

Norges landbrukshøgskole
Institutt for grønnsakdyrking
Stensiltrykk nr. 51

PROTEIN I GRØNNSAKER

EN OVERSIKT OG EN SÆRLIG OMTALE AV
PROTEIN I BONDEBØNNER, HAGEBØNNE,
KONSERVERT OG SPINAT

Utdrag av A.K. Hellens hovedoppgave

Januar 1974

Norges landbrukshøgskole
Institutt for grønnsakdyrking
Stensiltrykk nr. 61

PROTEIN I GRØNNSAKER

EN OVERSIKT OG EN SÆRLIG OMTALE AV
PROTEIN I BONDEBØNNER, HAGEBØNNE,
KONSERVERT OG SPINAT

Utdrag av A.K. Hellens hovedoppgave

Januar 1974

INNHALDSFORTEGNELSE

	side:
<u>1. Protein i grønnsaker</u>	
1.1 Historikk	3
1.2 Planteprotein	3
1.3 Protein i ulike planteorganer	11
1.4 Protein og ernæring	12
1.5 Faktorer som påvirker mengde og kvalitet av protein i planter	
1.5.1 Genetiske faktorer	14
1.5.2 Vekstvilkåras innvirkning på proteinet .	16
1.6 Nomenklatur	21
(1.7 Planteprotein i verdensmålestokk)	
1.8 Sammenfatning	24
<u>2. Protein hos bondebønne (Vicia faba L.)</u>	
2.1 Generelt om bondebønne	26
(2.2 Dyrking for konservering)	
2.3 Innhold og sammensetning av proteinet, og faktorer som påvirker dette	26
(2.4 Proteinsyntetiseringen)	
2.5 Ernæringsmessig vurdering av proteinet	28
2.6 Sorts- og kulturgransking	29
2.7 Resultater av egne undersøkelser	35
(2.8 Kort beskrivelse av Kjeldahl-analysen)	
2.9 Bondebønner. Sammenfatning.	39
<u>3. Protein hos hagebønne (Phaseolus vulgaris L.)</u>	
(3.1 Generelt om hagebønne og pralbønne (blomsterbønne))	
3.2 Innhold og sammensetning av proteinet i hagebønner, og faktorer som påvirker dette	40
3.3 Ernæringsmessig vurdering av proteinet i hagebønne	42
3.4 Resultater av egne undersøkelser	42
3.5 Hagebønner. Sammenfatning.	45
<u>4. Protein hos hageert (Pisum sativum L.)</u>	
(4.1 Generelt om hageerter)	
4.2 Sammensetning og innhold av protein i erter og faktorer som påvirker dette	45

side:

4.3	Resultater av egne undersøkelser	47
4.4	Sammenfatning. Hageerter.	48
<u>5. Proteinet hos spinat (Spinacea oleracea L.)</u>		
(5.1 Generelt om spinat)		
5.2	Innhold og sammensetning av proteinet i spinat, og faktorer som påvirker dette	49
5.3	Resultater av egne undersøkelser	51
5.4	Spinat. Sammenfatning.	51
<u>(6. Tabeller)</u>		
	Litteraturliste	61

1. PROTEIN I GRØNNSAKER

1.1 Historikk

Alt i 1747 oppdaget Beccari det vi nå vet er hvete-gluten. I 1889 ekstraherte Fourcroy plante-albumin, og fra 1799 til 1805 ble dette proteinet funnet i mange plantearter. I 1821 beskrev Gorham zein, som han fant i maisfrø.

Liebig fant i 1841 ut at forskjellige former for planteprotein var identiske med ulike typer animalsk protein. Han fant fire slike proteiner: Grønnsak-albumin, plante-gelatin, legumin (eller casein) og plante-fibrin (1).

G.J. Mulder innførte i 1839 begrepet protein i ernæringsvitenskapen. Glycin ble oppdaget i 1819 som den første aminosyren. I 1935 ble treonin oppdaget. Da kjente en til 20 aminosyrer, og dette antallet har ikke endret seg siden (2).

1.2 Planteprotein

Det er mange måter å klassifisere proteinet på. Man kan f.eks. dele proteinet inn i frøprotein, protein i blad, protein i stilk, protein i rot osv. En annen måte er å skille mellom metabolsk aktive og inaktive proteiner. En kan også klassifisere i enkle og konjugerte proteiner.

Det vanligste er imidlertid å klassifisere etter proteinets løslighet. Osborne's klassifisering fra 1924 er fremdeles en av de mest brukte (3):

I. Enkle proteiner:

- a. albumin
- b. globulin
- c. glutelin
- d. alkoholløslige proteiner (=Prolamin)
- e. albuminoider
- f. histoner
- g. prolaminer

II. Konjugerte proteiner:

- a. nukleoproteiner
- b. glycoproteiner

- c. fosfoproteiner
- d. hemoglobin
- e. lecithoprotein

III. Avledede proteiner:

- 1. Primære proteinderivater
- 2. Sekundære proteinderivater
 - a. proteoser
 - b. peptoner
 - c. peptider

Til albuminene hører bl.a. legumelin, som er funnet i erter, bondebønner og soyabønner og phaselin, som finnes i Phaseolus vulgaris.

Globulin omfatter mesteparten av proteinet i mange frøslag:

Legumin,	funnet i frø av erter, bondebønner o.fl.
glycinin,	" " " " soyabønner
phaseolin,	" " " " Phaseolus vulgaris
vicilin,	" " " " erter, bondebønner o.fl.
maysin,	" " " " mais

Til prolamin hører bl.a. zein, som finnes i frø av mais (1).

Protein finnes i de levende delene av alle planter. Det finnes i oppløst tilstand i væska i cellene. I halvt oppløst tilstand finnes det i protoplasmaet, og i uoppløst tilstand danner det reser-veprotein i cellene i frø, knoller, løker, knopper og røtter. I embryo hos enfrøblada slår proteinet seg ofte sammen med nuklein-syre og danner nukleoprotein (1).

Intensiteten av grønnfargen i bladene er positivt korrelert med relativt proteininnhold og biologisk verdi. En spinatplante, som har vokst for fort og er strantete og lys grønn i fargen, kan en gå ut fra har dårlig biologisk verdi og lavt proteininnhold. En tettvokst, kortstilka, mørkegrønn plante vil ha høy biologisk verdi (5).

Mesteparten av proteinet i frø blir betraktet som lagringsprotein (6). De fleste frø av tofrøblada planter inneholder mer enn ett protein. Disse ser ut til å tilhøre albuminer og globuliner og er antageligvis mye mer distinkt og klart definert enn f.eks. prola-

min og glutelin i korn (3).

Det er nå enighet om at mye av proteinet i frø består av proteinlegemer (=aleuronkorn). Proteinlegemene ble beskrevet alt i 1856. Diameteren på disse er fra to til 20 μ (6).

Det foreslåes at en kaller det proteinet, som proteinlegemene inneholder, for aleurin. Hvert frøslag vil ha sitt aleurin som skiller seg fra andre frøproteiner. Det er sannsynlig at noen aleuriner i ulike frøslag kan ha liknende struktur og funksjon (6).

Det er få, hvis i det hele noen, frøproteiner som er identiske. Denne påstanden ser ut til å være riktig siden det er svært lite sannsynlig at forskjellige plantearter kan syntetisere protein med nøyaktig den samme aminosyrerekkefølgen (3).

Frøproteinet blir omsatt enzymatisk i spiringsprosessen. Aminosyrene og peptidene som dannes, blir transportert til stedene i den nye planta hvor det er vekst, og hvor de blir tilgjengelig for proteinsyntesen. Men noen av frøproteinene tjener andre hensikter, f.eks. enzymene som er med i nedbrytinga eller syntesen av protein, stivelse og andre produkter (3).

I frøene hos de fleste tofrøblada er cellene, som inneholder reserveprotein, spredt mellom cellene i embryovevet (1). I røtter, knoller og løk er de uløste reserveproteinene suspendert i celledsafta, oftest i form av krystaller. Proteinets finnes i ulike deler av frøet, i endospermen, protoplasmaet og i embryovevet. Alt proteinet som frøet inneholder, er ikke reserveprotein. Frøproteinets inneholder en eller to typer av reserveprotein. Dessuten inneholder det litt protein med helt andre egenskaper. Lagringsproteinets (reserveproteinets) finnes muligens både i embryovevet, i protoplasmaet og i endospermen.

I fullmodne frø tar ikke lenger reserveproteinets del i de fysiologiske prosessene. Reserveprotein i frø er mer stabilt mot kjemiske og fysiske påvirkninger enn proteinets i levende vev hos dyr. Reservefrøproteinets varierer også mer i forholdet mellom noen eller flere av aminosyrene enn mer fysiologisk aktivt protein fra f.eks. grønnsaker (1).

Leguminoseprotein består hovedsakelig av globulin, men albumin finnes også i noen få arter (8).

Globulin i ertefrø er blitt separert i to komponenter: Vicilin og legumin. Disse to fraksjonene har molekylvekt henholdsvis 186.000 og 331.000 (9). Det er funnet proteiner med molekylvekt som likner det en har funnet i vicilin og legumin i forskjellige slekter hos leguminosene, og dette proteinet utgjør hovedmengdene av proteinet i de undersøkte artene. En konkluderer derfor med at dette proteinet er karakteristisk for lagringsprotein hos leguminosene.

Legumin og vicilin hos erter har et nokså likt aminosyremønster, og begge inneholder mye asparaginsyre, glutaminsyre og arginin (9).

Legumin og vicilin er eksempler på proteiner med en nokså vid utbredelse. De har ulik fysiologisk alder og utvikles ikke parallelt. En kan si at vicilin er et relativt mer primitivt protein enn legumin, eller at den fylogenetiske differensieringa av legumin går raskere enn differensieringa av vicilin. Det isoelektriske punktet for legumin er ved $\text{pH}=4,8$, og for vicilin ved $\text{pH}=5,5$. Disse proteinene finnes ikke i *haseolus vulgaris*, men de er hovedprotein i ertefrø på samme måte som faseolin er hovedprotein i *Phaseolus vulgaris*. Men mens legumin og vicilin forekommer i flere arter, flere slekter, og vicilin til og med i flere raser, ser det ut til at faseolin bare forekommer i noen amerikanske arter i slekta *Phaseolus* (10).

En del undersøkte leguminoser, bl.a. vanlige bønner og erter, er sammenliknet med FAO's referansemønster for aminosyresammensetningen. Sammenliknet med referansen hadde alle de undersøkte leguminosene for lite svovelholdige aminosyrer. De fleste leguminosene hadde svært høyt innhold av lysin, og alle hadde meget lite histidin (12).

aminosyre	legumin hos erter	legumelin hos bønner
glutaminsyre	17,0	13,0
leucin	8,0	9,6
arginin	11,7	5,5
asparaginsyre	5,3	4,1
prolin	3,2	4,0
lysin	5,0	3,0
fenylalanin	3,8	4,8
histidin	2,4	2,3
tyrosin	1,6	1,6
alanin	2,1	0,9
glykoll	0,4	0,5
valin	-	0,7
serin	0,5	?
tryptofan	+	+
isoleucin	-	-
cystin	-	-
oxyprolin	-	-
Sum av aminosyrer	62,0	50,0

Tabell 1: Aminosyresammensetningen av legumin i erter og legumelin i bønner. Tallene angir prosent av proteinet (4).

aminosyre	albumin	vicilin
asparaginsyre	11,9	15,3
treonin	4,7	2,9
serin	5,5	6,8
glutaminsyre	7,5	20,4
prolin	6,2	3,9
glycin	4,9	3,6
alanin	5,4	3,5
valin	5,5	5,3
metionin	1,1	0,0
isoleucin	4,9	6,9
leucin	5,2	11,6
tyrosin	2,4	3,1
fenylalanin	6,4	7,0
histidin	2,6	2,1
lysin	7,8	9,8
NH ₃	1,3	2,3
arginin	5,1	7,4
cystein	5,5	0,0
tryptofan	2,5	0,1
Sum aminosyrer	96,4	112,0

Tabell 2: Aminosyresammensetningen av albumin og vicilin hos erter. Tallene angir gram aminosyre av 100 g materiale.

Nesten alle proteinene i leguminosefrø mangler, såvidt en vet, ikke totalt noen essensiell aminosyre, men likevel vil ikke slikt protein gi normal vekst hos forsøksdyr (1).

Leguminosene har noe av de mest proteinholdige frøa en kjenner, men proteinet har oftest liten ernæringsmessig verdi, hvis det ikke blir varmet opp eller tilsatt en eller flere aminosyrer. Men for noen leguminoser hjelper ikke oppvarming, og for noen minker det ernæringsverdien. Erter f.eks. får lavere ernæringsverdi ved autoklaving med sterk oppvarming. *Phaseolus vulgaris* ga ingen vekst i det hele tatt hos forsøksdyr, uten at det ble varmet opp. De fleste av de undersøkte leguminosene forbedret sin ernæringsverdi ved oppvarming.

phaseolin, som danner hovedproteinet i *Phaseolus vulgaris*, viste seg å være en utilstrekkelig proteinkilde for rotter. Resultatet ble noe bedre etter koking i vann. Ved å tilføye 0,36% cystein til mat som inneholdt 18% kokt phaseolin, fikk rottene normal vekst (11).

Leguminosefrø ser ut til å inneholde nok av alle de essensielle aminosyrene til å gi tilstrekkelig vekst til unge rotter. Koking av leguminosefrø ødelegger uønska komponenter, og dessuten kan sammensetningen av proteinet forandres, slik at det kan utnyttas bedre. Forskjellige arter er ikke like når det gjelder denne ernæringsdefekten.

De toxalbumin-proteinene som ikke er giftige, men som feller ut suspensjonen av røde blodlegemer hos dyr, har en foreslått å kalle phasin. Phasin ble først funnet i frø av *Phaseolus*. Siden er det funnet i mange plantearter, særlig i leguminoser, bl.a. i *Pisum* og *Vicia* (1).

Mange forskningsrapporter tyder på at bondebønne har en ødeleggende virkning på rotter, mens andre forskere rapporterer om gode resultater med bondebønne som fôr. Årsaken til dårlig vekst skyldes, ifølge noen forskere, mangel på, eller ubalanse i noen essensielle aminosyrer. Det kan og skyldes vekstinhibitorer, som er bundet til proteinet (13).

Den såkalte trypsininhibitoren kan virke ødeleggende på proteinet. Trypsin er en proteinase, som katalyserer hydrolysen av protein.

En har funnet trypsininhibitor i soyabønne, bondebønne og andre leguminoser (14). Den metabolske defekten hos soyabønne, forårsaket av trypsininhibitor, viser seg som en økt oksydasjon av metionin. Dette kommer av økt omdanning av metionin til cystin. Hos rotter som får uoppvarma soyabønner vil trypsininhibitoren, danne en metabolsk blokkering for utnyttelsen av cystin i proteinsyntesen (15).

En har målt en trypsininhibitor-aktivitet fem ganger større i soyabønne enn i *Vicia faba*. Autoklaveringen i 40 min. ved 110°C fjernet trypsininhibitor-aktiviteten. Men selv om en har påvist trypsininhibitor-aktivitet, er det ikke endelig bevis for en dårlig virkning på ernæringseffekten (14).

En tror at det som hindrer veksten når rå soyabønner gis til forsøksdyr, er **trypsininhibitor** og hemagglutinin. For optimal ernæringsverdi hos soyabønner må det en viss oppvarming til, men oppvarmingen må ikke være for sterk. Rå soyabønner gir ingen vekst, selv om de tilsettes metionin, men bønner som er blitt autoklavert i 5 min. ved 121°C og så tilsatt metionin, gir normal vekst hos rotter. I noen leguminoser har en også funnet giftige substanser som tåler varme. Slike giftige substanser kan hindre vekst hos rotter (11).

Frie aminosyrer, (ikke-proteinamino-syrer), tilhører de nitrogenholdige plantestoffene. I motsetning til aminosyrene i proteinet, viser de en stor variasjon og er enda ikke tallmessig bestemt. Det oppdages stadig nye.

Særlig leguminosene inneholder mye av de fysiologisk aktive frie aminosyrene, f.eks. de toksiske aminosyrene i Lathyrus og i Vicia-arter. Gjød-sling, særlig med nitrogen, og **behandl- inga** plantene får, influerer på innholdet av frie aminosyrer.

Selv om de frie aminosyrer bare utgjør en liten del av stoffene i planta, har de likevel sterk innflytelse på kvaliteten. De min-ker plantas generelle biologiske verdi og proteinets biologiske verdi. En vesentlig del av de frie aminosyrene framstiller stoff-fer som er forløper for proteinsyntesen.

Noen av de nye aminosyrene viser liten strukturell likhet med proteinamino-syrene, mens andre er mer lik disse. En kan si at de frie aminosyrene er deres nære naturlige analoger. Hvis en ikke-proteinamino-syre som er svært lik en proteinamino-syre blir inn-ført i en organisme hvor den egentlig ikke hører hjemme, kan det oppstå konkurrans- mellom denne og den tilsvarende proteinamino-syren. Canavanin virker som en antimetabolitt til arginin i for-skjellige organismer. En har påvist bl.a. i en art av Phaseolus at en aminosyre blir erstattet av en naturlig analog til denne. Prolin kan erstattes av azetidin-2-carboxylsyre. Når prolin er-stattes slik i planta, fører det til veksthemming og tilslutt til død. Den giftige effekten av ikke-proteinamino-syrene finnes i planter, mikroorganismer og høyere dyrearter (16).

1.3 Protein i ulike planteorganer

I soner i plantene der det foregår stor celledeling eller andre prosesser som er svært viktige for planta, blir det en akkumulering av essensielle aminosyrer i forhold til råprotein. Det blir altså en høyere proteinkvalitet i disse plantedelene. Andre soner i planta av mindre betydning for veksten, f.eks. lagringsorganer, viser lavere EAS-indeks (17).

Hos grønnkål og spinat har en funnet at biologisk verdi av proteinet i bladene øker når bladstilk og midtnerve fjernes, og den økte enda mer hvis nervene av 1. orden ble fjernet (18).

I cella finnes mesteparten av proteinet i kloroplastene, resten er i de andre organellene og i den løslige fraksjonen. Når kloroplastprotein er tatt vekk fra et ekstrakt, får en igjen cytoplasma-protein.

Mange forskere har i de senere åra stilt store forventninger til bladprotein når det gjelder å forbedre verdens proteinsituasjon.

Kilder for bladprotein kan være vekster som dyrkes p.g.a. sin store proteinavling pr. arealenhet. Det kan være biprodukter av vekster som bomull og jute, poteter, grønnsaker og sukkerbeter. Det kan også komme på tale å utnytte vekster som ikke høstes nå, men som kunne høstes, f.eks. flytende planter. Bladprotein kan i enkelte tilfeller få en bedre kvalitet enn protein i frø (20).

Det forskes med bladprotein i flere land nå, men før dette kan brukes som matprotein, må det forskes mer om ekstraksjonen, sammensetningen, næringsverdi, fysiske egenskaper og lagringsstabilitet (21).

Avhengig av bl.a. planteslag og plantas alder, inneholder tørket bladproteinkonsentrat 60-75% protein. Det er lettest å ekstrahere fra friske, sukkulente blad, det gir også den høyeste proteinavlingen. Bladprotein-konsentrat fra mange planteslag inneholder mye essensielle aminosyrer, særlig lysin. Generelt kan disse proteinene tåle sammenlikning med animalsk protein av god kvalitet. Den biologiske verdi av bladprotein-konsentrat er ganske høy. Forsøk har vist at dette er et verdifullt tilskudd i mat til spebarn og barn i u-land (21).

Bare bladprotein-konsentrat ga ikke noen komplett diett, men det

kan blandes med andre produkter og kan bøte på mangler ved disse. Men å få folk til å like mat med bladprotein-konsentrat kan være et problem. I retter som ikke har en sterk kryddersmak, kan det bli en uheldig grassmak eller en bitter eller sur smak. Tilsetning til ferdige, kokte retter har vært mest vellykket (19).

1.4 Protein og ernæring

Protein består som kjent av ca. 20 aminosyrer. Åtte av disse er såkalte essensielle aminosyrer (EAS), dvs. menneskene kan ikke produsere dem selv, de må tilføres gjennom kosten. Disse åtte er: Treonin, fenylalanin, lysin, tryptofan, valin, metionin, leucin og isoleucin. For barn er dessuten histidin og arginin essensielle. Cystein og tyrosin betraktes som halvessensielle, fordi de delvis kan erstatte respektivt metionin og fenylalanin.

Følgende aminosyrer kan regnes som halvessensielle:

Arginin, tyrosin, cystein, glycin og serin. En blanding av de ti aminosyrer som er essensielle for rotter ga bare 70-75% av den veksten hos rotter som en blanding av de ti aminosyrene og ni ikke-essensielle aminosyrer ga (22). Dette viser at det er også nødvendig med noe ikke-essensielle aminosyrer i kosten.

I matvarer med protein som en kan si er av dårlig kvalitet, er det svært lite av en eller flere essensielle aminosyrer. Dette er oftest tilfelle med planteprotein, og da kan ikke proteinet utnytted fullstendig. Stort sett kan en si at animalsk protein er mer verdifullt enn planteprotein, men det finnes unntak. F.eks. er collagen i bein hos dyr av liten verdi. Hos den encella algen *Scenedesmus obliquus* er proteinet av høy verdi. Det er også tilfelle i blad med mye klorofyll (spinat, grønnkål) som har stått i fullt lys, i frø av soyabønne og i knollene til potet (17).

Det taler til planteproteinets fordel at flere forskere har funnet et økt kolestrolinnhold i blodserumet ved bruk av animalsk protein. Med vegetabilsk protein minket kolestrolinnholdet signifikant (23).

Som en grov regel kan en si at proteinbehovet i gram pr. dag er like stort som det antall kilo en person veier (24).

Aminosyre	FAO-referanse 1957	Korrig. standard (A. Stabbursvik)	Egg
lysin	4,2	4,0	6,4
metionin + cystein	4,2	3,2	5,5
tryptofan	1,4	1,0	1,6
treonin	2,8	2,8	5,1
isoleucin	4,2	4,2	6,6
leucin	4,8	4,8	8,8
valin	4,2	4,2	7,3
fenylalanin + tyrosin	5,6	5,6	5,5
leucin/isoleucin			1,3*

Tabell 3: Anbefalt aminosyresammensetning etter en FAO-referanse med korrigerings av A. Stabbursvik. Innholdet av isoleucin, leucin, valin og fenylalanin + tyrosin er ikke korrigert siden det som oftest er nok av disse aminosyrene i kosten. Tallene angir gram aminosyre pr. 100 gram protein. Aminosyresammensetningen av egg er tatt med som sammenlikning (25).

*Dette tallet bør være lavt.

Det er oftere tilgjengeligheten av de essensielle aminosyrene enn deres absolutte mengde som bestemmer ernæringsverdien av proteinet. Lysin er ofte utilgjengelig i planteprotein, og metionin er det ofte for lite av. I absolutt mengde er metionin den begrensende aminosyren i alt bladprotein (19). Lysin er det ofte for lite av i planteprotein, særlig i korn, til at proteinet får en høy ernæringsverdi (26).

En kan forbedre planteproteinets kvalitet ved tilsetning av aminosyrer som proteinet har lite av. Forsøk med tilsetning av syntetisk metionin og cystein til frø av bondebønne forandret ikke proteinets virkelige fordøyelighet, men den biologiske verdien av proteinet økte betydelig. Denne økingen var mindre enn økingen en fikk i biologisk verdi når bønnene var gjødslet med svovel og inneholdt de samme mengder metionin og cystein som bønner som fikk dette kunstig tilsatt. Det ser altså ut til at ernæringseffekten av syntetiske, svovelholdige aminosyrer som

tilsettes maten, skiller seg fra effekten av de samme aminosyrene som finnes i protein (36).

Selv om cystein ikke er en essensiell aminosyre, kan den erstatte metionin opptil 65%. Derfor ser det ikke ut til å være så viktig hvilken av disse aminosyrene en øker innholdet av, bare summen av disse øker (36).

1.5 Faktorer som påvirker mengde og kvalitet av protein i planter

1.5.1 Genetiske faktorer

En måte å arbeide for å forbedre innholdet og kvaliteten av proteinet i kulturplanter på, er å undersøke handelssorter og lokale varieteter med tanke på foredling.

Det ser ut til å være i korn at det er mest håp om å kunne påvirke proteinkvaliteten. Her har en bl.a. kommet fram til de revolusjonerende Opaque- og Floury-typene i mais. Forutsetningen for gode resultater er at en går gjennom og analyserer mest mulig av lokale plantevarieteter fra flest mulig land. For noen kornslag har altså dette gitt svært gode resultater. Men for andre plantegrupper, f.eks. bønner og andre belgvekster, har det vist seg at de genetiske variasjonene er så små at en får lite eller ikke noe igjen for strevet (27).

Mye av dette analysearbeidet har også vært bortkastet, siden en har tatt lite hensyn til at aminosyresammensetningen varierer med ytre faktorer som klima, jordtype og særlig gjødsling. Som eksempel kan en nevne at ved dyrking av fingermillet under ekstreme gjødslingsforhold har en i samme sort funnet at lysindelen av proteinet kan utgjøre dobbelt så mye i ett tilfelle som i et annet. Og enda varierer lysin lite sammenliknet med variasjoner i totalproteininnhold og innhold av svovelholdige aminosyrer (27).

Når det gjelder bondebønne er det funnet signifikant forskjell i proteininnhold mellom populasjonene såvel som mellom sortene, og de fleste sorter er populasjoner. Innavlede linjer fra en populasjon av vintersådde bondebønner i England ble analysert, og de varierte fra 24,4% til 31,4% protein. Innavlede linjer fra sor-

ten 'Suffolk Red' varierte fra 26,6% til 33,6% protein.

Kryssninger mellom innavla linjer med høyt og lavt proteininnhold har vist at høyt proteininnhold har en tendens til å være resesivt (28).

Høyt proteininnhold kan bety dårligere proteinkvalitet. En har funnet svært signifikant, negativ korrelasjon mellom proteininnhold og gram lysin pr. 16 gram nitrogen. Lysininnholdet i tørrstoffet økte da proteininnholdet økte, men ikke like fort. Antall genotyper som ble undersøkt var ikke stort nok til å uttale seg om høyt lysininnhold og høyt proteininnhold kan kombineres i en sort (28).

Det påstås at vårsådde sorter av bondebønne har **høyere** råproteininnhold enn vintersådde sorter (29).

Lavere proteininnhold hadde en tendens til å være assosiert med sorter med store frø, eller sorter som var tidlig modne (30).

3600 sorter, linjer og enkeltplante-utvalg av vanlige bønner ble dyrket i U.S.A. i 1968. Av disse ble 82 valgt ut, da de hadde over **32% mer** mikrobiologisk tilgjengelig metionin i de modne frøa enn handelssorten 'Senilac'. Av disse ga 63 over 33% mer metionin ved ny prøving i 1969. De undersøkte handelssortene så, uavhengig av frøkilden, ut til å ha nokså like nivåer av tilgjengelig metionin. Nivået av metionin i modne frø av bønner er bestemt genetisk, og det er funnet tilstrekkelig variasjon innen artene til at en kan få forbedring ved hybridisering og utvalg.

Hvis en kunne fordoble metionininnholdet i mange metioninfattige bønnesorter, kunne aminosyrebalsen bli like god som hos eggprotein. En slik øking er realistisk oppnåelig (31). Denne forskeren er altså mer optimistisk når det gjelder resultater av foredling av bønner enn (27) var.

I mais er det bare ca. 10% protein, og dette er heller ikke av så god kvalitet. Vanligvis er lysininnholdet for lite. I 1950-åra fikk en Opaque- og Floury-mutantene i mais. En fant et gen en kalte "opaque-2". Når dette ble innført i en vanlig maisrase, kunne det øke kjernens lysininnhold med opptil 6%. Kort etter fant en at et gen i floury-serien hadde en liknende mulighet (32).

Hos erter kan en ved raseutvalg innen en sort, og uten å endre viktige karakterer hos sorten, øke proteininnholdet ca. to til tre prosent. En kan selekttere raser med større proteininnhold fra raser med relativt lite proteininnhold. Avkommet av kryssing mellom sorter med høyt proteininnhold når ofte ikke opp til foreldrenes proteinnivå (33).

Proteinet fra leguminosefrø likner hverandre på mange måter, men er nokså ulikt proteinet i korn. I erter, bondebønner, linser og vikker inneholder proteinet legumin, som er funnet å være nokså likt. Dette proteinet likner i det viktigste på proteinet i Phaseolus. Når det gjelder proteinet, skiller Lupinus seg fra andre leguminoser, men likevel likner proteinet her mer på det en finner i andre leguminosefrø enn på proteinet i frø fra andre planter. En finner nokså likt protein bare i frø som er nær slektet botanisk (1).

Det ser ut til at proteinmønsteret i arter innen 1 slekt likner hverandre mer enn proteinmønsteret i arter som tilhører ulike slekter (34).

Aminosyresammensetningen av frø viser stor likhet. Det er klar forbindelse mellom plantenes taxonomiske klassifisering og mengdene av hver aminosyre i plantas protein. Det er mindre forskjell i aminosyreforholdet i ulike frøslag enn i oljeinnholdet og proteininnholdet (35).

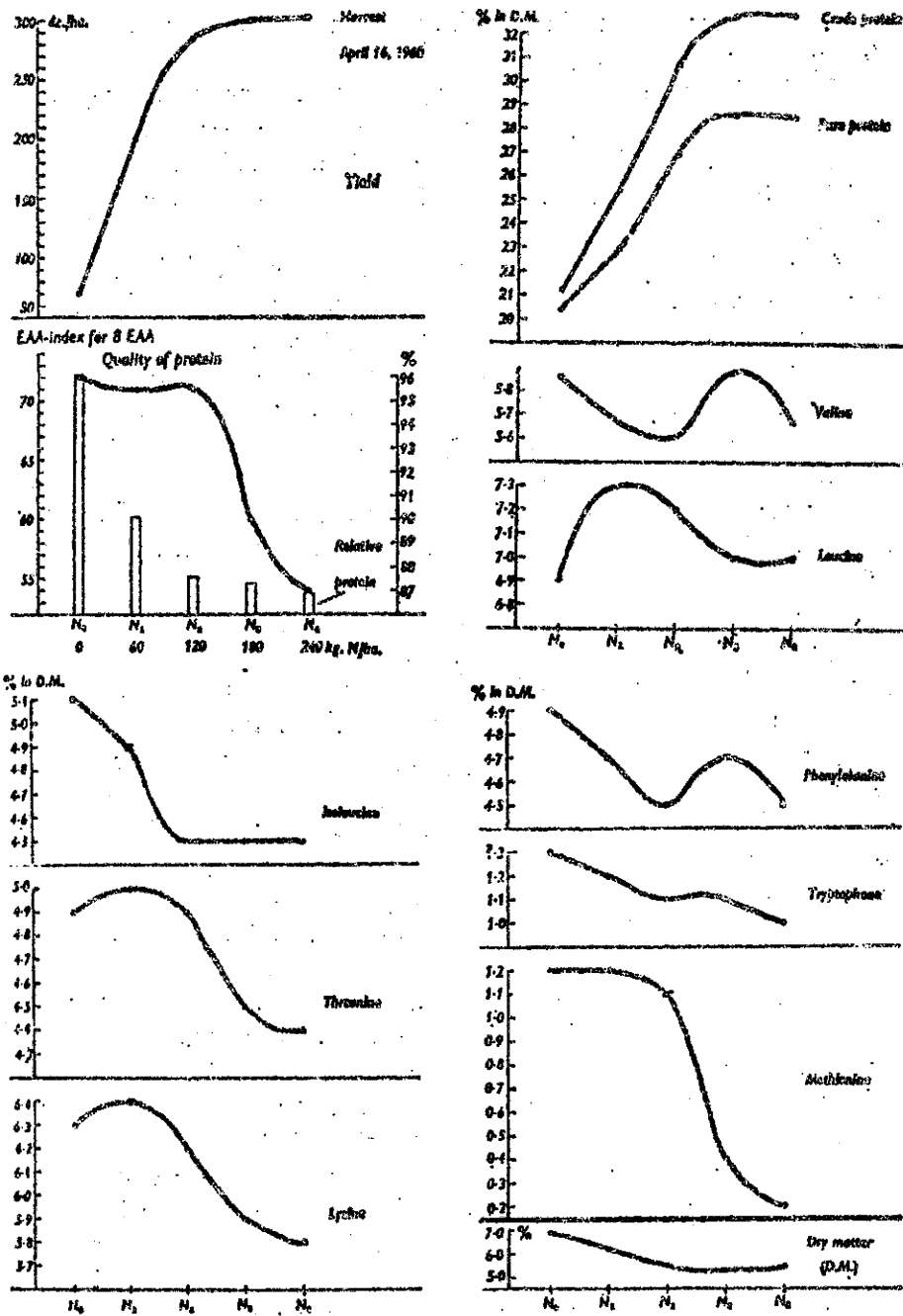
1.5.2 Vekstvilkårars innvirkning på proteinet

Når en diskuterer effekten av næringsstoffer på proteininnholdet og aminosyresammensetningen i planter, burde en skille mellom effekten av slike næringsstoffer som nitrogen og svovel som er bestanddeler av alle eller noen aminosyrer, og slike næringsstoffer som antageligvis påvirker aminosyrene indirekte. Effekten av næringstilførsel på proteinsammensetningen i frø av korn og leguminoser, med unntak av svovelets påvirkning på cystein- og metionininnholdet, kan vurderes ved å måle forandringer i totalnitrogeninnholdet. Variasjoner i proteinsammensetningen ser vanligvis ut til å følge bestemte mønstre, og henger nøye sammen med variasjoner i total-nitrogeninnholdet (36).

Proteininnholdet i plantene øker med økt nitrogentilgang. Denne virkningen er mest markert for bladgrønnsaker. Ved særlig sterk nitrogengjødsling går kvaliteten av proteinet tilbake p.g.a. minking i innholdet av noen essensielle aminosyrer, særlig metionin. Kvaliteten av proteinet kan gå tilbake før optimal avling er nådd (37).

Når det gjelder nitrogen, må en skille mellom de forskjellige nitrogenformene i gjødsela. Hvis det tas opp ammonium, gir det først og fremst en amiddannelse i planta. Tas det opp nitrat, dannes det organiske syrer, særlig aminosyrer (38).

Råproteininnholdet økte og EAS-indeks minket ved sterkere nitrogengjødsling av potet (17).

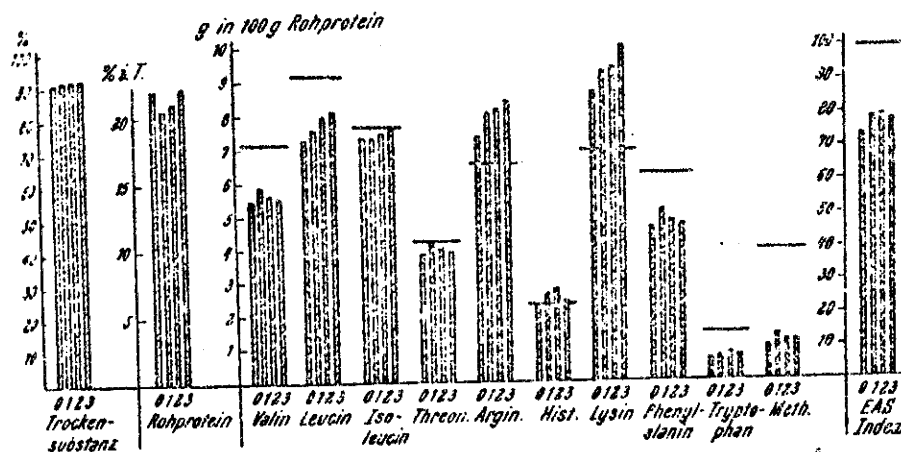


Figur 1: Hvordan økt nitrogen gjødsling forandrer avling, EAS-indeks, råprotein- og rent proteininnhold, innhold av noen aminosyrer og tørrstoffinnholdet hos spinatsorten "Matador" ved Geisenheim (17).

(37) nevner at fosforgjødsling ser ut til å føre til bedre proteinkvalitet. Av næringsstoffene er fosforsyre den viktigste kvalitetsregulatoren i produktet (39). Gitt i tilstrekkelige mengder og i riktig form vil det gi mer protein i plantenes frukter. Fosforsyre øker proteininnholdet og minker innholdet av ikke-proteinholdige nitrogensubstanser.

planteslag	nitrogen + kalium	nitrogen + kalium + fosfor
kål	18,45	23,50
spinat	20,93	24,40
gulrot	6,48	6,99
kepaløk	10,67	12,18
selleri	7,38	8,62

Tabell 4: Virkningen av fosforsyregjødsling på proteininnholdet i grønnsaker. Tallene angir prosent protein av tørrstoffet (39).



Figur 2: Endringer i tørrstoffinnhold, råprotein, EAS-indeks og konsentrasjonen av noen aminosyrer i ertesorten 'Mansholt's short green' med endret fosforgjødsling.

0 = uten fosforsyre

1 = 30 kg pr. ha

2 = 60 " " "

3 = 90 " " "

— = verdien for egg.

Grunngjødsling: 20 kg N pr. ha og 120 kg K₂O pr. ha (17).

Næringsstoffer, bortsett fra nitrogen og fosfor, har oftest liten og usikker effekt på proteinet i plantene (37). Kaliumgjødsling til sukkerroer virker ifølge (40) på råproteinet først og fremst ved å påvirke totalavlingen. Kaliumgjødsling virker til en viss grad antagonistisk på nitrogengjødslinga og begrenser dermed virkningen av den. En øking i avlingen under påvirkning av kaliumgjødsling fører oftest til en tilbakegang i nitrogeninnholdet.

En har funnet at i bondebønne ble innholdet av cystein mer påvirket av svovelmangel enn metionininnholdet ble. Ved å øke svovelgjødslinga økte en konsentrasjonen av cystein fra 0,261% til 0,363% av tørrstoffet. Konsentrasjonen av metionin økte fra 0,205% til 0,233%. Liknende forskjeller har en fått i forsøk med hvitkløver og lusern. Dette tyder på at ved svovelmangel blir metionin dannet på bekostning av cystein. Siden cystein og metionin inneholder svovel, vil svovelmangel virke sterkt inn på dannelsen og innholdet av disse aminosyrene. Mer svovelgjødsling gir, med de fleste kombinasjoner av fosfor og nitrogen, mer cystein og metionin i frøa. Når det gjaldt de andre aminosyrene var det ingen enstydig effekt av svovel når konsentrasjonen av aminosyrene ble uttrykt som gram pr. 16 gram nitrogen (36).

I forsøk har en vist at det blir høyere innhold av råprotein når en bruker husdyrgjødsel og kunstgjødsel sammen, enn når en bruker bare husdyrgjødsel. Helsa til voksne forsøkspersoner ble ikke påvirket av hvordan vekstene de spiste var gjødslet, men til spebarn var det bedre å bruke vekster gjødslet med både husdyrgjødsel og kunstgjødsel enn dem som var gjødslet med bare husdyrgjødsel (23).

Jordtypen kan også ha noe å si for proteinet i plantene (17).

(23) sier også at klimaet har større virkning enn jorda på plante-kvaliteten. (39) nevner at direkte sol, høy temperatur og mindre nedbør høyner innholdet av protein i plantene.

1.6 Nomenklatur

Det finnes en mengde ulike måter å oppgi innhold og sammensetning av protein på. Betegnelsene råprotein ("crude protein") = totalnitrogen x 6,25 og rent protein ("pure protein") = proteinnitrogen x 6,25, er mye brukt. Proteinnitrogen x 6,25 kalles også

totalprotein (41). Relativt proteininnhold = proteinnitrogen som prosent av totalnitrogen. Proteinnitrogen kan f.eks. oppgis i prosent av tørrvekt eller friskvekt. Det kan og oppgis i prosent av totalnitrogen (totalnitrogen ÷ proteinnitrogen = løslig nitrogen), som antall mg og som antall mg pr. g friskvekt eller tørrvekt. Råprotein og totalnitrogen oppgis også f.eks. i prosent av tørrvekt eller friskvekt.

Aminosyreinnholdet kan en oppgi som mg pr. gram nitrogen, som g aminosyre pr. 100 g protein, pr. 16 g nitrogen eller pr. 100 g plantemateriale. En kan også oppgi det i prosent av tørrvekt, friskvekt eller totalnitrogen.

Ernæringsmessig er kvaliteten av proteinet vel så viktig som totalinnholdet. Her er EAS-indeks mye brukt: (EAS = essensiell aminosyre). EAS-indeksen for egg er 96 (22). I f.eks. grønnkål er den 73, og i hvitkål 43 (17).

En snakker ofte om proteinets biologiske verdi. Med det menes den delen av absorbert nitrogen som beholdes i kroppen til oppbygging og vedlikehold av organismen. Biologisk verdi (BV = "biological value") kan uttrykkes i denne formelen:

$$BV = \frac{B \div Bk}{I \div (F \div Fk)} \quad (42).$$

B = kroppsnitrogenet målt i forsøksdyr på slutten av forsøksperioden, når dyra har fått den maten en vil måle BV i.

Bk = kroppsnitrogenet ved nitrogeninntak = 0, målt på slutten av forsøksperioden med dyr som har fått fôr uten protein.

I = nitrogeninntak

F = ekskrementnitrogen

Fk = endogent ekskrementnitrogen

Ifølge (8) skulle biologisk verdi og kjemisk skår være like, og i mange proteiner er det god overensstemmelse, men disse to betegnelsene er likevel ofte ikke helt identiske.

Hvis et protein helt mangler en essensiell aminosyre, er BV = 0.

Idealprotein:	BV = 100
Egg:	BV = 96
Kjøtt (muskler):	BV = 80
Soyabønne:	BV = 75
Mais:	BV = 55

Ris: BV = 70
Leguminoser generelt: BV = 40-50

Tabell 5: Biologisk verdi for noen vekster og for noen slag av animalsk protein.

Med proteinetts fordøyelighet ($D = \text{"digestability"}$) menes den delen av matens nitrogen som absorberes.

$$D = \frac{I \div (F \div F_k)}{I} \quad (42).$$

En snakker også om virkelig fordøyelighet ("true digestability"). En kan eksempelvis si at proteinet både i egg og i blad har en fordøyelighet på 80%. Den biologiske verdien for egg er 100% og for blad 50%. Da blir virkelig fordøyelighet for egg 80% (100% av fordøyeligheten), og for blad 40% (50% av fordøyeligheten).

Ved hjelp av disse betegnelsene kan en vise hvordan protein i blad og egg er forskjellig. Hvis en person spiser 1000 g blad, er fordøyeligheten f.eks. 80%. 200 g går i avføringen og 800 g fordøyes. Spiser han 1000 g egg, vil samme mengde antageligvis fordøyes, $D = 80\%$. Av de 800 g fordøyd blad går f.eks. 400 g ut i urinen og 400 g avleires i kroppen. 50% blir da utnyttet, og en sier at den biologiske verdien (BV) = 50. Her ligger forskjellen på proteinet i blad og i egg. Av de 800 g fordøyd egg vil sannsynligvis alle 800 g utnyttes i kroppen, og $BV = 100$ (43).

Kjemisk skår ("chemical score") er også en måte å angi kvaliteten på. Med det menes prosenten av den begrensende aminosyren i proteinet i prosent av innholdet av denne aminosyren i et ideelt aminosyremønster (8). Kjemisk skår kan oppgis på to måter (42):

a) A/E. Innholdet av hver essensiell aminosyre i proteinet i maten (A_x) blir uttrykt først i forhold til totalt essensielt aminosyreinnhold (E_x). Disse forholdene uttrykkes så som prosenter av forholdet mellom hver aminosyre i egg (A_e) og det totale essensielle aminosyreinnholdet i egg (E_e). Den laveste av alle disse prosentene kalles den kjemiske skår.

$$A/E = \frac{A_x \cdot E_e}{A_e \cdot E_x}$$

b) A/T. Innholdet av hver essensiell aminosyre i matens protein (A_x) blir uttrykt som prosent av innholdet av den samme ami-

nosyren i den samme mengde egg (Ae). Den aminosyren som viser lavest prosent er kalt den begrensende aminosyren, og denne prosenten er den kjemiske skår:

$$A/T = A_x/A_e$$

PER ("Protein Efficiency Ratio") kan en kanskje oversette med proteinvirksomhetsforholdet. Dette er g vektøkning pr. g inntatt nitrogen. PER er basert på vektøkning hos unge dyr, oftest rotter, som får testproteinet i tre til fire uker slik at dette utgjør 10% av tørrvekten i kosten. For det meste leguminoseproteinet er PER = 0,50 (for soyabønne = 1,5-2,5). For kjøtt og egg varierer det fra 2,5 til 3,5 (8).

NPU ("Net Protein Utilization"), netto proteinutnyttelsen, er det en beholder i kroppen av nitrogenet en får i seg i maten, uttrykt som prosent av nitrogenet i maten (8). En kan uttrykke det slik:

$$NPU = \frac{B \div B_k}{I} \quad (42).$$

$$\text{Kalkulert NPU} = BV \cdot D$$

I slike utregninger som dette bruker en forsøk med dyr for å finne hvordan organismen reagerer på proteinet. Aminosyrebehovet hos mennesker og f.eks. rotter, kyllinger og griser er nokså likt, så resultater fra dyreforsøk kan også brukes, når det gjelder mennesker, uten for mye reservasjoner (8)

1.8 Sammenfatning

Det er mange måter å klassifisere protein på. Den vanligste er klassifisering etter løslighet. Mesteparten av proteinet i mange frøslag består av globulin. Lagringsprotein (reserveprotein) utgjør mye av frøproteinet. De fleste tofrøblada planter inneholder flere proteinslag, antageligvis albuminer og globuliner. Mye av frøproteinet består av proteinlegemer. Antageligvis er ingen frøproteiner identiske.

Globulinene legumin og vicilin finnes i frø i flere arter og slekter. Aminosyresammensetningen av legumin, vicilin o.fl. er angitt. Leguminoseproteinet kan gjøres mer verdifullt ved oppvarming eller ved å tilsette aminosyrer. Oppvarming kan ødelegge hemmingsfaktorer i proteinet, som f.eks. trypsininhitorer.

Frie aminosyrer minker proteinets biologiske verdi og kan føre til veksthemming og død hos planta.

Ulike deler av blader kan ha ulikt verdifullt protein. Mesteparten av proteinet i cella finnes i kloroplastene. Bladproteinkonsentrat kan, hvis det svarer til forventningene, få stor betydning for proteinforsyningen i u-land. 8 av de 20 aminosyrene i protein regnes som essensielle. I planteprotein er det ofte lite av en eller flere aminosyrer, og proteinet får dårlig kvalitet. Det gjelder f.eks. lysin og metionin.

Å forbedre proteinkvaliteten ved utvalg og foredling ser det ut til å være best muligheter for i korn. I bønner er det mer tvilsomt om slikt arbeide vil lønne seg, selv om ulike bønnesorter kan variere i proteinmengde og kvalitet. I mais har en ved foredling fått fram forbedrede typer.

Nær beslekta planter inneholder de samme typer protein.

Økt nitrogengjødsling øker proteininnholdet, men proteinkvaliteten kan gå tilbake. Fosforgjødsling ser ut til å føre til bedre proteinkvalitet. Andre næringsstoffer har en usikker virkning på proteinet. Svovelmangel virker sterkt inn på de svovelholdige aminosyrene. Jordtype og klima kan også bety noe for proteinet.

Det er nevnt en del måter å oppgi proteinmengde og aminosyreinnhold på, og dessuten en del betegnelser som angir proteinkvaliteten.

I u-landene er det planter som skaffer befolkningen mesteparten av proteinet. Planteprotein er kanskje også det fornuftigste å satse på der.

2. PROTEINET I BONDEBØNNE (VICIA FABA L.)

2.1 Generelt om bondebønne

En deler inn i tre underslekter:

- a) V. f. major med flate frø 20-22 mm lange. Disse er det egentlig som kalles bondebønne.
- b) V. f. equina med 12-14 mm lange frø.
- c) V. f. minor med små, nesten runde frø 10-12 mm lange. Disse kalles åkerbønne.

Det er V. f. major som oftest brukes til menneskemat. V. f. equina og V. f. minor brukes mer til dyrefôr.

Det gjennomsnittlige proteininnholdet i åkerbønne er 2,3% høyere enn i erter. Proteinavlingen for åkerbønne blir 33% større pr. daa enn proteinavlingen i erter (45).

2.3 Innhold og sammensetning av proteinet, og faktorer som påvirker dette

I frøtørrstoffet i bondebønne er det 22,81% protein. Dette proteinet er for det meste i en svært verdifull form, som legumin. En mindre del av proteinet består av albumin. Nitrogenforbindelsen hos bondebønne består av 75% rent protein (hos erter er det tilsvarende tallet 61%) (44). Frøene inneholder mye lysin, men lite metionin og cystein (36).

Råproteininnholdet i vintersådde sorter er 10-15% lavere enn i vårsådde sorter. Råprotein i prosent av tørrstoffet har hos vårsådde sorter i tre forsøk variert fra ca. 29% til ca. 30%. Hos vintersådde har variasjonen vært fra ca. 26% til ca. 28% (48). (48) har også oppgitt råproteininnholdet i bondebønne slik det er funnet av en rekke forskere. For ulike sorter og sortstyper er variasjonen her fra 26,0 til 32,2% av tørrstoffet. (4) oppgir innholdet av rent protein i umodne frø av bondebønner til 3,6% av friskvekten, innholdet av råprotein i prosent av friskvekten til 5,7, og det relative proteininnhold til 64.

Modenhetsstadiet har stor innflytelse på proteininnholdet. Vintersådde sorter ble gruppert i tre: 1. Grønne (nokså umodne), 2. nor-

male (olivengrønne) og 3. fullmodne. Det gjennomsnittlige proteininnholdet var i gruppe 1: 25,6%, i gruppe 2: 27,7% og i gruppe 3: 27,3% av tørrstoffet (49).

Det ble ikke oppdaget noen store forskjeller i aminosyresammensetningen av proteinet fra bondebønne i forskjellige vekststadier (50).

Høstedata	Tørrstoff i %	Totalnitrogen som % av tørrstoff	Proteinfraksjon-nitrogen som % av totalnitrogen
16/6	11,8	4,27	81,2
26/6	11,9	3,48	82,0
6/7	14,9	3,09	79,0
16/7	19,0	2,72	73,0

Tabell 6: Endring i tørrstoff, totalnitrogen og proteinnitrogen hos bondebønne (*Vicia faba minor*) ved endret modningsgrad (50).

Aminosyre	Høstedata			
	16/6	26/6	6/7	16/7
asparaginsyre	9,4	10,2	10,0	10,2
treonin	5,8	6,6	5,7	6,2
serin	5,3	5,4	4,8	4,8
glutaminsyre	11,6	11,7	11,6	11,2
prolin	5,1	5,5	4,7	5,1
glysin	5,5	6,2	5,8	5,8
alanin	6,1	6,9	6,1	6,0
valin	6,1	5,5	5,7	5,8
isoleucin	4,6	4,5	5,0	4,6
leucin	9,3	8,9	9,5	8,7
tyrosin	4,9	4,8	4,9	4,4
fenylalanin	5,9	5,8	6,1	6,1
lysin	8,8	8,5	8,9	8,7
histidin	2,9	2,8	2,7	3,2
arginin	7,5	6,7	7,2	6,9
cystin	1,6	1,7	1,8	1,6
metionin	1,8	1,8	2,2	2,1
tryptofan	1,3	1,3	1,7	2,1
total aminosyrenitrogen	14,6	14,7	14,6	14,6

Tabell 7: Aminosyresammensetningen av proteinfraksjonen hos bondebønne ved ulike vekststadier, regnet som g pr. 16 g proteinfraksjon-nitrogen (50).

(44) har funnet at grønne frø av bondebønne inneholder 5,43% råprotein og modne frø inneholder 25,31%.

Lagringsproteinet i bondebønner består av vicilin og legumin som finnes i proteinlegemene (52).

Det er svært mye som tyder på at vicilin og legumin hos bondebønne bare finnes i proteinlegemene og utgjør 90% av det totale proteinet i bønnene (53).

Syntesen av vicilin rangerer foran syntesen av legumin. Legumin ble ikke hovedlagringsproteinet før mellom 41. og 49. dag etter at utviklingen av frøet begynte (54). Før dette stadiet var vicilin hovedlagringsproteinet. Når frøet er fullmodent, er forholdet legumin/vicilin ca. 4/1 på vektbasis (54).

2.5 Ernæringsmessig vurdering av proteinet

Bondebønne hører hva innhold av næringsstoffer angår til våre mest verdifulle nytteplanter. En kan forstå at den i tidligere tider var hovednæringsmiddelet til mange folkeslag (44).

Verdien av proteinet endrer seg ettersom frøet modner.

Høstedata	Totalproteinets sum av essensielle aminosyrer, cystein og tyrosin pr. 16 g nitrogen	Totalproteinets kjemiske skår	Totalproteinets EAS-indeks
16/6	44	43	75
26/6	44	45	74
6/7	44	48	77
16/7	42	42	75

Tabell 8: Hvordan EAS-indeks, kjemisk skår og sum av essensielle aminosyrer + cystein og tyrosin endres i totalproteinet i bondebønner etter modningsgraden (50).

Den biologiske verdien til proteinet i bondebønnefrø er heller lav (48). Hos fjørfe har en funnet BV på bare 44,2. Ved tilsetning av syntetisk metionin og/eller cystein kunne den forbedres helt opp til 66,6. Den lave biologiske verdien er først og fremst betinget av innholdet av metionin og cystein. I et forsøk der dyrkingsstedet og årets innflytelse på proteinet ble undersøkt (51), fant en for alle forsøkene en gjennomsnittlig BV på 55,79 med variasjon \pm 5,50 BV-enheter. Dette forsøket tyder på at det er en riktignok usikker tendens til at BV er avhengig av dyrkingsstedet.

Fordøyeligheten av åkerbønnebiten ligger høyt for alle dyreslag. En har i råprotein funnet en fordøyelighet på 83,4% \pm 2,0%. En annen forsker har funnet at fordøyeligheten var 78,4% (48).

2.6 Sorts- og kulturgransking

Proteinavlingen pr. arealenhet er selvsagt avhengig av frøavlingen pr. arealenhet, og den kan variere mye med dyrkingsmåte og sort.

På Norderås, N.L.H., ble det i 1972 lagt ut et forsøk der ti ulike sorter ble prøvet med forskjellige behandlingsmåter. Det var et blokkforsøk med to gjentak. Sortene som var med var 'Green Windsor Giant four-seeded', 'Fina', 'Wilkien B. Ezetha's', 'Wilkien A. Ezetha's', 'Threefold White', 'Staygreen Orig.', 'Rentpayer', 'Kompakta', 'Bianka' og 'Futura'. Behandlingsmåtene var:

1. Direkte såing 5/5.
2. Direkte såing i fåre med plast 5/5.
3. Utplanting av pottekultiverte planter 5/5, sådd 20.-21/4.
4. Direkte såing 25/5.
5. Direkte såing i fåre med plast 25/5.
6. Utplanting av pottekultiverte planter 25/5, sådd 20.-21/4.
7. Direkte såing 5/6.

Som målestokksort har en brukt 'Green Windsor Giant four-seeded'. Den går igjen både i figur 3 og 4. De fleste sortene ga i løpet av sesongen en totalavling som svarte til 300-450 kg/daa av frø. Sorten 'Rentpayer' skiller seg klart ut med en høyere avling. 'Staygreen Orig.', 'Wilkien B. Ezetha's' og 'Wilkien A. Ezetha's'

ga relativt stor avling i den første høstperiode. Foreløpig vil en fremheve sortene 'Rentpayer' og 'Staygreen Orig.'.

'Staygreen' er også nevnt som en sort av interesse for konservering i Storbritannia (45). Denne sorten kunne bli populær p.g.a. den klare, grønne fargen. Den skulle egne seg fint i frysepakninger (46).

En annen sort som også beholder den lyse fargen er 'Kompakta'. Den anbefales av (47), som mener den er en forbedring i forhold til tidligere sorter.

Hvis en i forsøket på Norderås sammenlikner behandlingsmåten ved så- og plantedatoen 5/5 (fig. 5), ser en at oppal i pottes har gitt tidlig og stor avling. Med denne behandlingsmåten kunne en antageligvis godt ha brukt engangshøsting. Behandling 6 har også gitt sterkt konsentrert avling. Bruk av plast over såradene har ikke gitt noen gunstig effekt.

En har i dette forsøket prøvd å høste når T.V. var ca. 110. Avlingen av frø og skolmer er avhengig av modningsgraden. Dette går også fram av følgende tabell:

T.V.	Avling av skolmer	Avling av frø
90	75	57
100	85	73
110	93	88
120	100	100
130	106	110
140	111	119
150	115	127

Tabell 9: Relativ avling av frø og skolmer for bondebønnesorten 'Kompakta' i tre års forsøk ved ulike tenderometerverdier (45).

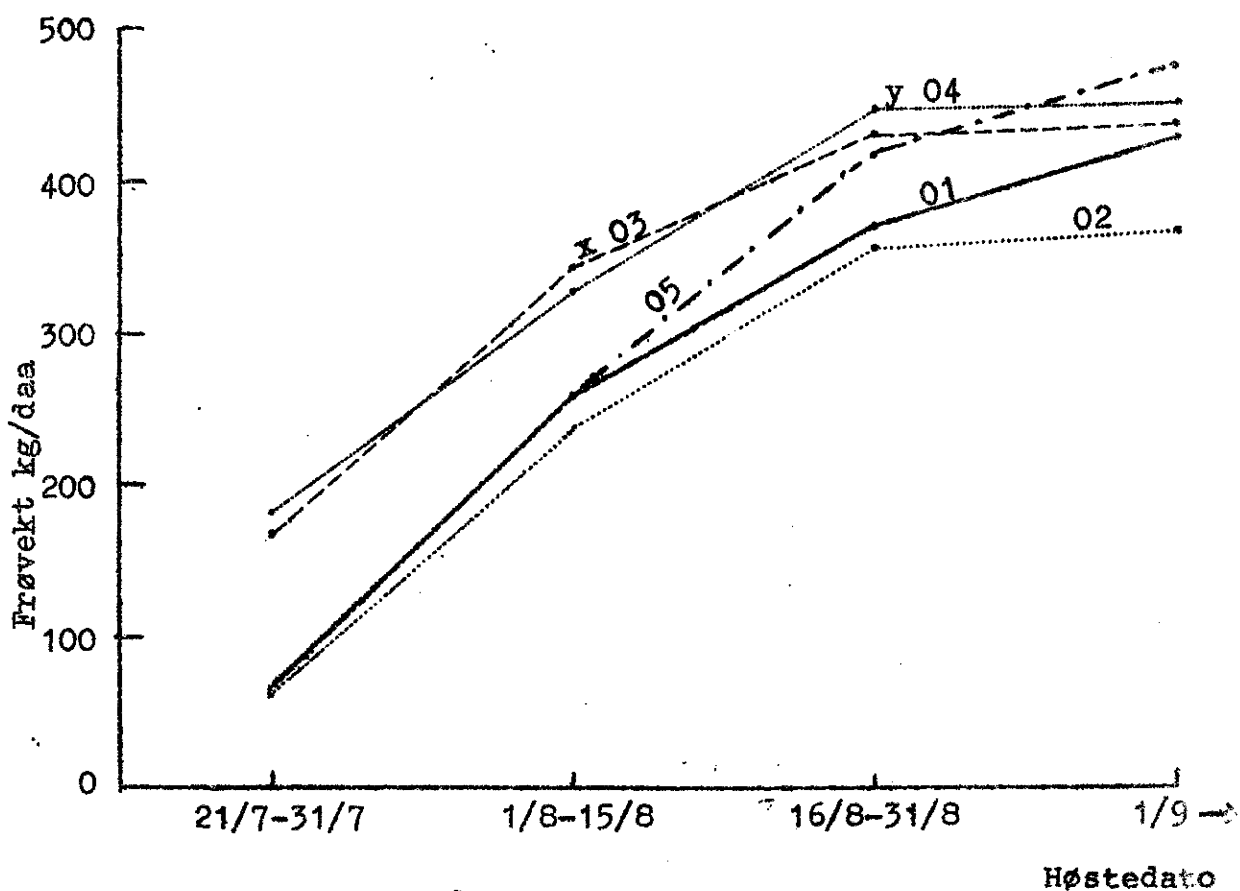
Figur 3:

Forsøk med ulike sorter bondebønne 1972, Norderås.

Målestokksort: 01 Green Windsor Giant four-seeded

Sortiment:

01 - 06552 P	Green Windsor Giant four-seeded	SD
02 - 06232 P	Fina	BEM
03 - 06902 B	Wilken B. Ezetha's	ENK
04 - 06901 B	" A. "	"
05 - 06288 P	Threefold White	CS



Figur 4:

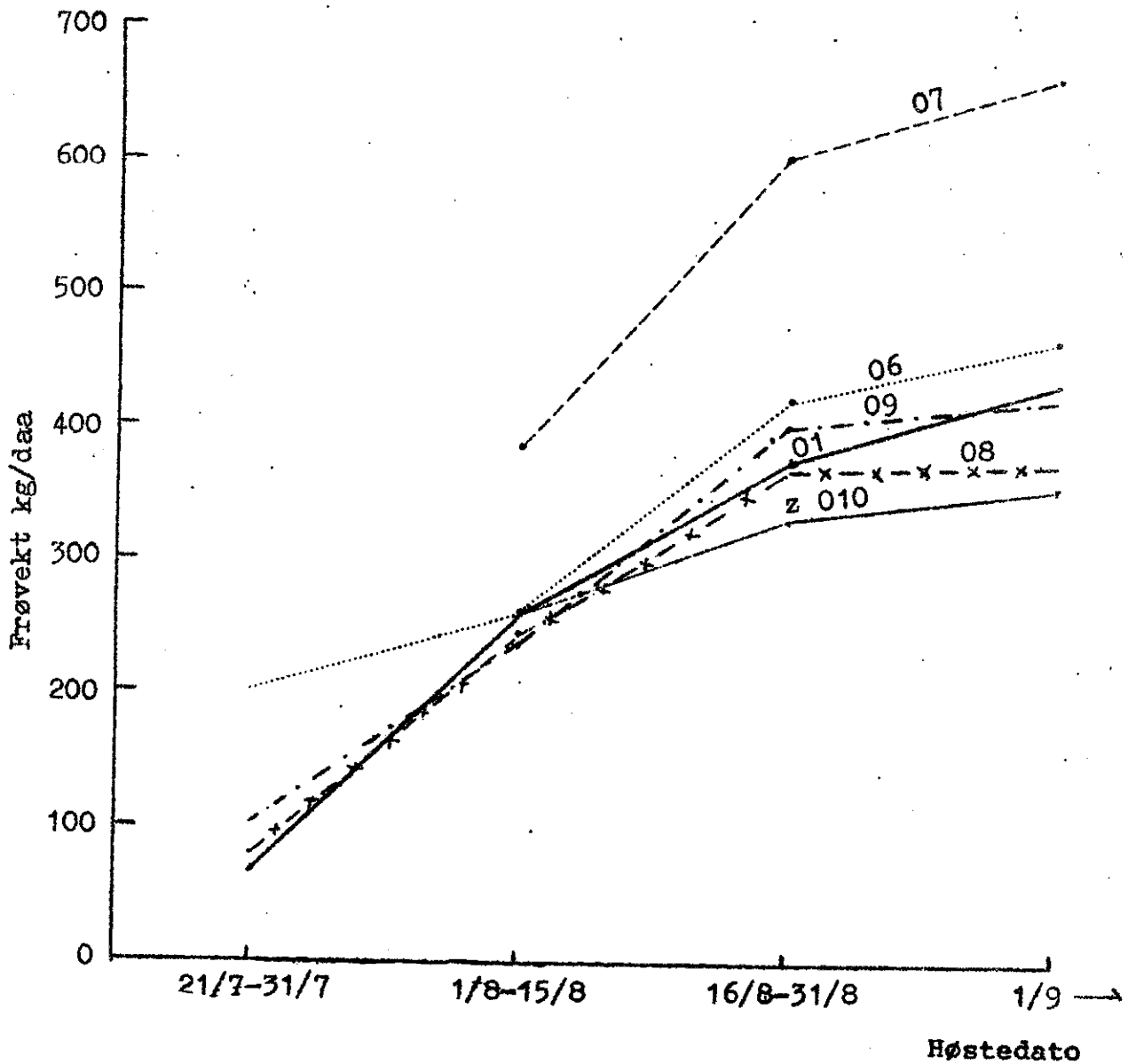
Forsøk med ulike sorter bondebønne 1972, Norderås.

Middel av 14 ruter inklusive 7 behandlinger.

Målestokk: 01 Grøn Windsor Giant four-seeded.

Sortiment:

01 - 06552 P	Green Windsor Giant four-seeded	SD
06 - 06292 D	Staygreen Orig.	ARZ
07 - 06551 P	Rentpayer	SD
08 - 06290 D	Kompakta	NUN
09 - 06291 D	Bianka	"
010 - 06910 B	Futura	RZ



Sort	Avling kg/daa
Green Windsor Giant four-seeded	429
Fina	367
Wilkien A. Ezetha's	438
Wilkien B. Ezetha's	450
Threefold White	475
Staygreen Orig.	463
Rentpayer	657
Kompakta	370
Bianka	418
Futura	351

Tabell 10: Avlingstallene fra forsøket på Norderås 1972. En har høstet fra 31/7 til 1/9.

Figur 5:

Forsøk med ulike kulturmåter i bondebønne 1972, Norderås.

Behandlinger:

5/5

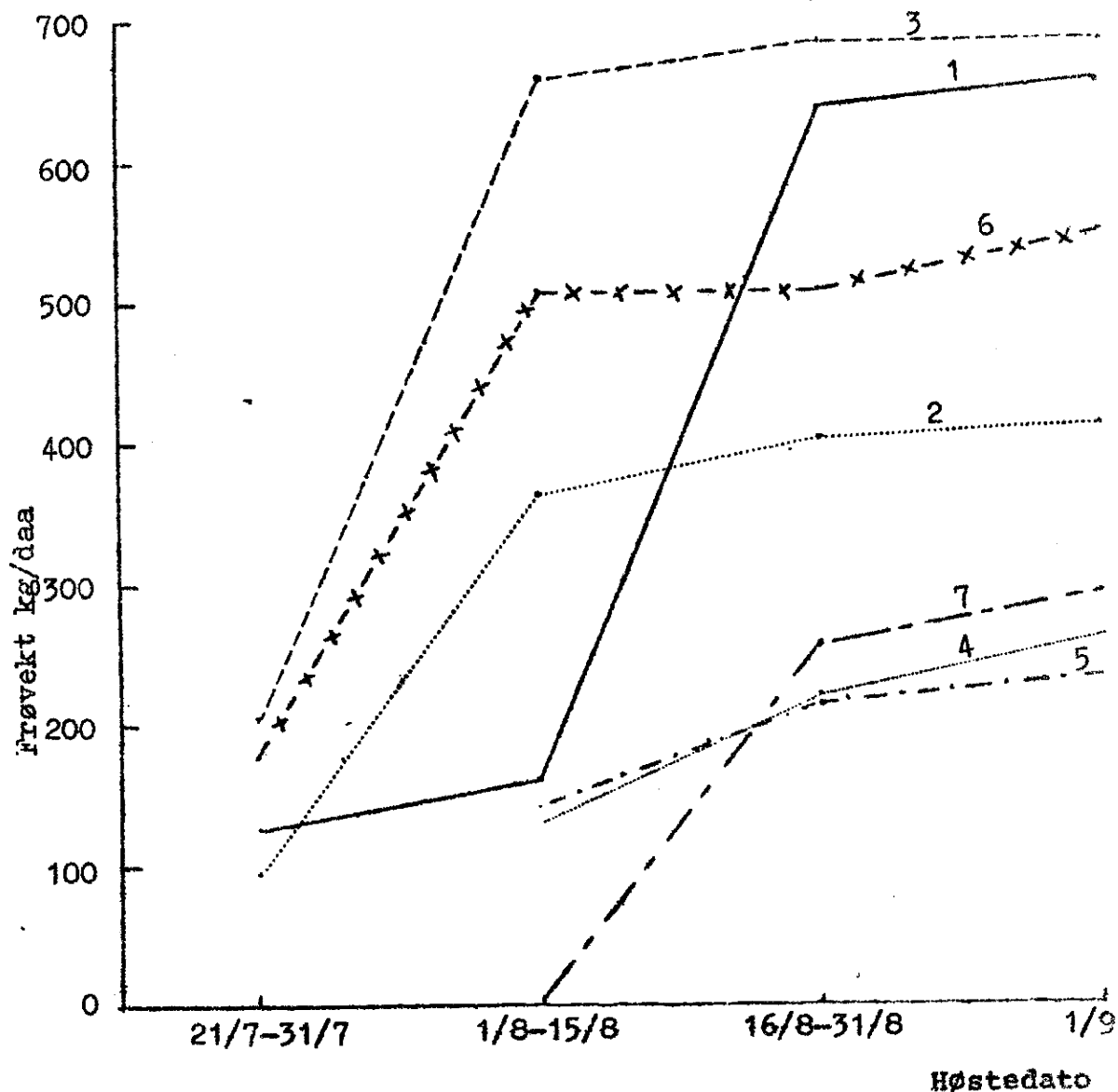
1. a. Direkte såing, kontroll.
2. b. " " i fåre med plast.
3. c. Utplanting av pottekulturplanter, sådd 20-21/4

25/5 igjen

4. a. } De samme ledd som 5/5.
5. b. }
6. c. }

5/6

7. Bare a-leddet.



2.7 Resultater av egne undersøkelser

Av de ti bondebønnesortene som var med i forsøket på Norderås sommeren 1972, samlet jeg inn en del prøver. Skolmer ble høstet to til tre ganger fra planter av alle sortene, og jeg prøvde å få ulike modningsgrader representert ved de forskjellige høstingene. Prøvenes modningsgrad ble målt v.h.a. tenderometer. Jeg tok med en prøve av den egyptiske sorten 'Rebaga 40' som også var prøvet i forsøket.

Etter høsting av skolmene ble frøene plukket ut, blansjert i 4,5 min. ved 90-95°C, avkjølt og frosset ned i plastposer. I juni og juli 1973 ble prøvene bearbeidet og analysert for innhold av Kjeldahl-N ved Botanisk Institutt og Kjemisk analyselaboratorium ved N.L.H. Av hver prøve ble det tatt to paralleller. Det var også meningen å ta en del aminosyreanalyser av prøvene, men p.g.a. vanskeligheter med å finansiere dette, ble det med planene.

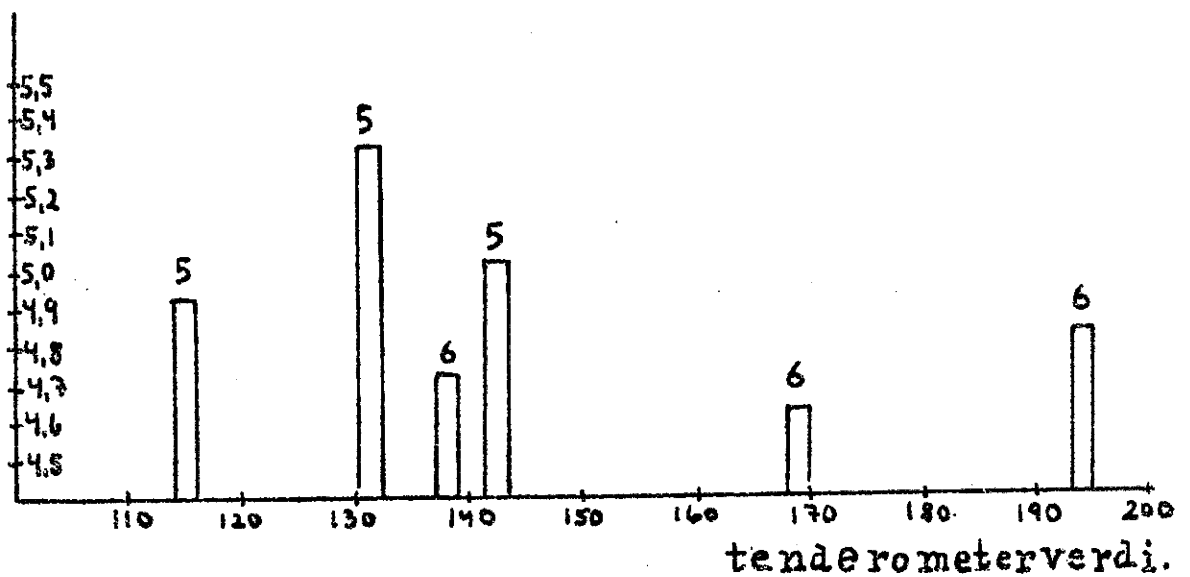
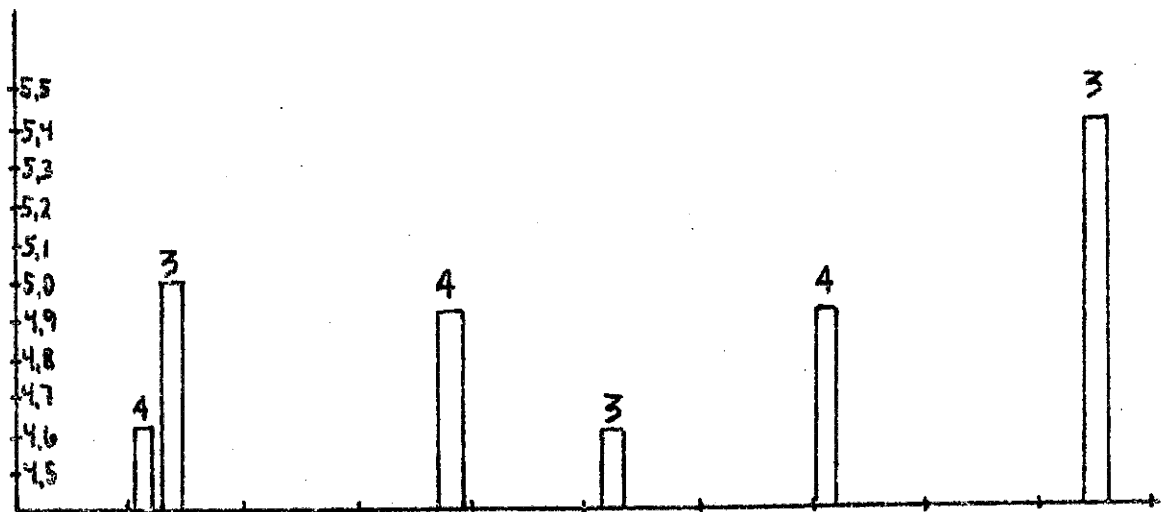
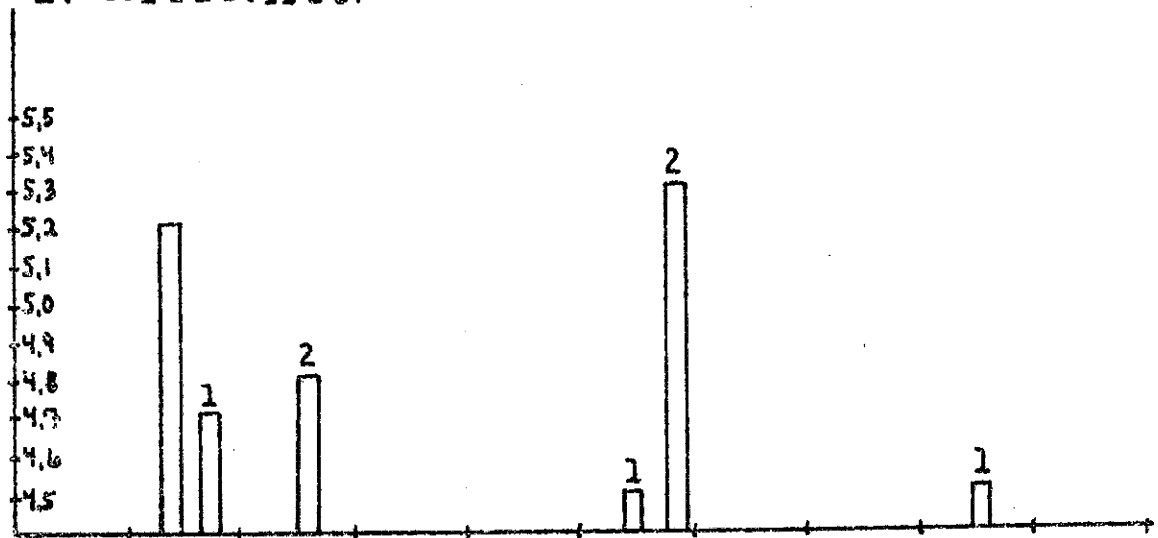
Analyseresultatene er regnet om til innhold av totalnitrogen i prosent av tørrstoffet. Ved å multiplisere disse tallene med faktoren 6,25, får en innhold av råprotein i prosent av tørrstoffet. Selv om dette egentlig ikke er noen god betegnelse, har jeg fått det med for sammenlikningens skyld, da proteininnholdet ofte oppgis som prosentlig innhold av råprotein i litteraturen.

Tabell 11: Endringer i innhold av råprotein og totalnitrogen for ti bondebønnesorter med ulik modningsgrad, Norderås - 1972. En prøve av sorten 'Rebaga 40' er også med:

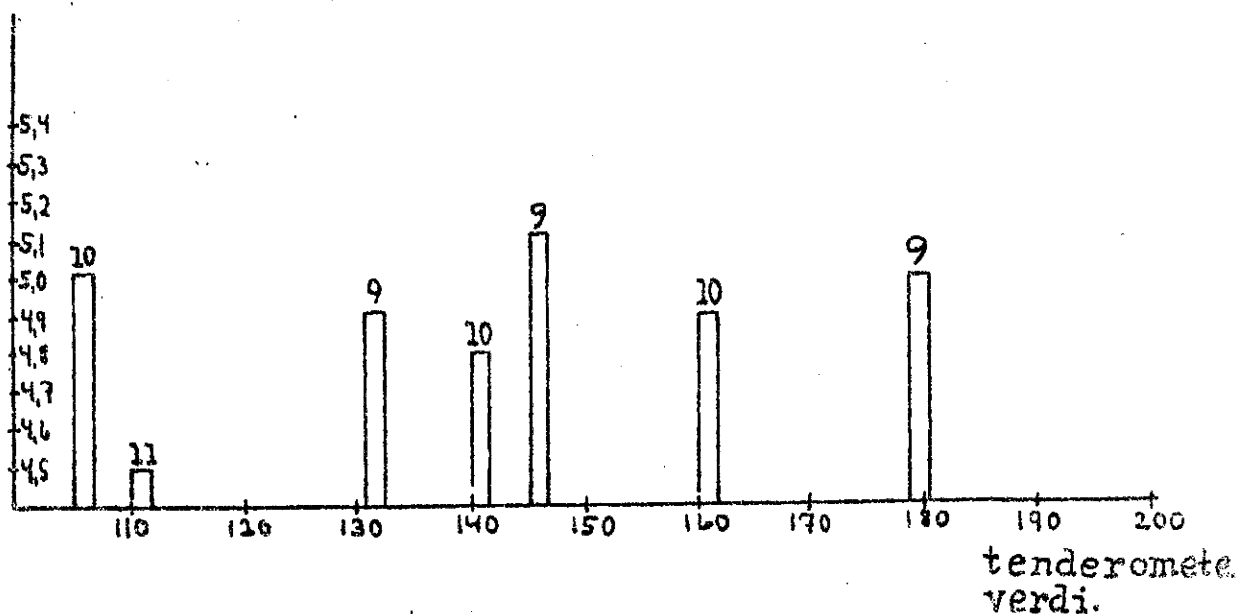
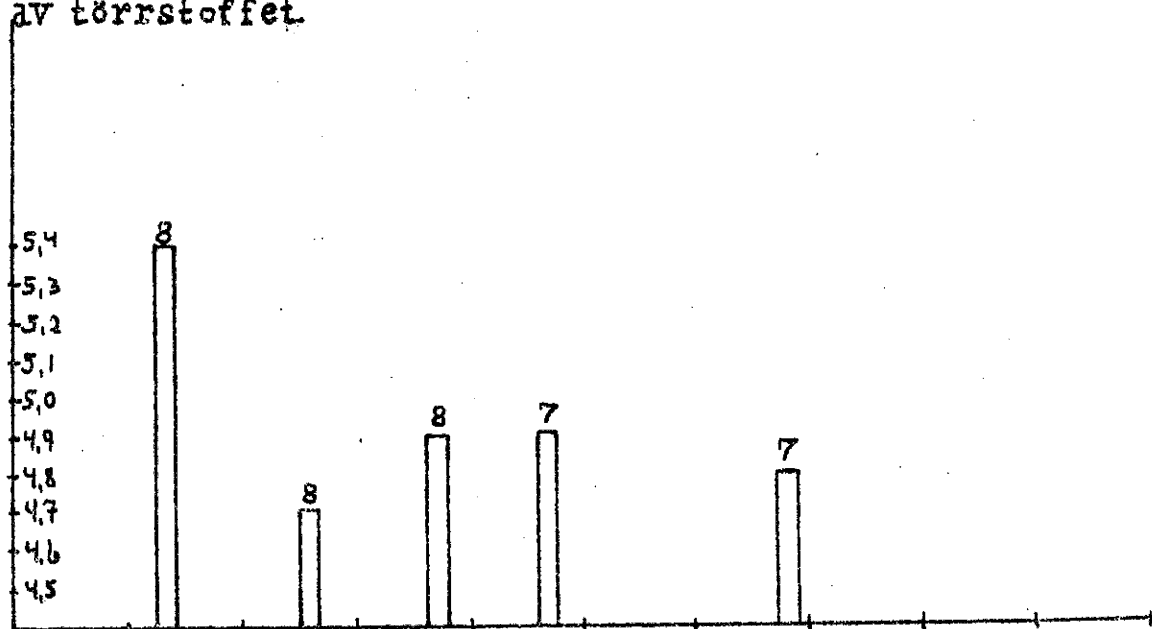
Höste- dato.	Sort	T.V.- verdi	% totalnitrogen av tørrstoffet.			Råprotein i prosent av tørrstoffet.
			1.p. *	2.p. *	gjen- nom- snitt	
25/7	Green Wind- sor Giant fourseeded	117	4,7	4,7	4,7	29,38
1/8	- " -	155	4,5	4,5	4,5	28,13
7/8	- " -	185	4,5	4,5	4,5	28,13
25/7	Fina	113	5,1	5,2	5,2	32,50
1/8	- " -	126	4,8	4,8	4,8	30,00
7/8	- " -	158	5,3	5,2	5,3	33,13
21/7	Wilkien B. Ezetha's	113	5,0	5,0	5,0	31,25
25/7	- " -	152	4,6	4,6	4,6	28,75
1/8	- " -	195	5,3	5,4	5,4	33,75
21/7	Wilkien A. Ezetha's	111	4,6	4,6	4,6	28,75
25/7	- " -	138	4,9	4,9	4,9	30,63
1/8	- " -	171	4,9	4,9	4,9	30,63
28/7	Threefold White	115	4,9	4,9	4,9	30,63
31/7	- " -	131	5,2	5,4	5,3	33,13
8/7	- " -	142	4,9	5,0	5,0	31,25
31/7	Staygreen Orig.	138	4,7	4,7	4,7	29,38
7/8	- " -	169	4,6	4,6	4,6	28,75
9/8	- " -	194	4,8	4,8	4,8	30,00
31/7	Rentpayer	147	4,9	4,8	4,9	30,63
8/8	- " -	168	4,8	4,8	4,8	30,00
25/7	Kompakta	113	5,4	5,4	5,4	33,75
28/7	- " -	137		4,9		30,63
31/7	- " -	126	4,7	4,7	4,7	29,38
25/7	Bianka	132	4,9	4,9	4,9	30,63
1/8	- " -	146	5,1	5,0	5,1	31,88
8/8	- " -	179	5,0	5,0	5,0	31,25
21/7	Futura	106	4,9	5,0	5,0	31,25
25/7	- " -	141	4,8	4,7	4,8	30,00
31/7	- " -	161	5,0	4,8	4,9	30,63
31/7	Rebaga 40	111	4,4	4,5	4,5	28,13

*p = parallell

%totalnitrogen-
av tørrstoffet.



%totalnitrogen-
av tørrstoffet.



Figur 6: Endringer av totalnitrogeninnholdet i ti bondebønnesorter og innholdet i en prøve av sorten "Rebaga 40".
Norderås -72.

- | | |
|------------------------------------|---------------|
| 1) Green Windsor Giant four-seeded | 7) Rentpayer |
| 2) Fina | 8) Kompakta |
| 3) Wilkien B. Ezetha's | 9) Bianka |
| 4) Wilkien A. Ezetha's | 10) Futura |
| 5) Threefold White | 11) Rebaga 40 |
| 6) Staygreen Orig. | |

Når det gjelder råproteininnholdet i disse prøvene er det ingen klar tendens i endringen med modningsgrad. Hos noen sorter øker råproteininnholdet med økt modningsgrad, hos andre **minker det**.

(48) gjengir, som tidligere nevnt, variasjoner i råproteininnholdet fra 26% til 32,2% av tørrstoffet. I disse prøvene varierte det fra 28,13% til 33,75%.

Endringen av totalnitrogenet med endret modningsgrad viser de samme relative tendensene (siden råproteinet er regnet ut av disse verdiene). (50) har funnet minkende innhold av totalnitrogen med seinere høsting. For sorten 'Kompakta' har prøven høstet 31/7 faktisk lavere T.V. enn prøven høstet 28/7. Dette skyldes antageligvis at en av disse to prøvene har vært lite representativ for sorten på det tidspunktet den ble høstet. Hvis en tar hensyn til T.V. og ikke høstedato, følger 'Kompakta' samme mønster som hos (50). Det gjelder også 'Rentpayer' og 'Green Windsor Giant four-seeded'. For sortene 'Fina', 'Wilkien B. Ezetha's', 'Wilkien A. Ezetha's', 'Staygreen Orig.' og 'Bianka' er totalnitrogeninnholdet større ved siste enn ved første høsting.

2.9 Bondebønner. Sammenfatning

Bondebønne har tre underslekter: *Vicia faba minor*, *Vicia faba equina* og *Vicia faba major*.

Frøproteinet består for det meste av det verdifulle leguminet. Frøene inneholder mye lysin, men lite metionin og cystein. Råproteininnholdet kan variere fra 26% til ca. 32% av tørrstoffet. Proteininnholdet økte med økt modenhetsgrad fra 25,6% til 27,3%. Det ble ikke oppdaget noen store forandringer i aminosyresammensetningen med modenhetsgraden.

Lagringsproteinene i frøene består av vicilin og legumin, som finnes i proteinlegemene. Den første tida av frøets utviklingsperiode syntetiseres det mest vicilin, seinere går leguminsyntetiseringen raskest.

Bondebønneproteinets biologiske verdi er lav. Ernæringsverdien av proteinet endres ettersom frøet modner. Fordøyeligheten av bondebønne ligger høyt for alle dyreslag.

Etter sorts- og kulturforsøk ved N.L.H. vil en framheve sortene 'Rentpayer' og 'Staygreen Orig.'. 'Rentpayer' skilte seg klart ut

med størst avling. Oppal i potter ser ut til å gi den mest konsentrerte avlingen.

Egne undersøkelser av totalnitrogeninnholdet av 11 sorter, Norderås -72, har ikke vist noen klar tendens til endring etter modningsgraden.

3. PROTEINET HOS HAGEBØNNE. (PHASEOLUS VULGARIS L.)

3.2 Innhold og sammensetning av proteinet i hagebønner, og faktorer som påvirker dette

(4) har oppgitt proteininnholdet i noen typer av hagebønne:

Bønnetype	Rent protein i % av friskvekt	Råprotein i % av friskvekt	Relativt proteininnhold
lave bønner, grønne	1,2	2,1	57
stangbønner, grønne	1,0	1,8	55
voksbønner	0,9	-	55

Tabell 12: Proteininnholdet i noen bønnetyper.

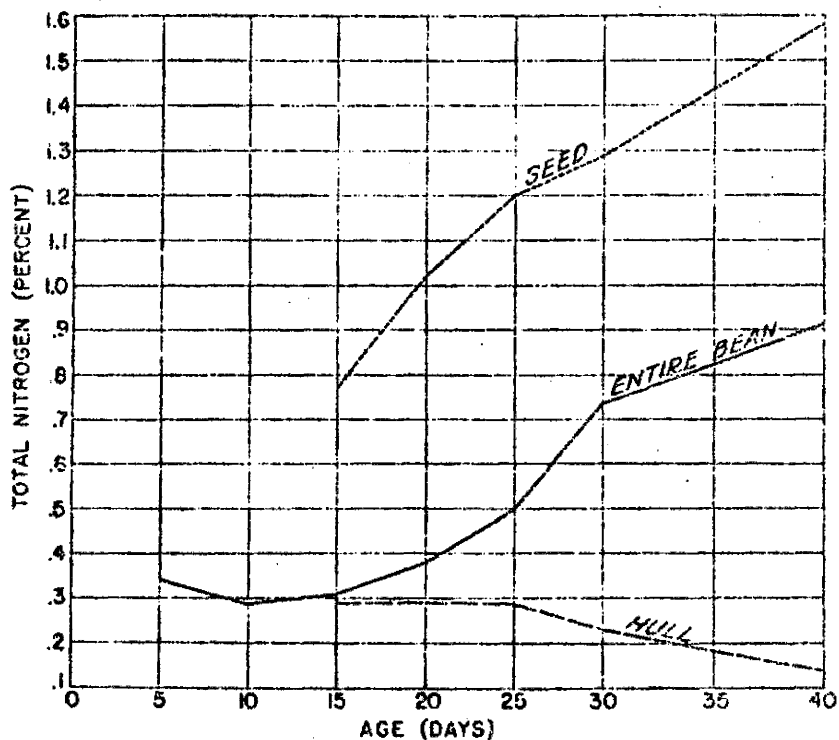
(55) har funnet at hos bønner akkumuleres det mye protein i fruktene. Samtidig som innholdet av protein i bladene minker, øker stilkenes aminosyreinnhold. Akkumuleringen av frøprotein tyder på at her er det en transport av nitrogen-komponenter.

Dager etter blomstring	Nitrogen i % av tørrvekten
12	6,5
22	4,5
32	3,5
42	3,5

Tabell 13: Endringen i nitrogeninnhold i prosent av tørrvekten med økt modningsgrad hos hagebønne (56).

(57) har funnet at snittebønner gjennomsnittlig inneholder 2,4% protein. Skolmene har hele tida et lavt innhold av totalnitrogen, og det blir stadig mindre fra de er ca. 25 dager gamle. Frøet

har mye nitrogen, og det prosentlige innholdet øker ettersom frøet utvikles. Hvis nitrogenet ble regnet ut på tørrvektbasis, ville nitrogeninnholdet minke når frøene ble eldre.



Figur 7: Totalnitrogeninnholdet i snittebønner ved ulike modningsstadier.

3.3 Ernæringsmessig vurdering av proteinet i hagebønne

Ifølge (58) ser det ut til at proteinet i hagebønne er velbalansert. Bønner er blitt betraktet som en god kilde for lysin og tryptofan, men disse aminosyrene er ikke så lett tilgjengelig som en ofte har trodd. For hagebønne er metionin den mest begrensende aminosyren, som nr. 2 kommer leucin, og nr. 3 er tryptofan.

Det ytre laget av frøbladene inneholder mest protein. Her er også antitrypsinaktiviteten mest konsentrert (59).

Del av frøblad	Vekt i % av friskvekt	Råprotein i % av tørrvekt	Lysin i % av tørrvekt	metionin i % av tørrvekt
indre	28,1	20,9	1,52	0,22
ytre	60,3	25,1	1,90	0,26

Tabell 14: Proteininnholdet i indre og ytre deler av frøbladene hos hagebønne.

Resultatene fra dette forsøket tyder på at fraksjonering av frøbladene, hvis det er teknisk mulig, kan gi mer proteinrikt materiale som kanskje er ernæringsmessig mer verdifullt.

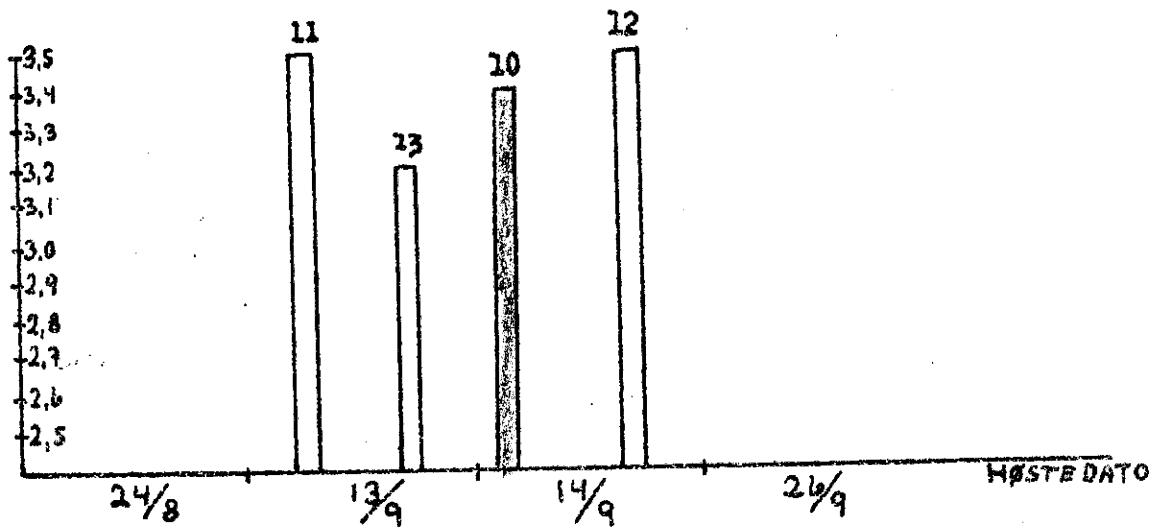
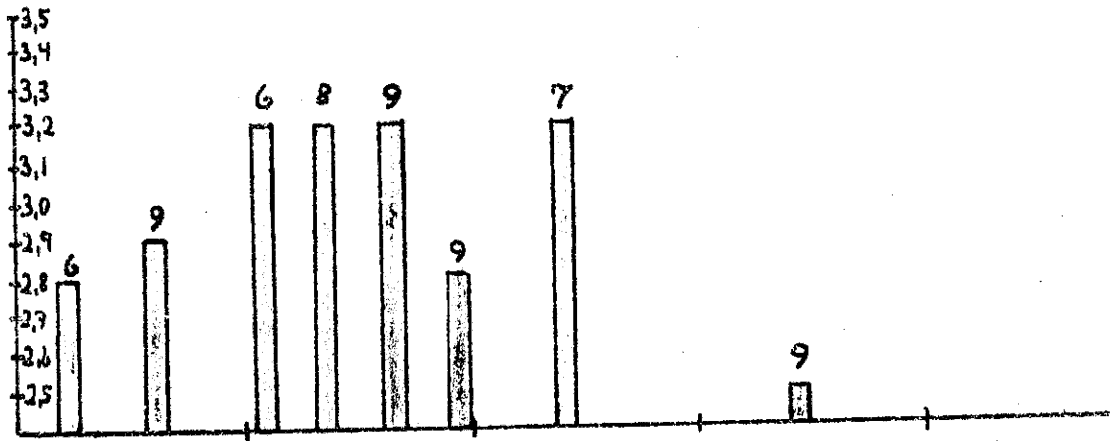
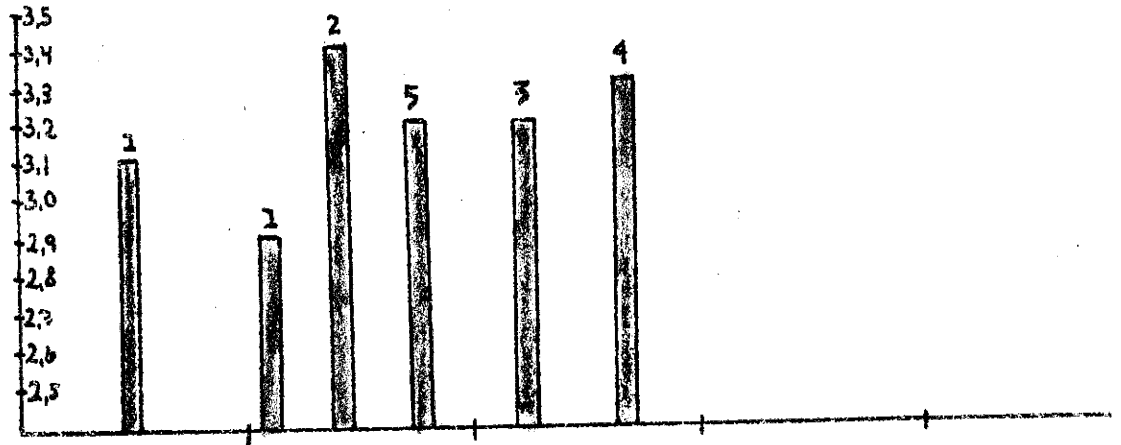
3.4 Resultater av egne undersøkelser

På Norderås, N.L.H. ble det sommeren 1972 plantet ut et felt med sukkererter og stangbønner (brekkbønner, snittebønner og voksbønner). De ble sådd i 7,5 cm paperpots 12/6 og plantet ut 29/6 på enkeltrader med planteavstand 20 cm og radavstand 130 cm.

Feltet ble gjødslet med ca. 60 kg fullgjødsel, og det ble verken overgjødslet eller kalket.

Etter høsting ble bønnene blansjert ved 90-95°C og frosset ned i plastposer og pappkartonger. De ble analysert for Kjeldahl-nitrogen i juni -73.

% TOTALNITROGEN
AV TØRSTOFFET



Figur 8.

Figur 8: Innholdet av totalnitrogen i noen sorter av stangbønne og sukkerert på Norderås 1972, ved ulike høstetidspunkter.

1: Roem van Zwaag		
2: Situla	brekkbønne:	rød
3: Coltore	snittebønne:	blå
4: Aromata	blomsterbønne:	grønn
5: Neckarkönigin, Hilds-høy	voksbønne:	brun
6: Combine	sukkerert:	gul
7: Sværd, Extra bred		
8: Vinata		
9: Emergo		
10: Goldregen		
11: De Grace		
12: Heraut		
13: Corne de Belier		

Ut fra disse resultatene ser det ikke ut til å være noen markerte forskjeller på proteininnholdet i de ulike bønnetypene og i de undersøkte sukkerertsortene. Det er vel heller ikke mange nok prøver som er analysert til at en kan uttale seg sikkert om det. Frøets innhold av nitrogen øker etter som frøet modner, men hvis nitrogeninnholdet regnes ut på tørrvektbasis vil det minke når frøene blir eldre ifølge (56) og (57). Det stemmer med de to analysene som er tatt av brekkbønnesorten 'Roem van Zwaag'. Når det gjelder blomsterbønnesorten 'Emergo', er det analysert to prøver fra 13/9. En av disse prøvene må være lite representativ for sorten på det tidspunktet, siden verdiene er så ulike. Hvis en regner med den laveste av disse to verdiene følger også denne sorten den samme tendensen.

Nitrogeninnholdet i prosent av tørrvekten er hos (56) omtrent så stor 30-40 dager etter blomstring som den er i disse prøvene rundt 13. og 14. september.

Proteininnholdet i disse bønnene ser ut til å ligge noe under proteininnholdet i bondebønnene fra Norderås som ble undersøkt.

3.5 Hagebønner. Sammenfatning

Proteininnholdet i frøene øker med økt modningsgrad, først sakte, siden raskere. Proteinene transporteres antageligvis dit fra andre deler av planta.

Nitrogeninnholdet gikk ned med økt modningsgrad av frøene når det ble regnet som prosent av tørrstoffet. Proteinene i hagebønne ser ut til å være velbalansert. Metionin er den mest begrensede aminosyren, deretter kommer leucin og tryptofan. Proteininnholdet i noen sorter av stangbønner og sukkererter, høstet på ulike tider av sommeren på Norderås 1972, er gjengitt.

4. PROTEINET HOS HAGEERT (PISUM SATIVUM L.)

4.2 Sammensetning og innhold av proteinet i erter, og faktorer som påvirker det

(4) oppgir råproteininnholdet i prosent av friskvekten for erter til 5,4%. For rå erter oppgir (60) en biologisk verdi av proteinet på 48. Rå erter har en nettoutnyttelse av proteinet hos rotter i vekst på 44%. PER for rå erter er her funnet å være 1,1. De begrensede aminosyrene i erteproteinene er cystein og metionin.

Økingen i proteininnhold i ertefrøene ser hovedsakelig ut til å skyldes omdannelsen av nitrogenkomponenter etterhvert som de kommer inn i frøet (61).

Lagringsproteinene i erter består av albumin-fraksjon, som det er mest av i unge frø, og en globulin-fraksjon som en finner mest av i eldre frø (41).

Erteproteinene, og særlig albuminfraksjonen, kan være viktig fra ernæringsmessig synspunkt (7).

I erter er ca. 10% av nitrogenet i det modne frøet ikke-protein (63). Innholdet har minnet gjennom modninga. Innholdet av nitrogen i skolmene var maksimalt på et tidlig stadium, og deretter minnet det, antageligvis p.g.a. overføring til frøene. Innholdet av totalnitrogen og protein økte både i frø og skolmer i de tidligst undersøkte stadiene. Seinere fortsatte det å øke i frøa, men minnet i skolmene.

Prøver tatt i tre stadier, små og store umodne erter og fullmodne, tørre erter, er undersøkt for proteininnhold og sammensetning (64). Her øker råproteininnholdet i prosent av friskvekten med økt modningsgrad. Råproteininnholdet i prosent av tørrstoffet er høyest i små, umodne erter, og nokså likt og mindre i store, umodne og tørre, modne erter. Biologisk verdi øker derimot med økt modningsgrad. Hos alle essensielle aminosyrer unntatt tryptofan, metionin og arginin øker innholdet med økt modningsgrad.

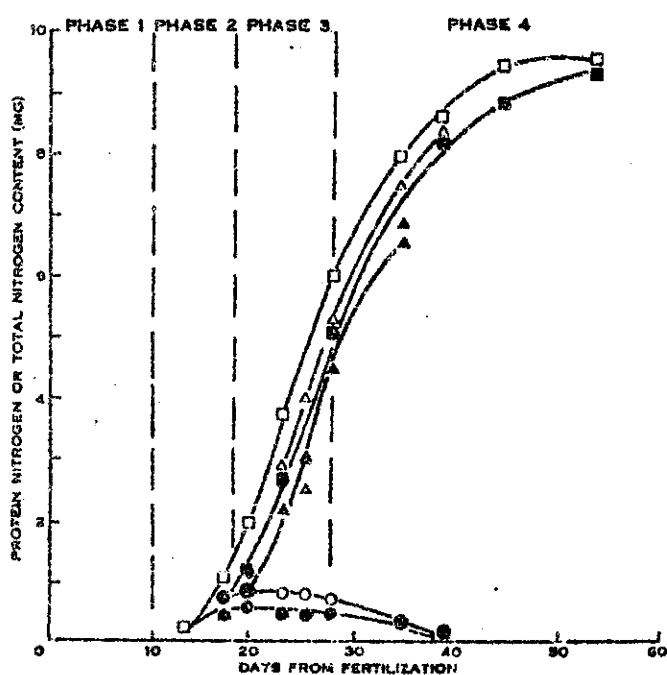
Protein og aminosyrer	Umodne		Modne
	små	store	
råprotein i % av friskvekten	5,81	7,08	23,2
" " " tørrvekten	29,3	25,9	26,5
valin	4,4	4,3	5,5
leucin	4,1	5,6	7,0
isoleucin	4,6	5,5	6,7
treonin	5,0	3,8	4,4
arginin	9,5	14,0	8,8
histidin	1,7	1,9	2,5
lysin	4,3	5,7	9,3
fenylalanin	2,3	3,3	5,2
tryptofan	0,7	0,7	0,7
metionin	0,8	0,7	0,8
sum av essensielle aminosyrer	37,4	45,4	50,9
EAS-indeks for åtte essensielle aminosyrer	48	55	65
EAS-indeks for ti essensielle aminosyrer	54	60	70

Tabell 15: Endring i innhold og kvalitet av proteinet i hageerter med økt modningsgrad (64).

I en liknende undersøkelse av proteinet ved ulike modningsgrader (65), har en funnet at råproteininnholdet i prosent av friskvekten for umodne erter er 6,37, og i prosent av tørrvekt 27,73. Her var EAS-indeks for umodne erter bare 51. I sorten 'Wunder von Kelvedon' var råproteininnholdet i prosent av tørrvekt for frø med 6 mm diameter 30,6, for frø med 6-8 mm diameter 27,6, og for frø med 8-10 mm diameter 25,8. Det relative proteininnholdet var for de minste ertene 43,4%, for de mellomstore 44,9% og for de største

60,8%. EAS-indeks for åtte essensielle aminosyrer var for de minste 51, for de mellomstore 51 og for de største 55. EAS-indeks for ti essensielle aminosyrer er for de minste ertene 45, for de mellomstore 45 og for de største 50.

Sorten 'Victory Freezer' ble undersøkt fra frøing til frøene var modne for å finne hvordan nitrogeninnholdet endret seg (41). Denne perioden ble delt inn i fire faser basert på utviklingen av embryo.



Figur 9: Endring i innholdet av totalnitrogen (\square, Δ, \circ) og proteinnitrogen ($\blacksquare, \blacktriangle, \bullet$) i henholdsvis frø, embryo og frøkappe med økt modningsgrad hos hageert.

Dyrkingsforholda har mye å si for proteininnholdet i ertter (3).

4.3 Resultater av egne undersøkelser

Fra et sortsforsøk på Norderås, N.L.H., i 1972 ble det samlet inn noen prøver av sortene 'Dark Skinned Perfection' og 'Vulcan'. De ble sådd 8/5. Feltet var gjødslet med ca. 50 kg fullgjødsel, og verken kalket eller overgjødslet.

Etter høsting ble tenderometerverdien for ertene målt. De ble så blansjert i ca. 3 min. ved 90-95°C og frosset ned i plastposer. De ble analysert for Kjeldal-nitrogen i juni -73.

Høste- dato	Sort	T.V.	% totalnitrogen av tørrstoffet	Råprotein i % av tørrstoffet
1/8	Dark Skinned Perfection	109	4,4	27,50
3/8	"	127	4,3	26,88
7/8	"	162	4,2	26,25
1/8	Vulcan	93	4,1	25,63
7/8	"	113	4,0	25,00
9/8	"	135	4,1	25,63
10/8	"	157	4,0	25,00

Tabell 16: Nitrogeninnhold og råproteininnhold i to sorter av hagebønner høstet på ulike tider av sommeren, ved ulike modningsgrader, på Norderås 1972.

Nitrogeninnholdet i hageertene er høyere enn i sukkerertene og stangbønnene som ble høstet ved ulike tidspunkt på Norderås -72. Bondebønnene på Norderås hadde et nitrogeninnhold som var like stort eller litt større enn det en fant i ertene.

For sorten 'Dark Skinned Perfection' har totalnitrogeninnholdet og råproteininnholdet i prosent av tørrstoffet minket med økt modningsgrad. Den samme tendensen ser en for sorten 'Vulcan', bortsett fra prøven høstet 9/8 som har et høyere nitrogeninnhold enn en kunne vente. Dette stemmer med det som er sagt om råproteininnholdet hos (64). Et råproteininnhold i prosent av tørrvekten på 27,73 som (65) har funnet i umodne erter, stemmer bra med prøven av 'Dark Skinned Perfection' høstet ved en T.V.= 109, som regnes å være ganske ideelt. Nitrogeninnholdet i prosent av tørrstoffet minker også ved seinere høstet datoer hos (62). I sortene 'Alaska' og 'Notts Excelsior' har 10-20 dager gamle frø omtrent så stort nitrogeninnhold som prøvene fra Norderås.

4.4 Sammenfatning. Hageerter

Ertenes lagringsprotein består av en albuminfraksjon og en globulinfraksjon. Albuminet er det mest av i unge frø, globulin finnes mest i eldre frø. BV i rå erter oppgis å være 48, PER er 1,1.

Proteinets BV øker med økt modningsgrad. Hvis en oppgir råproteininnholdet i prosent av friskvekta, øker det med økt modningsgrad,

oppgis det som prosent av tørrvekta, minker det med økt modningsgrad. Klimaet ertene dyrkes i kan ha mye å si for proteininnholdet. Resultater fra egne undersøkelser av total-proteininnhold i hageerter er gjengitt.

5. PROTEINET HOS SPINAT (SPINACIA OLERACEA L.)

5.2 Innhold og sammensetning av proteinet i spinat, og faktorer som påvirker det

I næringsmiddeltabellen (66) er innholdet av protein i g pr. 100g spiselig vare oppgitt til 2,2. I et femårig forsøk har en undersøkt spinatproteinets biologiske kvalitet (67). En har foret rotter med spinat som den eneste proteinkilden, og da kunne spinaten komme opp mot, og til og med være bedre enn, de høyverdige, animalske produktene skumma melkepulver og eggehvite. Hvis en kombinerer tidlig kålrabi eller salat med spinat, kan en ifølge (17) produsere 1251 kg rent protein pr. ha pr. år.

Proteininnhold	Ekstremverdier	Gjennomsnitt	Ekstremverdier
% totalnitrogen	0,22	0,41	0,87
% proteinnitrogen	0,16	0,33	0,64
% relativt proteininnhold	51	82	-
% råprotein	1,38	2,50	5,38

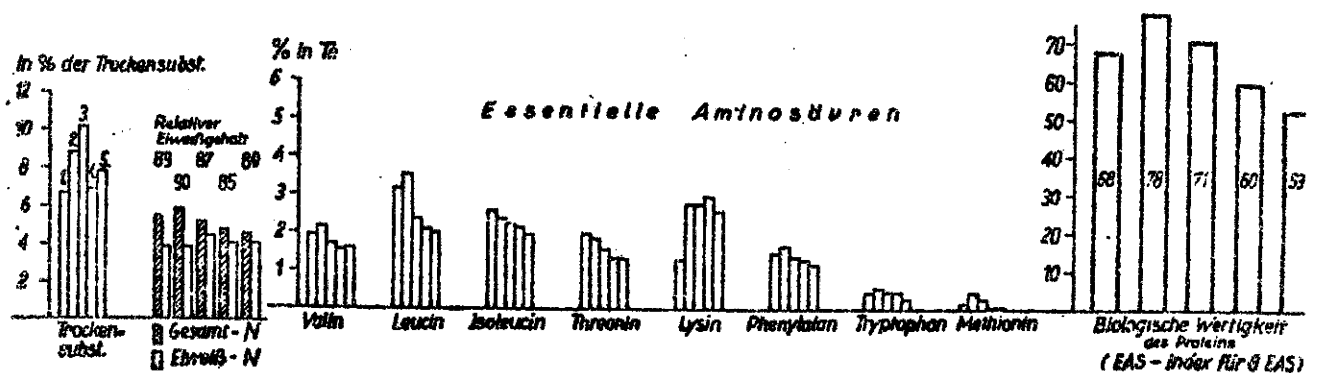
Tabell 17: Proteininnhold i spinat, fra forsøk 1935-1959. Tallene referer til innhold på friskvektbasis (17).

Aminosyre	Ekstremverdi	Gj.sn.verdi	Ekstremverdi
valin	3,2	5,6	7,3
leucin	5,0	7,2	9,9
isoleucin	2,6	7,0	10,3
treonin	3,1	4,6	6,9
arginin	3,4	6,3	8,3
histidin	1,5	2,2	3,2
lysin	3,2	6,4	9,8
fenylalanin	2,7	4,7	9,4
tryptofan	0,1	1,05	2,0
metionin	0,1	1,26	2,9
cystein	0,5	0,9	1,2
EAS-indeks for 8 aminosyrer	47	69	86
EAS-indeks for 10 aminosyrer	50	73	89

Tabell 18: Aminosyresammensetningen og EAS-indeks hos spinat. Fra forsøk 1950-1959 (17).

Proteininnholdet (N*6,25) på tørrvektbasis er for spinat bestemt til 24,1% (68).

Det er genetisk kobling mellom tidlighet i modning hos spinat og høyt proteininnhold. Lav temperatur om høsten favoriserer også danning av protein (17). Proteininnholdet er målt i spinat om høsten og tidlig på året (4). Innholdet av rent protein om høsten var 2,1% av friskvekten. Råproteininnholdet i prosent av friskvekten var 3,0% om høsten og 2,4% tidlig på året. Relativt proteininnhold var 71 om høsten og 76 tidlig på året.



Figur 10: Innholdet av totalnitrogen, proteinnitrogen, EAS-indeks og de åtte essensielle aminosyrene i spinat høstet til fem forskjellige tider på sommeren.

1. høsting 8/3 1956
2. " 26/3 "
3. " 5/4 "
4. " 16/4 "
5. " 20/4 "

Den tidligste høstingen er representert ved søylene lengst til venstre i diagrammene, den siste høstingen ved søylene lengst til høyre i diagrammene.

Ifølge (17) blir metionininnholdet i bladene lavere ettersom de blir eldre.

5.3 Resultater av egne undersøkelser

Det ble høstet spinat av sortene 'Vikimun', 'Viking', 'Estvatio', 'Hiverna' og 'Medania' fra demonstrasjonsfeltet på Norderås, N.L.H. i 1972. Spinaten ble sådd ut i flere hold, og for alle sortene unntatt for 'Medania' som bare ble høstet i ett hold, høstet en i to forskjellige hold. Feltet ble gjødslet med 60-70 kg fullgjødsel pr. dag, og det ble ikke kalket. Hele plantene ble høstet, og bare skadde blad ble sortert ut før de ble blansjert ved 90-95^o C i 1-2 min. og frosset ned i plastposer.

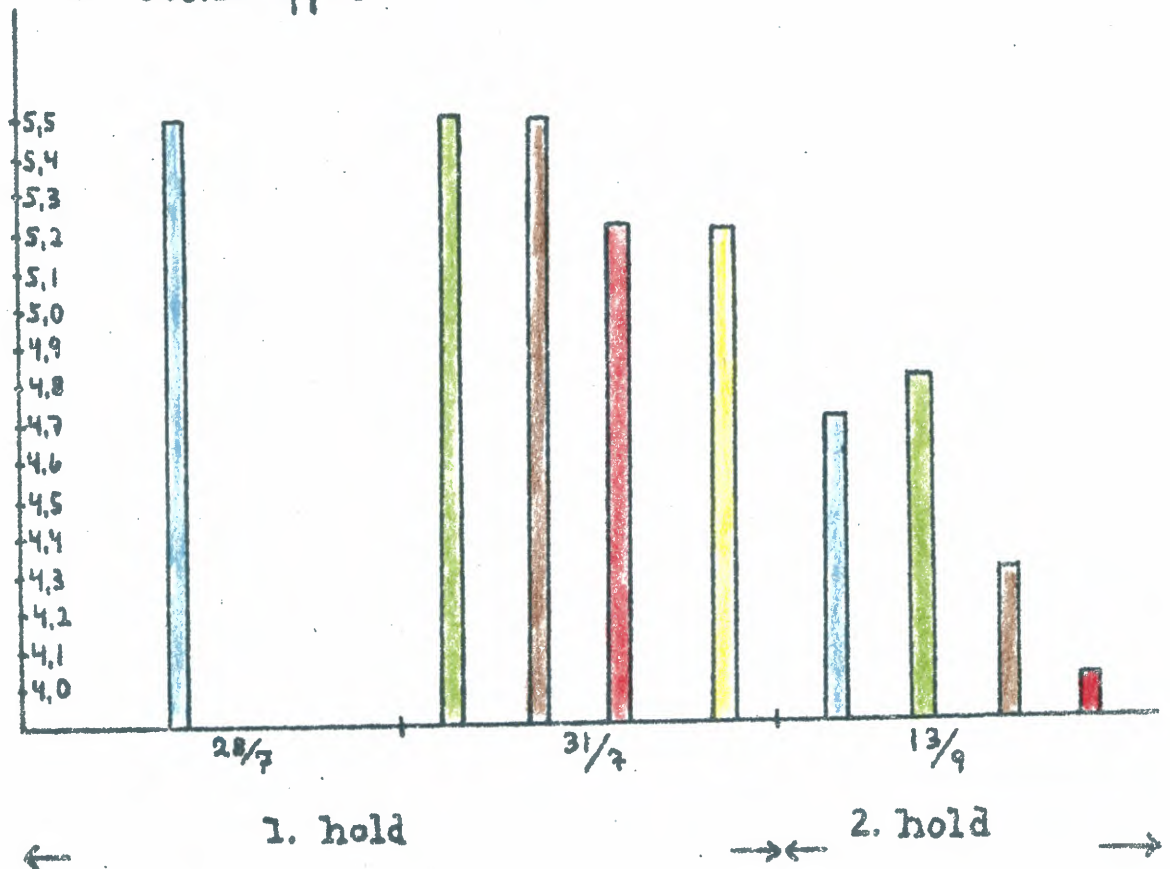
Alle de fire sortene fra Norderås som gikk igjen i begge holda hadde høyere innhold av totalprotein i prosent av tørrstoffet i det første holdet enn i det andre. (4) registrerte også en nedgang i totalproteininnholdet, fra mars til april, og totalprotein i prosent av tørrstoffet lå også der på mellom fire og seks.

5.4 Spinat. Sammenfatning

(4) har funnet et innhold på 2,2 g protein pr. 100 g spiselig vare. Råproteininnholdet i prosent av friskvekten er funnet å være større om høsten enn om våren. I eldre blad er det mindre metionin enn i yngre.

Fem spinatsorter høstet på Norderås 1972 ble undersøkt for innhold av totalnitrogen.

% totalnitrogen
av tørrstoffet



Figur 11: Totalnitrogeninnholdet i fem spinatsorter høstet på Norderås, N.L.H., 1972, på ulike tider av sommeren.

- "Vikimun" = blå
- "Viking" = rød
- "Estvatio" = grønn
- "Hiverna" = brun
- "Medania" = gul

Kjeldahl-analyser og aminosyreanalyser av en del prøver av bondebønner, hagebønner, erter og spinat.

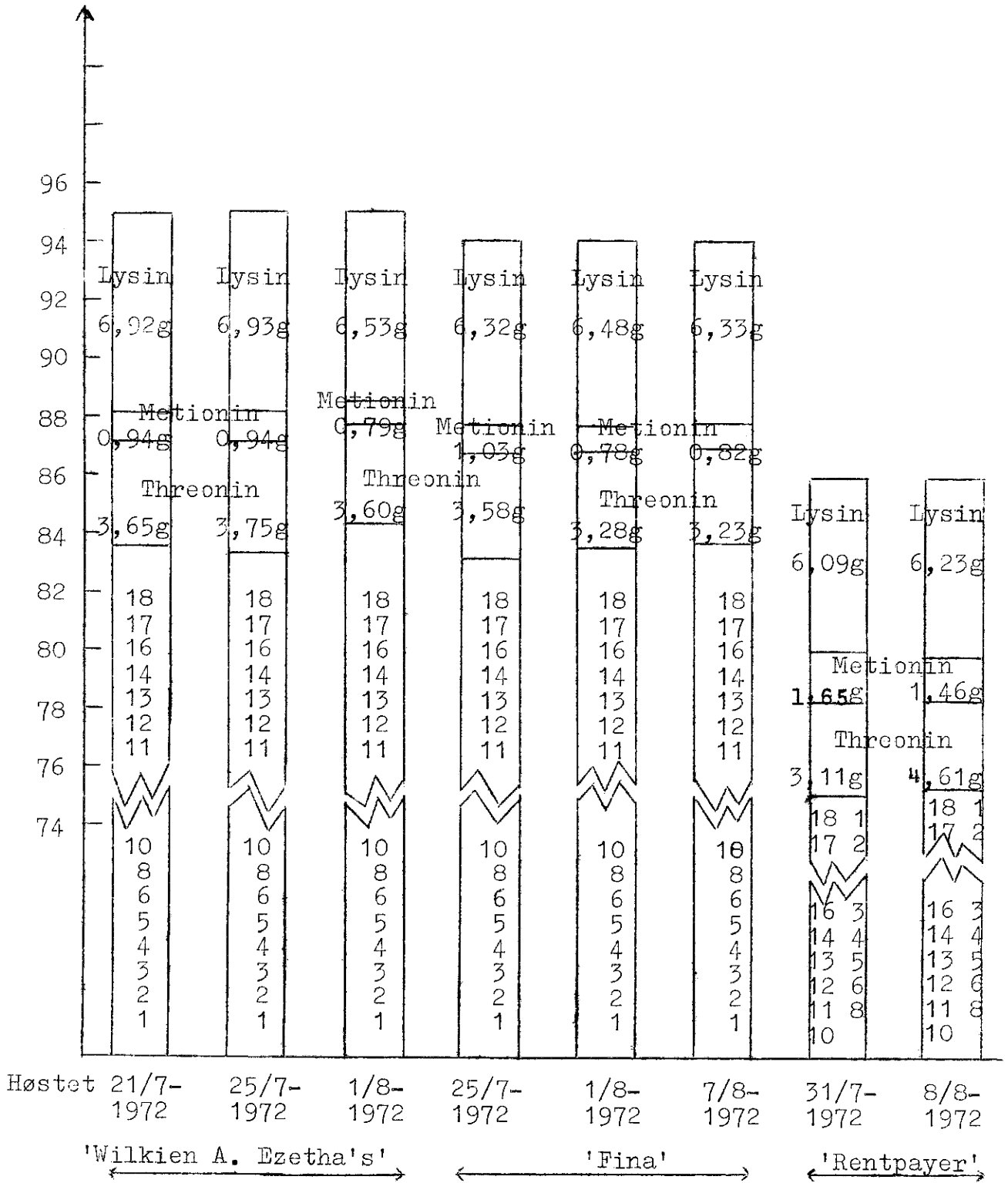
Analysene er foretatt av T. Tjørnholm, Aminosyreanalyaselaboratoriet, NLH.

Planteart	Sort	Høste- dato	T.V.	% Kjeldahl- nitrogen	% protein av tørrestoffet (frysetørket materiale)
Bondebønne	Wilkien A.				
	Ezetha's	21/7	111	3,85	24,06
"	"	25/7	138	4,28	26,75
"	"	1/8	171	4,49	28,06
"	Fina	25/7	113	5,11	31,94
"	"	1/8	126	4,90	30,63
"	"	7/8	158	4,90	30,63
Erter	Dark Skinned Perfection	1/8	109	3,88	24,25
"	"	3/8	127	3,85	24,06
"	"	7/8	162	4,03	25,19
Spinat	Viking	31/7	-	5,36	33,50
"	"	13/9	-	4,18	26,13
"	Estivato	31/7	-	5,52	34,50
"	"	13/9	-	4,52	28,25
Hagebønne	Emergo	24/8	-	2,68	16,75
"	"	13/9	-	2,65	16,56
"	"	26/9	-	2,44	15,25
"	Roem van Zwaag	24/8	-	2,75	17,19
"	"	13/9	-	2,65	16,56
"	Combine	24/8	-	2,34	14,63
"	"	13/9	-	3,02	18,88
"	Situla	13/9	-	2,88	18,00
"	Coltore	14/9	-	2,88	18,00
Spinat	Hiverna	13/9	-	3,99	24,94
Erter	Vulcan	1/8	93	4,06	25,38
"	"	7/8	113	3,92	24,50
"	"	9/8	135	3,96	24,75
Bondebønne	Rentpayer	31/7	147	4,24	26,50
"	"	8/8	168	4,58	28,63

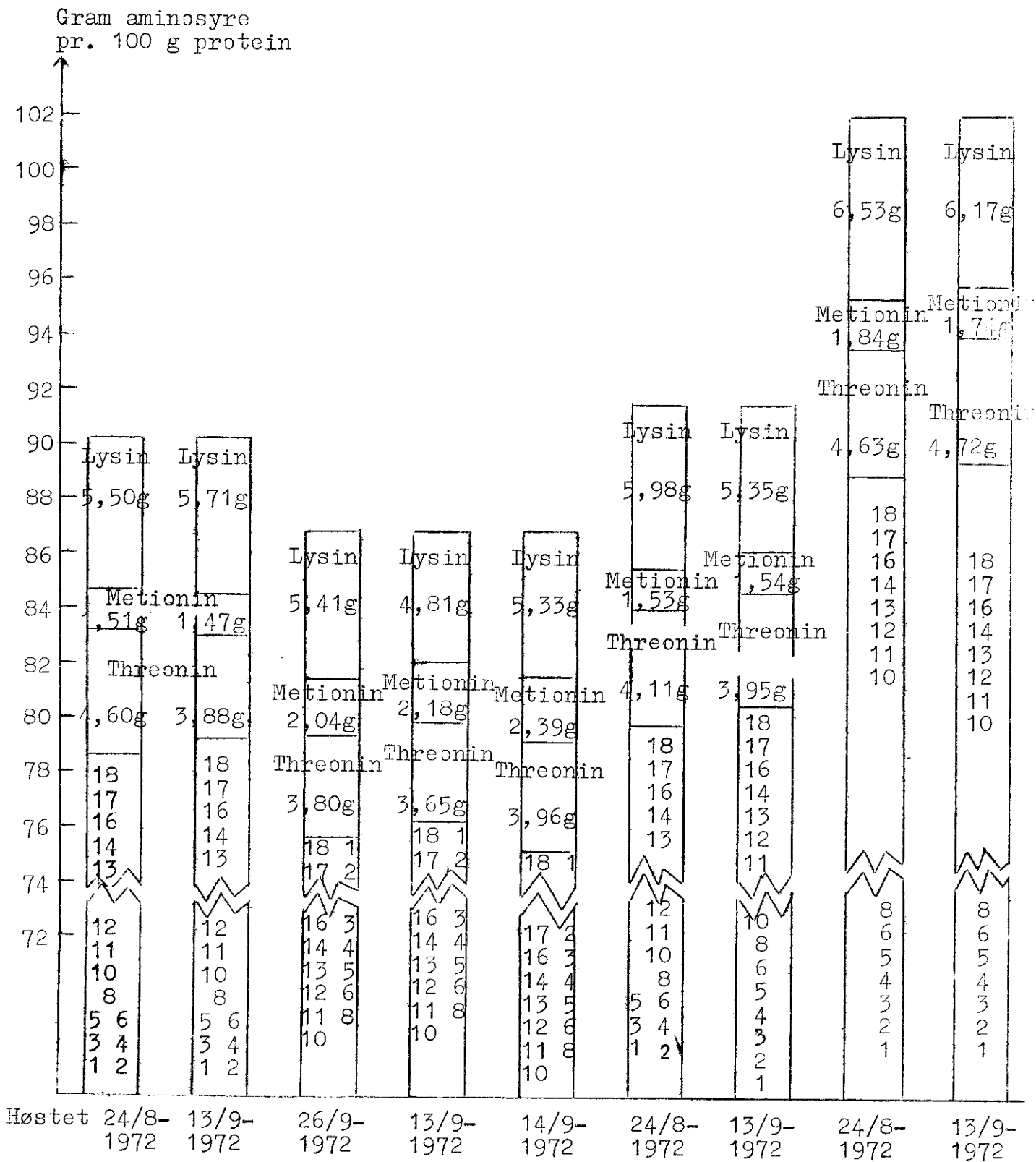
Tabell 19: Prosent Kjeldahl-nitrogen og prosent nitrogen av tørrstoffet i prøver av bondebønner, hagebønner, erter og spinat høsten 1972 på Norderås, N.L.H.

Materialet har ligget nedfrosset og ble analysert etter ca. 1 år. Proteinfaktoren som er brukt i utregningene er 6,25.

Gram aminosyre
pr. 100 g protein

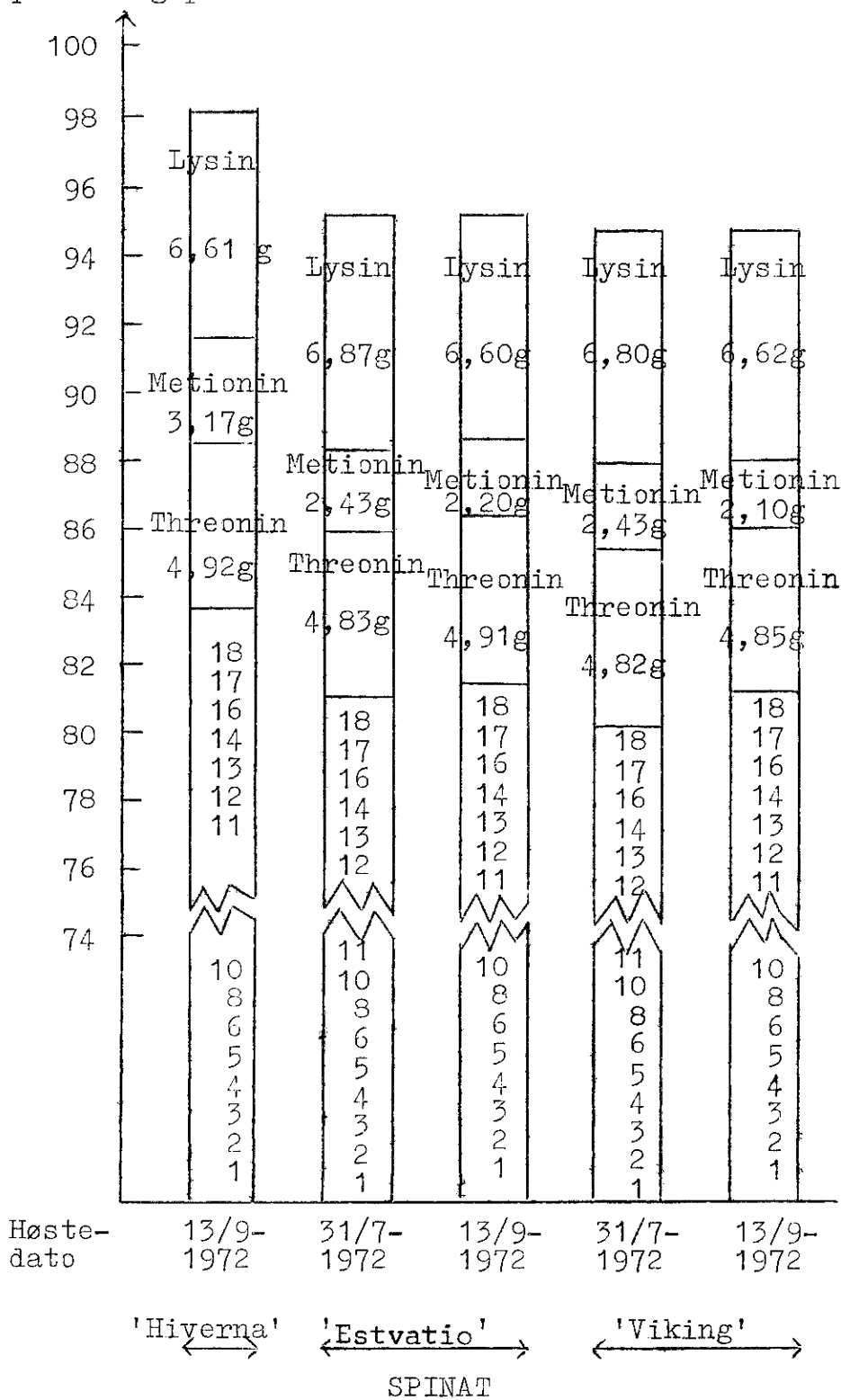


BONDEBØNNER



STANGBØNNER

Gram aminosyre
pr. 100 g protein



Figur 12: Innhold av en del aminosyrer i prøver av bondebønne, hagebønne, erter og spinat høstet på Norderås, NLH i 1972.

(Analysene er tatt av nedfrosset materiale ca. 1 år seinere).

Numrene på søylediagrammene angir følgende aminosyrer:

1. Alanin
2. Valin
3. Glycin
4. Iso-leucin
5. Leucin
6. Prolin
7. Threonin
8. Serin
9. Metionin
10. Hydroxyprolin
11. Phenylalanin
12. Aspargin-syre
13. Glutamin-syre
14. Tyrosin
15. Lysin
16. Histidin
17. Arginin
18. Cystin

Blant disse aminosyrene kan en si at threonin, metionin og lysin er spesielt viktig for mennesker. Derfor er mengdene av disse aminosyrene angitt på toppen av søylediagrammene. (Cystein er også svært viktig, men p.g.a. analysemetoden er tallene her usikre). Gram aminosyre pr. 100 g protein for disse 18 aminosyrene er for hver sort av de ulike planteartene korrigert til samme nivå ved de ulike høstedataene. Mengdene av lysin, metionin og threonin i de forskjellige planteartene er korrigerede tall, og en må se mer på hvordan mengdene av disse aminosyrene forandres med økt modningsgrad, enn på de absolutte tallene.

Hos bondebønnesortene 'Wilkien A. Ezetha's', 'Fina' og 'Rentpayer' ser mengdene av lysin, metionin og threonin ut til å ha forandret seg ubetydelig med økt modningsgrad.

Stangbønnesorten 'Emergo' (en blomsterbønnetype) hadde mindre threonininhold ved høsting 13/9 enn 24/8. Sortene 'Situla' og 'Coltore' hadde større innhold av metionin 13/9 enn sorten 'Emergo'. Hos 'Roem van Zwaag' hadde lysininholdet minket fra 24/8 til 13/9.

Hos de spinatsortene som ble analysert, så det ut til at innholdet av metionin, lysin og threonin endret seg lite fra ett hold til et annet.

Hos ertesortene 'Dark Skinned Perfection' og 'Vulcan' var det liten endring i innholdet av disse tre aminosyrene med økt modningsgrad. Threonininholdet var gått noe ned ved siste høstedata hos 'Vulcan'.

Litteraturliste

1. Osborne, T.B. The vegetable Proteins. London, 1924. 67 s.
2. Schröder, I. Die Erhöhung der Eiweissqualität pflanzlicher Nahrungsproteine - eine Möglichkeit zur Verbesserung der Welt-Ernährungssituation. Wissensch. Zeitsch. der Univ. Rostock, 1969, 18: 531-540.
3. Danielson, C.E. Plant proteins. Annual Rev. Plant Physiol. 1956, 7: 215-236.
4. Schuphan, W. Gemüsebau auf ernährungswissenschaftlicher Grundlage. 1949. s. 82, Hamb. 368 s.
5. " , ". Die Bedeutung der EAS-Indices nach B.L. Oser für die objektive Ermittlung einer physiologisch ausgewogenen Düngung. Landw. Forschung Sonderh. 1960. 14: 114-121.
6. Altschul, A.M., Neucere, N.J., Woodham, A.A., Dechary, J.M. A new classification of seed proteins: Application to the aleurins of *Arachis hypogaea*. Nature, London, 1969. 203: 501-504.
7. " , " , Yatsu, L.Y., Ory, R.L., Englemann, E.M. Seed Proteins, Ann. Rev. of Plant Phys. 1966, s. 113-136.
8. Aykroyd, W.R., Doughty, J. Legumes in Human Nutrition. FAO-nutritional studies No. 19. Rome 1964. 610.5 F, 76 h.
9. Jackson, P., Boulter, D., Thurman, D.A. A comparison of some properties of vicilin and legumin isolated from seeds of *Pisum sativum*, *Vicia faba* and *Cicer arietinum*. New. Phytol. 1969, 68: 25-33.
10. Kloz, J., Turkova, V. Legumin, Vicilin and Proteins Similar them in the Seeds of some species of the Viciaceae Family (a Comparative Serological Study). Biol. Pl. 1963, 5, 29.
11. Evans, R.J., Bandemer, S.L. Nutritive Value of Legume Seed Proteins. J. of agric. and food chem. 1967, 15: 439-443.
12. Goa, J., Strid, L. Amino Acid Content of Leguminous Proteins as affected by Genetic and Nutritional Factors. III. Arch. Mikrobiol. 1959, 33: 253.
13. Nitsan, Z. *Vicia faba* Beans vs. Soyabean Meal as a Source of Protein. J. of the Science of Food and Agric. 1971, 22 (5): 252-255.

14. Wilson, B.J., McNab, J.M., Bentley, H. Trypsin Inhibitor Activity in the Field Bean (*Vicia faba* L.). *J.Sci.Fd.Agric.* 1972, 23: 679-684.
15. Kwong, E., Barnes, R.H. Effect of Soybean Trypsin Inhibitor on Methionin and Cystin Utilization. *J.Nutr.* 1963, 81: 392-398.
16. Bell, E.A. Certain Non-Protein Amino Acids of Plants and their Effects on Animals. *Biochem.Journal*, 1963, 88: 58 p.
17. Schuphan, W. Nutrition values in crops and plants. London, 1965, 280 s.
18. " , ". Über die Ursachen einer unterschiedlichen ernährungsphysiologischen Eiweissqualität (Biologischer Wertigkeit) in Pflanzen. *Naturwiss.* 1959, 46: 650-651.
19. Pirie, N.W. Leaf Protein. London, 1971, 192 s.
20. " , " . Gjesteforelesning ved N.L.H. 24/11 1972.
21. Kinsella, J.E., Betschart, A. The food potential of leaf protein. *New York's Food and Life Science*, 1972, Vol. 5, No. 1: 15-17.
22. Swaminathan, M., Daniel, V.A. The role of non-essential amino acids in nutrition. *J.Nutr.and Dietet.*, 1968, 5: 164-179.
23. Schuphan, W. Effects of the application of inorganic and organic manures on the market quality and on the biological value of agricultural products. 1971.
24. Barth-Eide, W. Forelesning på kurset "Landbruk i u-land" ved N.L.H. 1973.
25. Samtale med A. Stabbursvik, N.L.H. 1973.
26. Danielsson, C.E., Lis, H. Differences in the Chemical Composition of Some Pea Proteins. *Acta.Chem.Scand.*, 1952, 6: 139-148.
27. Stabbursvik, A. Forelesning på kurset "Landbruk i u-land" ved N.L.H. 1973.
28. Bond, D.A. The development of field beans as a crop in Britain. *Proceeding of the Nutrition Society*, 1970, 29 (1): 74-79.
29. " , " ., Toynbee-Clarke. Protein content of spring and winter varieties of field beans (*Vicia faba* L.) sown and harvested on the same dates. *J.agric.Sci.Camb.*, 1968, 70: 403-404.

30. Eden, A. A survey of the analytical composition of field beans (*Vicia faba* L.). *J.Agric.Sci.*, 1968, 70: 299-301.
31. Kelly, J.F. Genetic Variation in the Methionine Levels of Mature Seeds of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journ. of the American Soc. for Hort.Sci.* 19, 96 (5): 561-563.
32. Harpstead, Dale D. High-Lysine corn. *Scientific American*. 1971, Vol. 225 No. 2: 34-42.
33. Kurnik, E., Oberritter, A., Zelles, J., Szanto, F. Prospects for raising the protein content of peas and for the breeding to improve protein quality. *Agrartudományi Kóslemenyek*, 1970, 29: 199-207.
34. Fox, D.J., Thurman, D.A., Boulter, D. Studies on the proteins of seeds of the Leguminosae-I. Albumines. *Phytochemistry*, 3: 417-419, 1964.
35. van Etten, C.H., Miller, R.W., Wolff, I.A. Amino Acid Composition of Seeds from 200 Angiospermous Plant Species. *Journ.agric.Food.Chem.* 1963, 11: 399-410.
36. Eppendorfer, W.H. Effects of S, N and P on Amino Acid Composition of Field Beans (*Vicia faba*) and Responses of the Biological Value of the Seed Protein to S-Amino Acid Content. *J.of the Sci.of Food and Agric.* 1971, 22 (5): 501-506.
37. Balvoll, G. Proteininnhold og sammensetning. *Jord og gjødsling til grønsaker. Forelesninger ved N.L.H.* 1969: 66-67.
38. Scheffer, F., Kloke, A. Nährstoffwirkung und chemische Zusammensetzung der Nahrungspflanzen. *Landw.Forsch.Sonderh.* 1956, 8: 49-69.
39. Kolářík, I. Wege zur Verbesserung der Qualität landwirtschaftlicher Erzeugnisse unter dem Gesichtspunkt der Pflanzenernährung. *Die Phosphorsäure.* 1959, 19: 69-75.
40. Nehring, K. Düngung, Qualität und Futterwert. *Handb.Pfl. Ernährung und Düngung*, 1965, Bind 3, del 2: 1261-1379.
41. Bain, J.M., Mercer, F.V. Subcellular organization of the developing Cotyledons of *Pisum sativum*. *Austr.J.of Biol.Sci.* 1966: 49-69.
42. FAO: Nutritional Studies 1970. Amin-Acid Content of Foods and Biological Data on Proteins. Rome, 1970, 285 s.
43. Samtale med E. Nordrum, N.L.H. 1973.
44. Becker-Dillingen, J. *Handbuch des Gesamten Gemüsebaues.* Berlin, 1950, 856 s.

45. Lammers, Ir. R.P. Puffbohnen für Konservenzwecke. Die Industr. Obst- und Gemüsever. 1970, 55 (1): 134-138.
46. Roux, A. Neue Gemüsesorten für den Qualitätsanbau für die Verarbeitung. Qual.Pl.et Mat.Veg. 1971, 21 (1/2): 111-129.
47. Arthey, V.D. Cultivars (varieties) of soft fruit and vegetables for quick freezing. Journ.of the Royal Hort.Society, 1966: 395-400.
48. Vogt, H., Gürocak, B. Ackerbohnschrot (*Vicia faba* L.) in der Geflügelfütterung. 1. Mitteilung: Litteraturübersicht und Geflügelmastversuch. Archiv für Geflügelkunde, 1970, 34 (5): 184-189.
49. Clarke, H.E. The evaluation of the field bean (*Vicia faba* L.) in animal nutrition. Proc.Nutr.Soc. 1970, 29, 64.
50. Buraczewska, L. Amino acid composition and nutritive value of the proteins of legumes harvested at different stages of growth. Rocznik Mol. (B) 1967, 90: 245-262.
51. Zausch, M., Kunze, B. Eiweissertrag und Eiweissverwertbarkeit einheimischer Körnerleguminosen in Abhängigkeit von Einflussnahmefaktoren. Wiss.Zeitsch.der Univ.Rostock, 1969, 18. Jahrg.
52. Briarty, L.G., Coult, D.A., Boulter, D. Protein Bodies of Developing Seeds of *Vicia faba*. J.exp.Bot. 1968, 20: 358-372.
53. Bailey, C.J., Cobb, A., Boulter, D. A cotyledon Slice System for the Electron Autoradiographic Study of the Synthesis and Intracellular Transport of the Seed Storage Protein of *Vicia faba*. Planta Berl. 1970, 95, 103.
54. Wright, D.J., Boulter, D. The Characterization of Vicilin during Seed Development in *Vicia faba* L. Planta Berl. 1972, 105: 60-65.
55. Hall, T.C. Protein, Amino Acid and Chlorophyll Metabolism During the Ontogeny of Snap Beans. Proceedings American Society for Horticultural Science, 1968, 93: 379-387.
56. Loewenberg, J.R. The Development of Bean Seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). Pl.Physiol. 1954, 30: 244-250.
57. Culpepper, C.W. Effect of Stage of Maturity of the Snap Bean on its composition and use as a food product. Food Research, 1936: 357-376.

58. Bressani, R., Elías, L.G., Valiente, A.T. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Br.J.Nutr.* 1963, 17: 69-78.
59. Zimmermann, G., Weissmann, S., Yannai, S. The Distribution of Protein, Lysine and Methionine, and Antitryptic Activity in the Cotyledons of some Leguminous Seeds. *J.of Food Sci.* 1967, 32: 129-130.
60. Sahyun, M. Proteins and amino acids in nutrition. New York, 1948, 566 s.
61. Robertson, R.N., Highkin, H.R., Smydzuk, I., Went, F.W. The effect of environmental condition on the development of pea seeds. *Austr.J.biol.Sci.* 1962, 15: 1-15.
62. Danielsson, C.E. A contribution to the study of the Synthesis of the Ripening Pea Seeds. *Acta Chem.Scand.* 1952, 6: 149-159.
63. Kee, H.S., Robertson, R.N., Lee, J. Physiology of pea fruits. 1. The developing fruit. 1954.
64. Schuphan, W., Postel, W. Samenreife und essentielle Aminosäuren bei *Pisum sativum* L. *Naturwiss.* 1960, 47: 323-324.
65. " , " , " , ". Biologische Wertigkeit des Erbseneiweisses im Spiegel der essentiellen Aminosäuren. *Lebensmittel-Unters. U.-Forsch.* 1960, 113: 223-229.
66. Næringsmiddeltabell. Landsforeningen for kosthold og helse. 1972, 3. utg., 26 s.
67. Fink, H., Herold, E. Ein weiterer Beitrag zum Biologischen Eiweisswert einzelliger Süßwasser-Algen und von jungem Spinat. *Naturwiss.* 1956, 43: 498-499.
68. Hirsch, J.S., Niles, A.D., Kemmerer, A.R. *Food Research.* 1952, 17: 442-447.