn, og det utgjør hos havre ca. 12% av proteinet, mot 40 til 60% av det tilsvarende reserveprotein hos andre kornarter. Til gjengjeld har havre omkring 80% av proteinet i form av det lysinrike globulin som finnes i aleuronlaget (Burrows 1975). Det er ellers et viktig forhold at proteininnholdet hos havre kan økes uten at den biologiske verdi avtar, som tilfellet synes å være hos kveite. Dette gjelder enten økningen skjer ved nitrogen gjødsling eller ved foredling. Det er således funnet at forholdet mellom avenin- og proteininnhold var nær konstant (0,18-0,19) i et plantemateriale der proteinprosenten varierte fra 9,3 til 15,8 (Frey 1976).

Avlingen av protein pr. arealenhet er produktet av plantenes frøavling, og det prosentiske innholdet av dette stoffet. I samsvar med dette har plante-foredlere hevet proteininnholdet i frø hos sorter med stor avkastningsevne, f.eks. ved innkryssing av høgprosentige plantematerialer, for på den måten å øke totalproduksjonen av protein. Men etter hvert som proteinprosenten kom opp på et stadig høyere nivå, fikk en problemer med å holde en tilfredsstillende tørrstoffproduksjon hos slike sorter (Frey 1976). Selv om det i flere tilfeller har vist seg mulig å bryte denne negative sammenhengen, er det hevdet at de store energikostnadene ved plantens syntese av protein sammenliknet med f.eks. stivelse, vil føre til en nedgang i høstet energiavling når proteininnholdet kommer over et visst nivå.

(iii) Avling, proteininnhold og aminosyresammensetning hos andre vekster.

Det foregår selvsagt foredlingsarbeid også med andre vekster enn kornartene, uten at en skal gå i detalj om dette her. Det bør likevel nevnes at med den betydning kjernebelgvekstene har som direkte næringsplanter mange steder i verden, er det naturlig at disse er gjenstand for betydelig interesse i plante-foredlingen. Det har imidlertid vist seg vanskeligere å oppnå særlig store resultater av innsatsen til nå. Om en regner den fettrike soyabønne med her, har det f.eks. ikke vært på langt nær så stor avlingsøkning pr. dekar i USA som hos mais (MacKey 1979). I arbeidet med å øke avlingen har en også gått nærmere inn på Rhizobium-artene for å gjøre disse mer effektive som nitrogen-samlere. Viktige foredlingsmål er også forbedring av proteinkvaliteten og fordøyeligheten. Når det gjelder aminosyresammensetningen, har en i første omgang prøvd å øke metionininnholdet. Baldi & Salamini (1973) har påvist betydelig variasjon i innhold av S-holdige essensielle aminosyrer hos 22 Phaseolus-arter, og de mener at det er grunnlag for å foredle bønner med tilfredsstillende innhold av disse aminosyrene. Det er også genetisk variasjon i det totale proteininnhold hos erter (Wolf 1975). Kelly & Bliss (1975) påviste forskjeller i innhold av enkelte essensielle aminosyrer hos fire sorter av hagebønne med fra 22 til 32% protein i frøet. Hos den ene av sortene ble metionin dårligere utnyttet enn hos de andre. Blant annet arbeid som foregår med kjernebelgvekster, nevnes studier over struktur og biosyntese av frøproteinet (Boulter 1979), og variasjon i avling og proteinfraksjoner hos ert der en har induisert mutasjoner ved røntgenbestråling. Skinnes (1979) har studert genetiske forhold hos åkerbønne (*Vicia faba* ssp. *minor*), med særlig vekt på karakterer som har betydning for norske forhold. Det er også nevnt resultater av induerte mutasjoner som har hatt positiv virkning på frøavlingen. Hans egne krysninger mellom åkerbønne og en annen underart, *V. faba* ssp. *major* (bondebønne) viste sterk positiv heterosis for frøavling.

Det har i de seinere år vært økt interesse for kjernebelgveksten lupin. Denne slekten omfatter mer enn 100 storvokste arter som for det meste hører hjemme i Sør- og Nord-Amerika, men også i Middelhavsområdet. Felles for mange arter av belgplantene er et høgt innhold av tildels giftige bitterstoffer (alkaloider), og lupin er ikke noe unntak på dette området. Det er imidlertid foredlet sorter med svært lite av bitterstoffer, og det er helst disse som har interesse idag (søtlupin). Flere lupinarter har lenge vært dyrket som prydplanter, mens det i

jordbruket særlig er tre arter med store frø som er blitt utnyttet. Disse er hvitlupin (*L. albus*), gullupin (*L. luteus*) og blålupin (*L. angustifolius*), og de stammer alle fra land ved Middelhavet.

Lupin brukes til beite, grønnfôr, surfôr og til frøproduksjon. Frøet kan brukes til dyrefôr og som mat for mennesker. Ifølge Gladstones (1970) foregår det omfattende dyrking av hvitlupin i Sovjetunionen der arealet i 1970 var beregnet til 25 mill. dekar, og der en ved Kiev har et forsøksareal med lupin på 8000 dekar (Kolderup 1977). De tre artene av lupin er også dyrket i andre østeuropeiske land, men som i Sovjetunionen er det hvitlupin som dominerer.

De nitrogenfikserende bakteriene hos lupin er meget effektive, og de kan binde mer nitrogen fra jordlufta enn hva tilfellet er hos andre belgvekster (10-20 kg N pr. dekar mot 5-10 kg hos soya, erter og åkerbønner). Denne egenskapen, sammen med tilpassing til jord med låg pH og dyptgående rotsystem, har gjort lupin til en viktig proteinprodusent i områder med mye sandjord.

Det kjemiske innhold i frø av forskejlige lupinarter (Gladstones 1970) og i soyagrøpp (Breirem & Homb 1970) går fram av følgende tall:

Prosent av tørrstoff

		Råprotein	Råfett	Rå- trevler	N-fri ekstr.
Gullupin	Hele frø	42	5	17	32
	Uten skall	54	6	5	31
Blålupin	Hele frø	34	5	15	43
	Uten skall	42	6	5	43
Hvitlupin	Hele frø	38	9	12	38
	Uten skall	44	11	4	38
Soyabønner	Grøpp	43	20	7	24

Frøskallet hos lupin er forholdsvis tykt og inneholder mye trevler og lite protein. Avskallet frø er derfor mye trevlefattigere og proteinrikere enn hele frø. Det er innholdet i hele frø som må brukes ved sammenlikning med soyagrøpp. En ser da at proteininnholdet i gullupin og soyabønner er omtrent likt, mens



de to andre lupinartene ligger betydelig lågere. Fettprosenten i soyagrøpp er minst dobbelt så høg som i den fettrikeste av lupinartene (hvitlupin).

Tallene ovenfor viser at lupinartene er aktuelle til produksjon av frøprotein i områder der soya ikke slår til, og der forholdene ellers ligger til rette for dyrking av lupiner.

Proteinkvaliteten hos lupinfrø er stort sett som den en finner hos andre belgvekster. Innholdet av lysin og metionin er imidlertid mindre hos de tre lupinartene enn hos soya. Gullupin synes derimot å ha et høgere innhold av cystin enn soya (Gladstones 1970). Ifølge Hudson & Bray (1977) er det metionin og cystein som er begrensende aminosyrer hos de fleste lupinarter.

Gladstones (1970) refererer en rekke forsøk som viser at hovedkomponentene i lupinfrø har høg fordøyelighet hos de fleste husdyr, og at opp til halvparten av animalsk protein i tradisjonelle fôrrasjoner til enmaga dyr kan erstattes med lupinprotein uten at det går ut over produksjon og tilvekst. Hove (1974) viste at avskallet frø av gul- og blålupin var et effektivt supplement til byggmel ved fôring av rotter. Det var likevel nødvendig å gi tilskudd av metionin.

Lupinsorter som er i handel i flere europeiske land, og som kan brukes til dyrking av proteinrike frø til mat og proteinrikt kraftfôr, trenger for lang veksttid til at de når årsikker modning hos oss. Med det fordelingsarbeid som nå er i gang på forskjellige steder i verden, er det likevel mulig at det kan skje endringer i dette.

Flere vekster i korsblomstfamilien har proteinrike frø som brukes til kraftfôr etter at fett er tatt ut. Dette kraftfôret har imidlertid begrenset bruk fordi det inneholder forskjellige svovelholdige glukosider. Disse blir spaltet til stoffer med uheldige virkninger spesielt for enmaga dyr. Glukosinolatene kan fjernes fra mjølet ved tekniske metoder, men dette er kostbart og fører til tap av protein. Det er derfor nærliggende å fjerne disse stoffene ved foredling. Det finnes plantematerialer av både vårraps og vårrybs med mindre enn 0,5% glukosinolater (mot 3-8% i svenske handelssorter), men disse har ikke tilfredsstillende dyrkingsverdi. Det er likevel bare et tidsspørsmål når slike "Double-Low" typer med tilstrekkelig lite innhold av både erukasyre og glukosinolater blir å finne i handelen (Andersson 1977).

Raps- og rybsmjøl som er nesten fritt for glukosinolater, kan brukes som kraft-

før både til drøvtyggere og enmaga dyr, og det kan også bli aktuelt til menneske-  
mat. Det er derfor blitt økt interesse for proteininnholdet og aminosyresammen-  
setningen i frøet hos disse vekstene. Det foreligger resultater av flere under-  
søkelser som viser betydelige variasjon både i proteininnhold og aminosyre-  
sammensetning mellom sorter og varieteter hos raps og rybs. Som eksempel nevnes at  
Josefsson & Bengtsson (1974) fant en variasjonsbredde på ca. 11 prosentenheter  
hos et stort antall enkeltplanter, og det var positivt utslag for utvalg for  
høg proteinprosent. De viste også at proteininnholdet i mjølet kan økes samtidig  
med at det pågår selsksjon for høyere fettinnhold i frøet.

Aminosyresammensetningen hos raps og rybs likner mye på den som finnes hos soya.  
Det er imidlertid visse forskjeller mellom de tre artene, som vist nedenfor  
(Josefsson 1972). Tallene gjelder gram aminosyre pr. 16 gram N:

	Raps	Rybs	Soya
Lysin	5,8	6,1	6,1
Metionin	1,8	1,9	1,5
Cystin	2,4	2,4	1,7
Isoleucin	3,7	3,8	4,8

Lysininnholdet er noe mindre hos raps enn hos rybs og soya, mens metionininn-  
holdet er høyest hos raps og rybs. Disse har også høyest innhold av cystin som  
i noen grad kan erstatte metionin. Ifølge FAO Standard er isoleucin og metionin  
de begrensende aminosyrene i raps- og rybsprotein. Gooding et al, (1972) viste  
at aminosyresammensetningen i raps- og rybsprotein kan endres ved utvalg i av-  
kom etter krysning mellom forskjellige sorter og varieteter.

Flere har vært inne på at den proteinmangelen som finst mange steder i verden,  
skulle kunne avhjelpes på kort tid ved fabrikkmessig framstilling av éncelle-  
protein. Slikt protein lages ved at forskjellige mikroorganismer (sopper og  
gjær) lever på organiske stoffer og produserer proteinrik kroppsmasse. Det finst  
slike produkter i handelen. De er laget ved å utnytte de organiske stoffene som  
finst i f.eks. sulfitlut i tremasseindustrien, og de brukes til kraftfôr. Det  
var imidlertid olje og gass som skulle danne basis for den virkelige storproduk-  
sjonen av encelleprotein, og det er flere fabrikker i virksomhet i forskjellige  
deler av verden. Slik utnytting av olje og gass er meget energikrevende, og ved  
er energiregnskap faller den fullstendig gjennom i sammenlikning med jordbruks-  
produksjon av matenergi og protein (NLVF 1975). Årsaken til dette ligger i  
fundamentale forskjeller i fysiologiske egenskaper mellom grønne planter og

de mikroorganismene som brukes ved SCP-framstilling. Grønne planter får all energi til sine livsprosesser fra solstrålingen, mens mikroorganismene får sitt energiforbruk dekket ved nedbrytning av organiske forbindelser, i dette tilfelle olje eller naturgass. Bortsett fra disse fundamentale forskjeller mellom de to formene for matproduksjon, er det på mange måter samsvar mellom dem. I begge tilfelle må det tilføres nitrogen og mineraler, og det kreves også en større eller mindre innsats av annen energi i produksjonen. Dette er illustrert i figuren på neste side, der en skjematisk og i samme målestokk har satt opp innsats og utbytte ved SCP-framstilling fra olje via n-paraffiner, og for kveitedyrking. Innsatsen er i begge tilfelle 1 Gcal i råstoff og energi, og utbyttet er 0,14 og 2,0 Gcal omsettelig energi ved de to formene for matproduksjon. I disse tall ligger også den omsettelige energi i 26 og 76 kg protein som oppnås ved henholdsvis SCP- og kveitedyrking. I tradisjonell planteproduksjon er utbyttet i sin helhet et resultat av plantenes netto-fotosyntese, og innsatsen i gjødsel, drivstoff, etc. tjener bare som hjelpemidler til å få en best mulig utnyttning av solenergien, og til å berge avlingen. Ved framstillingen av encelleprotein derimot, går 37% av innsatsen til mikroorganismenes livsprosesser, og av dette tapes i alt 0,23 Gcal vesentlig i form av varme ved fermenteringen. Den øvrige innsats (0,63 Gcal) representerer forbruket av ammoniakk, el. kraft, etc. i prosessen, samt energi til rensing og tørking av produktet.

(iv) Fettinnhold.

De viktigste fettproduserende vekstene og deres kjemiske innhold er omtalt tidligere, og det er ikke mulig å gå inn på alt det foredlingsarbeid som blir gjort med disse. Derimot skal en se på enkelte sider ved foredling som gjelder fettinnhold i noen vekster som kan bety mer for oss.

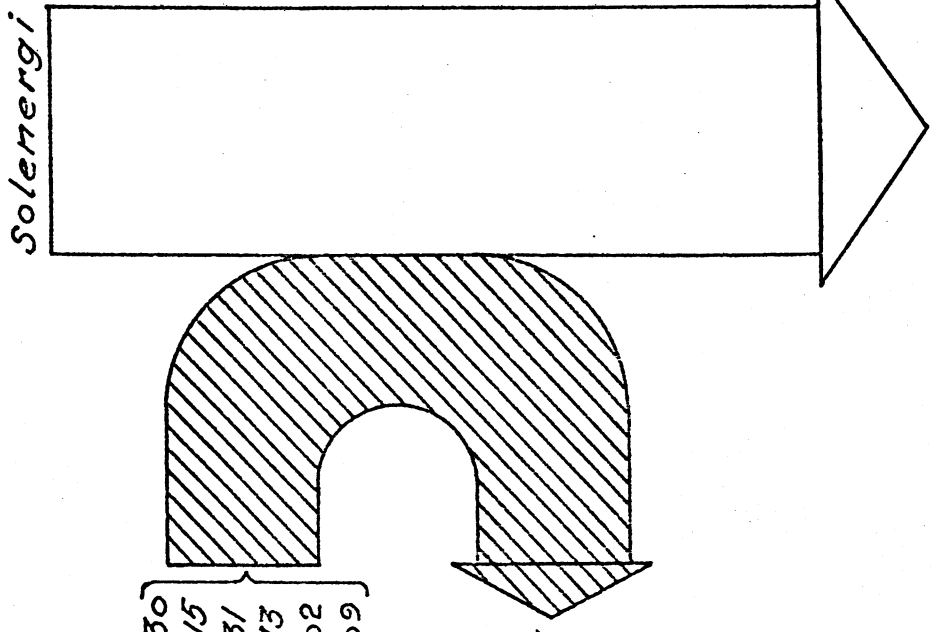
Mens Norge er en storprodusent av marin olje som i stor utstrekning går til eksport, har vi et stort underskudd på vegetabilsk olje. Siden både herda marin olje og dyrefett er i søkelyset når det gjelder fettsyresammensetning i forhold til ernæringsjukdommer, har det etter hvert skjedd en overgang til bruk av plantefett i forskjellige matvarer. Vårt behov blir dekket først og fremst av soya. Enkelte har stilt spørsmål om hva vi skal gjøre dersom tilgangen på soya svikter av en eller annen grunn, og det nærmeste alternativ er da raps eller rybsfrø som vi kan dyrke selv, eller importere fra Sverige. Det har imidlertid vært advart mot bruk av større mengder av slikt Brassica-fett i matvarer, og grunnen til dette er en uheldig sammensetning av fettsyrene. Etter Jønsson (1977) gjengis analyser av raps- og rybsfett, og til sammenlikning er

*Innsats 1 Gcal  
Planteproduksjon, hvete*

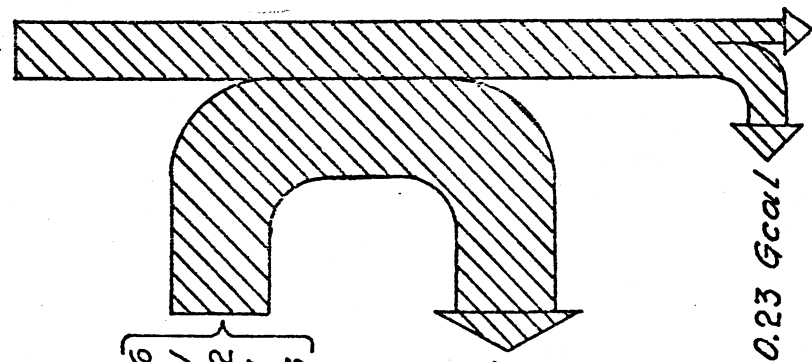
*Innsats 1 Gcal  
SCP-produksjon  
Olje (n-paraffiner)  
0.37 Gcal*

- Fullgjødning 0.30
- El.-energi 0.15
- Drivst.smøreolje 0.31
- Maskinslitasje 0.13
- Lgrasmiddel 0.02
- Tørring 0.09

- Ammoniakk 0.06
- Tilsetn.stoffer 0.01
- El.-kraft 0.02
- Brensel 0.21
- Damp 0.33



*2.0 Gcal ME i hvete Korn  
76 kg protein*



*0.23 Gcal*  
*0.14 Gcal ME i SCP*  
*26 kg protein*

Energiinnsats og utbytte i SCP-produksjon fra olje (n-paraffiner) og i tradisjonell planteproduksjon.  
Utbytte i Gcal omsettelig energi og kg protein pr. Gcal innsats.

tatt med soya og jordnøtt som er de mest vanlige i margarinproduksjon.

Fett fra frø av	Fettsyrer, prosent av total					
	Palmitin	Olje	Linol	Linolen	Eikosen	Eruka
Vårraps	4	17	14	12	13	38
Vårrybs	3	29	17	9	11	29
Soya	11	25	49	8	-	-
Jordnøtt	11	37	39	-	-	-

Det er særlig ved innholdet av eikosen- og erukasyre at raps- og rybsfett skiller seg ut, og dessuten ved forholdsvis mye linolensyre og lite linol- og palmitinsyre. Erukasyre kan forårsake fettinnlagring i hjertemuskulaturen hos forsøksdyr. Linolensyre er ønskelig, men oksyderes lett og gir da uheldig smak. Til råstoff i margarinproduksjonen vil en derfor ha et lågere innhold av linolensyre, og samtidig mest mulig av linol- og palmitinsyre. Denne siste gir et fast fett, og har av den grunn betydning for margarinens konsistens. Forutsetningen for å få vesentlig mer av linol- og palmitinsyre i raps- og rybsfett, er at innholdet av eruka- og linolensyre blir sterkt redusert.

Da både eruka- og linolensyre er sluttprodukter i en syntese med opphav i oljesyre, via henholdsvis eikosen- og linolsyre, kan senking av innholdet av dem oppnås ved å sette visse enzymer ut av funksjon. Plantemateriale av vårraps og vårrybs med slik blokkering av syntesen ble oppdaget i Canada omkring 1960, og disse er utnyttet i foredlingsarbeid i flere land. Enkelte resultater av dette arbeidet er vist nedenfor (Jønsson 1977):

	Fettsyrer, prosent av total							Råfett rel.avl.
	Palmitin	Olje	Linol	Linolen	Eikosen	Eruka		
<u>Høstraps</u>								
Norde	4	10	13	10	9	52	100	
Brink	5	55	22	13	2	<2	93	
<u>Vårraps</u>								
Gulle	4	17	14	12	13	38	100	
Oro	5	59	21	11	2	<2	88	
<u>Vårrybs</u>								
Torpe	3	29	17	9	11	29	100	
Span	4	59	22	11	2	<2	89	

Norde, Gulle og Torpe er eldre svenske sorter med vanlig fettsyresammensetning. Brink, Oro og Span er nye sorter, den første svensk, de to siste fra Canada, og de har mye mindre av eruka- og eikosensyre i frøet enn de eldre. Innholdet av linolensyre har det ennå ikke skjedd særlige endringer i, og avlingen av råfett er noe mindre hos disse nye sortene. Dette skyldes helst at de ble sendt ut på markedet før de egentlig var ferdige, og årsaken til det var diskusjonen om skadevirkninger av erukasyren. En ny svensk sort av vårraps, Gulliver, ble godkjent i 1976, og den er minst på nivå med de gamle sortene i agronomiske egenskaper (Jønsson 1977).

	Gulle (eldre)	Gulliver (ny)
Frøavling, relativ	100	102
Fettprosent i tørrstoffet	45	44
Råfettavling, relativ	100	100
Veksttid, diff. dager		-2
Stengelstyrke (1-100)	84	85
Erukasyre, prosent av fettsyrer	38	<2

Fjerning av erukasyren har ført til en økning i innhold av linolsyre til vel 20%, men det er ønskelig med atskillig høyere innhold for å gjøre fettene best mulig som råvare for margarin. Det er påvist opp til 49% linolsyre i foredlingsmaterialer, men det har vært vanskelig å få overført så høgt innhold til avkom etter kryssing, bl.a. fordi linolsyreprosenten er mye mer påvirket av miljøforholdene enn hva tilfellet er for innholdet av erukasyre. Det har likevel vært en positiv virkning av seleksjon hos vårraps, og i Sverige har en plantematerialer med et stabilt nivå på 30% linolsyre. En regner med at det skal være mulig å heve innholdet av linolsyre til 40%, og av palmitinsyre til 10%, mens linolensyre skal ned i mindre enn 5%. Hos spesialsorter til framstilling av flytende matolje tas det sikte på å nå opp i 70% oljesyre.

Fettsyresammensetningen i raps- og rybsfett påvirkes av værforholdene i modningsperioden, men resultatene fra forskjellige undersøkelser er noe motstridende. En nevner at Jønsson (1975) fant mindre innhold av palmitin- og linolsyre, og høyere innhold av oljesyre i rapsfrø når modningen foregikk ved 20<sup>o</sup>, sammenliknet med 14<sup>o</sup>. Linolensyreinnholdet var likt ved de to temperaturene.

Det er også arbeid i gang for å skaffe rapssorter med størst mulig innhold av

erukasyre (Calhoun et al. 1975). Olje med mye av denne fettsyren blir brukt til smurning av jetmotorer, og i plast- og parfymeindustrien.

Da det fra medisinsk hold er betenkeligheter med bruk av Brassica-fett i matvarer, selv med minimalt innhold av erucasyre, har en sett etter andre alternativer. Blant disse er havre som har høyest fettinnhold av kornartene. Hovedkomponentene i det kjemiske innhold hos havre med skall er vist nedenfor. Til sammenlikning tar en med tall for bygg og kveite (Breirem & Homb 1970).

	Prosent av tørrstoff		
	Havre	Bygg	Kveite
Råprotein	11,6	11,4	13,0
Råfett	5,2	2,2	2,2
Trevler	10,9	5,2	2,2
N-fri ekstrastoffer	69,2	78,6	80,6
Aske	3,1	2,6	2,0

Det er karbohydrater som dominerer i kornet hos alle de tre kornartene, men havre skiller seg ut ved et betydelig større trevleinnhold (på grunn av inneragnene), og ved et relativt høgt fettinnhold. Avskalling vil selvsagt forandre forholdet mellom bestanddelene i kornet. Det høge trevleinnholdet reduserer havrens innhold av nettoenergi som før. Dette kan motvirkes ved å foredle sorter med lågere skallprosent, men det er nokså snevre grenser for hva en kan oppnå på det viset. For låg skallprosent går således på bekostning av viktige agronomiske egenskaper som avskalling, dryssing og spireevne.

En annen og mer effektiv framgangsmåte for å øke nettoenergiverdien er å heve fettprosenten i kornet ved foredling. Det er da et vilkår for en økning av nettoenergi pr. dekar at en samtidig greier å holde avlingsnivået. Det finnes resultater av omfattende og langvarige seleksjonsforsøk i mais, der en har fått en framgang i fettinnhold fra 4,5% til nær 18% i løpet av 70 generasjoner (se f.eks. Weber & Alexander 1975). For havre, som er den fettrikeste av kornartene, skulle en kanskje kunne vente liknende utslag i et foredlingsarbeid. Med slike perspektiver blir havre også aktuell som produsent av vegetabilsk fett, og da spesielt i områder der tilgangen på plantearter som kan dyrkes for dette formål, er meget begrenset. En heving av fettprosenten har imidlertid følger for lagring og bruk av produktene, og i denne sammenheng kommer fettsyre-sammensetningen inn i bildet.

Et vilkår for å heve havrens fettinnhold ved foredling, er at det finst arvelig variasjon i denne egenskapen. Resultatene som er stilt sammen nedenfor, viser variasjon i fettinnhold i forskjellige materialer av havre.

Kilde	Sted	Antall sorter	<u>Prosent fett av tørrstoff</u>			
			Med skall		Uten skall	
			Fra	Til	Fra	Til
Hønningstad (1917)	Jæren	9	4,6	6,7	6,0	8,1
Åkerman (1954)	Sverige	7	4,7	6,4	-	-
Brown et al. (1966)	U.S.A.	129	-	-	3,8	8,5
		40	-	-	6,8	9,8
Brown & Craddock (1972)	U.S.A.	4500	-	-	3,1	11,6
Frey & Hammond (1975)	U.S.A.	445	-	-	2,0	11,0

Sortene i de to første undersøkelsene var skandinaviske, og forskjellene i fettinnhold var forholdsvis små. Også Johansson (1976) fant liten variasjon i fettinnhold mellom svenske havresorter. Han viste dessuten at sorter fra Tyskland, Holland og England var mer fettrike enn de svenske. I undersøkelsene til Brown et al. (1966) hadde 40 høstsorter tydelig høyere fettinnhold enn 129 vårsorter. Mulighetene for å heve havrens fettinnhold ved foredling kommer imidlertid best fram i de to siste arbeidene i oppstillingen. Analysene gjelder der materiale fra USDA's verdenskolleksjon, og de omfatter tildels andre arter enn dyrket havre, bl.a. Avena sterilis som vokser vill ved Middelhavet. Enkelte populasjoner av denne hadde særdeles høgt fettinnhold. Det må tilføyes at det byr på visse problemer å overføre denne karakteren til dyrket havre uten at det skjer på bekostning av avling og andre viktige agronomiske egenskaper.

Det kan nevnes at fettinnholdet hos havre har høg arvbarhet, og at det har vært positive utslag ved utvalg for denne egenskapen (Baker & McKenzie 1972).

Kornfett har et relativt høgt innhold av umetta fettsyrer. Dette gjør at fettets oksyderes lett etter maling eller ved skade på kornet. Fettsyresammensetningen hos havre (og bygg til sammenlikning) er vist nedenfor (Lindberg et al. 1964a):



	Relativ vektprosent						
	Myristin	Palmitin	Palmitol	Stearin	Olje	Linol	Linolen
Havre	0,1	16	0,2	1,0	39	41	1,8
Bygg	0,4	23	0,2	0,7	12	57	6,4

Hos havre dominerer olje- og linolsyre med til sammen over 80% av fettsyrene. Havre skiller seg ut fra de andre kornartene ved et høyere innhold av oljesyre og et tilsvarende mindre innhold av linolsyre. Innholdet av linolensyre er minst hos havre.

Som for det totale innhold av råfett er det også for fettsyresammensetningen variasjon mellom sorter. I to undersøkelser ble det funnet følgende variasjonsbredde:

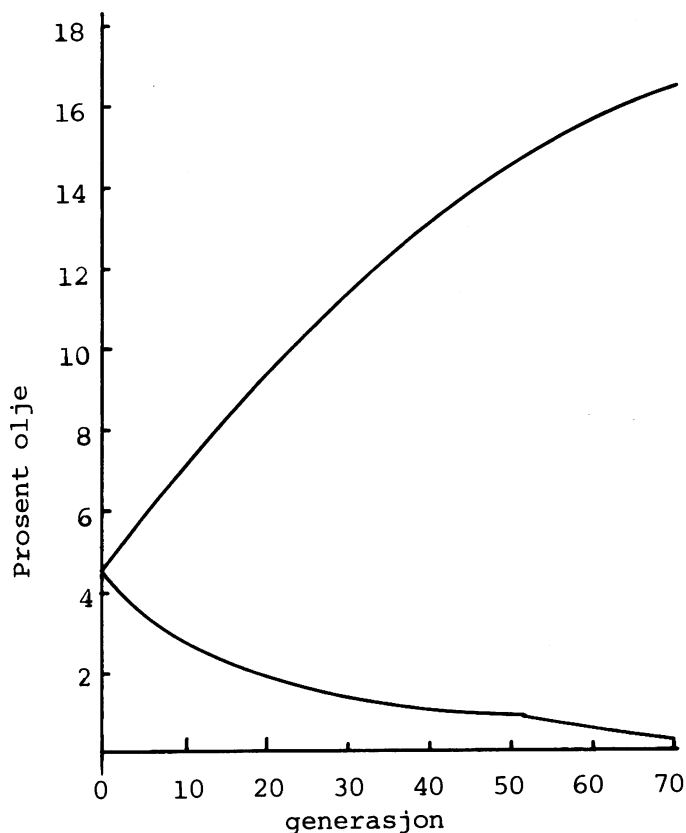
	Frey & Hammond	de la Roche et al.
	(1977)	(1977)
Relativ vektprosent		
Palmitinsyre	14 - 23	17 - 24
Stearinsyre	<1 - 4	<1 - 2
Oljesyre	29 - 53	27 - 48
Linolsyre	24 - 48	33 - 46
Linolensyre	<1 - 6	<1 - 3
Fett, % av mjøl	2 - 11	5 - 10
Fosfolipid, % av tot. lipid		7 - 22
Fettsyrer, " " " "		59 - 72

Frey & Hammonds (1977) undersøkelse omfattet både dyrket havre og annet materiale av havre fra USDA's verdenskolleksjon. I materialet til de la Roche et al. (1977) var det med bare ni sorter eller linjer, men av disse var noen selektert for høgt fettinnhold. I begge disse granskingene ble det vist at fettsyresammensetningen er avhengig av fettprosenten. Når fettprosenten stiger, går innholdet av oljesyre opp, mens innholdet av palmitin-, linol- og linolensyre går ned. I undersøkelsene til de la Roche et al. (l.c.) ble det dessuten påvist betydelige forskjeller i fettsyresammensetning mellom triglycerider og fosfolipider hos havre. De fant også at når fettinnholdet gikk opp, økte det relative innhold av triglycerider på bekostning av fosfolipider.

Fettsyre-sammensetningen hos havre synes å være lite påvirket av miljøvariasjon,

på samme måte som det totale fettinnhold. Den store variasjonen i fettsyre-sammensetning tyder på at det er store muligheter for å påvirke den ved for-edling.

Det er tidligere vist til mais når det gjelder utslag for seleksjon for høgt (og lågt) fettinnhold i kornet (Weber & Alexander 1975). Diagrammet nedenfor viser hovedutslag for utvalg for høgt og lågt fettinnhold i maiskorn over 70 generasjoner (kurvene er utjevnet):



Det går fram at med et utgangsmateriale som hadde et fettinnhold på 4,7 % fett i kornet, har en ved utvalg i høg og låg retning fått fram linjer med henholdsvis ca. 17 og 0,4% fett. De fettrike linjene ligger nesten på nivå med soya-bønne i fettinnhold. De gir imidlertid ca. 30% lågere kornavling enn gode hybridsorter med vanlig fettinnhold.

Problemet med å holde avlingsnivået når fettprosenten øker, er fremdeles til stede, i alle fall når en kommer høgt opp. Men foreløpig har det vist seg at opp til ca. 8% fettinnhold (mot ca 4-5% som det vanlige), er det mulig å holde samme kornavling. Siden olje gir 9 kcal pr. gram, mot ca. 4 kcal for protein og karbohydrater, betyr dette en betydelig økning i energiproduksjon pr. dekar. Det finst da også hybridmais med 8% fett i kornet på markedet i USA. Det regnes der også med at bruk av slik mais til oljeutvinning øker den økonomiske

verdi av avlingen betraktelig, fordi det er underskudd på matolje av høg kvalitet, og prisen dermed høg sammenliknet med stivelse. Dette er bemerkelsesverdige når det er tale om verdens største produsent av soya.

Fettsyresammensetningen i maisolje varierer en god del, avhengig av sort, og den kan endres ved foredling. I korn fra sorter med meget forskjellig fettinnhold var sammensetningen slik:

	Vektprosent av fettsyrer total					
	Fett %	Palmitin	Stearin	Olje	Linol	Linolen
Fettrik type	16	12	2,4	36	49	1,0
Middels	8	13	1,9	31	52	1,0
Handelshybrid	4	13	1,4	26	58	1,6

Palmitin-, olje- og linolsyre utgjør til sammen 97% av fettsyrene, og det er lite av den flerumetta linolensyren. Dette siste gjør at maisolje holder seg bedre mot harskning enn f.eks. soyaolje som inneholder ca. 7% linolensyre. Fra ernæringshold er det imidlertid ønskelig med mer linolensyre enn det som finst i maisolje. Av tallene ovenfor synes det ellers å gå fram at en økning i fettprosenten fører til stigning i innhold av stearin- og oljesyre, og fall i linol- og linolensyre. Det har imidlertid vist seg at dette ikke er noen fast regel, og at forholdet mellom syrene kan reguleres ved seleksjon.

Lupin er tidligere nevnt som en aktuell proteinvekst, men det er også atskillig forskningsarbeid i gang for å få fram en lupinart som kan gå inn i stedet for soya i områder der denne ikke slår til. Som vist tidligere er proteininnholdet hos kvitlupin nesten på høyde med et en har hos soya, men fettinnholdet er for lågt til å gjøre den aktuell til dyrking for fettutvinning nå.

Hudson & Bray (1977) har undersøkt fettinnhold og fettsyresammensetning i en sort av hvitlupin som er på markedet til matbruk i Italia. De har også analysert frø av soya og av den kanadiske erukafattige rapssorten 'Canbra'. Analysene gjelder i alle tilfeller avskallet frø fra engelske dyrkingsforsøk, og resultatet var:

	Hvitlupin	Raps	Soya
Fett, prosent av tørrstoff	12	40	20
Fettsyrer, prosent av total			
Palmitin	7	5	11
Stearin	2	1	4
Olje	51	58	25
Linol	25	18	52
Linolen	9	2	8

Fettsyresammensetningen i lupinfett er heller gunstigere enn i rapsfett, med et klart høyere innhold av linol- og linolensyre. Upubliserte engelske resultater viser ellers at det er meget stor spredning i sammensetningen av fettsyrene mellom sorter av kvitlupiner. F.eks. fant en for oljesyre variasjon mellom 42 og 64, og for linolsyre mellom 12 og 31 prosent av total-fettsyrer. Det er derfor mulig å endre det relative innhold ved foredling også hos denne veksten. Det finst dessuten en vill art, *Lupinus mutabilis*, som hører hjemme i Sør-Amerika, og som ligger fullt på høyde med soya både i fett- og proteininnhold (von Baer et al. 1977). Den er trukket inn i foredlingsarbeidet og vil sannsynligvis bidra mye til en ny storprodusent av plantefett i framtida.

(v) Nye kulturvekster.

Kornartene er den viktigste kilde til mat for mennesker, og de vil antakelig fortsette å være det i uoverskuelig framtid. Den viktigste grunnen til dette er at artene tilsammen dekker praktisk talt alle viktige klimatyper i verden, både når det gjelder varme og nedbør. De er dessuten tøyelige i krav til næringsstilgang, fra ris som trives best på næringsrik jord som står under vann, til enkelte former av sorghum og hirse som kan greie seg på grunn, næringsfattig og meget tørr jord. Det er videre lett å mekanisere dyrkingen og høstingen av disse vekstene, og de kan som regel lagres uten større problemer. Transporten er enkel, og næringsinnholdet høgt pr. kg. Nye sorter har også et høgt avlingspotensial. Det er derfor lite sannsynlig at det gjennom innsamling av mer eller mindre viltvoksende arter av andre slekter enn de som er i bruk nå, vil dukke opp vekster som vil forandre særlig mye på det mønster som har dominert i lang tid.

Likevel er det eksempler på at innsamlet materiale av gamle kulturarter har

lagt grunnlag for omfattende utvidelser av dyrkingsområdet. Soya var opprinnelig en vekst for det fjerne østen, men det er idag USA som har den overlegent største produksjonen av soyabønner. Denne forskyvningen i dyrkingen henger sammen med innsamling av plantematerialer i Sør- og Sørøst-Asia ved århundreskiftet (Burton 1968). Omkring 1940 ble det dyrket ca. 0,8 mill. tonn soyabønner i USA, mens produksjonen i 1978 var 80 mill. tonn. Som en har nevnt tidligere, har innkryssing av nye materialer fra Sørøst-Asia ført til ytterligere utviding av dyrkingsområdet, f.eks. til Sør-Sverige.

Også foredlingsarbeid som foregår med enkelte andre kulturarter, har et visst preg av å omforme dem til nye vekster. Hvis det lykkes å lage en lupinart med samme fettinnhold som soyabønne ved hjelp av innkryssing med villarten *Lupinus mutabilis*, er det i praksis en ny kulturvekst. Det samme kan en si om en ved hjelp av *Avena sterilis* lager en oljevekst av vanlig havre.

Mange plantearter som ble dyrket i eldgamle kulturer, gikk ut av bruk av forskjellige årsaker. Den mest interessante er kanskje amarant som sammen med mais ga grunnlag for de gamle kulturene i Mellom- og Sør-Amerika. Amarant (*Amaranthus* spp.) har vært dyrket minst 8000 år tilbake, og hos Aztekerne var den så viktig at den også var sentral i religiøse seremonier, bl.a. ved at de bygget gudebilder av frø som ble spist (Hindley 1979). De spanske erobrerne så dette som meget ukristelig, og de nedla forbud mot dyrking av amarant i 1519. I tillegg til alle de andre fredsskapende tiltak som ble gjennomført, hadde dette forbudet katastrofale følger for de menneskene det gikk ut over.

Hos amarant kan unge blad brukes som grønnsak, og frøet som er smått som hos hirse, kan brukes på samme måte som hos disse kornartene. Både blad og frø har et høgt og balansert proteininnhold, og av særlig betydning er et høgt innhold av lysin som er den begrensende aminosyren hos kornartene. Amerikanske undersøkelser har resultert i en proteinverdi på 75-87 hos frø av amarant, mot 44-62 hos mais, kveite, sorghum og bygg, 35-67 hos forskjellige bønnearter, og 72 hos kumelk. Hos amarant er leucin den begrensende aminosyren.

Det som gjør amarant særlig interessant, er at den hører til de høgtytende C4-plantene, på samme måte som sukkerrør, sorghum, mais, m.fl. Denne egenskapen er spesielt fordelaktig ved høge temperaturer og mye sol, og slike arter er også tørketolerante. Det er påvist polyploide serier av amarant, og mange former av denne slekten forekommer som ugras mange steder i verden. Schübel (1886) har prøvedyrket mange arter på forskjellige steder i Norge.

Blant de mange hundre formene av denne arten som er samlet inn fra forskjellige deler av verden og undersøkt i USA, har frøavlingen variert fra 68 til 500 kg pr. dekar. Frøet har lett for å kløyves når det brukes vanlige kornhøstemaskiner, men i de strøk av verden der amarant kan ha størst betydning, er skurtresking ikke særlig utbredt.

En annen vekst fra Sør-Amerika, men med hovedutbredelse i høgtliggende strøk (ca. 4000 m o.h.) i Andes-fjella, er Chenopodium quinoa (peruansk spinat). Nest etter mais var quinoa-frøet det viktigste næringsmiddel for de gamle peruanerne. Unge blad ble brukt som spinat. Frøet er smått, og fargen er kvit, rød eller svart. Det brukes i supper og til kaker, kjeks, øl m.m., og det er meget næringsrikt. Hodge (1945) finner det overraskende at quinoa ikke har fått samme utbredelse i verden som potet og mais. Disse ble dyrket i de samme områdene og er seinere tilpasset meget forskjellige vekstvilkår i andre verdensdeler. Også andre har vært inne på tanken om å utnytte de verdifulle egenskapene hos quinoa i større grad, men det er foreløpig ikke kommet noe ut av dette. Burton (1968) nevner at i USA ble det ikke stort mer enn spinat av det materialet som ble prøvd der. Schübeler (1886) skriver at quinoa tidlig ble innført til Europa, men uten å vinne fotfeste. Han dyrket denne arten i den botaniske hagen i Oslo i flere år. I år med noenlunde god sommer ble den 1,5-2 m høy og ga modent frø. De formene som ble prøvd, trengte 144 dager til modning.

En har tidligere nevnt det arbeidet som foregår med Brassica-oljevekster, der en har laget sorter som er mer eller mindre fri for innhold av erukasyre og glukosinolater i frøet. Formålet er her å skaffe matolje, og samtidig få et proteinrikt produkt som kan brukes til én maga dyr og mennesker. Samtidig foregår det foredling for å lage sorter med mest mulig erukasyre i fettene, fordi en da kan få en smøreolje som det er stort behov for. Også hos disse sortene sørger en for at frøet ikke inneholder glukosider. Det er således et stort behov for fett av forskjellige slag, og en gammel kulturvekst som ble dyrket til andre formål tidligere, er i de seineste 10-20 år viet atskillig oppmerksomhet, bl.a. i Sverige. Dette gjelder safflor-tistel, Carthamus tinctorius, som tidligere har vært dyrket mange steder i verden for produksjon av fargestoffer fra blomsten. Utviklingen av syntetiske fargestoffer førte til at safflortistelen gikk ut av dyrking, og det var først omkring 1940 at den ble prøvd som oljevekst i Tyrkia. Etter hvert har en begynt å arbeide med den i USA og på flere steder i Europa. Safflor-olje kan brukes til mange produkter, og særlig har den vært nyttet som råstoff ved framstilling av fargestoffer. I India brukes den som matolje. Den består hovedsakelig av olje- og linolsyre. Resten av frøet etter at oljen er tatt ut, er et proteinrikt kraftfôr.

Som andre eksempler på nye kulturvekster nevnes resultater av forskjellige artskryssninger som er gjort. Kryssning mellom perlehirse (*Pennisetum typhoides*) og elefantgras (*Pennisetum purpureum*) er nevnt i annen sammenheng, og velkjent er kryssningen mellom f.eks. kveke og kveite (*Triticale*). Litt av det arbeid som foregår for å kartlegge de mulighetene som ligger i genmaterier fra ville plantearter, går fram av undersøkelser av White et al. (1971).

## 2. Økning av dyrka areal.

Det går fram av kap. B.2 og B.3 at verdens dyrka areal kan fordobles. Amazon- og Kongobekkenet omfatter f.eks. 400 mill. hektar dyrkbar jord under klimaforhold med rikelig nedbør, og nesten uten tørkeperioder. Omtrent samme areal finnes i et belte rundt disse bassengene, og tørkeperioden er der 6 måneder eller mindre. Andre store områder med dyrkbar jord finnes i humide troper på Sumatra, på flere Stillehavs-øyer og i Australia. De viktigste jordartene i disse områdene er næringsfattige, og det kan by på store problemer å få dem opp på et tilfredsstillende næringsnivå. Det finnes likevel eksempler på meget store avlinger der en har fått slik jord i god kultur.

De udyrka, men dyrkbare arealene er ikke avgrenset til tropiske og subtropiske strøk. I kjølig tempererte områder i USA og Canada ligger 220 mill. hektar ubrukt, og under omtrent samme klimaforhold er det store dyrkbare arealer i det sørlige Sør-Amerika og i Australia. I kaldtempererte strøk i Nord-Europa er det meget store arealer som kan dyrkes opp og brukes til forproduksjon.

Det utredningsarbeid som ligger til grunn for oppgavene over dyrkbart areal, bygger på et teknologisk nivå som det en har i USA. Det er derfor klart at i svært mange tilfelle må utnyttning av disse jordreservene skje med teknisk og økonomisk bistand fra andre land. En vil også støte på problemer av sosial, økologisk og politisk art, og ikke minst eiendomsforholdene og strukturen i jordbruket kan legge hindringer i vegen. Flere av de store områdene med mye dyrkbar jord ligger dessuten langt fra de viktigste befolkningskonsentrasjonene, og dette vil trekke med seg mye transport.

I Asia, der det er minst både av dyrka jord pr. innbygger og av mulig dyrkbar jord, er det stort sett bare en økning i avling pr. arealenhet som kan hjelpe. De faktorene som da er aktuelle, og de utslag som kan ventes ved innsats av disse, er omtalt foran. I *The World Food Problem* (1967) blir det lagt stor vekt

på å ta flere avlinger i året (multi-cropping). Dyrkingsarealet (dyrka areal x antall avlinger i året) er i den nevnte publikasjonen påstått å kunne økes med omtrent samme areal som det en har dyrka i verden nå (1400 mill. hektar), og dette gjelder bare de områdene der det ikke trengs kunstig vanning. I Asia synes bare Kina å ha kommet fram til en balanse mellom jordbruksproduksjon og behov for mat (Hopper 1976). Kina importerer kveite og eksporterer ris, og etter 1971 har de i hovedsaken vært selvforsynte. Mellom 1960 og 1974 økte den kinesiske jordbruksproduksjon med 3,4% pr. år, mens befolkningen gikk opp med 1,5 - 2% pr. år. I begge tilfelle dreier det seg om nokså usikre beregninger.

Hopper (l.c.) har gått mer detaljert inn på mulighetene for økt produksjon ved å ta i bruk dyrkbare arealer i forskjellige områder. Den sørlige halvdel av Sudan kan f.eks. bli et av de rikeste jordbruksdistrikter i verden. Det er der ubrukte ressurser av jord, solskinn og vann som ved en fornuftig utnyttning kan produsere omtrent like mye mat som det hele verden gjør idag. Nå ligger området som store sumper fordi vannløpet er blokkert. Han nevner også de omfattende grasslettene nord og sør for Amazonas-bekkenet og på savannene i Afrika, samt et titalls millioner hektar av fuktige arealer sør for Sahara som nå er stengt for bebyggelse på grunn av faren for sjukdommen elveblindhet. Han peker videre på hva som vil kreves av forskning og annen innsats for å utnytte disse mulighetene, og kommer helst til den konklusjonen at det vil være mye mer effektivt å gå inn for å intensivere jordbruket på de arealene som allerede er i bruk. Som eksempel på dette nevnes de 40 mill. hektar som ligger på Indus-Ganges- Brahmaputraslettene i India, Bangladesh og Pakistan og som er i bruk. De kunne ved et intensivt jordbruk med full utnyttning av tilgjengelige vannressurser produsere 2000 kg korn pr. dekar i året, eller i alt 800 mill. tonn, dvs. mer enn 50% av verdens totale kornavling idag. Den økonomiske innsats for å nå dette målet vil ligge på ca. 250 milliarder kr. over de kommende 25-30 år, dvs. ca. 17% av verdens totale militærutgifter i et enkelt år (1976).

Samtidig som det arbeides for å øke jordbruksarealene ved nydyrking, skjer det en betydelig avgang av dyrka jord av forskjellige grunner. Som vist tidligere, har det vært en nedgang i dyrka areal i Europa de seinere år. Årsaken til dette kan være at bruk blir lagt ned, eller at jorda blir anvendt til andre formål. I verdensmålestokk er det andre årsaker som gjør utslaget. Ifølge Gore (1979) dekker tørre områder 30% av jordas landareal, og 720 mill. mennesker, eller ca. 17% av verdens befolkning, lever under slike forhold. Klima har skapt ørkener, men det er mennesker som hjelper til med at ørkenområdene vokser,



Dette skjer ved for sterk beiting med husdyr, ved at sparsom tre og busk vegetasjon blir brukt til brensel og ved oppdyrking av marginale landområder for å dyrke matvekster. Feil vanning steriliserer jorda med salter av forskjellige slag og reduserer produksjonen, samtidig med at befolkningen øker. Hvert år øker verdens ørken-områder med 70.000 km<sup>2</sup>, og det totale areal som trues av slik ødelegging, er beregnet til 37,6 mill. km<sup>2</sup>. Områdene er spesifisert på kart i Gore's (l.c.) artikkel. Eckholm (1976) har gitt en rekke eksempler på jord som er ødelagt av grunner som er nevnt ovenfor.

#### D. LITTERATUR

- Akroyd, W.R. 1964. Legumes in human nutrition. FAO. Roma.
- Andersson, G. 1977. Sverige Utsådesföreningens roll i den svenska oljevæxtodlingen. Sveriges Utsådesförening<sup>4</sup> Tidskr. 87. 255-262.
- Artley, J.A. 1975. Better nutrition: it's spelled sorghum. Crops and Soils Magazine, February 1975, 11-12.
- Baker, R.J. and R.I.H. McKenzie, 1972. Heritability of oil content in oats, *Avena sativa* L. Crop Sci. 12, 200-202.
- Baldi, G. and F. Salamini, 1973. Variability of essential amino acid content in seeds of 22 Phaseolus species. Theor. and Appl. Genetics 43, 75-78.
- Betschart, A. and J.E. Kinsella, 1973. Extractability and solubility of leaf protein. J. Agric. Food Chem. 21, 60-65.
- Boulter, D. 1979. Structure and biosynthesis of legume storage proteins. I: Seed protein improvement in cereal and grain legumes. Proc. Symp. Neuherberg, Sept. 1978. IAEA, FAO, GSF, IAEA, Vienna, 125-133.
- Breirem, K. og T. Homb, 1970. Førmidler og førkonservering. Forlag Buskap og Avdrått A/S, Gjøvik.
- Brown, C.M., D.E. Alexander and S.G. Carmer, 1966. Variation in oil content and its relation to other characters in oats (*Avena sativa* L). Crop Sci. 6, 190-191.
- Brown, C.M. and J.C. Craddock, 1972. Oil content and groat weight of entries in the World Oat Collection. Crop. Sci. 12, 514-515.
- Burrows, V.D. 1975. Breeding for nutritional quality in oats. Proc. Twentieth An. Meet. Can. Soc. Agron. University Laval, Sainte-Foy, Que. Aug. 6-8.
- Burton, G.W. 1968. Food resources in the plant kingdom. The soil and crop science society of Florida. Proc. Vol. 28, 28. Ann. Meeting.

- Calhoun, W., J.M. Crane and D.L. Stamp, 1975. Development of a low glucosinolate, high erucic acid rapeseed breeding program. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 52, 363-365.
- Carlsson, R. 1975. Selection of Centrospermae and other species for production of leaf protein concentrates. Department of Plant Physiol. Stensiltrykk I-IV. Lund.
- Chandler, R.F. 1969. Improving the rice plant and its culture. *Nature* 221, 1007-1010.
- Chayen, I.H., R.H. Smith, G.R. Tristram, D. Thirkell and T. Webb, 1961. The isolation of leaf components. *I.J. Sci. Fd. Agric.* 12, 502-512.
- Colbjørnsen, B. 1973. Fosfor og livet. Del II. *Kemisk Tidsskrift* nr 10, 28-32.
- de la Roche, I.A., V.D. Burrows and R.I.H. McKenzie, 1977. Variation in lipid composition among strains of oats. *Crop Sci.* 17, 145-148.
- Eckholm, E.P. 1976. *Losing ground*. W.W. Norton & Co.
- Eggum, B.O. 1973. Kornartenes værdi som proteinkilde. *12-Mandsbladet* nr 2, 75-79.
- Eggum, B.O. 1976. The nutritive value of cereals. Joint meeting of cereals and physiology sections of Eucarpia. Cambridge, 13.-15. Desember 1976.
- FAO, 1978. *Production Yearbook*.
- FAO, 1978. *Fertilizer Yearbook*.
- Frey, K.J. 1876. Protein of oats. *Z. Pflanzenzücht.* 78, 185-215.
- Frey, K.J. and E.C. Hammond, 1975. Genetics, characteristics and utilisation of oil in caryopsis of oat species. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 52, 358-362.
- Gladstones, J. 1970. Lupins as crop plants. *Field Crop Abstr.* 23, 123-148.
- Gooding, L.A., R.K. Downey and A.J. Finlayson, 1972. Seed protein amino acid composition resulting from crosses between two *Brassica campestris* cultivars. *Can. J. Plant Sci.* 52, 63-71.
- Gore, R. 1979. An age-old challenge grows. *National Geographic* 156 (5), 594-639.
- Gottschalk, W. and H.P. Müller, 1979. The reaction of an early-flowering *Pisum recombinant* to environment and genotypic background. *Proc. Symp. Neuherberg*, Sept. 1978. IAEA, FAO, GSF. IAEA, Vienna, 259-272.
- Gullord, M. 1977. Foredling for højere proteininnhold i havre. I: NLVF's Kornforedlingsprogram. Seminar på Norges landbrukshøgskole, 19. og 20. desember 1977, s 104-112.
- Heiser, C.B. Jr. 1973. *Seed to civilization*. W.H. Freeman & Co.
- Hilditch, T.P. and P.N. Williams, 1964. *The chemical constitution of natural fats*. Fourth edition. Chapman & Hall.

- Hodge, W.H. 1945. Plant resources of Peru. I: F. Verdoorn (red.). Plants and Plant Science in Latin Amerika. Waltham, Mass. USA. s. 119-121. Publ. by the Chronica Botanica Co.
- Hollo, J. and L. Roch, 1971. Commercial production in Hungary. IBP Handbook N. 20., Leaf protein (by N.W. Pirie) 63-68.
- Hopper, W.D. 1976. The development of agriculture in developing countries. Scientific American 235 (3), 197-205.
- Hove, E.L. 1974. Composition and protein quality of sweet lupin seed. J. Sci. Fd. Agric. 25, 851-859.
- Hudson, B.J.F. and W.J. Bray, 1977. The better use of plant foods. Proc. Nutr. Soc. 36, 293-299.
- Hønningstad, A. 1916. Forsøk med havresorter. Statens forsøksgård på Forus. Landbruksdirektørens Årsberetning 1916, 543-589.
- Jennings, P.R. 1974. Rice breeding and world food production. Science 186 (4163), 1085-1088.
- Johansson, H. 1976. Lipidhalt och fettsyrasammansättning i korn och havre. Sv. Utsädesf. Tidsk. 86, 279-289.
- Johnson, V.A., P.J. Mattern, D.A. Whited and J. W. Schmidt, 1969. Breeding for high Protein Content and Quality in Wheat. New Approaches to Breeding for Improved Plant Protein. Int. Atomic Energy Agency. Vienna, 29-40.
- Johnson, V.A., P.J. Mattern, K.D. Wilhelmi and S.L. Kuhr, 1978. Seed protein improvement in common wheat (*Triticum aestivum* L.) I: Seed Protein Improvement by Nuclear Techniques. Proc. Baden and Vienna 1977. IEA, Vienna, 23-32.
- Josefsson, E. 1972. Nutritional value and use of rapeseed meal. I: Appelquist, L.Å. and R. Ohlson (ed.) Rapeseed. Elsevier Publishing Co., 354-377.
- Josefsson, E. och L. Bengtsson, 1974. Växtförädlingens möjligheter att höja proteinhalten i oljeväxtmjöl. Sver. Utsädesför. Tidsk. 84, 43-51.
- Jönsson, R. 1975. Förädling för förbättrad fettsyresammansättning i oljeväxter. II. Undersökning rörande visse miljöfaktorers inverkan på fettsyramönstret i höstraps (*Brassica napus* L.) Sver. Utsädesför. Tidskr. 85, 9-18.
- Jönsson, R. 1977. Förädling för förbättrad olje- och mjölkvalitet hos raps (*Brassica napus* L.) och rybs (*Brassica campestris* L.). Sver. Utsädesför. Tidsk. 87, 263-279.
- Katz, S.H., M.L. Hediger and L.A. Valleroy, 1974. Traditional maize processing techniques in the New World. Science 184 (4138), 765-773.
- Kelly, J.D. and F.A. Bliss, 1975. Quality factors affecting the nutritive value of bean seed protein. Crop. Sci. 15, 157-760.
- Key, J. Mac. 1978. Genetical Potentials for Improved Yields, Proc. Workshop on Agricultural Potentiality Directed by Nutritional Needs. 121. Martonvásár, Hungary, June 5-9.
- Kolderup, F. 1977. Lupiner som för- og matplanter. Naturen nr. 2, 52-56.

- Lindeberg, P., S. Bingfors, N. Lannek and E. Tanhuanpää, 1964. The fatty acid composition of Swedish varieties of wheat, barley, oates and rye. Acta Ag. Scand. 14, 3-11.
- Maguire, M.F. 1974. Protein from forage crops. Farm & Food Research, 5, 118-120.
- Mattson, B. 1977. Havre med hög proteinhalt - ett angeläget förädlingsmål. Sver. Utsädesf. Tidsk. 87, 317-323.
- Mertz, E.T., L.S. Bates and O.E. Nelson, 1964. Mutant Gene that changes Protein Composition and increases Lysin Content of Maize Endosperm. Science 145, 279-80.
- Monyo, J.H. and T. Sugiyama, 1978. Improvement of seed protein in rice through mutation breeding. I: Seed Protein Improvement by Nuclear Techniques. Proc. Baden and Vienna 1977. IAEA, Vienna, 181-189.
- Nelson, O.E. 1969. The Modification by Mutation of Protein Quality in Maize. I: New Approaches to Breeding for Plant Protein. IAEA/FAO, STI publ. 212, Vienna, 41-54.
- NLVF-utredning nr. 73, 1975. Produksjon av en-celleprotein sammenliknet med tradisjonell proteinproduksjon. Norges landbruksvitenskapelig forskningsråd, Oslo.
- NLVF-utredning nr. 84, 1976. Bladprotein. Agronomiske, tekniske, kvalitetsmessige og økonomiske forhold i forbindelse med produksjon og utnyttelse av bladprotein. Oslo 1976.
- Norum, K. 1979. Fettstoffer og deres ernæringsmessige betydning. I: Animalsk fett i norsk kosthold. NLVF-utredning nr. 103.
- Nutritional Data, 1962. Heinz International Research Center. H.J. Heinz Co. Pennsylvania.
- Parker, J.H. 1976. What happened to fertilizers? How, where we'll get our phosphorus, potassium. Crops and Soils Magazine, Aug.-Sept. 1976, 12-15.
- Parker, C and J.D. Fryer, 1975. Weed control problems causing major reductions in world food supplies. FAO Plant Protection Bulletin 23, 83-95.
- Pirie, N.W. 1975. Leaf protein. Food Protein Sources, IBP, 4, 133-139.
- Purseglove, J.W. 1968. Tropical crops. Monocotyledons, I, II. Dicotyledons I, II. Longmans.
- Rabson, R., C.R. Bhatia and R.K. Mitra, 1978. Crop productivity, grain protein and energy. I: Seed protein improvement by nuclear techniques. Proc. Baden and Vienna 1977. IAEA, Vienna 1978.
- Robbins, G.S., J. Pomeranz, and L.W. Briggles, 1971. Aminoacid composition of oat groats. Agric. food chem. 19, 536-539.

- Røed, N.O. 1976. Fosfor og mennesket. Bondevennen nr. 38, 892.
- Sanchez, F.F. 1975. Rodents affecting food supplies in developing countries: problems and needs. FAO Plant Protection Bulletin 23, 96-102.
- Schmidtborn, II. 1973. Die Aminosäuren Zusammensetzung von Futtermitteln. Degussa GB Chemie/Anwendungstechnik.
- Schübeler, F.C. 1886. Viridarium Norvegicum. Norges Væxtrige. Et bidrag til Nord-Europas Natur- og Kulturhistorie. Bd. I-III. Fabritius & Sønner. Christiania.
- Scrimshaw, N. S. and V.R. Young, 1976. The requirements of human nutrition. Scientific American 235 (3), 51-64.
- Skinnes, H. 1979. Genetiske undersøkelser i åkerbønne (*Vicia faba* L.). Avh. for Dr. scient.-graden. Inst. for genetik og planteforedling. NLH.
- Statens Ernæringsråd, 1977. Næringsmiddeltabell. Landsforeningen for kosthold og helse. Oslo.
- Terra, G.J.A. 1964. The significance of leaf vegetables, especially of cassava, in tropical nutrition. Trop. geogr. Med., 2, 97-108.
- The World Food Problem, 1967. A report of the panel on the world food supply. A report of the president's science advisory committee. Vol. I, II, III. The white House.
- Thielebein, M. 1968. Variety/fertilizer interaction in wheat and barley. Impr. and Prod. Project 5(1), 21-26. FAO.
- Vermeer, J. 1975. Are soybeans too successful? Crops and Soils Magazine Des. 1975, 12-14.
- von Baer, E., O. Blanco und R. Gross, 1977. Die Lupine - Eine neue Kulturpflanze in den Anden. Z. Acker - und Pflanzenbau 145, 317-324.
- Walker, P.T. 1975. Pest control problems (preharvest) causing major losses in world food supplies. FAO Plant Protection Bulletin 23, 70-77.
- Weber, E.J. and D.E. Alexander, 1975. Breeding for lipid composition in corn. J.Am. Oil Chem. Soc. 52, 370-373.
- White, G.A. (og 8 medarbeidere), 1971. Agronomic evaluation of prospective new crop species. I, II. Economic Botany 25, 22-54.
- Wolf, G. 1975. Quantitative Untersuchungen über den Proteingehalt in Samen von *Pisum Sativum*. Z. Pflanzenzüchtg. 75, 43-54.
- Wortman, S. 1976. Food and agriculture. Scientific American 235 (3), 31-39.
- Åkerman, Å. 1954. Studier rörande råprotein- och fetthalt hos några vithavresorter av probsteiertyp. Sv. Utsädesf. Tidsk. 64, 261-277.