

K O R N K V A L I T E T

Forelesninger ved Norges landbrukshøgskole 1983

ved professor Erling Strand

	Side
I. KVALITET AV SÅKORN	2
A. Innledning	2
B. Kvalitetsklasser av såkorn	4
C. Såkornets varekvalitet	6
II. KVALITETSVURDERING OG PRISGRADERING AV NORSK KORN TIL MAT SAMT KORN OG OLJEVEKSTFRØ TIL FÔR	12
III. KVALITET AV KORN TIL MAT	23
A. Innledning	23
B. Kornets sammensetning og kjemiske innhold	23
C. Bruken av korn til mat	49
D. Kvalitet av brødkorn	51
E. Kvalitet av havre til mat	64
F. Kvalitet av bygg til mat	65
G. Kvalitet av bygg til malt	67
IV. KVALITET AV KORN TIL FÔR	70

Kornkvalitet

Kornkvalitet nyttes her generelt som et uttrykk for i hvilken grad en kornvare egner seg til det formål den skal brukes til. Kvalitetskravene avhenger følgelig av den anvendelse som kornet skal ha. For kvalitet av korn som for mange andre varegrupper, kan det skilles mellom handelskvalitet og brukskvalitet.

Handelskvalitet omfatter de egenskaper som teller med under prisfastsettingen ved salg av korn, f.eks. vanninnhold, H1-vekt, Falltall m.v. i Statens Kornforretnings prigraderingssystem eller kvalitetsklasse, spireevne m.v. hvis det selges til såvareforretninger som frøvare.

De fleste egenskaper som kommer inn under handelskvalitet bestemmes av forhold under dyrking og høsting og av varebehandlingen. Det kan nok være sortforskjeller i f.eks. H1-vekt, visuell kvalitet m.v., men disse betyr lite for handelsverdien. Andre sortegenskaper som værresistens, sjukdomsresistens m.v. kan imidlertid ha en indirekte virkning på varekvaliteten.

Brukskvaliteten hos korn er langt mer omfattende og komplisert, fordi kvalitetskravene avhenger av hva kornet skal brukes til. Det er forskjellige kvalitetskrav til korn som skal brukes til gjæret brød, flatbrød, knekkebrød, gryn, frokostserealier, malt osv. Brukskvaliteten kan videre deles i to grupper egenskaper, nemlig teknologisk kvalitet og ernæringsmessig kvalitet. Dette vil bli behandlet seinere.

I avsnittet om såkorn behandles både handelskvalitet og brukskvalitet. Statens Kornforretnings prisgraderingssystem berører bare handelskvalitet og i avsnittene om korn til mat og fôr er det bare brukskvalitet som behandles.

I. KVALITET AV SÅKORN

A. Innledning

Med den betydning som såvaren har for avlingsstørrelsen, må kravene til kvaliteten av såkornet være meget strenge. Generelt representerer såkorn den høyeste kvalitet av kornvare. God såvare har derfor høy kvalitet også til andre anvendelser.

En normalavling av norsk korn på ca. 1,2 mill. tonn nyttes til følgende hovedformål:

Såkorn	70.000 tn
Brødkorn	70.000 "
Bygg til mat	10.000 "
Havre " "	10.000 "
Korn til fôr	1.000.000 "
Svinn	40.000 "

Den andel som går til såkorn er beregnet etter 22 kg pr. da for ca. 3,2 mill. da. Til opparbeidelse av 70.000 tn såvare trengs omlag 90.000 tn råvare og det regnes med at ca. 20.000 tn avrens går til fôr. Eventuell import av såkorn kommer til fradrag og den kan bety noe etter dårlige bergingsår.

Det kvantum av norskavlet bygg og havre som nyttes til mat har vært ganske konstant i lengre tid. Av hvete og rug har kvantumet til mat variert mye mer avhengig av produksjon og kvalitet.

Det er regnet med 3,0 % svinn. Av dette er 2,0 % tørkesvinn fordi kornavlingene registreres med aktuelt vanninnhold (17,0 % er basis), mens kvantum til forbrukere (møller m.v.) angis som 15 % vare. Det er også vanlig å regne med 1,0 % slitasjesvinn i siloanlegg og møller.

Selv om tallene viser at storparten av det norske kornet går til fôr, skal alt korn i overensstemmelse med gjeldende avtaler likevel kvalitetsvurderes med tanke på bruk til mat. Bare det korn som ikke fyller kravene til matkvalitet, skal prisavregnes som fôrkorn, eventuelt avvises, hvis kvaliteten også er for svak til denne anvendelse.

Såkorner er starten og grunnlaget for en ny avling. Ytterligere presisering av betydningen av såkorner og den kvalitet dette har, skulle derfor være unødvendig.

De generelle krav til såkorn er at det skal ha evne til å gi det beste avlingsresultat som sorten kan gi under de aktuelle vekst-
vilkår.

Såkornerkvaliteten omfatter egenskaper som har med varekvalitet i vid betydning å gjøre. En skal merke seg at sortsegenskaper ikke regnes med som kvalitetsegenskaper hos såkorn, selv om disse er viktige for avlingsresultatet.

De enkelte egenskaper som tilsammen betinger såkornerkvaliteten, kan prinsipielt deles i to grupper:

1. Kvalitetsklasser av såkorn
2. Såvarens varekvalitet.

Inndelingen i kvalitetsklasser som f.eks. elite, stamsød m.v. er en ransjering av såkorner etter hvor vel det er egnet til fortsatt vedlikehold av sorten og til produksjon av såkorn av den sort det gjelder. Det som skiller de ulike kvalitetsklasser er i første rekke innhold av korn av andre arter og sorter, ugras, sjukdomssmitte m.v. Såvarens kondisjon og varekvalitet karakteriseres ved analysetall for renfrø, spireevne, sjukdomssmitte m.v. Kravene til de forskjellige kvalitetsklasser og krav til såvarens varekvalitet er å finne i "Utfyllende bestemmelser for statskontrollert produksjon, klassifisering og omsetning av såkorn" fastsatt av Statens planteavlslsråd gjeldende fra 1. jan. 1981.

For de sjølbestøvede kornarter foregår vedlikeholdet av sortene ved opparbeidelse av elitevare med tids mellomrom. For fremmedbestøvede, f.eks. rug, innebærer det dessuten for den høyeste kvalitetsklasse, elitevare, at nye eliter skal opparbeides fra utgangsmaterialet for å beholde sorten etter de opprinnelige spesifikasjoner med omsyn til morfologi og dyrkingsverdi. Dette er fordi en sort eller kultivar av fremmedbestøvere er en populasjon som ikke er i likevekt. Den er ved utvalg og elitedannelse stadig utsatt for et tilsiktet seleksjonspress i retning av egenskaper som er verdifulle for det formål den skal brukes til. Sortenes dyrkingsverdi vil derfor være bestemt av den dyktighet hvormed eliten dannes og de egenskaper som det legges mest vekt på. En sort av fremmedbestøver kan derfor over et tidsrom endres betydelig. Dette er tilsiktet under elitedannelsen for at sort-

ene til en hver tid skal ha de egenskaper som markedet krever. Begrensningen i denne utvikling av sorten ligger i utgangsmaterialet, eventuelt hvor mye en sort kan endres uten at materialet bør markedsføres som en ny sort.

Under vurdering av såkornkvalitet av fremmedbestøvere er det viktig å være oppmerksom på at sorten som nevnt, endrer seg for hver generasjon den dyrkes etter at elitedannelsen er ferdig. Det regnes med at intensive sorter av høstrug kan tape 3-5 % i spesifikk avkastningsevne i løpet av de generasjoner som ligger mellom elitedannelsen og til sorten er tilstrekkelig oppformert til utstrakt bruk i praksis. Andre egenskaper, f.eks. strålengthe, overvintringsevne osv., kan endres tilsvarende avhengig av hvor sterkt seleksjonspresset under elitedannelsen har vært, dvs. hvor mye poplasjonen er brakt ut av likevekt. De endringer som skjer med sorten når den dyrkes på steder med avvikende vekstvilkår, kan for enkelte egenskapers vedkommende være fordelaktig, f.eks. at overvintringsevnen bedres. Samtidig endres imidlertid sorten i andre egenskaper, f.eks. at strået blir lengre, og at den spesifikke avkastningsevne går ned. Den samla dyrkingsverdi av den nye proveniens blir derfor oftest lågere enn for den opprinnelige sort.

B. Kvalitetsklasser av såkorn

Av statskontrollert såvare er det 4 kvalitetsklasser, nemlig:

1. Klasse Elite
2. Klasse Stamsød
3. Klasse I
4. Klasse II.

På markedet er det også noen såkornkvaliteter som ikke hører med i dette systemet. Det er:

1. Kontraktavlet såvare
2. Statens Kornforretningens såkornreserve.

Opprinnelsen til en ny sort er foredlermateriale. Det er det første såkorn av sorten som foredleren stiller til disposisjon for oppformering slik at sorten kan komme i praktisk bruk. Beskrivelse av sorten skal utføres på dette materiale og tjener som referansemateriale for sorten.

1. Klasse Elite. Når foredlermateriale nyttes som såkorn, er den høsta avlinga klasse Elite. Denne kvalitet kan også dyrkes med elite som såkorn når dette tilfredsstillende de kvalitetskrav som er fastsatt for denne klasse.

Eldre sorter må med noen års mellomrom renses opp for mekaniske innblandinger, innkryssninger, mutasjoner m.v. For sjølbestøvende kornarter gjøres det ved å ta ut ca. 200 planter av sorten og dyrke disse adskilt i to generasjoner. Alle planteavkom som avviker fra beskrivelsen av sorten kasseres. De øvrige slås sammen og utgjør da en ny elite av sorten. Eliteutvalg og dyrking av elitevare foregår vanlig på stamsædgårdene. For fremmedbestøvde kornarter (rug) er det oftest foredleren som tiltrekker nye eliter, fordi dette like mye er foredlingsarbeid som vedlikehold av sorten.

2. Stamsæd. Den kvalitetsklasse av såkorn som høstes etter utsådd elitevare kalles stamsæd. For å få til tilstrekkelig store partier av stamsæd kan denne også avles med stamsæd som såvare. Stamsæd dyrkes vanlig på stamsædgårdene og avlingene nyttes som såvare ved dyrking av klasse I og klasse II. Stamsæd selges vanligvis ikke på det frie marked.

Klasse I er såkorn som er avlet på elite eller stamsæd som såvare. Den dyrkes på gårder i distriktet på kontrakt med såvareforretninger som leverer såvaren. Klasse I er beste kvalitet såkorn beregnet på salg til bruker.

Klasse II er såkorn som er avlet på elite eller stamsæd som såvare. Hvis det er for lite av slik såvare, kan det gis tillatelse til å bruke klasse I som såvare. Klasse II er beregnet til salg som såkorn til bruker.

For stamsæd, klasse I og klasse II utføres både laboratorieanalyser, feltkontroll og vekstkontroll.

Laboratorieanalysene omfatter spireevne, renhet m.v. som er omtalt seinere. Feltkontrollen utføres ved at det av alle såkornpartier tas ut en prøve som dyrkes ved Statens frøkontroll. I vekstsesongen blir rutene undersøkt for artsinnblandinger, sortsrenhet og sykdommer som overføres med såkornet. Vekstkontrollen foregår ved ettersyn på gårdene av alle partier som er innmeldt til offentlig kontroll.

Kontraktavlet såkorn er oftest såkornpartier som har vært offentlig kontrollert slik som nevnt foran, men som ikke tilfreds-

stiller kravet for en eller annen kvalitetsegenskap som er mindre viktig for bruksverdien. Hvis varekvaliteten er god kan dette være meget brukbar såvare.

Statens Kornforretnings såkornreserver. Den andre såvarekvalitet utenom de ordinære kvalitetsklasser, er Kornforretningens såkornreserve. Kornforretningen er pålagt å holde et kriselager av såkorn og dette brukes det av og til av når såvareforretningene slipper opp for såkorn. Såkornreservene dyrkes på kontrakt med Statens Kornforretning og åkerne besiktiges i veksttiden. Det gis garanti for sortsekthet ved siden av de ordinære garantier for varekvalitet.

For dyrking, varebehandling, kontroll og merking av offentlig kontrollert såvare gjelder et ganske omfattende regelverk, som dyrkeren og andre som har med offentlig kontrollert såvare å gjøre, må kjenne til.

Ved merking av de ulike såvareklasser brukes merkelapper av forskjellig farge

Klasse elite:	Hvit merkelapp med fiolett diagonal stripe
Klasse stamsæd:	Hvit merkelapp
Klasse I:	Blå merkelapp
Klasse II:	Rød merkelapp
Uklassifisert såvare:	Brun merkelapp.

Uklassifisert såvare omfatter alle såvarekvaliteter som ikke inngår i det system for offentlig kontrollert såvare som er nevnt foran. Det gjelder bl.a. såvare til grønfôr, kontraktavlet såvare og kornforretningens såkornreserve.

De viktigste kvalitetskrav til statskontrollert såvare er stilt sammen i tabellen på side 10. //

C. Såkornets varekvalitet

Det er en rekke enkeltegenskaper som tilsammen bestemmer såkornets kondisjon og varekvalitet. De av disse egenskaper som bestemmes på laboratoriet, er følgende:

Egenskap:	Mål for egenskaper:
Spireevne	Spireprosent, spirehastighet, spirekraft
Renhet	Vektprosent reinfrø
Ugras	Vektprosent ugras
Ondartet ugras	Ant. ugrasfrø pr. kg såvare
Sundhet	Utslag i spireprosent ved beising
Spiretreghet	Spireprosent ved 20 °C.

Ved omsetning av såkorn er resultater av de 4 første av disse analyser obligatoriske. De to siste analyser gir opplysninger om ønskeligheten av eventuell etterbehandling av såvaren, henholdsvis beising og temperert lagring.

Med spireevne forståes kornets potensielle evne til å gi morfologisk normale frøplanter og å gi avlingsresultater innen den ramme som vekstvilkår og sortsegenskaper i hvert enkelt tilfelle setter.

Spireevnen bestemmes ved en spireanalyse. Resultatet av en spireanalyse kan uttrykkes ved forskjellige mål f.eks. spireprosent, spirehastighet, spirekraft m.v.

Spireprosent. Ifølge Statens frøkontrolls analyseregler defineres spireprosenten som den prosent av de undersøkte korn som gir normale spirer under de fastsatte spirebetingelser. Disse er for korn spiring i fuktig stand ved 10 °C i 10 dager. Når spireanalysen er ferdig (etter 10 dager) deles det korn som er lagt til spiring i 4 grupper:

1. Korn som har gitt normale spirer (normalt utseende spirer med minst 2 røtter og minimum 1,5 cm lang koleoptile).
2. Abnorme spirer. Disse omfatter spirte korn som ved opptelling har døde spirer, eller også levende spirer som på en eller annen måte er unormale, og som av denne grunn ikke kan antas å gi levedyktige planter.
3. Døde korn. Dette er korn som ikke har vist tegn til spiring og som har død og råttet kime.
4. Friske, ikke spirte korn. Dette er de spiretrege korn som kan gi normale spirer når spiretregheten er opphevet.

Resultater av spireanalysen angis som nevnt ved spireprosenten som er normalt spirte korn i prosent av det antall som er lagt ut til spiring. Det er dette resultat som oppgis som spireevne for et kornparti. Prosent spiretrege korn angis særskilt. Ved vurdering av kornprøvens potensielle spireevne kan både spirte og spiretrege korn regnes med, forutsatt at spiretregheten er borte når kornet såes.

Ved den metode som er beskrevet, blir spireevnen bestemt under de mest gunstige vilkår for spiring av spiremodne korn. Det er derfor den maksimale spireprosent som oppnås, når det sees bort fra spiretrege prøver. De spirevilkår som bys kornet under praktiske forhold er imidlertid sterkt varierende og i alle høve mindre gode enn ved den nevnte spiremetode på laboratoriet. Spiringen i marken (feltspiring) blir følgelig lågere enn på laboratoriet.

Spirehastighet bestemmes som spireprosent etter 3,5 eller 7 dager. Dvs. at spireanalysen avsluttes etter det antall dager som er nevnt. De oppnådde resultater i forhold til spireprosent registrert etter 10 dagers spiretid, er et uttrykk for hvor raskt kornet spirer. Høg spirehastighet er en viktig egenskap hos såkornet, fordi det gir hurtigere feltspiring og raskere etablering av plantene. Den virker av den grunn på samme måte som tidligere såing ved siden av at plantene er kraftigere etter oppspiring med bedre forutsetninger til fortsatt vekst.

Spirehastighet er mest brukt som mål for spireevnen hos bygg til bryggeribruk, fordi det til denne anvendelse er særlig viktig at kornet spirer raskt og med jevn hastighet.

Eventuell låg spirehastighet har to hovedårsaker. Den ene er at svakere grader av spiretreghet sinker spiringen. Når spiretregheten er borte, kan det samme partiet vise jevn og rask spiring. Den andre årsak er svekket livskraft hos såkornet, enten p.g.a. alder, lagring ved for høgt vanninnhold eller andre årsaker som utarmer eller svekker kornet, f.eks. varmgang under lagring, m.a.o. alle forhold som gjør at kornet er i dårlig kondisjon.

Spirekraft er et uttrykk for hvor kraftige spirene er og den evne disse har til å bryte gjennom et hardt jorddekke. God spirekraft hos såkornet er en meget viktig egenskap, særlig ved djup såing og skorpedannelse på stiv jord. Korn som har modnet harmonisk og som ikke har vært utsatt for spesielle påkjenninger, har god spirekraft. Spirekraften svekkes ved treskeskader, sein høsting,

oppbevaring ved høgt vanninnhold, ved lagerskader og med alderen på såkornet.

På laboratoriet kan spirekraften bestemmes ved spireanalyse hvor kornet dekkes med et ca. 5 cm tjukt lag skarp teglgrus som spirene må trenge gjennom. Det gir spirevilkår som er mer lik de som forekommer i praksis. En spirekraftanalyse er derfor i prinsippet en bedre analyse enn den ordinære spireanalyse som er standardmetoden ved vurdering av såkornets spireevne. Spirekraftanalyse brukes vanligvis ikke ved vurdering av såkornkvalitet her i landet.

Ved siden av å være et mål for spireevnen og derved for såvarens bruksverdi er spireprosenten det mest brukte og viktigste kommersielle mål for såkornkvalitet såvel innen landet som internasjonalt. Det er på denne de viktigste garantier for såvarekvalitet er basert. Likevel er ikke spireprosenten alene noe fullgodt mål for såvarens kondisjon og evne til å gi rasktvoksende og kraftige frøplanter. Årsaken til dette er at spireprosenten som nevnt bestemmes under optimale betingelser for spiring. Korn som ikke har mekaniske skader eller som ikke har vært utsatt for andre forhold som har ødelagt spireevnen hos enkelte korn, kan derfor under optimale vilkår vise en høg spireprosent selv om både spirehastighet og spirekraft er betydelig redusert. To såkornpartier som har lik spireprosent kan derfor vise betydelige forskjeller i feltspiring under vanskelige spirevilkår. Særlig er det djup såing og skorpedannelse på leirjod som stiller de største krav til såkornets spirekraft og evne til å gi kraftigere spirer.

Vanlig regnes såvare med spireprosent på 95 som meget godt såkorn, og med 90 som godt såkorn. Såkorn med spireprosent under 90 % bør bare unntagelsesvis brukes.

Renhet. Formålet med renhetsanalysen er å bestemme arten av de korn og andre bestanddeler partiet består av. Prøvestørrelsen ved renhetsanalyse av korn er 120 g. Analysen går ut på å dele prøven i 4 fraksjoner:

1. Korn av den eller de arter som utgjør hovedbestanddelen og som betraktes som rent frø.
2. Frø av fremmede kulturvekster, som angis i antall pr. kg vare.

3. Ugrasfrø, som angis i vektprosent, eller som antall pr. kg vare.
4. Avfall, som angis i vektprosent.

Som renfrø regnes hele korn samt deler av korn som er større enn halvparten av det opprinnelige korn. Spireanalysen utføres på fraksjonen rent frø etter denne definisjon. Fraksjonene fremmede kulturfrø og ugras trenger ingen nærmere forklaring. Resten av analyseprøven er da avfall.

For ondartet ugrasfrø bestemmes antallet pr. kg vare. Analyseprøven av korn er da 1,0 kg. Følgende arter ugras er betegnet som ondartet: Balderbrå, gul gåseblom, prestekrage, småfrøet maure, storfrøet syre, vinterkarse, åkerreddik og floghavre. Av disse er det bare floghavre som virkelig er et farlig ugras i korn. For floghavre, som overhode ikke bør forekomme i såvare, gir en undersøkelse av bare 1,0 kg ikke fullstendig sikkerhet. Selv om det ikke finnes floghavre i den 1,0 kg som undersøkes, kan den likevel forekomme i andre deler av partiet. Et så høgt innhold som 10 floghavrekorn pr. da i såvaren har en ved den nevnte analyse bare 50 % sjanse til å påvise og bare ett floghavrekorn pr. da. har en bare ca. 5 % sjanse til å påvise.

Sunnhet. Ordinært er det bare smitte av fusarium som bestemmes. Det skjer ved sammenlikning av resultater av spireevne av beiset og ubeiset såkorn og ved visuell bedømmelse av angrep på spirene.

Spiretreghet undersøkes bare til veiledning og for sorter som er kjent for å ha høy spiretreghet. Graden av spiretreghet vurderes på grunnlag av den ordinære spireanalyse ved 10 °C og ved en tilleggsanalyse utført ved 20 °C. Spiretregheten viser seg nemlig sterkere ved høyere spiretemperatur.

De viktigste kvalitetskrav til de enkelte klasser ved laboratoriekontroll, vekstkontroll og kontroll dyrking er gjengitt i tabellen side 11. I tillegg til de krav som er nevnt der skal alle kvaliteter ha minst 99,5 % reinfrø. Det er videre krav til avskalling i havre, maks. 3 % for stamsæd og klasse I, og 10 % for klasse II.

De minimumskrav som stilles til kvalitetsegenskapene er for en dels vedkommende meget liberale. Det gjelder f.eks. spireprosent for vårhvete, hvor kravet er 85-88 %. Under gunstige spirevilkår kan nok slik såvare gi tilfredsstillende feltspiring og plantebestand, men ved djup såing og hard jord kan plantebestanden bli

for tynn for maksimal avling. Vårhvete med spireevne ned mot 85 % er ustabil og upålitelig såvare som kan falle raskt i spireevne under lagring. Innblanding av annen art i klasse II kan også være så høgt at utseende av åkeren ikke forbindes med statskontrollert såvare.

Viktigere kvalitetskrav til de enkelte kvalitetsklasser av såkorn. Ved laboratoriekontroll:

Klasser	Spire %	Innblandinger, ant. pr. kg vare			
		Andre kornarter		Ugras	
		Vårkorn Høstkorn	Høstkorn i vårkorn eller omvendt	Kveke	Totalt
Elite	-	1	5	2	3
Stamsæd	Havre, bygg 90 Vårhvete 88 Rug, høsthvete 85	1	5	2	3
Klasse I	Som for stamsæd	3	8	2	5
Klasse II	Alle kornarter 85	20	30	2	5

Ved kontrolloddyrking og vekstkontroll:

Klasse	Maks. annen sort		Maks. naken sot	
	Vekst- kontroll	Kontroll- dyrking	Vekst- kontroll	Kontroll- dyrking
	Planter pr. daa	% planter	Planter pr. daa	% planter
Elite	25	0,05	-	-
Stamsæd	25	0,05	100	0,05
Klasse I	50	0,1	200	0,10
Klasse II	Ikke krav	Ikke krav	400	-

Litteratur til supplerende studium

1. "Lov om såvarer" av 4. desember 1970.
2. "Forskrifter for statskontrollert produksjon og omsetning av såvare, planter og plantedeler" av 1. jan. 1981.
3. "Utfyllende bestemmelser for statskontrollert produksjon, klassefisering og omsetning av såkorn" gjeldende fra 1. mars 1982.

II. KVALITETSVURDERING OG PRISGRADERING AV NORSK KORN TIL MAT OG FÔR

Med den sentrale rolle som Statens Kornforretning spiller når det gjelder kjøp og omsetning av norsk korn, er den kvalitetsvurdering som den praktiserer blitt normgivende for kvaliteten av norsk korn både til mat og til fôr. I det følgende skal en behandle det grunnlag og de prinsipper som denne kvalitetsvurdering og prisgradering bygger på.

Statens Kornforretning begynte sin virksomhet i 1929 basert på Kornloven av 22/6-1928. Seinere ble virksomheten utvidet til også å omfatte kraftfôr, basert på Kraftfôrloven av 23/2-1951.

Kornforretningens viktigste virksomheter omfatter:

1. Enerett til import av korn og mjøl til mat.
2. Kjøpeplikt av norsk korn egnet til mat og fôr.
3. Enerett til import av kraftfôr og til kjøp fra innenlandske tilvirkere av de mengder som nyttes i landet.
4. Administrasjon av korntrygdeordningen.
5. Plikt til å holde lager av matkorn, såkorn og kraftfôr for eventuelle krisesituasjoner.
6. Administrasjon av andre offentlige tiltak i forbindelse med potettrygd, siloveske, kunstgjødsel, kalk m.v.

I tillegg til hovedkontoret i Oslo har Kornforretningen 8 avdelingskontorer andre steder i Sør-Norge. Disse foretar kvalitetsbedømmelse av det korn som leveres til kornsiloer og møller i distriktet. Korn som mottas ved kornsiloer og møller er Kornforretningens eiendom fra det tidspunkt det er levert, og Kornforretningen betaler godtgjørelse til disse anleggene for mottak, tørking, lagring og andre tjenester etter fastsatte satser.

I Nord-Norge er det ingen kornsiloer eller møller. I stedet har Kornforretningen ialt 29 mjøllagre spredt i distriktet.

Det korn som produsentene byr fram ved de forskjellige kornmottak blir avhengig av kvaliteten, plassert i en av de tre følgende kvalitetsgrupper:

1. Akseptert som matkorn med prisgradering etter gjeldende regler.
2. Avvist som matkorn, men akseptert som fôrkorn til de priser som gjelder for denne kvalitetsgruppe.

3. Avvist, og kan ikke tas imot ved kornsiloen.

For de to første kvalitetsgrupper foreligger det statistikk og annet tallmateriale. Den siste gruppe av kornpartier registreres ikke. Antall partier, mengder og opplysninger om kvalitet m.v. mangler derfor for denne kvalitetsgruppe.

Fordelingen av norsk korn på kvalitetsgruppene matkorn og fôrkorn varierer sterkt fra år til år. Siden 1961 har fordelingen vært følgende:

År	Matkorn %	Fôrkorn %
1961	93,6	6,4
1962	68,0	32,0
1963	90,0	10,0
1964	83,8	16,2
1965	81,5	18,5
1966	94,6	5,4
1967	87,0	13,0
1968	98,0	2,0
1969	97,0	3,0
1970	87,7	12,3
1971	97,6	2,4
1972	97,5	2,5
1973	96,0	4,0
1974	91,0	9,0
1975	90,0	10,0
1976	99,0	1,0
1977	98,7	1,3
1978	94,1	5,9
1979	97,1	2,9
1980	97,0	3,0
1981	92,7	7,3
1982		

Tallene viser at den andel av kornet som er kvalitetsvurdert som matkorn i den siste 20 års periode har variert fra 99 til 68 %, dvs. at 1,0 til 32,0 % er blitt prisavregnet som fôrkorn. Variierende bergingsvær og produsentenes muligheter for å ta vare på kornet er årsakene til de store forskjeller i kornkvalitet fra år til år. Tallene viser også at kvaliteten av kornet er blitt bedre i de seinere år, antagelig som et resultat av tidligere høsting og større tørkekapasitet på gårdene og ved kornmottakene.

Her i landet fastsettes basispris til produsent for de forskjellige kornarter som et resultat av jordbruksforhandlingene. For tiden er det 4 prissoner for korn, nemlig sone 0, sone 1, sone 2 og sone 3, med stigende basispris i samme rekkefølge. Den høyere pris er tenkt å kompensere for lågere avlinger og vanskeligere dyrkingsforhold.

Den fastsatte pris for de enkelte kornarter og prissoner gjelder for en basiskvalitet som er nærmere definert i Statens Kornforretnings prisgraderingstabeller. Avregningsprisen for det enkelte kornparti blir bestemt ut fra basispris i sonen med tillegg eller fradrag for avvikende kvalitet etter den nevnte prisgraderingstabell.

Fra 1. juli 1982, er basispris eller grunnpris for norsk korn følgende i kr. pr. 100 kg.

Matkvalitet

Kornart	Basis Hlv.	Prissoner			
		Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3
Hvete	76	257	267	278	289
Rug	70	244	254	265	276
Bygg	62	213	223	234	245
Havre	50	192	202	213	224

Fôrkvalitet

Hvete	203	213	223	233
Rug	198	208	218	228
Bygg	195	205	215	225
Havre	176	186	196	206
Bl.korn f.e.	195	205	215	225

For alle kornarter er basis vanninnhold 17,0 %. Av tabellen går det fram at for korn av matkvalitet er sonetilleggene i forhold til sone 0, henholdsvis 10, 21 og 32 øre pr. kg. For korn av fôrkvalitet er de tilsvarende sonetilleggene henholdsvis 10, 20 og 30 øre pr. kg. Tabellen viser ellers at forskjellen i pris mellom korn av matkvalitet og fôrkvalitet for hvete er 54-56, for rug 46-48, for bygg 18-20 og for havre 16-18 øre pr. kg avhengig av prissonene. For blandkorn er prisen pr.fastsett f.e., hvor

f.f.e. pr. 100 kg vare ansettes skjønnsmessig.

De priser som er satt opp i tabellen gjelder for en basis Hlv. som er ulik for kornartene (se tabellen). For hvete og rug foretas dessuten en prisgradering etter Falltall med tillegg eller fradrag i forhold til en basisverdi som er ulik for hvete og rug. For å oppnå basispris (med eventuelle justeringer for vanninnhold, Hlv. og eventuell Falltall) skal andre kvalitets-egenskaper (se seinere) være tilfredsstillende.

I tillegg til de ordinære avregningspriser betales det lagringsgodtgjørelse for korn i tidsrommet 1. oktober til 28. februar. Lagringsgodtgjørelsen er lik for alle kornarter og utgjør fra 1. juli 1982 følgende i øre pr. kg korn:

Grunntillegg pr. 1. okt.		2,55
1.-31. okt. 0,20 øre pr. dag		6,20
1. nov.-31. jan. 0,155 øre pr. kg		14,26
1.-28. febr. 0,130 øre pr. kg		<u>3,64</u>
Lagringsgodtgjørelse ialt		<u>26,65</u>

Kvalitetsegenskapene vanninnhold, Hlv.vekt og Falltall bestemmes på objektiv måte, dvs. ved veiing eller måling og kalles ofte tabelltrekk fordi de skjer etter oppsatte tabeller. De øvrige kvalitetsegenskaper skjer ved visuell bedømmelse av kornvaren (se seinere).

Prisgradering etter vanninnhold er basert på den økonomiske betydning av to forhold:

1. Prisjustering etter vanninnhold. Korn med ulikt vanninnhold har følgelig også ulikt innhold av tørrstoff. Da det bare er tørrstoffet som har verdi, foretas en prisjustering som er proporsjonal med tørrstoffprosenten i varen. Med utgangspunkt i den pris som er fastsatt for basiskvalitet, beregnes prisen pr. kg tørrstoff for hver av kornartene, hvete, rug, bygg og havre. Men en basispris for bygg, sone 0, på 213 øre pr. kg ved 17,0 % vann blir prisen pr. kg tørrstoff i bygg 257 øre pr. kg. Den tilsvarende beregning av prisen pr. kg tørrstoff foretas også for de øvrige kornarter. Den aktuelle pris pr. kg for et kornparti etter justering for avvikende vanninnhold blir da: kg tørrstoff pr. kg vare x pris pr. kg tørrstoff. Det resulterer i at korn med vanninnhold lågere enn basis (17,0 %) får et tillegg i pris, mens korn med høyere enn basis vanninnhold får fradrag i prisen. Denne prisjustering gjelder for korn i området 12,0 % vann og

oppover, uten noen fastsatt øvre grense. En kan merke seg at det ikke gis kompensasjon for vekttap som oppstår når korn tørkes til lågere vanninnhold enn 12,0 %.

2. Tillegg eller fradrag i tørkeutgifter for korn med lågere eller høgere vanninnhold enn basis (17,0 %).

For å være lagerfast i store siloer må kornet tørkes til 15,0 % vann. Det spares derfor tørkeutgifter når korn leveres med lågere enn basis vanninnhold. For dette gis tillegg til basispris. Tillegg for tørkeutgifter gis dog bare ned til 15,0 %. Hvis produsenten tørker til et lågere vanninnhold, gjør han dette gratis, men får som nevnt under punkt 1, kompensasjon for vektsvinn ned til 12,0 %.

For korn med høgere vanninnhold enn basis trekkes for tørkeutgifter. Tørkeutgiftene er enten de virkelige kostnadene ved tørkingen i gjennomsnitt for kornsiloene, for tiden omlag 1,15 øre pr. kg korn pr. 1,0 % nedtørking i området 15-25 % vann. En kan ellers merke seg at tørkeutgiftene er høgere ned mot 15,0 % vann i forhold til høgere vanninnhold. Det vises ellers til tabellen hvor prisreguleringen etter vanninnhold er beregnet. Tabellen er satt opp med hele vannprosentene 12,0, 13,0, 14,0 osv. mens Kornforretningens prisregulering for vanninnhold skjer med 0,5 % enheters intervall: 12,0, 12,5, 13,0 osv., også utover tabellens øvre grense som er 25,0 % vann.

Prisregulering etter vanninnhold fra 1. juli 1982. Bygg, sone 0, basis pris kr. 213,- pr. 100 kg med 17,0 % vann gir kr. 257,- pr. 100 kg tørrstoff i kornet. Tillegg/trekk i øre pr. kg korn.

Vann %	Regulering for tørkekostnad	Regulering for tørrst. innhold	Avregningspris
≤ 12,0	+3,15 > 0	+12,85	229,00
13,0	+3,15 > 0	+10,25	226,40
14,0	+3,15 > 0	+7,70	223,85
15,0	+3,15 > 1,55	+5,15	221,30
16,0	+1,60 → 1,60	+2,55	217,15
17,0	0 → 1,55	0	213,00
18,0	-1,55 > 0,75	-2,55	208,90
19,0	-2,30 > 1,15	-5,15	205,55
20,0	-3,45 > 1,15	-7,70	201,85
21,0	-4,60 > 1,15	-10,25	198,15
22,0	-5,75 > 1,15	-12,85	194,40
23,0	-6,90 > 1,15	-15,40	190,70
24,0	-8,05 > 1,15	-17,95	187,00
25,0	-9,20	-20,55	183,25

Prisregulering etter vanninnhold er egentlig ingen kvalitetsvurdering, men en justering av prisen etter innhold av tørrstoff og kostnader for å få varen lagringsdyktig. Kostnadene ved tørking fra 25 til 15 % vann = 11,8 kg vann, er kr. 1,05 pr. kg vann som tørkes bort.

Prisregulering etter H1-vekt foretas som tillegg/trekk på 0,25 % av grunnprisen for hver kg H1-vekten for kornpartiet er over eller under basis H1-vekt for vedkommende kornart. Basis H1-vekt ved 17 % vann for de ulike kornarter er tatt med i tabellen over basispriser. Det regnes med at H1-vekten for hvete og rug endres med 1,0 kg for hver prosent vanninnhold i området 15,0-26,5 % og slik at jo tørrere korn, jo høyere H1-vekt. For bygg og havre regner en at H1-vekten endrer seg 0,5 kg pr. vannprosent innen det samme område. For H1-vekt kan tillegget maksimalt være 1,0 % og trekket maksimalt 1,5 % av grunnprisen for angjeldende kornart.

Etter den sammenheng mellom H1-vekt og vanninnhold, som er nevnt vil f.eks. hvete med ulikt vanninnhold ha følgende basis H1-vekter som danner grunnlag for eventuell justering av avregningsprisen etter H1-vekt.

Vann %	Basis H1-v.
15,0	78,0
16,0	77,0
17,0	76,0
18,0	75,0
19,0	74,0
20,0	73,0
osv.	osv.

Et hveteparti som leveres med 19,0 % vann og som har H1-vekt 77,0 kg vil p.g.a. H1-vekt 3,0 kg over basis, få et pristillegg på 0,75 % av grunnprisen eller 1,93 øre pr. kg som kommer i tillegg til den avregningspris som andre kvalitetsegenskaper betinger. Tilsvarende prisjustering etter H1-vekt foretas for de andre kornartene.

Prisjustering etter Falltall

Fra og med sesongen 1977-78 har Statens Kornforretning tatt i bruk Falltall som supplerende kvalitetsegenskap for vurdering av kvaliteten av hvete og rug. Falltallet erstatter prosent grodde korn som prisgraderingsgrunnlag for disse kornarter, fordi det er et bedre uttrykk for eventuelle kvalitetsskader p.g.a. aksgroing eller lønngroing enn prosent grodde korn i varen.

Falltallet angis i sekunder og variasjonsområdet er fra 60 opp til 4-500. Falltallsanalysen er en viskometrisk metode som måler stivelsens forklistringsevne. Metoden er nærmere omtalt annet sted. Her skal bare nevnes at god forklistringsevne hos stivelsen og dermed høge Falltall er fordelaktig, spesielt for korn som skal nyttes til gjæret brød.

Basiskvalitet for hvete vurdert etter Falltall er 190 og for rug 100. Tabellen viser hvordan prisgraderingen skjer på grunnlag av Falltall.

Falltall sek	Tillegg-trekk i øre pr. kg korn	
	Hvete	Rug
≥ 270 (265 og over)	+5,15 > 0,65	
260 (255-264)	+4,50 > 0,65	
250 (245-254)	+3,85 > 0,65	
240 (235-244)	+3,20 > 0,65	
230 (225-234)	+2,55 > 0,65	
220 (215-224)	+1,95 > 0,65	
210 (205-214)	+1,30 > 0,65	
200 (195-204)	+0,65 > 0,65	
190 (185-194)	0 > 0,65	
180 (175-184)	-0,65 > 0,65	
170 (165-174)	-1,30 > 1,25	
160 (155-164)	-2,55 > 1,95	
150 (145-154)	-4,50 > 1,95	
140 (135-144)	-6,45 > 2,55	+4,90 → 0
130 (125-134)	-9,00 > 3,85	+4,90 → 1,75
120 (115-124)	-12,85 > 6,45	+3,15 → 1,55
110 (105-114)	-19,30 > 11,55	+1,60 → 1,60
100 (95-104)	-30,85 > 25,85	0 → 4,90
90 (85- 94)	-54,00 For	-4,90 > 9,75
80 (75- 84)	-54,00 For	-14,65 > 31,35
≤ 70 (65- 74)	-54,00 For	-46,00 For
Største differanse	59,15	52,90

Det går fram av tabellen at prisreguleringen for Falltall gir en jevn overgang fra matkornpris til førkornpris. Tilleggene i pris for Falltall over basis er små i forhold til trekkene i pris under basis for de samme endringer i Falltallet. Det skyldes at det ikke er rettlinjet sammenheng mellom Falltall og kornets bruksverdi eller blandingsverdi ved bruk av det til gjæret brød eller andre anvendelser hvor stivelsens forklistringsevne er av vesentlig betydning. Da prisreguleringen skal være i overensstemmelse med kornets bruksverdi til mat, er prisreguleringen ned mot lågeste aksepterte verdier meget sterk. Hvete med Falltall 94 eller lågere og rug med Falltall 74 eller lågere prisavregnes som førkorn. Den sterke prisregulering etter Falltall for hvete og rug understreker den betydning som groskade har for kvaliteten av disse kornarter.

Foran er omtalt de tre kvalitetsegenskaper som bestemmes på objektiv måte, nemlig vanninnhold, H1-vekt og Falltall. For dis-

se egenskaper er prisen fastsatt for en nærmere definert basis-kvalitet. Basiskvalitet er en midlere kvalitet som gir anledning til både tillegg og fradrag i prisen for korn av bedre henholdsvis svakere kvalitet.

For de øvrige kvalitetsegenskaper, som bedømmes skjønnsmessig etter fastlagt retningslinjer, gjelder at basiskvalitet og basispris forutsetter beste kvalitet, dvs. at det eventuelt bare kan trekkes i pris for disse kvalitetsegenskaper.

Vurderingen av de nevnte kvalitetsegenskaper er strengere for hvete og rug enn for bygg og havre. En del kvalitets-skader er også lettere å se på de nakne kornarter enn for de som har inneragnene sittende fast på kornet etter tresking. Omtalen av de skjønnsmessig bedømte egenskaper er i det vesentlige etter Statens Kornforretnings-prisgraderingstabeller. Som hovedregel gjelder:

Samlet trekk for de kvalitetsfeil som er nevnt nedenfor er for bygg og havre begrenset til 8,0 % av basispris. For hvete og rug er det ingen slik begrensning. For følgende kvalitetsfeil kan det trekkes i pris:

- Mørk farge
- Dårlig lukt
- Lagerskade
- Skader av dyr, sopp og bakterier
- Dårlig og ujevn modning
- Grodde korn i bygg og havre
- Små og skrumpne korn
- Treskeskade
- Avskalling i havre
- Mulige andre kvalitetsfeil.

Hvis en eller flere av disse kvalitetsfeil er sterkt utpreget kan varen prisavregnes som fôrkorn, f.eks. over 6 % grodde korn i bygg og havre, over 10 % knuste korn, over 25 % avskalling i havre. For avskalling i området 5-25 % trekkes vanlig 0,25 % i pris pr. 1,0 % mer avskalling. Muggent korn, beiset korn og korn fra åker behandlet med kjemiske midler som gir skadelige restkon-sentrasjoner overtas ikke.

Prisavregning av oljefrø fra 1. juli 1982.

Basispris for oljefrø (raps og rybs) gjelder for vare med 10,0 % vann, maks. 1,0 % forurensninger og som ellers er i god kondisjon.

Basisprisene er:

Sone 0	kr. 445,-	pr. 100 kg
Sone 1	" 455,-	" " "
Sone 2	" 466,-	" " "
Sone 3	" 477,-	" " "

Norsk oljefrø grøppes og blandes i kraftfôret. Kvalitetsvurdering og prisavregning foretas for denne anvendelse og er derfor meget enkel. Det som teller er vanninnhold, forurensninger (ugrasfrø) og at varen er i god kondisjon (ikke lagerskadd). Prisavregning etter vanninnhold foregår etter de samme prinsipper som for korn, slik som det går fram av tabellen. Tabellen gjelder for priser i sone 0. For de øvrige soner er tillegg/trekk noe større i overensstemmelse med den høgere basispris.

Oljefrø. Prisregulering etter vanninnhold. Tillegg/trekk i øre pr. kg for basispris i sone 0 kr. 445,- pr. 100 kg.

Vann %	Regulering for tørkekostnad	Regulering for tørrst. innhold	Avregningspris
≤ 7,0	+3,15 > 0	+14,85	463,00
8,0	+3,15 > 1,55	+9,90	458,05
9,0	+1,60 > 1,60	+4,95	451,55
10,0	0 > 1,15	0	445,00
11,0	-1,15 > 1,15	-4,95	438,90
12,0	-2,30 > 1,15	-9,90	432,80
13,0	-3,45 > 1,15	-14,85	426,70
14,0	-4,60 > 1,15	-19,80	420,60
15,0	-5,75 > 1,15	-34,70	414,55
16,0	-6,90 > 1,15	-29,65	408,45
17,0	-8,05	-34,60	402,35

Tabellen viser at tørkekostnader godtgjøres med til 8,0 % vann og at prisjustering for tørrstoffinnhold foretas ned til 7,0 % vann. Hvis forurensninger overstiger 1,0 % trekkes 1,0 % i pris for hver 1,0 % høyere forurensning.

For oljefrø betales lagringsgodtgjørelse etter de samme satser og regler som gjelder for korn. Det samme gjelder for frakttilskudd.

III. KVALITET AV KORN TIL MAT

A. Innledning

Kvalitetssegenskaper hos korn til mat kan deles i to grupper, nemlig:

Teknologisk kvalitet omfatter generelt egenskaper som gjør at varen er vel egnet for bearbeidelse ved teknologiske prosesser og metoder, gir et høgt utbytte av produkter av god og stabil kvalitet og at bearbeidelse kan skje med enkle og billige metoder. Kriteriene for teknologisk kvalitet vil derfor avhenge av arten av den teknologiske bearbeidelse og den produktgruppe det gjelder, f.eks. møllekvalitet, bakekvalitet, grynkvalitet, maltkvalitet m.v., som igjen kan bero på et større antall enkeltegenskaper.

Når det innen kornindustrien snakkes om kornkvalitet er det nesten alltid teknologisk kvalitet det tenkes på.

Ernæringsmessig kvalitet omfatter egenskaper som er av ernæringsmessig betydning, som f.eks. proteininnhold, proteinets biologiske verdi, fettsammensetning, innhold av vitaminer og mineraler, dietiske egenskaper m.v. For korn til mat er dette viktige egenskaper. Likevel synes den ernæringsmessige side ved kvaliteten hos korn å være tillagt liten vekt. Forskjellene i ernæringsmessig kvalitet mellom arter, sorter og kornpartier hos våre kornslag er da heller ikke særlig stor.

Den ernæringsmessige kvalitet av bearbeidede kornprodukter kan variere mye mer, fordi kornets forskjellige morfologiske deler kan fraksjoneres under bearbeidelsen og gi tildels store endringer i kvalitet. Utmalingsgraden av korn er et godt eksempel på dette.

B. Kornets sammensetning og kjemiske innhold

1. Oversikt over kjemisk innhold

De forskjellige vev eller morfologiske deler av et hvetekorn utgjør følgende vektprosent i gjennomsnitt. For andre kornarter uten inneragner er tallene av samme størrelsesorden.

Fruktskall og epidermis	5,5	}	17,5
Frøskall	2,5		
Aleuronsjikt	7,0		
Kime	2,5		
Frøhvite	82,5		
	100,0		

Ved grøpping av hvete og rug får en et produkt hvor de ulike deler av kornet inngår med omlag de vektprosentene som for helt korn som er nevnt i tabellen. Ved grøpping av bygg og havre kommer også inneragnene med. For bygg med omlag 10 %, og for havre med omlag 25 % forutsatt vare av god kvalitet. De øvrige deler av kornet blir da redusert tilsvarende i blandingen.

Ved framstilling av mjøl av hvete eller rug utgjør fruktskall og frøskall kliandelen. Aleuronsjiktet og kimen er av forskjellige grunner også uønsket i mjøl. Den første p.g.a. mulige fargestoffer og høgt innhold av enzymer, og den siste p.g.a. høgt fettinnhold som kan gjøre kornproduktene mindre lagringsdyktige. Den teoretisk høyeste utmalingsgrad av hvete med den sammensetning som er nevnt, er derfor 82,5 %.

Under maling og sikting av hvete klarer en ikke å skille komponentene fullstendig fra hverandre, men med moderne mølleteknikk kommer en imidlertid meget nær opp mot dette teoretiske tall.

Det midlere kjemiske innhold i viktigere kornarter i prosent av tørrstoff er som følger.

Kornart	Aske	Protein	Stivelse	Fett	Trevler	Rest
Hvete	1,8	13,0	69,0	2,0	2,3	11,9
Rug	1,8	10,0	72,0	1,8	2,3	12,1
Bygg (m. skall)	2,6	11,0	69,0	2,3	4,5	10,6
Havre (m. skall)	3,5	12,0	50,0	7,0	12,0	15,5
Mais	1,5	11,0	72,0	5,0	2,5	8,0
Ris (m. skall)	4,7	8,0	74,0	1,9	10,0	1,4

Det er små forskjeller i askeinnhold i naken kjerne hos de forskjellige kornarter. De kornarter som har inneragner sittende fast på karyopsen etter tresking, har høyest askeinnhold, fordi agnene inneholder mye aske. Innholdet av protein er høyest i hvete og havre og lågest i ris. Innen artene er det dog store

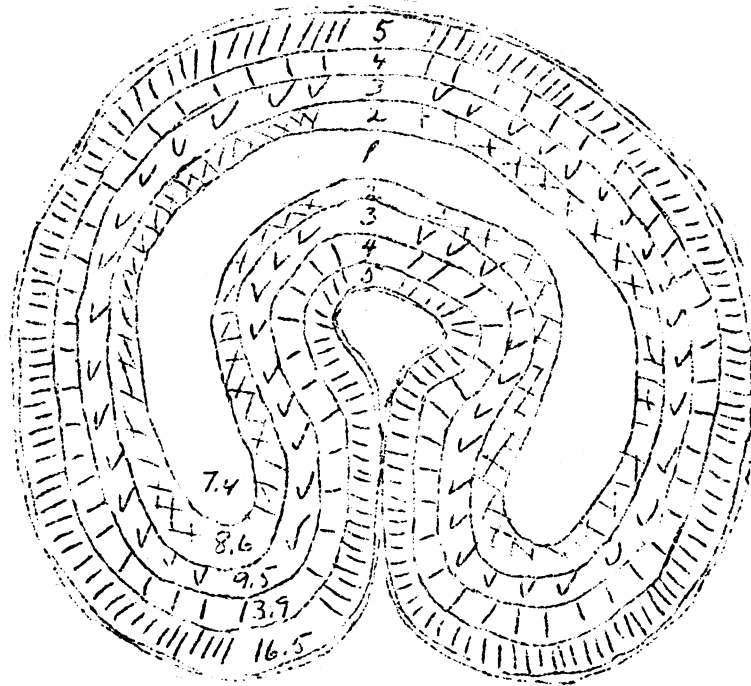
variasjoner, langt større enn forskjellene mellom artene. Summen av protein og stivelse er ganske konstant i alle kornarter, vanlig 80-83 %, unntatt hos havre hvor denne summen oftest er 62-65 %. Innholdet av fett er høgest i havre hvor kimen inneholder omlag 25 % fett. Innholdet av trevler har sterk sammenheng med tjukkelsen av skallet (inneragnene) og er derfor høgest hos havre og ris.

Den kjemiske sammensetning i prosent av tørrstoff av de morfologiske komponenter i hvetekornet går fram av følgende tabell:

	Aske	Protein	Stivelse	Fett	Andre N-frie stoffer
Fruktskall	5,0	7,5	0	0	72,5
Frøskall	8,0	15,5	0	0	61,5
Aleuronsjikt	11,0	24,0	0	8,0	42,0
Kime	4,5	26,0	0	10,0	44,5
Endo- { innerst	0,5	7,9	71,7	1,6	3,3
sperm { ytterst	0,8	16,0	62,7	2,2	3,3

Tabellen viser at askeinnholdet er høgt i alle deler unntatt i frøhviten, hvor det også er minst i de sentrale deler av kjernen. Askeinnholdet i mjølet er derfor en god og mye brukt indikator på utmalingsgraden.

Innholdet av protein er høgest i aleronsjiktet og i kimen. I frøhviten avtar det innover mot sentrum. Fordelingen av proteinet i frøhviten kan forøvrig variere betydelig avhengig av sortsmateriale, vekstvilkår m.v. Stivelse er det praktisk talt bare i frøhviten. Fettinnholdet er størst i kimen og i aleuronlaget, men det er også noe i frøhviten. De andre N-frie stoffer utgjøres vesentlig av cellulose, hemicellulose, pentosaner, lignin m.v. Skissen viser eksempel på prosentisk innhold av protein i de ulike sjikt av hvetekorn (prinsippskisse).



Tversnitt av hvetekorn med
forskjellige proteinsoner (prosent)

Det går fram av tabellene foran at den største stoffgruppen i kornet er karbohydrater. Dernest kommer protein, trevler, fett, mineraler, vitaminer m.v. De viktigere stoffgrupper skal i det følgende behandles mer i detalj.

2. Vanninnhold i korn

Vanninnholdet er særs viktig for kornets kommersielle verdi, teknologiske egenskaper og holdbarhet. En nøyaktig og rask bestemmelse av vanninnholdet er derfor særs viktig ved all vurdering og behandling av kornet.

Vanninnholdet angis i prosent av friskvekt. Det kan variere innen vide grenser, under praktiske forhold fra ca. 10 % til opp mot 40 %. Det er likevel området 15-20 % som er av størst interesse. Innen dette relative snevre område har en grensen for holdbar lagring under ulike forhold og grensene for vanninnhold ved teknologisk bearbeidelse av kornet.

Vanninnhold i korn angis oftest med 0,1 % nøyaktighet. Det kunne antyde at andelen av vann i kornet er vel definert og kan bestemmes nøyaktig. Dette er imidlertid langt fra tilfelle. Resultatet er avhengig av metode, mange ukontrollerbare forhold og av utstyr og arbeidsmetodikk. For vanninnhold i korn synes det å være en fullstendig kontinuerlig overgang i bindingsformer fra fritt vann på overflaten og mellom celleveggene, over sterkere eller svakere fysisk bundet vann, til vann som er kjemisk bundet i kornet. Bestemmelse av vanninnholdet er vanskelig også fordi en del temperaturlabile komponenter kan ta til å dekomponere før det mest fastsittende vannet i kornet er fjernet, f.eks. ved tørking. Videre er analysemetodikken vanskeligere enn det kan se ut til, fordi vann kan unngå fra prøvene under forberedelse og håndtering av disse. Ved bestemmelse av vanninnholdet i korn må en derfor velge en metode med god reproducerbarhet og nytte den som standard- eller referansemetode. I de skandinaviske land nyttes tørking til likevekt ved 130 °C, dvs. en betrakter som vann det svinn i vekt som en prøve viser etterat den relativt raskt er tørket til likevekt i luft oppvarmet til 130 °C. En regner med at korn i god kondisjon tåler kort tids oppvarming til denne temperatur uten at det i merkbart omfang foregår dekomponering av stoffer som kan gi vekttap. For å oppnå reproducerbare resultater er det videre nødvendig at utstyr er standardisert og arbeidsmetodikken nøye beskrevet.

Metoder til bestemmelse av vanninnhold i korn kan systematiseres slik:

Tørking til likevekt ved 105, 120 eller 130 °C. Tørkingen tar ca. 1 time for grøpp og 14-16 timer for helt korn. Tørking til likevekt ved 130 °C nyttes som referansemetode ved vannbestemmelse i korn og mjøl.

Avbrutt tørking. For å redusere tørketiden nyttes høyere temperatur, opp til 160 °C. Tørkingen avbrytes etter en bestemt tid f.eks. 15-20 min. (Vaprometer m.fl.) eller når en indikatorflamme av acetylen slukner (Chopin). Tørking med infrarød lampe ligner også på denne metode. Chopin-apparatet nyttes en del av kornmottak og frøforretninger, og gir brukbart nøyaktige resultater.

Måling av elektrisk kapasitans. Metoden er basert på det forhold at vann og tørrstoff i kornet har ulik kapasitans (di-elektrisitetskonstant). Prøver på 90-250 g helt korn nyttes i aktuelle apparater. Bare de vannmolekyler som orienterer seg dipolært påvirker måleresultatet. Ulik H₂O-vekt, forurensninger i prøven, fukting og tørking av kornet og andre forhold kan påvirke målere-

sultatet. Da metoden gir relativt nøyaktige resultater og apparatene har høy kapasitet brukes den en del i forsøksarbeidet hvor sammenligninger innen et forsøk er det viktigste. Metoden har best nøyaktighet ved låge vannprosenters.

Måling av elektrisk ledningsevne enten i prøver av helt korn eller grøpp. Når prøven klemmes sammen er det god sammenheng mellom elektrisk ledningsevne og vanninnhold. Metoden gir brukbare resultater til orientering og nyttes bl.a. i små transportable apparater.

Måling av rel. luftfuktighet i kornmassen. Når korn har ligget i ro en tid, vil luften i kornmassen innstille seg på en RH som bestemmes av vanninnholdet i kornet. I området 10-20 % vann i kornet er det god sammenheng mellom vanninnholdet i kornet og luftens RH. Over denne grense avtar nøyaktigheten av målemetoden etter hvert, og over ca. 25 % vann er sammenhengen og dermed nøyaktigheten av målingen meget dårlig. Luftens RH måles vanlig med et spesielt hårhygrometer.

Refleksjonsmåling basert på NIRR-teknikk. For de markedsførte apparater utføres målingen av vanninnhold på samme prøve som nyttes til bestemmelse av innhold av protein og fett, eventuelt andre bestander i kornet. Dette er meget kostbart utstyr som ikke anskaffes bare til vannbestemmelse.

For alle hurtigmetoder må det på enkeltprøver regnes med tildels betydelige avvik i forhold til referansemetoden, særlig gjelder dette prøver med høgt vanninnhold. Ved bruk av små analyseprøver kan også prøvetakingsfeilen være betydelig. Det er derfor viktig å få tatt ut representative prøver.

Kornprøver til vannbestemmelse må oppbevares i lufttett boks for at vanninnholdet ikke skal endre seg. Prøver med høgt vanninnhold (over ca. 20 %) kan imidlertid ikke oppbevares lufttett i lengre tid uten at vanninnholdet stiger eller kornet mugner.

3. Karbohydrater

Stivelse er det viktigste karbohydrat i frø av alle kornarter. Den utgjør omlag 60 % av hele kornet og 70 % av endospermen (kornet minus skall og kime). I endospermen forekommer stivelsen som aggregater av makromolekyler. Disse aggregater som kalles stivelseskorn, har en artstypisk størrelse og morfologi som i de fleste tilfelle gjør det mulig ved hjelp av mikroskop å bestemme

hvilken planteart de kommer fra. Størrelsen av stivelseskornerne kan variere fra 1-60 μ , men de fleste er av størrelse 30-40 μ .

Stivelseskorn hos hvete, rug og bygg er mer eller mindre kuleformet, men en del er tydelig flattrøkt eller nyreformet. Hos havre er de store stivelseskorn sammensatt av mindre, kantete enheter. I alle våre kornarter faller stivelseskorna i to størrelsesgrupper:

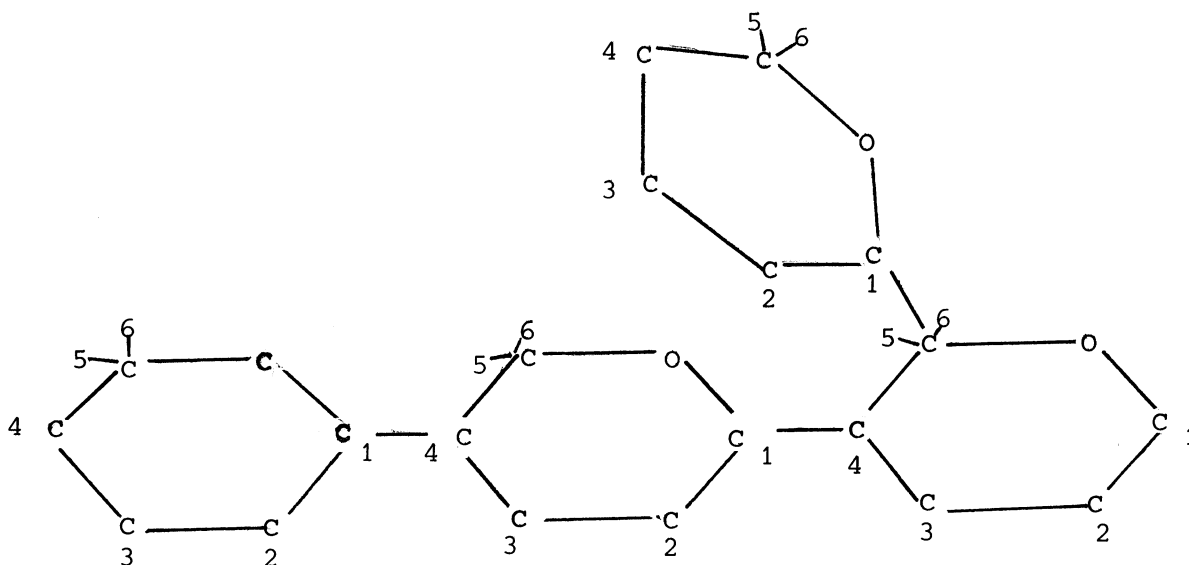
Hvete	15-40 μ	og	1-10 μ	
Rug	25-60 "	"	2-10 "	
Bygg	20-35 "	"	1- 5 "	
Havre	60 "	"	2-10 "	sammensatt, opptil 80 enheter
Mais	2-30 "			
Ris	2-12 "			sammensatt, opptil 150 enheter

Kvantitativ bestemmelse av mjølblandinger av ulike kornarter er vanskelig å foreta med ønsket nøyaktighet, bl.a. fordi en del stivelseskorn er knust eller mekanisk skadd. I mjøl tilsiktes vanlig ca. 10 % mekanisk skadde stivelseskorn. De skadde stivelseskorn tjener som næring for gjæren, fordi de lettere angripes av amylaser og danner sukkerarter.

Stivelse av havre og ris er lettest å skille ut. Likeså stivelse av rug som har en del spesielle morfologiske kjennetegn, ved siden av at de ved tilsetning av tush absorberer denne i en slimhinne rundt stivelseskorna.

Det ytterste lag av stivelseskornet er mer resistent mot påvirkning av amylaser enn de indre deler. Det er ikke klart om den bedre resistens mot amylase i de ytre lag skyldes den cellulose-lignende hinnen som omgir stivelseskorna, eller om den bare skyldes forskjeller i mekanisk pakking av stivelsesmolekylene i ytre lag.

Stivelsen er et høymolekylert karbohydrat med sumformel $C_6H_{12}O_6$. Den er bygd opp av D-glykoseenheter med α bindinger, mest mellom 1-4 posisjoner, men også noen 1-6 posisjoner. Det gir lange kjedeformede molekyler ved 1-4 bindinger og forgreininger av dette der hvor det i tillegg forekommer 1-6 bindinger $C_6H_{12}O_6$ gir molvekt 180.



Kjede av glukosemolekyler i stivelse.

I kornartene forekommer vanlig to arter stivelse, nemlig amylose og amylopektin. Etter forklisting i tynn vannoppløsning felles amylosen med amylalkohol eller n-butan. Amylopektinet felles tilsvarende med metylalkohol.

I hvete, bygg og havre utgjør amylosen ca. 23 % av stivelsen, mens resten, ca. 77 %, er amylopektin. I andre kornarter er det oftest mer amylose, men det kan også være omvendt, idet "voksartet" stivelse hos en del arter av mais, ris og hirse utelukkende består av amylopektin.

Grunnenheten i amylosen er et ugreinet lineært molekyl som består av 20-30 glukosemolekyler. Da ikke alle vinkler ved bindingstedene er like store, vil kjeden vikle seg til en spiral hvor 6 glukosemolekyler utgjør en omdreining i spiralen. Amylosemolekylene er videre bundet sammen til makromolekyler med molekylvekt av størrelsesordenen 70.000 eller mer.

Den indre diameter i amylosespiralene er 5 Å, som er akkurat stor nok til at et jod-molekyl (3,8 Å) kan smyge inn i spiralen. Dette er mekanismen for blåfarging av stivelse med jod. Intensiteten av fargingen avhenger av polymeringsgraden, dvs. hvor lang spiralen er. Hvis antallet av glykoseringer er

- < 6, ingen farge
- 7-12, rødaktig farge
- 13-34, rødfiolett farge
- > 34, blå farge.

Under påvirkning av α -amylase spaltes amyласen til α -dekstrin (Schardingerringe) som består av 6 glukoseenheter (en kveil av spiralen). α -dekstrinet kan spaltes videre av β -amylase til maltose. Under påvirkning av β -amylase alene, hydrolyseres amylosen fullstendig til maltose, men det går forholdsvis langsomt.

Amylopektinet er forgreinede kjeder som består av 18-36 glukosemolekyler. Foruten de ordinære α 1-4 bindinger, forekommer også α 1-6 bindinger på det samme glukosemolekyl. Det er omlag 10 glukoseenheter mellom forgreiningspunktene. De indre kjeder (mellom knutepunktene) blir da av denne lengde, men de ytre kjeder som har en fri ende, vanlig har en lengde av 18 glukoseenheter. Amylopektinmolekylene er også bundet sammen til makromolekyler med molekylvekt av størrelsesorden 45.000 og oppover.

Når stivelse forklitrer, er det amylopektinet som er den aktive komponent. Ved låg temperatur kan en delvis forklistring foregå under påvirkning av visse kjemikalier, men den mest fullstendige forklistring foregår ved høgere temperatur i vannoppløsning. Under forklistringen bindes store mengder vann mellom molekylkjedene. Dette kan gi en volumforøkelse på 100-1000 ganger, avhengig av størrelsen av stivelsesmolekylene (polymeringsgraden). Bindingen av vann under forklistringen skjer til de frie punkter på glukosemolekylene. Virkningen blir følgelig sterkest når det er et nettverk av molekylkjeder hvor vannmolekylene har noe å hefte seg til på flere sider. Forklistringstemperaturen for stivelse varierer en del med kornart, sorter, dyrkingsvilkår og varebehandling. Ved lagring blir korn og mjøl noe mer resistent mot forklistring, slik at det trengs høgere temperatur for å få til samme grad av forklistring.

Stivelsen består av en blanding av stivelseskorn av ulik størrelse. De store stivelseskorn forklitrer lettest. Derfor foregår forklistringen over et temperaturområde ofte på 10-20 °C. De ulike temperaturer for forklistring skyldes også tildels at det nyttes ulike definisjoner på begynnende forklistring, eller at forklistringen skjer under ulike vilkår. Vanlig oppgis følgende gjennomsnittstemperaturer for begynnende og avsluttet forklistring:

Rug	56-62 °C
Hvete	60-88 "
Bygg	63-90 "

Cellulose er hovedbestanddelen av celleveggene i kornet og utgjør mesteparten av analysefraksjonen trevler. Cellulose er et meget komplisert karbohydrat, som kan ha nokså ulike egenskaper. Det er en glukosepolymer med den samme sumformel som stivelse. Forskjellene er særlig at glukoseenhetene i cellulose er bundet sammen med β -bindinger, i motsetning til stivelse som er bundet med α -bindinger. Cellulose er derfor meget resistent ovenfor påvirkninger av enzymer, og har følgelig låg fordøyelighet. De små mengder cellulose som danner celleveggene i endospermen er dog ikke så resistente mot enzymer.

Innholdet av cellulose i hele kornet er ca. 2,0 %. I endospermen er det bare omlag 0,1 %, mens kornskallet inneholder 12-14 % cellulose.

Innholdet av fritt sukker i hvete er omlag 2,5 %. Det er mest oligosakkarider som ved hydrolyse gir glukose. Dernest kommer sakkarose. Videre er det mindre mengder maltose, fruktose og glukose. I friskt korn er det bare ubetydelige mengder dekstri-ner, men mengdene av disse kan stige sterkt i groskadd korn.

Trevler eller råtrevler i korn består mest av ligniner, sellulose og hemisellulose. Trevler har en kjemisk definisjon, nemlig den rest som blir igjen når kornet er behandlet med lut og syre, og ekstrahert med alkohol og eter etter Weende-metoden.

Fiber eller kostfiber har en fysiologisk definisjon, nemlig den del av kornet som ikke kan fordøyes enzymatisk. Hovedbestanddelen i kostfiber er også ligniner, cellulose og hemicellulose, men det er også mindre mengder pektiner, proteiner, kutiner, voksarter m.v.

Kornskallet og de deler av kornet som følger det (kli) er meget rikt på fiber og inneholder mye mineraler og vitaminer, og også noe protein med høg biologisk verdi.

Amylaser. Det er særlig to enzymer som er virksomme under nedbrytingen av stivelse. Den ene er α -amylase, som det er lite av i friskt velberget korn, men som dannes i store mengder når kornet spirer. Denne α -amylasen er den samme som forekommer i spytt og bukspytt hos dyr. Den forekommer videre hos muggsopper

f.eks. *Aspergillus* og *Oryza*, og hos en del bakterier f.eks. *Bacillus subtilis*.

α -amylasen er et hurtigvirkende enzym som på meget kort tid kan bryte ned stivelse til α -dekstriner slik at den mister evnen til å forklistre. α -amylasen har imidlertid liten evne til å danne forgjærbart sukker.

Den andre enzymet er β -amylase. Den finnes også i friskt korn og i mengder som er karakteristisk for sorten. β -amylasen har evne til å danne forgjærbart sukker av stivelse eller av α -dekstriner som α -amylasen lager i store mengder.

α - og β -amylase har forskjellige krav til temperatur og pH for å virke effektivt.

Amylaser	Opt.temp	Opt.pH
α -amylase	65 - 70	5,8 - 6,0
β -amylase	55	4,9 - 5,1

Virkingen av de to amylaser kan holdes adskilt ved å endre temperatur og pH i oppløsningen.

Temp.-tid	pH	Virkegrad i % av Opt.
75 °C i 15 min.	6,5	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha\text{-amylase} = 75 \\ \beta\text{-amylase} = 0 \end{array} \right.$
60 °C i 15 min.	3,3	$\left\{ \begin{array}{l} \alpha\text{-amylase} = 0 \\ \beta\text{-amylase} = 75 \end{array} \right.$

Som vist i tabellene kan α -amylase innaktiveres ved å senke pH, og β -amylasen ved å auke temperaturen. I praksis er det relativt lett å dra seg nytte av α -amylasens sensitivitet ovenfor låg pH. Ved sur deigføring kan f.eks. α -amylasen i mjøl av groskadd korn inaktiveres slik at brukbar brødkvalitet kan oppnås, selv om dette ikke er mulig ved gjærført deig.

Virkingen av amylasene er sterkt avhengig av stivelsens tilstand. Nativ stivelse, dvs. ikke forklistret stivelse, er meget

resistent ovenfor β -amylase. Mekanisk uskadde stivelseskorn kan ikke i nevneverdig grad påvirkes av β -amylase, antagelig fordi de frie (ytre) ender av kjedemolekylene, som er det eneste sted β -amylasen kan angripes, ikke eller i meget begrenset omfang stikker ut til overflaten slik at β -amylasen kan komme til. Hvis amylosen er sterkt retogradert, kan den bli resistent mot påvirkning av β -amylase. Retogradering er en krystallinsk utfelling av amylose som tiltar under lagring av korn, mjøl eller mjølprodukter.

α -amylasen har også meget langsommere virkning på nativ stivelse enn på forklisset stivelse. Mekanisk skadde stivelseskorn, f.eks. i daumalt mjøl, angripes også hurtigere enn uskadde, både av α -amylase og β -amylase, fordi det blir flere angrepspunkter for amylasene. I forklisset tilstand er makromolekylens struktur oppløst slik at amylasene lettere kan komme til.

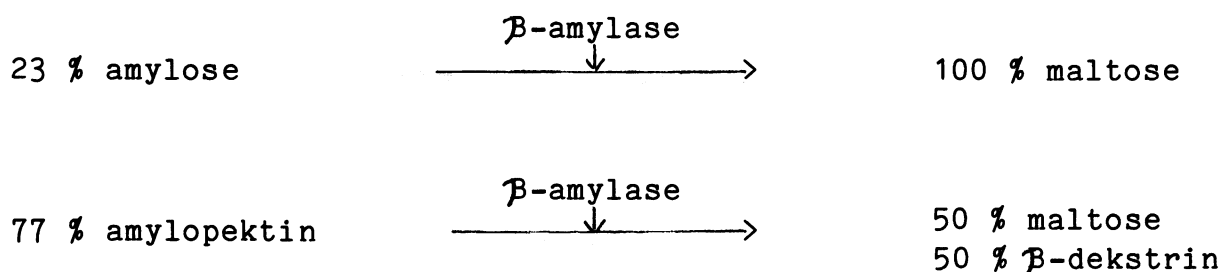
β -amylasens virkning på amylose består i at maltosemolekyler (maltose = 2 molekyler glukose - 1 molekyl vann) frigjøres fra den ikke-reduserende ende av amylosens kjedemolekyl. Under opptagelse av vann kan derfor β -amylasen omdanne all amylose til maltose. Når stivelsen påvirkes av β -amylase, dannes det derfor hurtig forgjærbart sukker, fordi dette produktet (maltose) oppstår allerede ved første reaksjonstrinn.

Omdannelsen av amylose til maltose foregår forholdsvis langsomt og kan ikke påvises ved Jod-reaksjonen før lengden av amylosekjedene kommer ned under ca. 34 glukoseenheter. Nedbrytingen av amylosen er da allerede kommet meget langt. Det er nevnt tidligere at amylosen ikke er aktiv eller bidrar til de fysiske endringer som foregår når stivelse forklisset, men at det er amylopektinet som er den aktive komponent. Jod-reaksjonen på stivelse er derfor å betrakte som en indikator på nedsatt forklistringsevne, fordi nedbrytingen av amylopektinet foregår samtidig. Dette gjelder dog bare når α - og β -amylase begge er virksomme i oppløsningen samtidig.

Virkingen av β -amylasen på amylopektiner er langt svakere. Det er bare i stand til å angripe de ytre kjeder, og bare fra de ikke-reduserende ender. Nedbrytingen av disse ytre kjeder som har en maksimal lengde av ca. 18 glykoseenheter, foregår som for amylose ved at maltose spaltes fra. Reaksjonen stanser i en avstand av 1-2 glukosemolekyler fra knutepunktene (glukosemolekyl med både α 1-4 og α 1-6 bindinger).

Da verken knutepunktene eller de indre kjeder kan angripes av β -amylase, blir det derfor igjen et ganske stort molekyl som i vekt utgjør ca. halvparten av amylopektinets makromolekyl. Det består av alle indre kjeder og korte stumper av de ytre kjeder, og kalles β -dekstrin eller amylodekstrin.

Når β -amylase alene virker på ufraksjonert stivelse, (dvs. slik som den forekommer i kornet) blir endeproduktet bestående av ca. 60 % maltose og ca. 40 % β -dekstrin.



α -amylasen har en hurtigere og langt mere drastisk virkning på stivelsen. Nedbrytingen av amylosen skjer ved at kjedemolekylet deles opp i enheter, bestående av 5-7 glukosemolekyler. Dette kalles α -dekstrin eller Schardingerringe som utgjør en omdreining av amylospiralen. Nedbrytingen av amylosen kan gå meget hurtig, fordi alle aktuelle bindinger kan angripes samtidig. Dette er den mest karakteristiske virkning av α -amylasen og det den er berømt for.

α -amylasen kan fortsette med å bryte ned α -dekstrin til maltose, men effektiviteten er langt lågere enn for β -amylasen. α -amylasen kan ikke bryte ned maltose til glukose, bortsett fra at maltotriose kan spaltes, hvorved det dannes både maltose og glukose.

Det ser ut til at endeproduktene ved nedbrytingen av stivelse virker hemmende på amylasenes virksomhet, slik at nedbrytingen etter hvert går i stå. Vanligvis blir derfor neppe mer enn 80-85 % av stivelsen omdannet til forgjærbart sukker. Den siste del av stivelsen kan nedbrytes til forgjærbart sukker ved kombinert virkning av gjær og amylaser, men dette går meget langsomt.

Kombinert virkning av α - og β -amylase under nedbrytingen av stivelse til forgjærbart sukker gjør at prosessen går meget hurtigere og er mer effektiv. α -amylasen foretar en hurtig oppdeling av molekylene til α -dekstriner, men er lite effektiv

under den fortsatte nedbryting til maltose og glukose. Under den siste del av nedbrytingen er β -amylasen langt mer effektiv.

Når korn spirer, trenger de nydannede organer, røtter og spire, næring til sin vekst. Denne skaffes tilveie ved at ulike enzymer bryter ned den høymolekylære opplagsnæring i kornet, i første rekke stivelse og protein. Stivelse brytes ned til sukkerarter og proteinet til aminosyrer. Disse er vannløslige og kan transporteres til vekstpunkter og andre steder hvor det trengs næring.

Selv om stofftapet ved spiring i første omgang ikke er så stort, medfører avbyggingen av stivelse og protein at disse mister de fysiske egenskaper som er nødvendige under framstillingen av en rekke produkter av korn. Kraftigst er virkningen på kvaliteten av gjæret brød, men også andre kornprodukter får nedsatt kvalitet hvis de lages av groskadde korn. Når virkningen er sterkest på gjæret brød, er det fordi det til denne anvendelse er nødvendig både med god forklistringsevne hos stivelsen og god styrke og elastisitet hos proteinet.

Morfologisk spiring av korn kommer ikke igang før vanninnholdet er kommet opp i min. 35 % av friskvekt. Det svarer til ca. 54 % regnet av tørrvekt. Korn som har modnet og er berget under gunstige værforhold og som seinere er lagret med lågt vanninnhold, har lite innhold av α -amylase.

Hos spirevillig korn tar innholdet av α -amylase til å auke og er i stand til å begynne nedbrytingen av stivelsen allerede ved et vanninnhold på ca. 26 %. Det betyr at den biokjemiske del av spiringsprosessen kan starte ved et lågere vanninnhold enn den morfologiske. Under oppbevaring av korn med vanninnhold i området ca. 26-35 %, eller som periodevis har dette vanninnhold, foregår det derfor en langsom nedbryting av stivelse, antagelig også av protein, uten at dette kan sees på kornet. Dette er den sk. lønngroing som i de seinere år har redusert kornkvaliteten betydelig, uten at synlig groskade har forekommet i tilsvarende omfang.

Kvalitetskader på korn bestemmes i prinsippet best på sluttproduktet. Enkeltegenskaper som berører kvaliteten kan imidlertid i enkelte tilfelle både sikrere og hurtigere bestemmes ved spesielle metoder. Groskade kan måles ved virkninger både på stivelse og på protein som begge påvirkes meget sterkt. Av de metoder en har, er de som måler virkningen på stivelsen de enkleste og mest effektive, og er derfor mest brukt til å bestemme groskade på

korn.

4. Proteiner i korn

Grunnenhetene i proteinmolekylet er kjeder av aminosyrer som er dannet ved at disse er bundet sammen med peptid-bindinger mellom karboksylgruppen (COOH) på den ene aminosyre og α -aminogruppen (NH₂) på den neste side. Disse lange kjeder av aminosyrer er videre bundet til nabokjedene med disulfidbindinger (tverrforbindelser fra cysteinrester). Kjedere kan være kveilet opp i spiraler som bindes til nabospiraler med hydrogenbindinger på spiralenes overflate.

I proteinet i korn er det vanlig 18 aminosyrer. Mengdeforholdet mellom aminosyrene og deres rekkefølge i peptidkjedene samt bindingsforholdene bestemmer proteinets fysiske, kjemiske og ernæringsmessige egenskaper.

Protein i korn består av mange komponenter med forskjellig innhold av nitrogen og andre stoffer, og de har forskjellige kjemiske og fysiske egenskaper. Ved proteinanalyse, f.eks. Kjeldahl, bestemmes mengde nitrogen. Proteinmengden beregnes deretter ved at innholdet av nitrogen multipliseres med en faktor som er den inverse verdi av nitrogeninnholdet i den type protein det gjelder. For protein i hvete og rug nyttes faktoren 5,7 og for ris 5,95, mens faktoren 6,25 brukes for de fleste andre slags proteiner. Disse faktorer er riktige under den forutsetning at innholdet av nitrogen i de nevnte proteiner, er henholdsvis 17,5, 16,8 og 16,0 prosent.

I tabellen side er det vist at bl.a. innholdet av protein kan variere mye mellom kornarter og mellom ulike strukturer i kornet. I tabellen nedenfor er dette forhold mer spesifisert for hvete.

Gjennomsnittsverdier for protein i de ulike deler av kornet hos hvete (e. Peterson 1965).

Del av kornet	Vekt % av kornet	Prosent protein = N x 5,7	Protein, % av totalinnh. i kornet
Fruktskall	5,8	2,8	1,7
Frøskall	2,2	9,7	2,3
Aleuronlag	7,0	18,0	16,0
Endosperm ytterst	12,5	12,5	19,0
" midten	12,5	8,0	12,0
" innerst	57,5	5,7	41,0
Embryo	1,0	30,4	3,5
Scutellum	1,5	24,3	4,5

Tabellen viser at innholdet av protein i de forskjellige deler av kornet kan variere fra ca. 3,0 til ca. 30,0 %. Som det vil bli vist seinere er også fordelingen av de ulike proteinfraksjoner på de ulike strukturer i kornet svært forskjellig. Ved fraksjonering av kornkjernen kan det derfor lages produkter med vidt forskjellige proteininnhold og med svært ulike teknologiske og ernæringsmessige egenskaper.

Nedenfor er det gitt en oversikt over de viktigste proteinfraksjoner (e. Osborne 1907) i korn og omtrentlige mengdeforhold mellom disse.

Aktive proteiner	}	Albumin, alle kornarter (vannløselige)	ca. 2,5 %	
		Globulin alle kornarter (saltløselige)	ca. 5,0 %	
Lager- proteiner	}	Prolaminer (alkoholløselige)	} Hordein (bygg)	40-50 %

Selv om proteiner i korn kan synes nokså like ved en slik grov inndeling etter løselighet, er det likevel betydelige forskjeller i mengdeforhold, struktur og aminosyresammensetning som gjør at både teknologisk kvalitet og ernæringsmessig kvalitet kan variere mye.

Når det gjelder betydning og egenskaper hos de forskjellige proteinfraksjoner i korn er det stort sett slik at albumin og globulin har høg ernæringsmessig verdi, men er nærmest inaktive når det gjelder teknologisk kvalitet. Det omvendte er tilfelle for lagerproteinene gliadin og glutenin. De har låg biologisk verdi, men er helt avgjørende for den teknologiske kvalitet.

Gliadin består av lange polypeptidkjeder bundet sammen med disulfid-broer. Disse tverrforbindelser gir proteinet god sammenhengskraft. Polare lipider bindes også i systemet og bidrar til å gi gliadinet god sammenhengskraft.

Glutenin består også av polypeptidkjeder bundet sammen med disulfid-, hydrogen- og ionebindinger. Denne sammenbinding til makromolekyler gir proteinet en fiberlignende karakter med gode fysiske egenskaper. Upolare lipider bindes i systemet og bidrar til de gode fysiske egenskaper. Da lipider inngår i begge protein-komplekser kan skade på fettstoffer (oksydasjon) gi kort og lite elastisk gluten.

Teknologisk kvalitet

Teknologisk kvalitet hos korn omfatter egenskaper som gjør at det ved framstilling av kornprodukter oppnås god og stabil kvalitet, høgt produktutbytte og/eller at det kan nyttes enkle og billige metoder til dette. Dette gjelder naturligvis alle kornarter og alle kornprodukter. For bygg og havre er den teknologiske bearbeidelse av kornet fram til ferdige produkter forholdsvis enkel. Da det dessuten er lite bygg og havre som bearbeides til matprodukter, har ikke teknologisk kvalitet hos disse kornarter tiltrukket seg så stor oppmerksomhet. For den industri det gjelder er den teknologiske kvalitet av kornet likevel viktig nok.

Til framstilling av gjæret brød av hvete og rug nyttes en meget avansert og komplisert teknologi, særlig gjelder dette for hvete hvor også produksjonsvolumet er meget stort. For rug er produksjonsvolumet mindre og dessuten har den teknologiske kvalitet hos proteinet liten betydning for denne kornarten.

Den teknologiske kvalitet hos hvete til gjæret brød avhenger i hovedsak av evnen til å danne mye gluten av god kvalitet. Kvalitet i denne forbindelse avhenger av ulike elastisitetsegenskaper og av evnen til å holde på den gass som utvikles i deigen. Gluten dannes under deiglaging og består hovedsakelig av proteiner. Den kjemiske sammensetning av hvetegluten er omlag følgende:

Proteiner	85,0 %
Lipider	8,3 "
Stivelse	6,0 "
Aske	0,7 "
	<u>100,0 %</u>

Storparten av proteinet består av gliadin og glutenin, men det er også noe albumin og globulin. Lipidene spiller en viktig rolle for glutenets fysiske egenskaper. Den teknologiske kvalitet av gluten består i fysiske egenskaper som fasthet, strekkbarhet, elastisitet, gasstetthet m.v., og stabilitet i disse egenskaper over tid. Disse egenskapene bestemmes av art og antall intramolekylære bindinger, samt mengdeforholdet mellom intra- og intermolekylære bindinger.

Ernæringsmessig kvalitet

Når det gjelder ernæringsmessig kvalitet hos korn er det innholdet av protein og proteinets biologiske verdi som vanlig tillegges størst vekt. Årsaken til dette er naturligvis at proteinmengde og proteinkvalitet er viktig i humanernæringen, men også at det er store variasjoner i begge egenskaper. Dels fordi sorter og dyrkingsteknikk kan være årsak til stor variasjon, men kanskje mest fordi den teknologiske bearbeidelse av korn gir matprodukter med enda større variasjon i proteininnhold og proteinkvalitet, innhold av mineraler, vitaminer m.v. En skal ellers være oppmerksom på at art og mengde av mineraler i korn nøye avspeiler forholdene i den jord som kornet dyrkes på. Jord som inneholder lite av f.eks. jod eller selen gir korn med lågt innhold av disse stoffer og omvendt.

Den ernæringsmessige verdi av proteinet avhenger av hvilke aminosyrer som er tilstede og mengden av disse, og tildels også av mengdeforholdet.

I tabellen er innholdet av aminosyrer i proteinet av de viktige kornarter stilt sammen. Til sammenligning er tatt med eggalbumin. Tallene viser at hvetens protein har låg biologisk verdi, særlig p.g.a. lite innhold av lysin og methionin. Ris har den best balanserte aminosyresammensetning i forhold til behovet.

I neste tabell er det tatt med gjennomsnittstall for det prosentiske innhold av de 10 essensielle aminosyrer i ulike deler av hvetekorn sammenlignet med hele kornet og med eggalbumin. Tallene viser at det er stor variasjon, særlig i innholdet av lysin i proteinet i de ulike deler av kornet. Ved framstilling av hvetemjøl fjernes mest mulig av skall, kime og aleuronlag. Med den fordeling av proteinfraksjonene som en har i kornet vil dette resultere i at innholdet av den kritiske aminosyre lysin blir mindre i mjøl enn i grøpp. Da de innerste deler av kornkjernen har lågest innhold av lysin avtar den biologiske verdi av proteinet i mjølet med lågere utmalingsgrad. Årsaken til dette vil gå fram av neste tabell hvor det er gitt en oversikt over innholdet av aminosyrer i de ulike proteinfraksjoner i hvete.

Prosent innhold av aminosyrer i proteinet i ulike kornarter (e. Kent 1966).

	Hvete	Bygg	Rug	Havre	Ris	Mais	Hirse	Eggalbumin
Isoleucin	3,8	3,8	3,9	4,6	3,9	4,0	4,7	5,7
Leucin	6,4	6,9	6,1	7,0	8,0	12,0	14,3	7,8
Lysin	2,7	3,4	3,7	3,7	3,7	3,0	2,9	6,4
Metionin	1,6	1,4	1,6	1,4	2,4	2,1	1,6	3,7
Fenylalanin	4,6	5,0	4,6	5,0	5,2	5,0	4,3	5,3
Treonin	2,9	3,7	3,6	3,4	4,1	4,2	3,8	4,3
Tryptofan	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	0,8	0,7	1,0
Valin	4,3	5,0	5,0	5,4	5,7	5,6	6,0	6,6
Arginin	4,3	5,0	5,0	6,6	7,7	5,0	4,7	5,3
Histidin	2,1	1,9	2,1	1,9	2,3	2,4	3,3	2,2
Cystein	2,1	2,1	1,8	1,8	1,1	2,1	-	2,6
Tyrosin	3,2	3,5	4,2	3,8	3,3	3,8	2,7	3,0
Alanin	3,4	4,5	-	5,1	6,0	9,9	-	-
Asparaginsyre	5,0	5,9	-	4,2	10,4	12,3	-	9,8
Glutaminsyre	27,7	20,5	19,7	18,4	20,4	15,4	21,9	11,5
Glycin	3,8	4,3	-	4,2	5,0	3,0	-	3,3
Prolin	10,1	9,3	-	5,8	4,8	8,3	-	3,8
Serin	4,8	3,7	3,8	3,4	5,2	4,2	-	-

Prosentisk innhold av essensielle aminosyrer i hveteprotein i de ulike deler av hvetekorn. (Beregnet på basis av 16 % N i protein.) (e. Peterson 1965).

Aminosyrer	Eggalbumin Biol.verdi = 100	Endosperm Innerst	Endosperm Ytterst	Skall	Kime	Hvete- grøpp
1. Isoleucin	5,7	7,0	6,6	4,5	5,2	7,0
2. Leucin	7,8	9,1	8,0	6,5	7,3	8,3
3. Lysin	6,4	1,9	2,6	3,9	5,4	2,8
4. Metionin	3,7	1,1	1,4	1,1	1,3	1,3
5. Fenylalanin	5,3	4,0	3,4	2,5	2,5	3,7
6. Treonin	4,3	2,6	2,7	2,9	6,3	2,8
7. Tryptofan	1,0	0,9	1,1	1,8	0,9	1,0
8. Valin	6,6	3,7	4,0	4,1	4,2	4,0
9. Arginin	5,3	2,9	4,5	7,5	6,2	3,8
10. Histidin	2,2	1,7	1,7	1,7	3,0	1,7

Aminosyresammensetning i hvete, hvetemjøl og i de forskjellige proteinfraksjoner i hvete. Innhold av aminosyrene i prosent av proteinet. Tabellen er stilt sammen etter flere kilder.

Aminosyrer	Hel hvete	Hvete- mjøl	Albu- min	Globu- lin	Glia- din	Glute- nin	Glu- ten	Egg- albumin
Isoleucin	3,3	3,1	3,7	3,2	3,9	3,4	3,6	5,7
Leucin	6,7	6,6	9,7	6,8	6,3	6,0	6,8	7,8
Lysin	2,9	1,9	10,1	5,9	0,6	2,1	1,8	6,4
Metionin	1,5	1,3	-	1,7	1,3	1,5	1,8	3,7
Fenylalanin	4,5	4,8	4,7	3,5	5,0	4,4	6,1	5,3
Treonin	2,9	2,4	2,5	3,3	2,0	2,8	2,5	4,3
Tryptofan	1,1	1,5	-	1,1	0,7	1,9	-	1,0
Valin	4,4	3,4	7,2	4,6	3,8	3,9	3,6	6,6
Arginin	4,6	3,1	7,1	8,3	2,5	3,8	3,7	5,3
Histidin	2,3	1,9	4,0	2,6	2,0	2,1	2,2	2,2
Cystein	2,5	2,8	6,0	5,4	2,7	2,2	2,1	2,6
Tyrosin	3,0	2,8	3,2	2,9	2,4	3,3	3,7	3,0
Alanin	3,6	2,6	4,6	4,9	1,9	2,5	2,3	-
Asparaginsyre	4,9	3,7	7,1	7,0	2,6	3,4	3,9	9,8
Glutaminsyre	29,9	34,7	16,1	15,5	35,5	30,2	32,1	11,5
Glycin	4,1	3,4	2,5	4,9	1,4	3,5	3,3	3,3
Protein	9,9	11,8	7,4	5,0	12,6	9,4	11,6	3,8
Serin	4,6	4,4	4,0	4,8	4,3	4,9	4,4	-

Tabellen viser at albumin og globulin har høgt innhold av lysin. Disse proteiner er det mest av i kime, aleuronlag og i kornskallet. Lagerproteinene som er dominerende i de indre deler av endospermen, har lågt innhold av lysin, særlig gjelder dette gliadinet. I aleuronlaget og i kimen er det omlag 2,5 ganger mer lysin i proteinet enn i de indre deler av endospermen. Av metionin som er den neste begrensende aminosyre, er det jevnt lite i alle deler av kornet.

I hveteprotein utgjør de 8 essensielle aminosyrer omlag 31 %, mot ca. 41 % i eggalbumin. Hvis ytterligere to aminosyrer, arginin og histidin, tas med, blir tallene henholdsvis 37 og 49 %. Den resterende del av proteinet utgjøres av de ikke-essensielle aminosyrer. Av disse er det mest av glutaminsyre, ca. 32 %, og av prolin ca. 12 %.

På grunn av for lite innhold av en del essensielle aminosyrer, særlig lysin og metionin som nevnt ovenfor, har hveteprotein låg biologisk verdi. For protein i de ulike deler av kornet eller i ulike møllefraksjoner varierer den fra 45 til 60 %, også noe

avhengig av bergingsmåten. Hvis den baseres på den aminosyre som er i minimum, får en lågere tall enn når det nyttes en indeks hvor alle essensielle aminosyrer teller med.

Innen den samme kornart er det små sortsforskjeller i aminosyre-sammensetning og biologisk verdi i de samme proteinfraksjoner, f.eks. gliadin, glutenin m.v. De forskjeller som registreres, skyldes derfor i det vesentlige at mengdeforholdet mellom de ulike proteinfraksjoner kan bli ulikt under forskjellige dyrkingsforhold. Et høgt totalinnhold av protein i kornet følges vanlig av et prosentvis lågere innhold av lysin. Det protein som oppnås ved sterkere nitrogengjødsling har av denne grunn noe lågere biologisk verdi.

I bygg er det lignende fraksjoner av protein som i hvete. Et innhold av 10,5 % protein fordeler seg på ca. 2 % vannløslige (albumin og globulin) ca. 4 % hordein, (prolamin) og ca. 4,5 % glutelin. Hordein og glutelin skiller seg fra gliadin og glutenin i hvete, bl.a. ved at de ikke danner gluten og de har andre fysiske egenskaper. Forskjellen kan eventuelt bare bestå i et ugunstig forhold mellom sulfhydryl- og disulfidbindinger på samme måte som omtalt foran.

5. Fett

Fettinnholdet i korn er viktig av 4 grunner:

1. Fettet i korn inneholder to essensielle fettsyrer, nemlig linolsyre og linolensyre.
2. Fettet er bærer av de fettløselige vitaminer, særlig E-vitamin.
3. Fettet har høgt energiinnhold.
4. Lipider er bundet til gluten proteiner og virker derfor på proteinenes fysiske egenskaper (bakeevne).

Innholdet av fett i hvete, rug og bygg er 1-2 %, i hirse ca. 3,0 %, i mais ca. 5,0 % og i avskallet havre ca. 7,0 %. Fettinnholdet er størst i kimen, hos hvete 6-10 % og hos havre 20-25 %. Kimen utgjør imidlertid bare 2,0-2,5 vektprosent av kornet, og da den fjernes fra de fleste kornprodukter til mat, blir det innholdet i endospermen som er utslagsgivende for innholdet av fett i de fleste kornprodukter.

Fettet i kornartene er karakterisert ved et høgt innhold av umetta fettsyrer. Hvete, rug og havre har bare ca. 18 % metta fettsyrer og bygg ca. 24 %. Den alt overveiende del av de metta fettsyrer er palmitinsyre (C 16:0). Innholdet av de forskjellige umetta fettsyrer varierer mye mer mellom kornartene. I bygg, hvete og rug er innholdet av oljesyre ca. 13-14 %, mens det i havre er ca. 40 %. I fettene hos alle kornarter er det mest linolsyre (C 18:2). I bygg, hvete og rug ca. 60 % og i havre ca. 40 %. Innholdet av linolensyre (C 18:3) er lite i havre ca. 2 %, i bygg og hvete 5-6 % og i rug ca. 10 %. Det er dessuten mindre mengder av andre fettarter og av frie fettsyrer.

Fettet i friskt velberget korn er stabilt og skaper vanligvis ingen vanskeligheter. Men dårlig berging, dårlig lagring, lang tids lagring, mekanisk skade på kornet, varmebehandling m.v. kan medføre en raskere nedbryting av fettene. Det er her viktig å være oppmerksom på at det er kornets kondisjon som er avgjørende for hva det tåler av teknologiske prosesser uten at det går ut over fettartenes stabilitet.

Umodne (grønnfargede) kjerner av hvete har høg aktivitet av lipase som spalter fett og derved gir frie fettsyrer som kan gi usmak ved baking av fettrike deiger. Det samme kan forekomme om havremjøl (fettrikt) blandes i hvetemjøl.

Fettet i korn kan nedbrytes på to måter. Den ene er ved hydro-

lyse som skjer under påvirkning av lipaser. Det resulterer i et auka innhold av frie fettsyrer i kornet. Innholdet av frie fettsyrer brukes derfor ofte som et mål for kornets eller mjølets kondisjon. I helt og uskadd korn kommer vanligvis ikke fett og de tilhørende enzymer i kontakt med hverandre. Men ved skader på strukturen, f.eks. ved maling, får de kontakt som disponerer for nedbryting av fett.

Den andre type av fett nedbryting er oksydasjon, som skjer under påvirkning av lipoksydase eller rent kjemisk ved god tilgang på surstoff.

Nedbryting av fett både ved hydrolyse og ved oksydasjon gir harsk lukt og smak på kornproduktene. For å få kornproduktene best mulig holdbare, fjernes derfor kimen som inneholder mest fett.

Enzymatisk nedbryting av fett kan unngås ved å sette lipasene ut av funksjon, f.eks. ved varmebehandling. Oksydasjon av fett kan imidlertid likevel foregå. Dette blir også oftest verre etter en varmebehandling av korn eller kornproduktene, fordi en del naturlige antioksydanter ødelegges samtidig. Det er imidlertid også kjent at en korttids varmebehandling kan gjøre fett mer stabilt, fordi det under behandlingen kan dannes nye arter av antioksydanter, f.eks. ved sukker-proteinreaksjoner. Tilsetning av spesielle antioksydanter kan også foretas for å gjøre fett mer stabilt og lagringsdyktig.

Problemene med fett nedbryting er mest aktuelle for produkter som skal ha god lagringsevne etter at de har gjennomgått teknologiske prosesser, f.eks. havregryn, frokostserealier, flatbrød, knekkebrød m.v. Til knekkebrød hvor det tilsiktes meget god lagringsevne, stilles det derfor i dag strengere krav til kornvarens kondisjon enn til noen annen bruk av korn. Årsaken er i første rekke at en ønsker en intakt fettkvalitet av omsyn til E-vitamin og tokoferolkompleksets stabilitet.

6. Mineraler - askeinnhold

Innholdet av mineraler, eller askeinnhold, i korn er størst i inneragner og skall. I selve kornet er askeinnholdet hos hvete og rug ca. 1,8 %, hos avskallet bygg ca. 1,3 % og hos havre 2,3 % i gjennomsnitt, men med adskillige variasjoner idet opptil 0,5 % høyere og lågere verdier forekommer.

Askeinnholdet er meget ulikt i de forskjellige deler av kornet.

Deler av kornet	Prosent aske
Endosperm innerst	0,5
" ytterst	0,8
Kimen	4,5
Aleuronsjiktet	5,0-11,0
Fruktskall	5,0
Frøskall	8,0-24,0

Da askeinnholdet er lågest i de sentrale deler av endospermen, vil askeinnholdet i mjølet variere med utmalingsgraden. Askeinnholdet i mjølet kan derfor nyttes som kontroll på utmalingsgraden. Følgende tabell viser innholdet av de essensielle mineralstoffer i hele hvetekorn og i siktemjøl av hvete av låg utmalning.

Mineraler	Hel hvete	Siktemjøl
Kalium	0,45 %	0,15 %
Fosfor	0,38 "	0,13 "
Svovel	0,20 "	0,13 "
Magnesium	0,16 "	0,030 "
Klor	0,077 "	0,069 "
Kalsium	0,051 "	0,020 "
Natrium	0,024 "	0,019 "
Jern	0,0051 "	0,0014 "
Jod	0,14 ppm	0,02 ppm

Tallene i tabellen viser at ved låg utmalingsgrad går innholdet av fosfor i mjølet ned til ca. 30 %, kalsium til ca. 40 %, jern til ca. 30 % og jod til ca. 15 % av det opprinnelige innhold i kornet.

De mineraler som det oftest er mangel på i dietten, er kalsium, fosfor og jern, og i enkelte distrikter også jod og fluor. I forhold til behovet inneholder helkornsprodukter betydelige mengder av disse viktigste mineraler. Ved framstilling av mjøl går imidlertid største delen av disse tapt.

Det innhold av mineraler i korn som er ført opp i tabellen, er gjennomsnittstall. Som nevnt tidligere kan innholdet av mineraler variere betydelig avhengig av jordbunnsforhold, gjødsling m.v. Det er også andre mineraler i kornet enn de som er tatt med i tabellen, men disse er vanlig av mindre betydning. Det gjelder

f.eks. jod og brom hvor innholdet i kornet er høgest i kyststrøk og avtar innover i landet. Innholdet av selen og kadmium som er sterkt påvirket av lokale jordarts- og klimaforhold, kan i enkelte distrikter vise ekstreme verdier. Her i landet brukes imidlertid ikke lenger korn til mat av lokale avlinger. Det blandes med korn fra andre distrikter og med importert vare. Innholdet av mineraler holder seg derfor godt innen aksepterte grenseverdier og skaper i praksis ingen problemer. Da kan det være større grunn til å være oppmerksom på kraftfôret hvis det brukes mye korn fra egen avl.

7. Vitaminer

De vitaminer som er av betydning i korn er særlig komponenter av B-vitamin og E-vitamin. Innhold av B-vitamin er svært ulikt i de forskjellige deler av kornet slik som det går fram av tabellen.

Prosentvis fordeling av vitaminer på de ulike deler av kornet.

	Skall	Aleuronlag	Scutellum	Embryo	Endosperm
Vektprosent	8	7	0,5	2,5	82
Tiamin	1	32	62	2	3
Pyridoxin	12	61	12	9	6
Riboflavin	5	37	14	12	32
Nikotinsyre	4	82	1	1	12
Pantotensyre	9	41	4	3	43
Gj.sn.	6,2	50,6	18,6	5,4	19,2

Tallene i tabellen viser at B-vitaminer er sterkt konsentrert i aleuronlaget og i scutellum - embryo. Disse strukturer utgjør bare 10 vektprosent av kornet, men inneholder over 70 % av disse vitaminene. Endospermen som nyttes til mjøl inneholder bare knapt 20 % av vitaminene. Det betyr at bare en mindre del av B-vitaminene kommer med i de mest vanlige kornprodukter til mat.

De ulike tokoferoler som gir E-vitaminvirkning er fettløslige og finnes derfor i størst mengde i kimen og i kornskallet. Grøpp eller helkornprodukter er derfor ganske rike på E-vitamin, omlag 3 mg pr. 100 g, mens innholdet i mjøl er betydelig mindre.

C. Bruken av korn til mat

Av vårt totale forbruk av korn til mat på ca. 400.000 tn årlig er ca. 70.000 tn norsk hvete, ca. 10.000 tn bygg og ca. 10.000 tn havre. Avlingene av norsk hvete varierer en del fra år til år avhengig av arealer og avlingsnivå. I de seinere år har norsk hvete dekket 15-20 % av behovet for brødkorn. Resten av kornet importeres fra andre land avhengig av tilbudte kvaliteter, priser og markedsforhold. Tabellen viser prosentvis fordeling av kornartene på eksportland, prosent fordeling på hvete og rug samt den totale import av brødkorn i de siste 4 år. Hvis en vil beregne det totale forbruk av korn til mat i Norge, kommer norsk korn i tillegg til tallene i tabellen.

Import av brødkorn. Prosentvis fordeling på eksportland.

Hvete

Eksportland	1979	1980	1981	1982
Sverige	40,8	13,5	8,2	28,6
Canada	33,8	20,6	4,4	28,2
Argentina	13,1			
USA	7,0	53,1	58,7	42,4
Frankrike	2,6	4,0	20,6	
Danmark	2,4	2,5	7,9	
Vest-Tyskland	0,3	6,0		
England		0,3	0,2	0,8
Prosent hvete	89,0	85,4	92,6	93,4
Tonn Hvete	291000	345000	329000	306000

Rug

Sverige	95,9	21,2	3,5	31,0
Vest-Tyskland	2,2	10,8	18,9	
Danmark	1,9		2,2	
USA		68,0	29,7	69,0
Frankrike			20,9	
Canada			24,7	
Prosent rug	11,0	14,6	7,4	6,6
Tonn rug	36000	59000	26000	22000
Tonn brødkorn	327000	404000	355000	328000

En gjennomsnittlig utmalingsgrad på ca. 81 % av 4000.000 tn gir omlag 325.000 tn mølleprodukter til mat og ca. 75.000 tn avfallsmjøl som går til fôr.

Den hvete som importeres kan i praksis deles i 3 kvalitetsgrupper, nemlig hvete av høy kvalitet (supporter), hvete av middels kvalitet (filler) og svak hvete (soft wheat). Den norske hveten tilsvarer i kvalitet nærmest filler-gruppen.

Det er betydelige forskjeller i pris på kvalitetshvete og svak hvete på det internasjonale marked. De mengder som importeres av de forskjellige kvalitetene avpasses derfor slik at det oppnås en akseptabel og stabil kvalitet på matmjøl til en rimeligst mulig pris. Kvalitet og mengde av den norske hveten må det naturligvis også tas omsyn til i denne sammenheng.

Forbruket av matkorn pr. person og år har over en lengre periode vist nedgang. I de seinere år har det imidlertid vært en tendens til stigning igjen. Følgende oversikt viser dette.

Korn til mat i Norge, kg pr. person.

År	Søm mjøl	Søm korn
1929	120	150
1949	116	145
1959	81	101
1969	70	88
1975	71,0	89
1976	72,5	91
1977	72,5	91
1978	73,0	91
1979	73,5	92
1980	76,0	95
1981	83,5	104
1982	73,0	91

Som tabellen viser var mjølforbruket nede i ca. 70 kg omkring 1970. Seinere har det vist stigning. Prisen på mjøl var meget låg her i landet fram til 1. jan. 1982. Den lå da under kraftfôrprisen og betydelig under prisen på mjøl i våre nærmeste naboland. Grensehandelen har nok derfor bidratt til å auke mjølforbruket i Norge, men hvor mye har en ingen tall for. Det særs høge forbruk i 1981 skyldes hamstring av mjøl før prisoppgangen 1. jan. 1982 med tilsvarende lågere tall for 1982.

Tallene i tabellen gjelder matmjøl framstilt innenlands. I de seinere år har det vært en aukende import av ferdig bearbeidede kornprodukter til mat, f.eks. frokostserealier, kaker, kjeks, makaroni, knekkebrød m.v. Denne import utgjorde i 1982 2,8 kg pr. person og kommer i tillegg til tallene i tabellen. For tiden er vårt normalforbruk av korn til mat ca. 95 kg pr. person eller ca. 380.000 tn ialt.

Over en lengre periode har det vært en tendens til bruk av forholdsvis mer hvete og mindre rug, og det har i de seinere år også vært en tendens til auka bruk av bygg og havre. I gjennomsnitt for 1981-1982 var fordelingen følgende:

Hvete	85,7 %
Rug	11,3 "
Bygg og havre	3,0 "

D. Kvalitet av brødkorn

a) Mjøl og mjølkvalitet

Framstilling av mjøl og andre malingsprodukter av korn kan skje på to forskjellige måter.

1. Grøpping av korn, er en knusing av kornet ned til ønsket partikkelstørrelse i en arbeidsoperasjon uten forutgående kondisjonering av kornet. Tidligere ble dette gjort ved maling mellom møllesteiner, nå mest i hammermøller. Etter en slik knusing av kornet er det vanskelig å skille grøppet i ulike fraksjoner f.eks. mjøl, kli m.v. Ved maling på møllesteiner ble det tidligere likevel foretatt en sikting av grøppet hvor storparten av kliet ble skilt fra.

2. I en valsemølle kan en etter forutgående kondisjonering av kornet starte mjøluttaket i de sentrale deler av kornkjernen og arbeide seg utover mot skallet. I løpet av malingsprosessen kan en da ta ut mjølfraksjoner som skriver seg fra bestemte deler av kornkjernen. Ved denne malingsteknikk kan en komme opp i en utmalingsgrad på ca. 80 (kg mjøl av 100 kg korn) uten at nevneverdige mengder av kime, aleuronlag og skall, som er uønsket av omsyn til holdbarhet og teknologisk kvalitet, kommer med i mjølet. Valsemølleteknikken er nå helt dominerende når det gjelder framstilling av mjøl og andre malingsprodukter av korn, fordi den både kan gi de ønskede utmalingsgrader meget presist og fordi den

kan gi malingsprodukter med partikkelstørrelse varierende fra knekte kjerner ned til mjøl.

Når alminnelig silovare av korn kommer til møllen, blir den betraktet som en råvare som må gjennomgå en rekke rense- og kondisjoneringsprosesser før malingen kan ta til.

I silovare av korn finnes mange slags forurensninger: jord, støv, småstein, hyssingstumper, metallbiter, insekter, ugrasfrø, frø fra andre kulturvekster, agner, halmstubb m.v. Ved luftsortering, såld, triør, skakebord, vasking, magneter m.v. skilles forurensninger fra. Deretter må kornet kondisjoneres eller tempere-res for å få det i en slik fysisk tilstand at det er lett å male med høgt mjølutbytte. Kondisjoneringen skjer ved tilsetning av vann ved kort tids bløting/vasking, som damp eller i tåkeform. Behandlingen kan være en kald kondisjonering, varm kondisjonering ved temp. opp til ca. 45 °C, eller høgtemperaturkondisjonering ved over 45 °C. Storparten av den tilførte fuktighet blir sittende i kornskallet eller i de ytre deler av endospermen. Dette gjør at skallet blir seigt mens endospermen foreblir tørr og sprø.

På valsemøller males kornet best ved et vanninnhold på 15-18 % etter kondisjonering avhengig av mølleutstyr og typer av hvete. Vanninnholdet må være høgest for proteinrik hard hvete, oftest 17-18 %, mens de mjukere hvetetyper helst bør være i området 15-16 % vann. På grunn av temperaturstigning under malingen med derav følgende uttørking blir vanninnholdet i mjølet i området 13-14 %.

Ved kondisjoneringen oppnås at:

1. Kornskallet løsner lettere fra endospermen.
2. Kornskallet blir seigere slik at det ikke finknuses. Begge disse forhold forenkler mølleoperasjonene og gir høyere utbytte av mjøl av en bestemt kvalitet.
3. Mjølet får det mest gunstige vanninnhold som gjør at det glir lettere gjennom siktene samtidig som det er lagringsdyktig.

Malingen av kornet på moderne valsemøller foregår ved 3 ulike arbeidsoperasjoner.

1. Malingen som skjer ved en trinnvis skjæring og seinere knusing av korn og grovt grøpp.
2. Frasiktign av finpartikler.
3. Sortering av mjølet med sikter eventuelt ved luftsortering.

Malingen og knusingen av kornet skjer ved valser av to forskjellige slags.

1. Den første bryting eller skjæring av kornet skjer trinnvis mellom par av riflete valser som roterer i samme retning, men med ulik hastighet. Kornet eller den delvis knuste masse passerer 4-5 sett valser med stadig finere rifler og mindre avstand. Mellom hver passering av valsene går massen over 1,0-0,5 mm sikt med luftgjennomgang hvor finmateriale siktes fra og skalldeler løftes vekk med luftstrømmen.

2. Den fortsatte reduksjon av partikkelstørrelsen skjer ved flere par av glatte valser som roterer med liten forskjell i hastighet etterfulgt av sikting og sortering etter partikkelstørrelse.

Vanlig mjøl som inneholder partikkelstørrelser fra 1-150 μ , kan være gjenstand for ny redusering for å framstille spesielle mjølkvaliteter. Etter redusering med glatte valser luftsorteres dette mjølet f.eks. i størrelsesfraksjonene:

1. $> 40 \mu$ som har et proteininnhold omlag som utgangsmaterialet (mjølet). Denne fraksjonen utgjør ca. 65 %.
2. 40-20 μ som har et betydelig lågere proteininnhold. Denne fraksjonen består overveiende av stivelseskorn og utgjør 20-30 %.
3. $< 20 \mu$. Denne fineste fraksjonen består mest av de proteinpartikler som i helt korn fyller mellomrommene mellom stivelseskorna.

Fraksjonen $< 20 \mu$ utgjør 5-15 % og har et meget høgt innhold av protein, omlag dobbelt så mye som utgangsmaterialet. Forskjellen er størst for mjuk hvete, betydelig mindre for hard hvete som gir jevnere partikkelstørrelse under malingen. Proteinrik hard hvete gir derfor et mjøl som føles som fin sand mellom fingrene. Denne struktur av mjølet (grittiness, ørighet) gjør at det glir raskere gjennom sikten. Vanlig mjøl av høg kvalitet hvete inneholder

bare 10-20 % av fraksjonen 40-50 μ , mens mjøl av mjuk hvete kan ha 50-60 % i denne størrelsesfraksjon. Hard hvete brytes nemlig mest etter celleveggene, mens mjuk hvete brytes uregelmessig og ofte gjennom cellene. De minste partiklene har tendens til å klumpe seg p.g.a. statisk elektrisitet og kan være vanskelig å få gjennom siktene. De fineste fraksjoner må derfor luftsorteres.

De to fineste fraksjonene (40-20 og < 20 μ) med sitt spesielle innhold av protein kan brukes til innblanding i standard siktemjøl for å gi dette spesielle egenskaper.

Det er omtalt foran at de forskjellige morfologiske strukturer hos kornet har meget ulike mengdeforhold av kjemiske stoffer som karbohydrater, protein, fett, mineraler, vitaminer m.v. og at den kjemiske sammensetning av disse også kan være meget forskjellig.

Framstilling av mjøl innebærer en skarp fraksjonering av kornets morfologiske bestanddeler. Kornskall, aleuronlag og kime går i avfallet, mens endospermen gir mjøl. Ved moderne mølleteknikk får en i mjølet først med de sentrale deler av endospermen og de utenforliggende deler kommer med etter hvert som utmalingsgraden aukes. Den kjemiske sammensetning av de forskjellige mjølfraksjoner av hvete i prosent av tørrstoff går fram av følgende tabell (gj.sn.tall).

Fraksjoner	Aske	Fett	Protein	Stivelse	Trevler	Pentosanar
Hele korn	1,9	2,3	15,5	66,3	2,5	7,9
1. mjøl, 0-30 %	0,5	1,1	13,2	79,3	0,1	2,6
2. mjøl, 30-70 %	0,9	1,9	15,1	74,7	0,2	3,4
3. mjøl, 70-75 %	2,4	4,0	19,4	61,1	1,1	5,5
Ettermjøl, 75-80 %	3,3	4,6	20,4	47,2	3,1	11,6
Finkli, 80-89 %	5,8	5,4	18,3	15,7	9,8	22,5
Grovkli, 89-93 %	7,6	5,2	17,4	8,7	11,3	30,5
Skallkli, 93-98, 5%	7,5	5,2	17,4	9,7	14,1	29,3
Skallavfall	4,4	3,5	14,6	24,4	18,5	25,0

Tabellen viser at låg utmalingsgrad gir mjøl med nedsatt innhold av mineraler, fett, trevler, pentosanar og protein i forhold til helt korn eller grøpp. Innholdet av stivelse er høyere og den teknologiske kvalitet av proteiner er bedre.

Det går fram av det som er nevnt foran at det kan framstilles mjøl med vidt forskjellige egenskaper. Mange egenskaper kan

påvirkes av mølleteknikk, men en stor del kan føres tilbake til utgangsmaterialet, kornet.

Kravene til kvalitet av korn og mjøl kan sees ut fra forskjellige interesser.

Møllerens krav til kornet er først og fremst høgt mjølutbytte og gode mølleegenskaper.

Bakerens krav til mjølet er høgt deigutbytte, gode teknologiske egenskaper og stabil kvalitet.

Konsumentens krav er et stort, velsmakende brød med tiltalende utseende.

Samfunnets krav er at brødet skal være et ernæringsmessig mest mulig fullverdig næringsmiddel.

Møllerens, bakkerens og konsumentens krav lar seg lett forene ved at det brukes hard proteinrik hvete av god teknologisk kvalitet og at det nyttes låg utmalingsgrad som bidrar sterkt til bedret teknologisk kvalitet. Samfunnets krav til ernæringsmessig kvalitet lar seg også lett forene med bruk av hard proteinrik hvete. Låg utmalingsgrad, derimot, lar seg ikke forene med dette krav, fordi den ernæringsmessige kvalitet blir sterkt redusert med lågere utmalingsgrad. Årsakene til dette er at jo lågere utmalingsgrad jo mindre blir det med i mjølet av kornskall, aleuron-sjikt, ytre endosperm og kime som inneholder storparten av vitaminer og mineralstoffer, og som har det høgste innhold av protein og det biologisk mest høgverdige protein.

Dette gir en sterk negativ sammenheng mellom utmalingsgrad og teknologisk kvalitet og en tilsvarende positiv sammenheng mellom utmalingsgrad og ernæringsmessig kvalitet. Med de kryssende interesser som det da blir mellom teknologisk og ernæringsmessig kvalitet, er det rimelig at utmalingsgraden kommer i søkelyset.

I alle land hvor kornprodukter utgjør en stor del av kostholdet, tillegges dette forhold betydelig vekt. I krigs- og krisetider settes utmalingsgraden opp for å få med mest mulig av vitaminer, mineraler og høgverdige protein i brød og andre kornprodukter selv om dette skjer på bekostning av farge, tekstur og brødvolum. Her i landet har det siden 1. aug. 1958 vært bestemt at utmalingen av mjøl av hvete ikke må være lågere enn 78 % og av rug ikke under 75 %.

Det er en meget nær sammenheng mellom utmalingsgrad og askeinnhold (mineraler) i mjølet. Før 1973 ble utmalingsgraden brukt som et kriterium på mjølkvaliteten. Utmalingen lar seg imidlertid vanskelig bestemme på ferdigsiktet mjøl. Fra 1973 har en

derfor nyttet askeinnholdet i matmjølet som kvalitetskriterium og som kontroll på utmalingsgraden. Følgende gjennomsnittsverdier med spillerom gjelder fra 1979.

Mjølkkvaliteten	Askeinnhold i % av ts.
Hvetemjøl	0,68 ± 0,05
Sammalt hvete	1,70 ± 0,20
Rugmjøl (hvetekli)	0,88 ± 0,05
sammalt rug	1,90 ± 0,20
Byggmjøl (50 % utm.)	1,05 ± 0,05
Byggmjøl (70 % utm.)	1,40 ± 0,20
Byggryn	1,05 ± 0,05

Det maksimale vanninnhold for alle mjøltyper er 15,5 %. I tillegg til de ovenfor nevnte standard mjølkkvaliteter framstilles vel 30.000 tn (ca. 11 %) av ulike spesialkvaliteter med avvikende utmalingsgrad. Disse mjøltyper nyttes til flatbrød, knekkebrød, kaker, kjeks m.v.

Forbruket av de ulike mjølkkvaliteter i gj.sn. for 1981-82 var følgende:

Hvetemjøl	72,6 %
Sammalt hvete	13,1 "
Rugmjøl	7,2 "
Sammalt rug	4,1 "
Bygg og havre	3,0 "

Tilsammen blir det ca. 80 % mjøl og ca. 17 % sammalt dvs. at ca. 20 % av matkornet spises som sammalte kvaliteter.

b) Stivelse og stivelseskvalitet

I kornteologien eller under framstilling av produkter av korn har stivelsens spesifikke kvalitet internasjonalt vært viet liten oppmerksomhet. Årsaken til dette er at intakt stivelse, nesten uansett spesifikk kvalitet, har de egenskaper som er nødvendig for alle teknologiske prosesser. Under baking av gjæret brød skal stivelsen, under forklstringen, binde det vann som frigjø-

res når proteinet koagulerer. Med det stivelse/proteininnhold en har i hvete og rug, er det nok stivelse til å klare denne oppgaven. Størst krav til stivelsen stilles det ved en del anvendelser av husholdningsmjøl hvor best mulig forklistringsevne er ønskelig. Til dette nyttes derfor fortrinnsvis stivelsesrikt (og proteinfattig) mjøl, men forskjellen i spesifikk stivelseskvalitet har heller ikke til dette formål vært tillagt særlig betydning.

Problemene med stivelse oppstår først når denne er delvis avbygget og har fått nedsatt forklistringsevne. Men da blir også problemene store. Analyser vedrørende stivelse går derfor ut på å bestemme dens forklistringsevne, dvs. hvor mye vann stivelsen kan binde ved en bestemt konsistens eller den konsistens som oppnås ved tilsetning av en viss mengde vann. Dette er en direkte bestemmelse av den aktuelle egenskap og skjer ved hjelp av viskosimetrisk metode. Ved andre metoder måles forhold som enten påvirker forklistringsevnen, viser sterk sammenheng med denne, eller som er årsak til ulikheter i den.

Det er tre hovedprinsipper som nyttes ved bestemmelse av stivelses forklistringsevne.

1. Viskosemetriske metoder hvor viskositeten av stivelse forklistret i vann måles under nærmere spesifiserte betingelser. Av disse metoder er Falltall metoden den mest brukte. Falltallsmetoden er basert på måling av viskositeten av stivelse i forklistret i vann. Til analysen nyttes 7 g grøpp som slemmes opp i 25 ml vann i et stort reagensglass. Glasset plasseres i kokende vann. Innholdet røres med en stav i 60 sekunder (et dobbeltslag pr. sek.) fra det øyeblikk glasset settes i kokende vann. Etter 60 sekunder slippes staven i øvre stilling. Falltallet angis i sekunder fra røringen tar til og inntil staven har sunket ned igjennom den forklistrede stivelsen. Lågeste analyseverdi er derfor 60, og høyeste verdi av størrelsesorden 400-500. Lågeste analyseverdi betyr at stivelsen ikke gir merkbar viskositetsaukning i vannet, mens de høyeste verdier betyr at det ved forklistingen er dannet en tjukk grøt. Metoden gir prinsipielt meget riktige resultater, fordi den tilstedeværende α -amylase under analysen virker på den stivelse den eventuelt seinere skal virke på.

Falltallet er ikke rettlinjet korrelert med stivelsens nedbryttingsgrad. Hvis korn med forskjellig falltall blandes sammen, får blandingen et falltall som er betydelig lågere enn gjennomsnittet av det to enkeltanalyser. Etter log. transformering av falltal-

lene får en imidlertid verdier som er rettlinjert korrelert med nedbrytingsgraden. De transformerete verdier, eller i praksis verdier som beregnes etter en empirisk formel, kalles Diastasetall.

$$D = \frac{6000}{\text{Falltall} - 50}$$

Noen eksempler på falltall med tilhørende D-verdier.

<u>Falltall</u>	<u>D-verdier</u>
60	600
80	200
100	120
150	60
200	40
300	24
400	17

Når det blandes like mengder korn med falltall 100 og 400 vil en ved beregning over D-verdier finne at blandingen for falltall blir 136 og ikke 250. Dette er det meget viktig å være oppmerksom på når korn av ulik kvalitet blandes sammen.

Amylogram. Måling av stivelsens tilstand med Amylograf var en av de mest brukte metoder før Falltallsmetoden ble utviklet. Amylograf (Brabender) er et apparat som måler viskositeten av stivelse som forklitrer i vann under jevn temperaturstigning (1,5 °C pr. min.). Viskositeten (motstanden i stivelsesoppl.) måles ved en fjærbelastet arm som tegner en kurve i et diagram. Kurvens stigning viser viskositetsaukingen pr. tidsenhet. Kurvens maksimum viser høyeste viskositet og ved hvilken temperatur (og tid) den er oppnådd. Metoden gir meget gode og detaljerte opplysninger om stivelseskvaliteten. Resultatene kan imidlertid ikke uttrykkes i et enkelt tall. Analysene krever kostbart utstyr og er arbeidskrevende.

2. Innhold av α -amylase. Stivelsens tilstand kan vurderes ved innholdet av α -amylase. I prinsippet måles den evne et vannuttrekk (som inneholder α -amylasen) av kornprøven har til å bryte ned en standard stivelsesoppløsning med β -amylase i overskudd. Den stivelsesoppløsning som nedbrytes, tilsettes Jod og endringene i fargeintensitet avleses med 5 min. mellomrom i et kolorimeter. Måleresultatet angis i K (α) hvor låge verdier er god kvalitet og omvendt. For friskt korn har K (α) verdier i området

3-6 mens sterkt groskadd korn kan vise verdier > 1000 . $K(\alpha)$ er lineært korrelert med log. falltall.

Bestemmelse av innholdet av α -amylase er en indirekte metode men da det er α -amylasen som foretar nedbrytingen av stivelsen, er det en meget sterk sammenheng mellom mengden av α -amylase og stivelsens polymeringsgrad, eller rettere den polymeringsgrad som stivelsen vil få når α -amylasen får virket på den f.eks. under deiglaging, og under den første del av steketiden for brødet. Avvik fra gjennomsnittsforhold forårsakes ved at stivelsen kan ha ulik spesifikk kvalitet og vise ulik resistens mot nedbryting av α -amylase. Resultatene varierer imidlertid ikke mye på grunn av disse årsaker. Bestemmelse av mengden av α -amylase gir derfor meget pålitelige opplysninger om stivelsens tilstand eller aktuelle kvalitet.

3. Jod-reaksjon på stivelse gir opplysninger om stivelsens polymeringsgrad. Virkemekanismen for denne gruppe analysemetoder, og hva resultatet betyr er omtalt annet sted. Jod-reaksjonen som indikator på stivelsens kvalitet er mindre opplysende enn de to førstnevnte metoder og nyttes nå lite.

c) Protein og proteinkvalitet

Brødvolum og brødkvalitet forøvrig bestemmes av proteinmengde og proteinkvalitet. Bakeformler og bakemetoder kan også virke sterkt på resultatet av brødfremstillingen, men dette skal ikke behandles nærmere i denne sammenheng.

Under ellers like forhold er brødvolum og brødkvalitet tilnærmet proposjonale med innhold av protein i mjølet. Sterkere gjødsling med nitrogen som auker proteinprosenten, gir derfor korn og mjøl av bedre teknologisk kvalitet. For hver 1,0 % høyere proteininnhold auker brødvolumet med ca. 40-50 cm³ i standard baketest. Under svenske forhold regnes det med følgende sammenheng mellom proteininnholdet i mjølet og brødvolum:

$$\begin{array}{ll} \text{Vårhvete, brødvolum} & = 275 + 45 x \\ \text{Høsthvete} & = 275 + 35 x \end{array}$$

hvor x = prosent protein i mjølet. Det kan imidlertid være betydelig variasjon, oftest innen området 30-70, avhengig av årsaken til at proteininnholdet er blitt høyere eller lågere.

Vårhvete har vanlig ca. 2,0 % høyere innhold av protein enn høsthvete. Vårhveten synes også jevnt over å ha bedre proteinkvalitet slik at forskjellen i brødvolum mellom de to hveteslagene ofte er av størrelsesorden 150 cm³. Hvete med lågt innhold av protein reagerer heller ikke så regelmessig på N-gjødsling som proteinrikere sorter.

De testmetoder for proteinkvalitet som behandles i det følgende, tar sikte på å bestemme de fysiske egenskaper hos proteinet som er av betydning ved framstilling av gjæret brød. Proteinkvalitet i denne forbindelse kan prinsipielt deles i to kategorier. Den ene omfatter kvalitetsegenskaper som under optimale betingelser gir det beste resultat. Den andre er egenskaper ved proteinet som gjør at det tåler teknologiske prosesser og hard mekanisk bearbeidelse av deigen uten at kvaliteten av sluttproduktet der ved forringes. Egenskaper av den siste kategori har i den senere tid blitt meget viktige i sterkt automatiserte bakerier. Standard referansem metode for proteinkvalitet er brødvolum oppnådd ved baketest med 100 g mjøl og optimal vesketilsetning. Dette gjelder under forutsetning av intakt stivelse, dvs. falltall på ca. 250. Baketest er imidlertid omstendelig, tidkrevende og krever kostbart utstyr. Reproduserbarheten er heller ikke alltid så god som ønskelig, fordi både utstyr og arbeidsteknikk virker på resultatene. Standard baketest brukes derfor i begrenset omfang og mest ved avsluttende undersøkelser og ved kvalitetskontroll.

Et stort antall hurtigmatoder er utviklet og brukt for undersøkelse av proteinkvalitet hos hvete. Disse metoder er basert på mange prinsipper, f.eks. mikrobaketest, glutenmengde i våt eller tørr tilstand, svellingsevne og gluten i svake syrer, oppløsligheten av gluten i svake syrer, apparater som måler deigkonsistens, strekningsmotstand, elastisitet m.v. Noen av de testmetoder som brukes mest her i landet og i våre nærmeste naboland, skal kort omtales.

Zeleny-tall er et uttrykk for graden av svelling av proteinet i svak mjølkesyre. En prøve av grøpp eller mjøl rystes ut i oppløsningen og settes deretter i ro for bunnfelling. Høyden av bunnfallet avleses i et gradert sylinderglass. Zelenytallene ligger vanlig mellom 20-60 med de høye verdier for best kvalitet. Ved svært svak kvalitet eller skadd protein bunnfelles ikke proteinet og en får heller ingen avlesning.

Zelenytallet er et kombinert uttrykk for proteinmengde og proteinkvalitet, fordi både økt mengde og bedre kvalitet auker

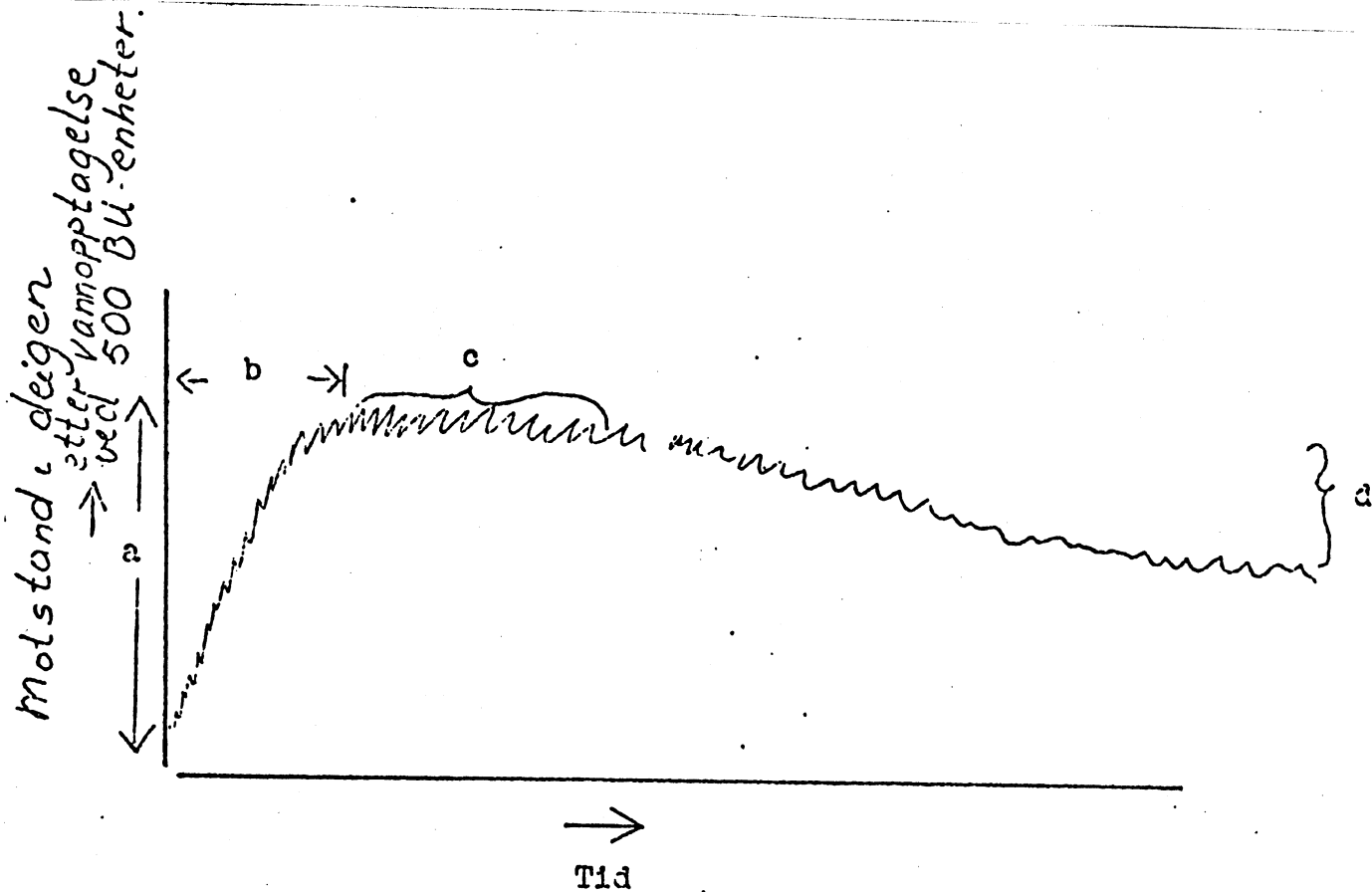
mengden av bunnfelt protein. For å få et uttrykk for den spesifikke proteinkvalitet divideres Zelenytallet med prosent protein. En får da verdier i området 3-5 med høge tall for best spesifikk kvalitet. Zelenymetoden krever små prøver og er rask å utføre. Utstyret er heller ikke særlig kostbart. Resultatene viser høg korrelasjon med standard baketest. Metoden er derfor en av de beste hurtigmetoder en har til bestemmelse av bakeevne og proteinkvalitet hos hvete.

Pelshenke-tall angir tiden i minutter som en deigkule klarer å holde seg hel og flytende i vann. Det lages en deigkule av grøpp og gjæroppløsning. Deigkulen slippes opp i et glass vann. Når gjæren tar til å arbeide, eser deigkulen ut og flyter opp til overflaten. Deigkulen fortsetter å ese inntil den etter en tid går i stykker og synker.

Det er sterk sammenheng mellom proteinkvaliteten og den tid det tar før deigkulen går i oppløsning og synker. Høge verdier er følgelig god kvalitet og omvendt. Metoden var tidligere regnet som en av de beste hurtigmetoder til vurdering av bakeevnen hos hvete, men er nå i stor utstrekning erstattet med Zelenymetoden, fordi analyser etter denne metode er raskere å utføre. Pelshenketallet er også et kombinert uttrykk for proteinmengde og proteinkvalitet.

Apparater som måler deigens fysiske egenskaper er også mye brukt til å måle proteinkvaliteten. Disse metodene gir følgelig resultater som forteller mest om proteinkvaliteten sett fra et teknisk eller mekanisk synspunkt. Apparatene er kostbare. Det må nyttes mjøl, og det tar forholdsvis lang tid å utføre en analyse.

Farinograf (Brabender) er det mest brukte av de apparater som måler deigens fysiske egenskaper og som antagelig også gir resultater som er best korrelert med baketest. I Farinografen måles motstanden under røring i en deig. Ved en skrivemekanisme overføres resultatene til et diagram som kalles et farinogram. På skissen er tegnet et farinogram. De viktigste kvalitetsegenskaper som farinogrammet viser, er tatt med. Farinografen nyttes også til å bestemme optimal væskemengde for å oppnå de beste deigegenskaper og det største brødvolum. Det utføres da analyser på deig hvor ulikt store væskemengder er tilsatt.

Farinogram

- a = Fasthet etter vannopptagelse
- b = Deigutviklingstid (tid til kurvens maks.)
- c = Stabilitet (den tid konsistensen er uendret)
- d = Bløtning.

Extensimeter (Chopin) eller Alveograph er et apparat hvor en tynn deigskive blåses opp til en balong. Det lufttrykk som skal til og størrelsen av balongen er mål for deigens strekkfasthet, elastisitet og gasstetthet.

Extensograf (Brabender) er et annet apparat til måling av deigens fysiske egenskaper som strekkfasthet og elastisitet.

Glutenmengde og glutenkvalitet gir også en god indikasjon på mjølets bakeevne. Testen utføres på følgende måte: Av en mjølprøve lages en deig som knas i vann til all stivelsen er

vasket ut. Vektmengden kan bestemmes som fuktig kleber eller som tørr kleber. Tildels er også fastheten og stabiliteten av kleberren undersøkt. En kule fuktig kleber legges på et flatt underlag. Kleber av god kvalitet vil da beholde formen i lang tid, mens kleber av meget svak kvalitet vil miste kulefasongen og flyte utover.

Mikrobakeforsøk. Mikrobaketest utføres i prinsippet på samme måte som den standard baketest med 100 g mjøl. I mikrobaketest nyttes imidlertid meget små mengder mjøl, ned til 8 og 5 g. Dette krever spesielle mikromøller og annet utstyr egnet for de meget små kvanta deig. Brøda blir bare 4-5 cm lange, men resultatene viser god overensstemmelse med standard baketest. Baketesten er arbeidskrevende og utstyret kostbart. Det er derfor bare få steder hvor metoden er i bruk. På samme måte som de først nevnte metoder egner den seg godt til undersøkelse av foredlingsmateriale, fordi det kreves små mengder korn, ca. 25 g pr. prøve.

Testmetoder for proteinkvalitet eller for bakeevne hos hvete kan ikke brukes på eller har ingen mening brukt på andre kornarter. Det er bare hvete, og også bare hexaploid hvete, som har protein med de fysiske egenskaper som er nødvendig for framstilling av gjæret brød med stort volum. De andre hvetearter har protein med svake fysiske egenskaper. Gjæret brød av disse gir et hardt brød med lite volum. Blandet med brødhvete kan det imidlertid oppnås brukbare resultater, hvis det ikke stilles store krav til brødstørrelse og porøsitet. Av rug kan det som kjent bakes gjæret brød med lignende egenskaper som brød av hvete. Selv om rugen inneholder tilsvarende proteinarter som hveten, danner disse ikke gluten og er ikke elastiske i samme grad. Dette antas å skyldes at forholdet disulfid/sulfhydryl bindinger er meget lågt, av størrelsesorden 4-5, mot 15-20 hos hveteprotein.

Den manglende elastisitet og manglende gassholdende evne hos rugproteinet kompenseres av et stort innhold av pektiner og pentosaner, som sammen med stivelse og proteiner sveller ved vannopptagelse og gjør deigen plastisk og elastisk. Det er derfor liten forskjell på bakevnen hos rugsorter, og de forskjeller som måtte finnes, har lite med rugproteinet å gjøre.

Den mest brukte kvalitetstest for teknologisk kvalitet hos rug er amylogram (se foran), som er et kombinert uttrykk for stivelsens polymeringsgrad og innhold av α -amylase. Amylogramverdier på 250-350 kan brukes ved sur deigføring, 350-650 er best til alle anvendelser og 650-800 kan brukes for gjærdeig.

E. Kvalitet av havre til mat

Havrekornet består av ca. 75 % kjerne og ca. 25 % skall. Næringsverdien av skallet er lite å regne med til mat, men det bidrar med verdifull kostfiber i dietten. Dette gjelder havregrøpp som nå brukes svært lite. Ved framstilling av andre havreprodukter til mat avskalles havren og bare kjernen brukes. Ernæringsmessig er havren den beste av kornartene. Den har rel. høgt innhold av protein og dette har høgt biologisk verdi (mye lysin). Hos havren beholder også proteinet sin biologiske verdi selv om proteininnholdet aukes ved sterkere N-gjødsling. Videre inneholder havre mye pentosaner og pektiner som gir gode dietiske egenskaper.

Havren inneholder mye fett. I kimen er det ca. 25 % og i gjennomsnitt for hele kornet er fettinnholdet 5-6 %. Fettet i havren er ernæringsmessig meget verdifullt, men det nedsetter lagringsevnen hos bearbeidede produkter. Ved grøpping eller knusing kommer fettene i kimen i kontakt med lipaser fra aleuronlaget og det resulterer i nedbryting og harskning av fettene. For å unngå dette kan lipasene inaktiveres ved varmebehandling. Dette forutsetter imidlertid at kornet er i god kondisjon, ellers kan også uønskede kjemiske reaksjoner foregå under og etter varmebehandlingen. Lågt Falltall indikerer at en vare også av denne grunn ikke er egnet for bearbeidelse.

Proteinene hos havre er helt inaktive med tanke på framstilling av gjæret brød. Havre kan derfor bare brukes til flatbrød, grøt, havregryn, havrenøtter (puffet havre) og som innblanding i andre frokostserealier.

Den norske havren som brukes til mat er vanlig silovare. Det betyr at det er blandinger av flere partier og oftest også flere sorter. Det gir uensartet vare og følgelig også relativt lågt produktutbytte. For å oppnå ensartet silovare er det viktig at det i det samme distrikt brukes sorter med mest mulig ensartet kornform og kornstørrelse.

De viktigste kvalitetskrav til kornvaren for de anvendelser som er nevnt, er følgende:

1. Jevnt moden og vel utviklet kornvare i god kondisjon. Jevn modning (ikke grønne korn) og god kondisjon er viktig for stabiliteten av fettene i havren, fordi ustabil fett lettere harskner. Det gir nedsatt lagringsevne eller usmak på produktet. Kornet må

heller ikke være lagerskadd eller værskadd, fordi dette gir mørke kjerner. Det er videre viktig at kornet er i god generell kondisjon slik at kjernen tåler maskinell behandling uten å brette eller smuldre opp.

2. Ensartet kornstørrelse og likeformede korn. Disse egenskaper er viktige for avskallingsprosessen. Ved bruk av trang skalle- gang (åpning mellom skivene litt mindre enn tjukkelsen av kornet) er det viktig at korna har et mest mulig sirkelformet tverrsnitt. Ved bruk av vid skalle- gang (åpning litt mindre enn lengden av korna) er lik lengde av korna viktig. Sortering av et kornparti eller bredde-tjukkelse indeks eller etter lengde er nemlig meget vanskelig. Ved bruk av "Green shelling" dvs. at inneragnene slås av kornet når det i høg hastighet treffer en ru overflate eller ved avskalling i luftstrøm har kornform og kornstørrelse mindre betydning. De fleste moderne havresorter har flate, breie korn (meiselform) som er lite egna for trang skalle- gang. Det gir enten dårlig avskalling eller større tap ved knuste kjerner. For ujevn vare er derfor luftavskalling den beste metode.

3. Lågt innhold av avskalla kjerner. Selv om havren avskalles før bruk, er avskalla korn uønsket i varen, fordi disse ofte er i dårlig kondisjon og blir mørke under rostingen som er tilpasset korn med skallet på.

4. Låg skallprosent er viktig for produktutbyttet, fordi dette er omvendt proposjonalt med skallprosenten.

5. God stivelseskvalitet (høge Falltall) er viktig for at mjøl og gryn skal svulle og gi tjukk grøt eller velling. Det indikerer også at fettene i kornet har god stabilitet.

F. Kvalitet av bygg til mat

Et vel utviklet byggkorn består av ca. 90 % kjerne og ca. 10 % skall (inneragner). Agnene sitter fastlimt på karyopsen og lar seg ikke fjerne hele slik som hos havre. De må slipes bort og da går også de ytre lag av kornet med før alt skall er borte.

Lågest skallprosent har 2-radsbygg hvor inneragnene har en små- rynket overflate. Inneragnene er da så tynne at de rynker seg når kornet skrumper under modning og tørking. Tynt, dårlig matet 6-radsbygg har høg skallprosent som under ugunstige forhold kan komme opp i 15-20 %. Tjukkelse og vekt av inneragnene er en sortsegenskap, men de særst høge skallprosentene skyldes vekstvil-

kårene.

Bygg kan brukes til mat som grøpp, dvs. at kornet males med agnene på. Ved framstilling av gryn og mjøl slipes (pearling) kornet ned slik at utmalingsgraden blir ca. 70 eller ca. 50. Under denne behandling fjernes inneragner, frukt- og frøskall, aleuronlag og kime slik at bare den sentrale del av kjernene blir til gryn. På den ernæringsmessige kvalitet av byggproduktene virker dette som låg utmalingsgrad hos hvete.

Bygg danner ikke glutenprotein slik som hvete og er i så henseende mest lik havre. Det inneholder imidlertid mer pektin, pentosaner m.v. som gir deig av byggmjøl en viss seighet. Gasstettheten er dårlig og deigen lar seg derfor ikke heve. Selv om byggproteinet er lite aktivt under brødbaking kan byggmjøl med låg utmaling ca. 50 %, blandes i kraftig hvetemjøl i mengder opptil 30 % uten at dette belaster hvetedeigen for mye.

De viktigste krav til bygg som skal nyttes til matvarer, er følgende:

1. Jevn kornstørrelse er viktig for å framstille ensartet vare. Derfor er 2-radsbygg bedre egnet til grynframstilling enn 6-radsbygg som har mer uensartet kornstørrelse og kornform.
2. Lik hårdhetsgrad hos byggkjernene er viktig for at de skal bli slipt like mye. En blanding av hårde og mjuke kjerner må slipes til inneragnene er borte på de hardeste korn. Mjukere korn kan da være helt slipt bort og det resulterer i et lågt produktutbytte.
3. Grunn bukfure hos kornet er viktig for utmalingsgraden. Kornet må slipes til agnene i bukfura er borte. Djup bukfure resulterer derfor i lågt produktutbytte.
4. Ikke djuptgående soppangrep. Varen må ikke ha vært utsatt for værskade eller sjukdomsangrep som har trengt gjennom inneragnene. En del gryn kan da bli mørkfarget eller hele partiet må slipes sterkere for å få ensartet vare.
5. Låg skallprosent er viktig for produktutbyttet.
6. Høgt Falltall er viktig for å få mjøl med god forklistrings-
evene.

7. For den generelle kvalitet av produktene er det viktig at kornet er i god kondisjon.

G. Kvalitet av maltbygg

Norsk bryggeriindustri bruker årlig bygg og malt som svarer til ca. 40.000 tn bygg eller 6-7 % av den norske byggproduksjon. All malt eller bygg til malt blir imidlertid importert. Det er flere årsaker til dette. Kvalitetskravene til bygg for denne anvendelse er meget bestemte og de avviker tildels mye fra de kvalitetskrav som stilles til bygg for andre formål. Norsk bygg produseres med tanke på bruk til mat og fôr. Det er da ønskelig med høgt innhold av protein i bygget, og av høstetekniske grunner og for å unngå kvalitetsskader p.g.a. aksgroing nyttes spiretrege sorter. Til malting derimot er det ønskelig med lågt innhold av protein og bygget må være spirevillig alt fra høsten av. Hvis ikke må varen lagres til spiretregheten blir borte og det tar tid og er kostbart. Det stilles videre meget bestemte krav til annet kjemisk innhold enn protein. Det gjelder en rekke egenskaper som bestemmer teknologisk kvalitet og som er viktige for produktutbytte og produktkvalitet. Disse kvalitetsegenskaper er dels bundet til sortene, og dels påvirkes de av dyrkingsteknikken og forholdene under høsting og lagring. Sortsegenskapene regnes for å være så viktige at det bare er spesielt godkjente sorter som nyttes til malting. Foruten å ha de andre ønskelige teknologiske kvalitetsegenskaper må de ha lågt innhold av protein og være lite spiretrege. Til malting er det videre sterkt ønskelig med store partier av jevn kvalitet slik at den samme maltingsformel kan nyttes hele sesongen.

Flere av de kvalitetskrav som stilles til maltbygg kommer således i konflikt med kvalitetskrav til bygg til andre anvendelser her i landet. Driftsforholdene ligger heller ikke til rette for å produsere store partier av ensartet kvalitet. Det er derfor mest lettvtint å importere aksepterte og kjente kvaliteter av bygg til malting.

Kvalitetskravene til maltbygg kan deles i tre kategorier, nemlig de som kan tilskrives:

1. Sortsegenskaper
2. Dyrkingstekniske forhold
3. Varebehandlingen.

Flere kvalitetsegenskaper hos maltbygg avhenger både av sortsegenskaper og av dyrkingsforholdene, slik at svake sortsegenskaper i noen grad kan kompenseres ved egnede dyrkingsmessige tiltak og omvendt. Det gjelder særlig proteininnhold og ekstraktutbytte, men sorteringsgrad, spireevne - spirehastighet og i noen grad andre egenskaper kan reguleres ved dyrking og varebehandling.

Det er i det etterfølgende satt opp en fortegnelse over de kvalitetsegenskaper som er viktigst for maltbygg. Selv om det er ønskelig at bygget har de kvalitetsegenskaper som er nevnt, hender det ofte at produksjonstekniske forhold er viktigere. Det er f.eks. sterkt ønskelig at maltbygget er tidlig spiremodent, dvs. sorter med låg spiretreghet. Slike sorter er sterkere utsatt for aksgroing i vanskelig bergingsvær. Spiretrege sorter gir mer ensartede kornpartier, noe som er særst viktig ved moderne storproduksjon. Svakere kvalitetsegenskaper av annet slag må også ofte vike av produksjonstekniske grunner.

Viktige kvalitetskrav til maltbygg (til bryggerimalt).

1. Fyldige korn med god sortering

Sortering 1.	> 2,8 mm	}	min. 80
2.	2,5-2,8 mm		
3.	2,5-2,2 mm		
4.	< 2,2 mm		

Sorteringene 1 + 2 skal min. utgjøre 80 % og sortering 4 må ikke utgjøre mer enn 2,0 % (2-radsbygg).

2. Spireevne. Spirehastighet ikke under 92 %. (Spireevne etter 5 dager).

3. Ekstraktutbyttet skal være høgest mulig og ikke under 80 %. Ekstraktutbyttet er den del av kornet som går i oppløsning under meskingen og det bestemmer produktutbyttet ved ølbrygging. Ved siden av spesielle sortsegenskaper er det særlig innholdet av protein og kornstørrelsen (Tkv) som bestemmer utbyttet. Følgende regresjoner illustrerer dette.

2-radsbygg: Ekstraktutbytte = $84,5 - 4,7 N + 0,1 Tkv$
 6-radsbygg: " = $80,0 - 4,7 N + 0,1 Tkv$

To-radsbygget gir altså ca. 5 % høyere ekstraktutbytte. Likevel brukes 6-radsbygg mye i enkelte distrikter, fordi det har andre egenskaper som gir spesiell smak og karakter på ølet.

4. Proteininnhold, helst 9,5 - 10,5 % og ikke over 12 %. For lågt proteininnhold gjør kornet tungmalt, p.g.a. lite innhold av enzymer som følger proteinet. For høgt innhold av protein gir tilsvarende redusert ekstraktutbytte og kan gi kvalitetsfeil på ølet.

5. Diastaseaktivitet dvs. innhold av β -amylase. Diastaseaktivitet bestemmes ved den evne et uttrekk av malten har til å omdanne en standard stivelsesoppløsning til maltose ved pH 4,3 med α -amylase inaktivitet (e. Windisch & Kalback).

6. Proteinets oppløselighet bestemmes som den prosentdel av totalprotein som går i oppløsning ved malting (e. Kongressmetoden). Mengden av oppløslig protein er avhengig av innholdet av proteolytiske enzymer, men også av proteinets sammensetning. Et rel. høgt innhold av oppløslig protein er en betingelse for godt maltbygg. Proteinets oppløselighet virker naturligvis også på produktutbyttet.

7. Maltets oppløsningsevne bestemmes ved differansen i ekstraktutbyttet fra finmalt og fra grovmalt grøpp. Oppløsningen avhenger bl.a. celleveggenes oppløselighet, men mange andre egenskaper er også med og bestemmer maltets oppløsningsevne.

8. Ikke angrep av sopper. Verst er *Fusarium* sp., *Rhizopus*, *Aspergillus* sp. m.fl. som kan være årsak til overskumming.

En rekke andre egenskaper ved maltbygget kan også være av stor betydning særlig for kvalitetsfeil ved ølet. Det gjelder f.eks. at ølet skummer for mye, at det blir uklart, eller at det viser liten holdbarhet. Årsakene til slike kvalitetsfeil er ikke alltid lette å påvise, men de fleste har med kornets kondisjon å gjøre eller de kan skyldes uønsket mikroflora på kornet. Bergingsforhold og varebehandlingen (tørking, lagring m.m.) er derfor særs viktig for å oppnå god kvalitet av maltbygg.

IV. KVALITET AV KORN TIL FÔR

Kvaliteten av korn til fôr synes å være lite påaktet sett i forhold til den betydning den har for produktutbyttet og i forhold til det store omfang produksjonen har. Det er spesielt innholdet av protein og f.e. som lettest kan måles og som gjør størst utslag i fôrverdien. Mellom kornpartier i ulike år og fra ulike dyrkere kan det være forskjeller i proteininnhold på 3-4 prosentenheter. Innholdet av omsettelig energi kan også variere betydelig.

De kvalitetsegenskaper som er viktigst for korn til fôr er følgende:

1. Vannprosent. Da det bare er tørrstoffet som er av verdi, blir også korn til fôr prisavregnet etter innhold av tørrstoff.
2. Holdbarhet av varen. Det mest effektive middel til å gjøre kornet lagerfast er å holde vanninnholdet på 15,0 % eller noe lågere. Da unngås både de mest synlige lagerskader som varme- gang, mugning m.v. og det hindrer også utvikling av toksiner.
3. Energiinnhold. For korn til fôr er en mest opptatt av proteininnhold og energiinnhold. Bruttoenergien er omlag lik for all kornvare, men den fordøyelige del av tørrstoffet kan variere mye avhengig av den kjemiske sammensetning, oppløselighet og fordøyelighet av tørrstoffet som igjen er bestemt av kornart, kornsort, vekstvilkår og varebehandling. Kjemiske analyser for en fullstendig vurdering av kornets fôrverdi er omstendelige og kostbare, og kan derfor ikke utføres på alle kornpartier fra produsent. Noen ytre, lett målbare kvalitetsegenskaper hos korn viser god sammenheng målt som f.e. pr. 100 kg vare. For bygg er det god sammenheng mellom Hlv. og antall f.e. pr. 100 kg, $r = \text{ca. } 0,80$. Regresjonen $f.e. = 79,0 + 0,25 \text{ Hlv.}$ antyder at en auking i Hlv. på 4,0 kg bedrer fôrverdien med 1 f.e. og omvendt

Det er også god sammenheng mellom prosent råtrevler og fôrverdien, $r = \text{ca. } 0,90$ og $f.e. = 110,9 - 3,02 \text{ Tr.}\%$. Det viser at 1,0 % trevler endrer fôrverdien med 3,0 f.e. Trevleanalyser er imidlertid ikke så lett tilgjengelige.

Hos bygg er det videre god sammenheng mellom kornstørrelse og fôrverdi, $r = \text{ca. } 0,65$ og $f.e. = 83,5 + 0,30 \text{ Tkv.}$ Det svarer til at 3,0-3,5 g høyere Tkv auker fôrverdien med 1,0 f.e. pr. 100 kg.

I Statens kornforretnings prisgradering av korn til mat etter Hlv. gis det tillegg/fradrag i prisen på 0,25 % pr. 1,0 kg endring i Hlv. Det svarer til tallene ovenfor som er beregnet på grunnlag av finske undersøkelser. Norske undersøkelser over sammenhengen mellom fordøyelseskoeffisient og Hlv. hos bygg viser noe sterkere virkning av Hlv. på fôrverdien.

Hos havre har fôrverdien sterkest sammenheng med trevleinnholdet, $r = \text{ca. } 0,9-$, og regresjonen f.e. = $116,0 - 2,71 \text{ Tr.}\%$ antyder at 1,0 % lågere innhold av trevler auker fôrverdien med 2,7-3,0 f.e. pr. 100 kg. Dette er tall beregnet på grunnlag av finske undersøkelser.

Skallprosenten hos havre viser noe svakere sammenheng med fôrverdien, $r = \text{ca. } 0,60$ og regresjonen f.e. = $104,9 - 0,86 \text{ Sk.}\%$ viser at en endring i skall-% på 1,15-1,20 auker eller reduserer fôrverdien med 1,0 f.e. Sammenhengen mellom Hlv. og fôrverdi er noe svakere, $r = \text{ca. } 0,35$ og regresjonen f.e. = $67,5 + 0,31 \text{ Hlv.}$ viser at omlag 3,0 kg Hlv. endrer fôrverdien med 1,0 f.e. pr. 100 kg. Det er av samme størrelsesorden som for bygg.

Hos havre er det ingen generell sammenheng mellom kornstørrelse og fôrverdi. Mellom kornpartier er det nok en positiv sammenheng mellom Tkv og fôrverdi, fordi større korn er bedre matet og det gir mer kjerne i forhold til skall. Ved sortering av bra matede partier er sammenhengen heller negativ fordi de mindre korn (innerkorna) har lågere skallprosent enn de større ytterkorna. Ut fra det som er nevnt bør også fôrkorn prisgraderes etter Hlv. og da over hele variasjonsområdet for denne egenskap. Hvis andre analyseresultater er tilgjengelige f.eks. råtvler og skall-%, vil disse gi ytterligere opplysninger om fôrverdien, særlig for havre.

Sammenhengene mellom de ulike morfologiske (eks. Hlv., Tkv, skall-% m.v.) og kjemiske (eks. trevler) kvalitetsegenskaper og fôrverdien er generelle, men når sammenhengene ikke er sterkere enn de som er nevnt foran skyldes det bl.a. forskjeller i tilgjengeligheten av de aktuelle næringsstoffer under fordøyelsen. Disse forskjeller beror dels på sortsegenskaper og dels på at egenskapene påvirkes av dyrkingsforholdene. Forskjellene mellom sorter, særlig av bygg, når det gjelder oppløslighet, fordøyelighet og dietiske egenskaper kan være betydelige, men dette er lite undersøkt og inngår ikke som rutinetest ved prøving av nye sorter.

4. Proteininnholdet i fôrkorn er en kvalitetsegenskap av stor økonomisk betydning. Med de nåværende priser på protein i kraftfôr, ca. kr. 6,50 pr. kg i forhold til ca. kr. 2,10 pr. f.e. svarer 1,0 % differanse i proteininnhold til 6,5 øre pr. kg korn. I kraftfôr til drøvtyggere er det vesentlig totalinnholdet av protein som teller. For enmagede dyr er det dessuten viktig at aminosyresammensetningen i proteinet er gunstig. Alt korn har til dette bruk for lite lysin i proteinet, og den biologiske verdi avhenger derfor av innholdet av lysin. For alle kornarter, unntatt havre, er det en sterk negativ sammenheng mellom proteinprosent i kornet og prosent lysin i proteinet. Følgende regresjoner antyder sammenhengen, $\% \text{ lysin i protein} = 2,25 + \frac{16}{x}$ hvor $x = \text{prosent protein i kornet}$. Dette betyr at jo høyere proteininnholdet i kornet blir p.g.a. dyrkingstekniske tiltak, jo lågere blir den biologiske verdi. Til enmagede dyr kan det derfor stort sett regnes med at proteinvirkningen av kornet auker omlag halvparten så sterkt som det aukeningen i proteinprosenten skulle tilsi.

Også proteinvirkningen av korn beror på oppløslighet og fordøyelighet bestemt av de samme forhold som nevnt for energien. Tilgjengeligheten av lysinet kan dessuten bli sterkt nedsatt ved ufornuftig varebehandling. Tørking av korn i dårlig kondisjon ved høy temperatur kan f.eks. resultere i at lysin reagerer med sukkerarter og blir utilgjengelig under fordøyelsen.

5. Mykotoksiner i skadelige mengder forekommer svært sjelden i norsk korn og i tilfelle bare i sterkt "muggent" korn. Kjølig vekstsesong og god kornbehandling er de viktigste årsaker til at en unngår dette. Mykotoksiner i skadelige mengder ytrer seg oftest som utrivelighet, nedsatt veksthastighet og nyreskader (muggnefrose). De fleste mykotoksiner går over i husdyrproduktene og er meget resistente mot varmebehandling. De mykotoksiner som er mest i søkelyset i forbindelse med fôrkorn skal kort nevnes.

Aflatoksin kan dannes av *Aspergillus* sp. (mest *A. flavus* og *A. parasiticus*) i korn med høgt vanninnhold og ved høy temperatur. Aflatoksin er derfor mest vanlig i importerte fôrmidler. Såvidt en kjenner til er ikke Aflatoksin påvist i norsk korn, men en skal være merksam på at det godt kan dannes i "muggent" korn sammen med andre mykotoksiner.

Ochratoksin kan dannes av flere *Aspergillus* og *Penicillium*arter. I kjølig klima er det imidlertid *P. viridicatum* som er vanligste årsaken. Ochratoksin er påvist i norsk korn av akseptabel kvali-

tet, men i låge konsentrasjoner. "Muggent" korn kan imidlertid inneholde letale konsentrasjoner eller konsentrasjoner som gir lever- og nyreskader hos enmagede dyr. Bl.a. av denne grunn bør ikke "muggent" korn nyttes til svin og fjørfe. Drøvtyggere tåler langt høyere konsentrasjoner uten synlige skader.

Ved god kornbehandling er ikke Ochratoksin noe problem i Norge og korn av akseptabel kvalitet inneholder ikke skadelige mengder.

Zeralenone kan produseres av flere fusariumarter, særlig *F. roseum*. Zeralenone er det mest vanlige fytotoksin i norsk korn, fordi fusariumarter trives godt i kjølig, fuktig klima og fordi toksinet kan utvikles på kornet i den siste delen av veksttiden. Selv ved god kornbehandling etter høsting kan derfor kornet inneholde toksinet, men også da blir mengdene større hvis kornet lagres ved høgst vanninnhold.

Mot utvikling av alle mykotoksiner i korn er det effektivt å tørke det til 15 % vann eller lågere, når unntas at zeralenone kan utvikles på korn i fuktig vær før høsting.