

POATential

Havresorters potentiale til havredrik

RAPPORT

December 2025



Foto Michael Erlang-Nielsen, Teknologisk Institut

Forfattere:

Tove Mariegaard Pedersen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug
Marie Reimer, Innovationscenter for Økologisk Landbrug
Lars Egelund Olsen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug
Karin Loft Eybye, Teknologisk Institut
Dr. Claudia Cleysac, Döhler
Lisbeth Ankersen, InnovaConsult
Susanne Danielsen, Valsemøllen
Michael Erlang-Nielsen, Teknologisk Institut

Redaktør:

Bente Svane, SEGES Innovation

Henvendelse vedr. rapporten

Tove Mariegaard Pedersen, Innovationscenter for Økologisk Landbrug, tove@icoel.dk

Citeres som

Pedersen, T.M. et al., 2025. POATential – The potential of different Oat varieties for Oat drink. 84 sider. Innovationscenter for Økologisk Landbrug.

Finansiering

Støttet af Fonden for plantebaserede fødevarer.

Indholdsfortegnelse

Hovedkonklusion /sammendrag	4
Introduktion	5
Materialer og metoder	7
Tidslinje.....	7
Sortsvalg.....	7
Dyrkningsbetingelser.....	8
Tørring	9
Rensning, afskalning og opvarmning	10
Produktion af havrebase	10
Sensoriske analyser	11
Proteinindhold	11
Proteinanalyse (proteomics) – fordeling af vigtige proteiner	11
Proteinopløselighed	12
Fedtanalyser	12
Skumstabilitet og bobler	12
Flygtige komponenter i havrebase	13
Resultater, såsæd	14
Sorter af havre	14
Analyser af såsæd – afskalning	15
Sensoriske analyser af såsæd	15
Proteinindhold i såsæden.....	17
Proteinanalyse (proteomics) – fordeling af vigtige proteiner i såsæden.....	19
Protein opløselighed v. forskellige pH-værdier og saltkoncentrationer i såsæden	21
Fetindhold og upolært fedt i såsæden	21
Resultater, høstede kerner.....	25
Dyrkningsresultater og kvalitetsparametre i høstede kerner.....	25
Økologiske parceller.....	26
Konventionelle parceller.....	27
Sensoriske analyser af høstede kerner	29
Proteinindhold i de høstede kerner.....	31
Proteinanalyse (proteomics) – fordeling af vigtige proteiner i de høstede kerner.....	32
Protein opløselighed v. forskellige pH-værdier og saltkoncentrationer i høstede kerner.....	37
Fetindhold og upolært fedt i de høstede kerner.....	38
Fetindhold (NIR) og peroxidase aktivitet i de høstede kerner	40
Frie fedtsyrer - fordeling og total mængde i de høstede kerner	41
Resultater, havrebase	41
Sensoriske analyser af havrebase	41
pH, fedt- og proteinindhold i havrebase.....	54
Skumbarhed, havrebase	55
Flygtige komponenter i havrebase	56
Diskussion.....	57
Konklusion	61
Referencer/baggrundslitteratur	63
Appendix 1	63

Hovedkonklusion /sammendrag

POATential-projektet havde til formål at undersøge, hvordan havresort og økologisk/konventionel dyrkningsmetode påvirker kvaliteten af havre til havredrik. Ti sorter blev dyrket under henholdsvis økologiske og konventionelle forhold og analyseret for protein- og fedtindhold, proteinopløselighed, sensoriske egenskaber og funktionelle parametre.

Grundet en udfordrende vækstsæson lykkedes det kun at dyrke på én økologisk lokalitet, og der er kun høstet på i alt to lokaliteter. Det er derfor ikke muligt at drage entydige konklusioner ift. dyrkningsmetode, da eventuelle variationer kan skyldes andre forskelle imellem de to lokaliteter. Men resultaterne indikerer, at genetiske egenskaber har større betydning end dyrkningsmetode/lokalitet i forhold til en række kvalitetsegenskaber, og at sortsvalget har en betydning for kvaliteten af havredrikken.

Samtidig var forarbejdningen, herunder særligt varmebehandlingen, vigtigere end sortsvalget, idet varmebehandlingen påvirkede proteinopløselighed og dannelsen af flygtige komponenter, som påvirker funktionelle egenskaber og sensorik.

Sorter med både højt indhold af fedt og protein har klaret sig bedst i vores afprøvning ift. skumbarhed. Ingen sorter opnår optimal skumstabilitet, men sorterne Sonja, Fatima og Oliehavre klarer sig bedst.

Sensoriske analyser indikerer, at kernernes smagsprofil i nogen grad videreføres til havrebasen, men off-noter opstået under opbevaring/forarbejdning påvirker resultaterne. Off-noter opstår formodentligt som følge af flere svage Maillard-reaktioner og/eller oxidationsprocesser ved varmebehandling af havrekernerne efter afskalning og den efterfølgende UHT-behandling af havrebasen.

Projektets resultater underbygger, at man fremadrettet bør gå målrettet efter specifikke sorter/kvalitetsegenskaber og procesoptimering, der kan reducere variation i kvalitet og dermed styrke dansk havredrikproduktion.

Introduktion

Plantebaserede drikke som havredrik udbydes nu som et standard alternativ til mælk, og dansk havredrik er et klimavenligt valg sammenlignet med mandel- og risdrik. Fødevareindustrien efterspørger danskproducerede afgrøder til plantebaserede fødevarer også til eksportmarkedet, hvilket kræver en omstilling i landbruget, hvor 80% af landbrugsarealet anvendes til foderproduktion.

Havredriksproducenter har udfordringer med at skaffe råvarer af ensartet god kvalitet, da de funktionelle egenskaber kan variere fra parti til parti. Indtil nu har der ikke været meget fokus på at forbinde specifikke funktionelle egenskaber i havredrikken med bestemte kvalitetsparametre ved forskellige havresorter eller dyrkningsforhold.

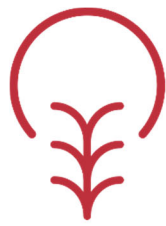
I projektet POATential sigter vi mod at identificere nøgleparametre for råvaren og betydning af sortvalg. En forståelse af variation indenfor havresorter vil kunne optimere havredrikke og samtidig understøtte landbrugets produktion af kvalitetshavre. Havredyrkning appellerer særligt til økologer, da havre er sund, nøjsom og konkurrencedygtig overfor ukrudt, og bidrager til et robust sædskifte.

Formålet med POATential er således at styrke primærproduktion af plantebaserede fødevarer med fokus på havre. Efterspørgslen efter plantebaserede produkter skaber en unik mulighed for at forbedre råvarekvaliteten. Projektet sigter mod optimeret havredyrkning ved at identificere de havresorter med de bedste kvaliteter til fødevareindustrien og undersøger om dyrkningsbetingelser påvirker de ønskede kvalitetsparametre.

Målet er at give landmænd den nødvendige viden og incitament til at dyrke kvalitetshavre, der opfylder fødevareindustriens krav. Dette er i overensstemmelse med målet om at øge volumen i dansk plantefødevareproduktion og fremme udviklingen af en mere bæredygtig og konkurrencedygtig sektor for plantebaserede fødevarer.

I projektet er der udvalgt forskelligartede sorter til opdyrkning med henblik på produktion af havredrik. Undervejs i processen laves funktionelle og sensoriske analyser af råmateriale og havrebase baseret på enkeltsorter.

Projektet er et samarbejdsprojekt med hele proceskæden repræsenteret ved deltagelse af Dragsbæk, Döhler, Valsemøllen, SEGES Innovation, Innovationscenter for Økologisk Landbrug, InnovaConsult og Teknologisk Institut. Innovationscenter for Økologisk Landbrug og SEGES Innovation har været ansvarlige for sortvalg, planlægning af opdyrkning, opgørelse af dyrkningsdata og koordinering mellem partnerne. Teknologisk Institut (Agro) har stået for den praktiske udførelse af opdyrkning og tørring, og Valsemøllen rensning, afskalning og varmebehandling. Döhler har lavet havrebaser og analyser heraf i samspil med Dragsbæk. InnovaConsult har udført sensoriske analyser af såsæd, høstede kerner og havrebase. Teknologisk Institut (Food) har lavet protein- og fedtanalyser på såsæd og høstede kerner samt analyseret for flygtige komponenter i havrebasen.



Innovationscenter
for Økologisk Landbrug

SEGES
INNOVATION



**VALSE
MØLLEN**
SIDEN 1899


Dragsbæk



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

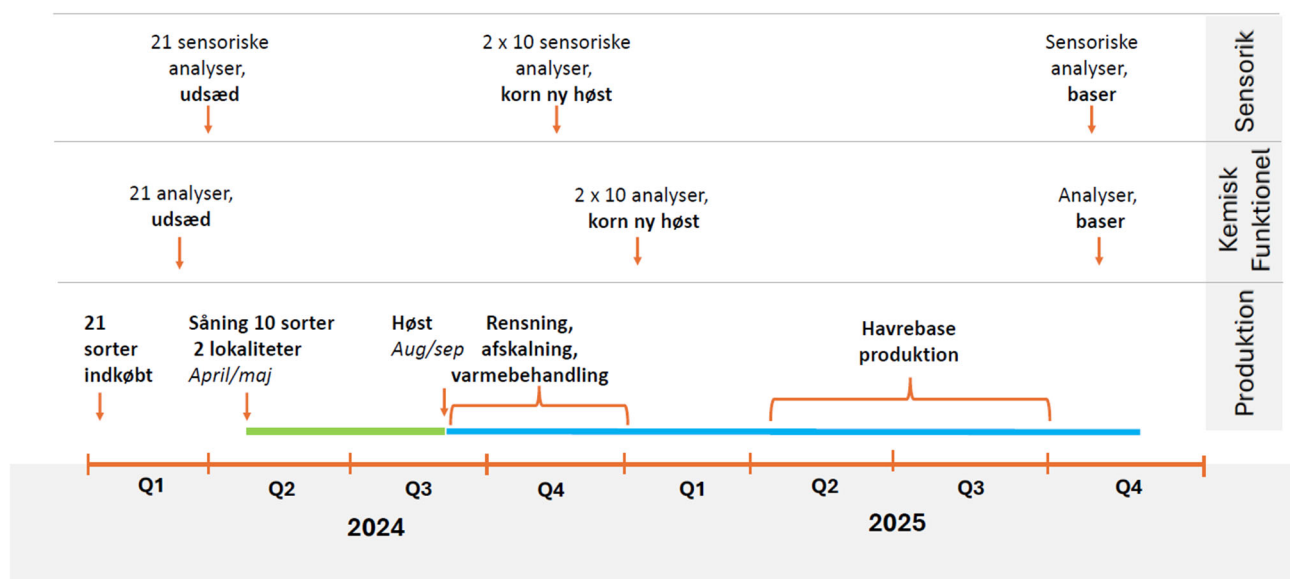
InnovaConsult

Materialer og metoder

Tidslinje

I figur 1 ses en overordnet tidslinje for kornets vej fra såsæd til havrebase, og de forskellige behandlinger og processer det har gennemgået, som er beskrevet i denne rapport.

Tidslinje for pOATential



Figur 1. Tidslinje for produktion, analyser og sensorisk evaluering

Sortsvalg

En meget udfordrende vækstsæson i 2023 resulterede i udbredt mangel på såsæd af havre til sæson 2024, og bestilling af såsæd blev fremskyndet til starten af januar 2024. 21 sorter blev udvalgt til analyse af bl.a. fedt- og proteinindhold. Af de 21 sorter blev 10 valgt til opdyrkning og videre processing. Der har været forskellige overvejelser inden udvælgelse af sorter. Kriterier for sortsvalg var:

- sorterne skulle komme fra flere forskellige forældre og med forskellig genetisk oprindelse
- sorter skulle være fra både konventionelle, økologiske og biodynamiske forædlingsprogrammer.
- sorterne skulle være forskellige

Der blev taget kontakt til forældre for at få deres anbefalinger til sorter både ift. dyrkning og kvalitets-egenskaber.

Der er valgt både velkendte og ukendte sorter ift. grynproduktion. Og der er valgt almindelige sorter med skal og sorter af nøgenhavre uden skaller. Desuden er der valgt sorter med højt og lavt indhold af fedt, protein og betaglucan. Der er også lagt vægt på at vælge sorter med og uden resistens mod havrecystenematoder (et vigtigt kriterie ved hyppig dyrkning af havre, som ses særligt i økologisk dyrkning), og så er der valgt sorter, som er højt ydende og andre, som giver lavere udbytter, men som besidder andre interessante egenskaber.

Dyrkningsbetingelser



Det var først muligt at så de konventionelle parceller 30. april og de økologiske 3. maj, hvilket er sent for havre. Foto: Michael Erlang-Nielsen, Teknologisk Institut.

Sorterne er dyrket under både økologiske og konventionelle dyrkningsbetingelser. Ud over om dyrkningen har været økologisk eller konventionel er der også andre forhold, som kan spille ind på kvaliteten af det høstede produkt - det kan være jordtype, management, ukrudtsbekæmpelse, gødningsniveau mv. Resultaterne kan kun give en indikation af, om der er forskelle på kvalitetsparametre grundet dyrkning/lokalitet. Der er brug for yderligere dyrkningsforsøg for at kunne konkludere, om eventuelle forskelle mellem havre dyrket på de forskellige lokaliteter skyldes økologiske/konventionelle dyrkningsbetingelser, eller om der er andre forhold, der spiller ind. Det vil kræve et mere omfattende forsøgs-setup.

Dyrkningsparcellerne var anlagt randomiseret, for at tage højde for evt. variation i marken. Geografisk var både den konventionelle og den økologiske lokalitet placeret på Djursland. De konventionelle parceller var anlagt på JB 6 jord og dyrket efter almindelig konventionel praksis, som omgivende mark. De økologiske parceller var anlagt på JB 3 jord, og gødsket i forbindelse med såbedstilberedning, som den omgivende mark. Foråret 2024 var meget udfordrende med store nedbørsmængder, og det var vanskeligt at finde egnede dyrkningsarealer, da mange arealer stod under vand, og potentielle dyrkningsarealer måtte kasseres. Det betød også, at såningen blev relativt sen for havre, der normalt er følsom overfor sen såning.

I de økologiske parceller blev der pløjet og gødet med Øgro før såning. Der blev sået d. 3. maj med en udsædsmængde beregnet ud fra at så 400 spiredygtige planter pr. kvadratmeter. I de konventionelle

parceller blev der nedfældet gylle før pløjning, og harvet før såning. Her blev der sået d. 30. april med en udsædsmængde beregnet ud fra at så 350 spiredygtige planter pr. kvadratmeter. Markspireprocent blev vurderet til 85% af såsædens spireevne i laboratoriet.

De økologiske parceller blev høstet d. 20. august og 3. september (kun en lille del af Talkito og oliehavren er høstet 3. september, for at sikre tilstrækkelig mængde), de konventionelle parceller blev høstet d. 28. + 29. august. Der er høstet med forsøgsmejetærsker, hvor der har været ekstra fokus på rengøring af maskineri mellem høstparcellerne, for at undgå sammenblanding af sorter.



Høst med forsøgsmejetærsker. Foto: Michael Erlang-Nielsen, Teknologisk Institut.

For hver sort er der anvendt såsæd af samme parti på de forskellige lokaliteter. Såsæden er bestilt fra en række forskellige lande, hvor den er dyrket under meget forskellige dyrkningsbetingelser og klimatiske forhold, og er opbevaret under varierende lagerforhold og af forskellig varighed. Analyseresultaterne af den indkøbte såsæd af de 21 sorter er derfor ikke kun et udtryk for sortsforskelle, men afspejler også de ovenstående forhold. Analyserne giver dog en indikation af de forskellige sorters egenskaber, og de ti sorter, som er udvalgt til opdyrkning, vil efter dyrkning på samme lokalitet og efter samme tørring og opbevaring ikke længere have denne bias, da dyrkningsforhold og lagring for disse vil være ens.

Der er ikke forsøgsmæssigt målt udbytter i forsøgene, men der er lavet en estimering af udbytter ved at veje det høstede udbytte.

Tørring

Teknologisk Institut har stået for høst og tørring af kornet. Kornet er høstet direkte i 20 kg lærreds-sække. Havren blev høstet relativt tørt med en vandprocent på cirka 14 pct. Straks efter høst blev sækkene med havren lagt på planlager og tørret med kold luft i cirka 3 dage for at sikre, at eventuelle

vandholdige ukrudtsfrø ikke gav anledning til "våde lommer", der kunne skabe mug og varmedannelse i den høstede afgrøde. Havren er efter tørring opbevaret tørt og køligt inden forsendelse til Valsemøllen. Vandprocenten ved ankomst hos Valsemøllen blev målt til mellem 13 og 14,9 % på FOSS infratec udstyr.



Kornet er høstet direkte i 20 kg lærredssække. Foto: Michael Erlang-Nielsen, Teknologisk Institut.

Rensning, afskalning og opvarmning

Efter tørring er der foretaget en rensning hos Valsemøllen. Der er frarensset strå, urenheder og kerner under 2 mm inden afskalning.

Havrekernernes evne til at kunne afskalles og andelen af skaller er vigtige egenskaber, når havre skal anvendes til konsum. Til bestemmelse af skalandel og andelen af afskallede kerner (vægtprocent), er der lavet en laboratorieafskalning af 50 g råvare i 1,5 min ved 5 Bar lufttryk hos Valsemøllen. De enkelte fraktioner er blevet vejet. En afskalningsprocent på 95 % er altså udtryk for at 5 % af kernerne (vægt) stadig har skal på efter afskalningsprocessen. Skalandelen er udregnet som forskellen i vægt før og efter afskalning i procent af vægten før afskalning.

Partierne til videre processing er afskallet ved Valsemøllens standard proces.

For at bremse enzymatiske oxidationsprocesser er kornet blevet dampbehandlet ved temperaturer op til knap 85 grader i cirka 45 minutter, hvorefter det er varmetørret i tilsvarende lang tid. Tiden for varmebehandling er fastlagt efter test af lipase- og peroxidaseaktivitet. Der er lavet en test for lipase- og peroxidaseaktivitet efter varmebehandling, for at sikre inaktivering af enzymet peroxidase, som kan forårsage oxidation af fedt i havren. De anvendte tests er OAT-CHECK I og OAT-CHECK II fra LSB Products.

Produktion af havrebase

Råvaren er blevet testet for peroxidaseaktivitet hos Döhler ved hjælp af Peroxidase Test MQuant fra MERCK og Peroxtesmo KO peroxidase-testpapir fra Macherey-Nagel. Frie fedtsyrer er blevet målt

med LC-MS-metoden. Döhler har et bredt udvalg af kommercielt tilgængelige havrebaser/havresirup og forarbejder regelmæssigt havre i deres fabrikker. En første pilotforsøgsrække blev gennemført på basis af 50 kg råmateriale af alle sorter, og en anden test på fem udvalgte sorter. Den proces, der blev valgt til projektet, begynder med vådformaling af råmaterialet med vand. Hydrolyse er blevet udført ved hjælp af enzymer, hvor amylaser nedbryder stivelsen til mindre fragmenter. Beta-glucanaser er nødvendige for yderligere at nedbryde viskositeten under forarbejdningen. Efter hydrolysen er der foretaget en ekstraktion, hvor uopløselige komponenter er fjernet ved centrifugering og dekantering. Endelig er der foretaget koncentration og konservering ved UHT ved 141 grader i 30 sekunder for at gøre havrebasen mere holdbar.

Havrebasen er derefter blevet analyseret for en række parametre med NIR-analyser: tørstofindhold samt fedt- og proteinindhold. Der er blevet udført præstationstests med en test af skumbarhed og en evaluering af havrebasen med hensyn til farve og sensoriske egenskaber.

Sensoriske analyser

Sensoriske analyser er udført af InnovaConsult. Der er ikke tale om et bredt smagspanel, men en enkelt "supersmager", som er ekspert i sensorik. Såsæden og de høstede kerner er afskallet inden den sensoriske test. Såsæden blev afskallet ved håndkraft og de høstede kerner er afskallet med laboratorieudstyr. Den sensoriske test er udført som en blindtest med beskrivelse af en række deskriptorer for smag, duft, konsistens og mundfølelse. Mennesket kan med tungen opfange de fem grundsmage (salt, surt, sødt, bittert, umami) og sammen med duftindtryk og mundfølelse kan der registreres omkring 10.000 forskellige smage. Der er identificeret 242 smags- og duftstoffer i havre, heraf er der omkring 194 deskriptorer. Til sammenligning har fløde 70 smags- og duftstoffer, hvoraf 39 er fælles med havre, og derfor kan havren have smagsnoter af bl.a. fløde. Det er ud fra disse forskellige deskriptorer, at der er lavet en objektiv vurdering af de enkelte sorter fra både økologisk og konventionelt dyrkede prøver.

Prøvekategori	Behandling inden sensorisk test
Såsæd (21 sorter)	Ingen varmebehandling. Afskallet manuelt før test
Høstede kerner (10 sorter)	Ingen varmebehandling. Afskallet på laboratorieudstyr; smagsprøver udtaget <i>før</i> efterfølgende varmebehandling.
Havrebase (udvalgte sorter)	Før UHT-behandling
Havrebase (udvalgte sorter)	Efter UHT-behandling

Proteinindhold

Teknologisk Institut har lavet analyser af protein af såsæden og de høstede kerner. Analyserne af såsæden er lavet med skal på kernerne. Analyser af den høstede vare er lavet efter afskalning og varmebehandling.

Der er målt proteinindhold i procent af råvare og i procent af tørvægt.

Proteinindhold er desuden målt hos Döhler med NIR.

Proteinanalyse (proteomics) – fordeling af vigtige proteiner

Der er lavet en kvantificering af nogle proteiner i både såsæd og i de høstede kerner. De undersøgte proteiner er (funktioner baseret på erfaring/litteratur):

- Albuminer, vigtige for skumbarhed, vandholdende evne ((WHC) og fedtbindende evne (FBC).
- Gluteliner, vigtige for emulsionsaktivitetsindeks (ESI).
- Prolaminer, vigtige både i forhold til emulsionsaktivitetsindeks og landtids skumstabilitet.
- Globuliner, som er mere betydende, når det kommer til kortsigtet skumstabilitet.

Proteinerne separeres ved hjælp af SDS-PAGE elektroforese, hvor proteinerne migrerer på en gel, som farves med Coomassie blå, for at identificere de enkelte bånd. Proteinprøver fra gelen proteolyseres i kortere peptider og ved hjælp af massespektrometri identificeres peptiderne, og peptidsekvenserne findes ved hjælp af en proteinsekvens database og ud fra dette identificeres proteinerne.

Proteinopløselighed

Proteinopløselighed er meget afhængig af pH. Ved det isoelektriske punkt, hvor proteiner har en neutral nettoladning, er de mindst opløselige. Det isoelektriske punkt for albuminer er ved pH 4,0-7,5, for globuliner er det cirka 5, og for prolaminer er det 5,0-9,0. Effekten af forskellige pH-værdier (4,5; 6,5 og 8,5) på proteinopløseligheden ved stuetemperatur er målt på havreprøverne, og så er der yderligere målt proteinopløselighed ved forskellige koncentrationer af NaCl (0,0; 0,1 og 0,5) ved de tre forskellige pH-værdier. Proteinindholdet er målt med Dumas metode (Nx6,25). Varmebehandling mindsker proteinopløseligheden med omkring 50 %, hvilket hænger sammen med, at proteinerne denaturerer, samtidig med at albumin og prolamin aggregerer ved høje temperaturer.

Fedtanalyser

Ligesom for proteinindhold har Teknologisk Institut lavet fedtanalyser af såsæden og de høstede kerner. Analyserne af såsæden er lavet med skal på kernerne. Analyser af den høstede vare er lavet efter afskalning og varmebehandling.

Indholdet af ikke-polært fedt er målt. Det er tidligere vist, at ved at fjerne ikke-polært fedt er der en forbedret skumdannelse og øget emulsionsstabilitet. Ikke-polært fedt i havre påvirker opløseligheden af proteiner. Det totale fedtindhold er målt med Bligh and Dyer princippet, som er en tottrins ekstraktion med cloroform, metanol og vand. Ikke-polært fedt indhold ekstraheres med 90:10 P-ether/diethylether (P/D), og det polære fedt ekstraheres med diethylether (D).

Fedtindhold er målt hos Döhler med NIR som procent af tørstof.

Skumstabilitet og bobler

Den planlagte analyse af skumdannelse og stabilitet hos Teknologisk Institut er ikke gennemført. Skumdannelse og stabilitet skulle måles ved hjælp af Turbiscan, og boblestørrelse og "draining" ved hjælp af elektron mikroskopi e.l. – men grundet udfordringer med råvaren, har Teknologisk Institut i stedet lavet analyser for flygtige komponenter i havrebasen. Skumtest af havrebaserne er udført af Döhler.

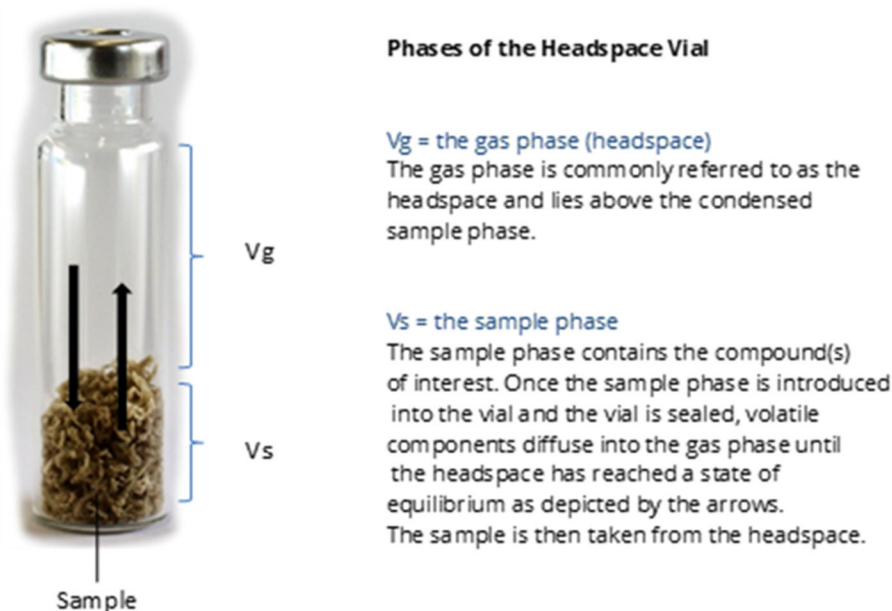
En havredrik forventes at kunne levere høj grad af skumvolumen uanset om den nydes afkølet, ved stuetemperatur eller opvarmet. Derfor testes havrebasen ved både lav og høj temperatur. Det er nemmest at identificere en kandidat med dårlig skumbarhed ved lave temperaturer, idet en kandidat med dårlig skumbarhed kan præstere et godt resultat ved høje temperaturer. Derfor er begge målinger vigtige for at have det komplette billede af skumkvaliteten.

Princippet bag metoden er at fremstille en blanding med havresirup, rapsolie, deioniseret vand og calciumcarbonat, dybest set en havredrik i laboratorieskala. Tilsætningen af calciumcarbonat er valgt for at udfordre skumdannelsesegenskaberne i matrixen, hvor der sammen med en dårlig skummer dannes en ustabil emulsion. Der anvendes en Turrax ved lav hastighed. Derudover udfordres skumdannelsesegenskaberne ved pasteurisering ved 95 °C med efterfølgende inkubation i et isbad og opbevaring natten over i køleskabet. I en almindelig havredrik er forholdet mellem protein og fedt omkring 1:3. I blandingen bruges dette forhold til testen.

Ved hjælp af en konventionel skumningsanordning (mælkeskummer GRAEF) skummes 200 ml af havredrikken i laboratorieskala. En dårlig skummer identificeres, når skumvolumenet er mindre end 250 ml, en medium skummer er mellem 250 ml og 305 ml, og en god skummer er over 305 ml. Denne anordning er dog modtagelig for funktionsfejl, når den bruges dagligt i laboratoriet. For at gøre varmskumning mere robust blev der introduceret et forvarmningstrin ved hjælp af et vandbad.

Flygtige komponenter i havrebase

Der er foretaget analyser af flygtige komponenter fra havrebasen ved hjælp af Static headspace GC (koblet med FID og MS detektor). Her analyseres gasfasen fra et lukket glas efter at der har indfundet sig en ligevægtstilstand mellem stof og gasfase (=headspace). Gassen analyseres ved hjælp af massespektrometri og GC "peaks" identificeres. Jo højere et peak desto højere koncentration af den flygtige komponent. Til at identificere de enkelte komponenter er der anvendt NIST database (NIST 2020). Arealet af det enkelte peak er blevet anvendt til at bestemme koncentrationen af den enkelte komponent.



Figur 2. Illustration af faser i "headspace vial"/ hætteglas. Fra Teknologisk Institut.

Der er lavet analyser af konventionelt dyrket Scotty, Sonja, Active, NOS Conrad og Oliehavre samt økologisk dyrket Oliehavre. Illustration fra Teknologisk Institut.

Resultater, såsæd

Sorter af havre

De udvalgte havresorter stammer fra forældre i England, Tyskland, Finland, Sverige, Østrig, Frankrig, Nederlandene og Danmark og forventes at have forskellige funktionelle og sensoriske egenskaber. Nemesis, Dominik og NOS Conrad er nematoderesistente sorter ifølge den danske beskrivende sortliste. Talkito og østrigsk bitterhavre er nøgen havre. Forælderne oplyser, at oliehavre har et meget højt fedtindhold og Active et højt betaglycanindhold. Fatima er en sort kendt for højt fedt- og proteinindhold. Sonja er en ny finsk sort, som af forælderen anbefales til havredrik. Se udvalgte karakteristika i tabel 1 og 2.

Tabel 1. Havresorter til opdyrkning og analyser, udvalgte karakteristika

Havresorter	Forædler	Karakteristika
Scotty	Nordsaat	Kendt sort til grynproduktion hos Valsemøllen, Tyskland
Fatima	Svalöv/Lantmännen	Højt fedt indhold (danske forsøg 2016), Sverige
Sonja	Boreal	Ny sort, anbefalet til havredrik af forædler, Finland
Active	Svalöv/Lantmännen	Sort med højt betaglycan indhold, Sverige
Merlin	Selgen	Sort der kan klare meget nedbør, UK
Elison	Edelhof	Sælges i DK, er afprøvet i økologiske danske forsøg, Østrig
Nemesis	Svalöv/Lantmännen	Nematode resistent sort, Sverige
NOS Conrad	Nordic Seed	Ny sort med nematode resistens, Danmark/Tyskland
Oliehavre	Landsorten	Økologisk sort med højt fedtindhold, Danmark
Talkito	Cultivari	Nøgen havre fra biodynamisk forædling, Tyskland

Tabel 2. Yderligere havresorter til analyser (ingen opdyrkning), udvalgte karakteristika

Havresorter	Forædler	Karakteristika
Dominik	Saatzucht B. Bauer	Kendt sort (nematoderesistent) til grynproduktion hos Valsemøllen, Tyskland
Østr. bitterhavre	Landsorten	Nøgen havre for Landsorten, Østrig
Symphony	Nordsaat	Kendt sort til grynproduktion hos Valsemøllen, Tyskland
Caddy	Nordsaat	Udbredt sort i Danmark, Tyskland
Lion	Nordsaat	Kendt sort til grynproduktion hos Valsemøllen, Tyskland
Talkunar	Cultivari	Biodynamisk sort, nøgen havre med store kerner, Tyskland
NOS 81962-12	Nordic Seed	Ny sort, Danmark/Tyskland
RGT Skara	RAGT	Ny sort, Frankrig
Dådyrhavre	Landrace	Landrace der dyrkes i Danmark
WPB Oscar	Wiersum	Udbredt sort i Danmark, Nederlandene
Kaspero	Dottenfelderhof	Biodynamisk sort, god afskalbarhed, Tyskland

Analysér af såsæd – afskalning

Der har ved laboratorieafskalning været stor variation i skalandelen og andelen af afskallede kerner for de enkelte sorter, se tabel 3. Højest skalandel er målt i Kaspero med 33,3 %, efterfulgt af Nemesis med 30,6 %. Lavest skalandel er fundet i Symphony og Elison med hhv. 18,6 og 18,7 %. Ved udregning af skalandel er kerner, der ikke er afskallede, ikke medregnet. Andelen af afskallede kerner varierer fra 98,8 % i Symphony til 63,8 % i RGT Skara.

Tabel 3. Laboratorieafskalning (såsæd)

Havresorter	Afskalning	
	Skalandel af råvare, pct.	Afskallede kerner, pct.
Scotty	25,3	94,2
Fatima	23,2	91,0
Sonja	26,1	78,5
Active	21,8	91,9
Merlin	21,2	94,9
Elison	18,7	70,6
Nemesis	30,6	97,1
NOS Conrad	25,6	85,8
Oliehavre	25,4	97,9
Talkito (nøgen)	-	-
Dominik	20,2	80,7
Østr. Bitterhavre (nøgen)	-	-
Symphony	18,6	98,8
Caddy	23,5	92,7
Lion	25,2	96,6
Talkunar (nøgen)	-	-
NOS 81962-12	29,6	87,2
RGT Skara	25,6	63,8
Dådyrhavre	26,6	89,7
WBP Oscar	29,7	85,2
Kaspero	33,3	78,7

Sensoriske analyser af såsæd

I den sensoriske test af såsæden er der fundet 30 smags- og duft deskriptorer samt 15 konsistens og mundfølelse deskriptorer.

De 30 smags- og duft deskriptorer er: Besk, bitter, brød, fed, fløde, fuglegræs, grøn, harsk, havre, havregryn, hø, intens, jordslået, klid, korn, kornloft, kornstøv, kældernote, majstråde, manna fra elmetræer, mel, mild, nød, offnote, oxideret, ren (ingen offnoter), skarp, syrlig, sød, vådt hø.

De 15 konsistens og mundfølelse deskriptorer er: Blød, elastisk, fast, faste residualstykker, glat (overflade), glutenagtig, hård, klistret, kradsen-i-halsen, melet, melet overflade, ru overflade, sandet, slimet (som havregrød), tør (overflade).

PowerPoint præsentation af data for hver sort er vedlagt som bilag 1.



Der er stor visuel forskellighed på de 21 havresorter (såsæd) – ses her med skal på. Skalandelen har varieret fra 18,6-33,3 procent. Fotos: Karin Loft Eybye, Teknologisk Institut.



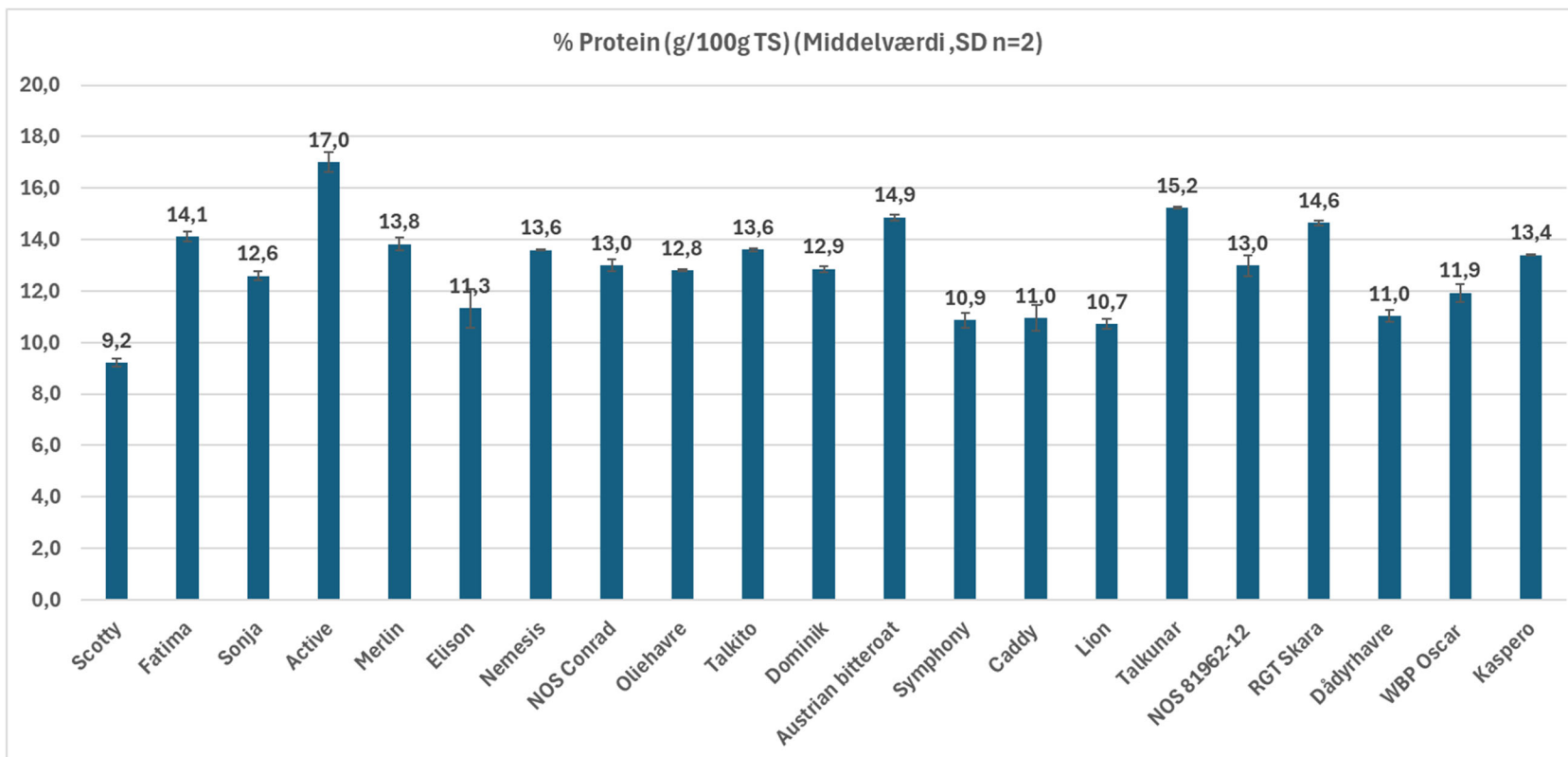
Ved testen er prøverne af de enkelte havresorter (såsæd) anonymiseret, for at undgå bias. Foto: Lisbeth Ankersen, InnovaConsult

Proteinindhold i såsæden

I tabel 4 ses, at proteinindholdet i kernerne varierer mellem 8,1 g i Scotty og 15,1 g i Active ud af 100 g havre. Af tørvægten er de tilsvarende værdier mellem 9,2 og 17,0 g pr. 100 g tørvægt. I figur 3 ses proteinindhold i tørstof.

Tabel 4. Proteinindhold i såsæden

	% protein (g/100 g havre) Gennemsnit og standardafv.	% protein (g/100 g tør- vægt) Gennemsnit og standardafv.
Scotty	8,1 ± 0,1	9,2 ± 0,2
Fatima	12,6 ± 0,2	14,1 ± 0,2
Sonja	11,4 ± 0,2	12,6 ± 0,2
Active	15,1 ± 0,3	17,0 ± 0,4
Merlin	12,3 ± 0,2	13,8 ± 0,2
Elison	10,0 ± 0,7	11,3 ± 0,8
Nemesis	12,1 ± 0,0	13,6 ± 0,0
NOS Conrad	11,6 ± 0,2	13,0 ± 0,2
Oliehavre	11,1 ± 0,0	12,8 ± 0,1
Talkito	11,9 ± 0,0	13,6 ± 0,1
Dominik	11,2 ± 0,1	12,9 ± 0,1
Østr. bitterhavre	12,4 ± 0,1	14,9 ± 0,1
Symphony	9,5 ± 0,3	10,9 ± 0,3
Caddy	9,6 ± 0,4	11,0 ± 0,5
Lion	9,4 ± 0,2	10,7 ± 0,2
Talkunar	13,4 ± 0,0	15,2 ± 0,0
NOS 81962-12	11,4 ± 0,3	13,0 ± 0,4
RGT Skara	12,8 ± 0,1	14,6 ± 0,1
Dådyrhavre	9,5 ± 0,2	11,0 ± 0,2
WBP Oscar	10,5 ± 0,3	11,9 ± 0,4
Kaspero	11,8 ± 0,0	13,4 ± 0,0



Figur 3. Proteinindhold, procent af tørstof i 21 havresorter (såsæd).

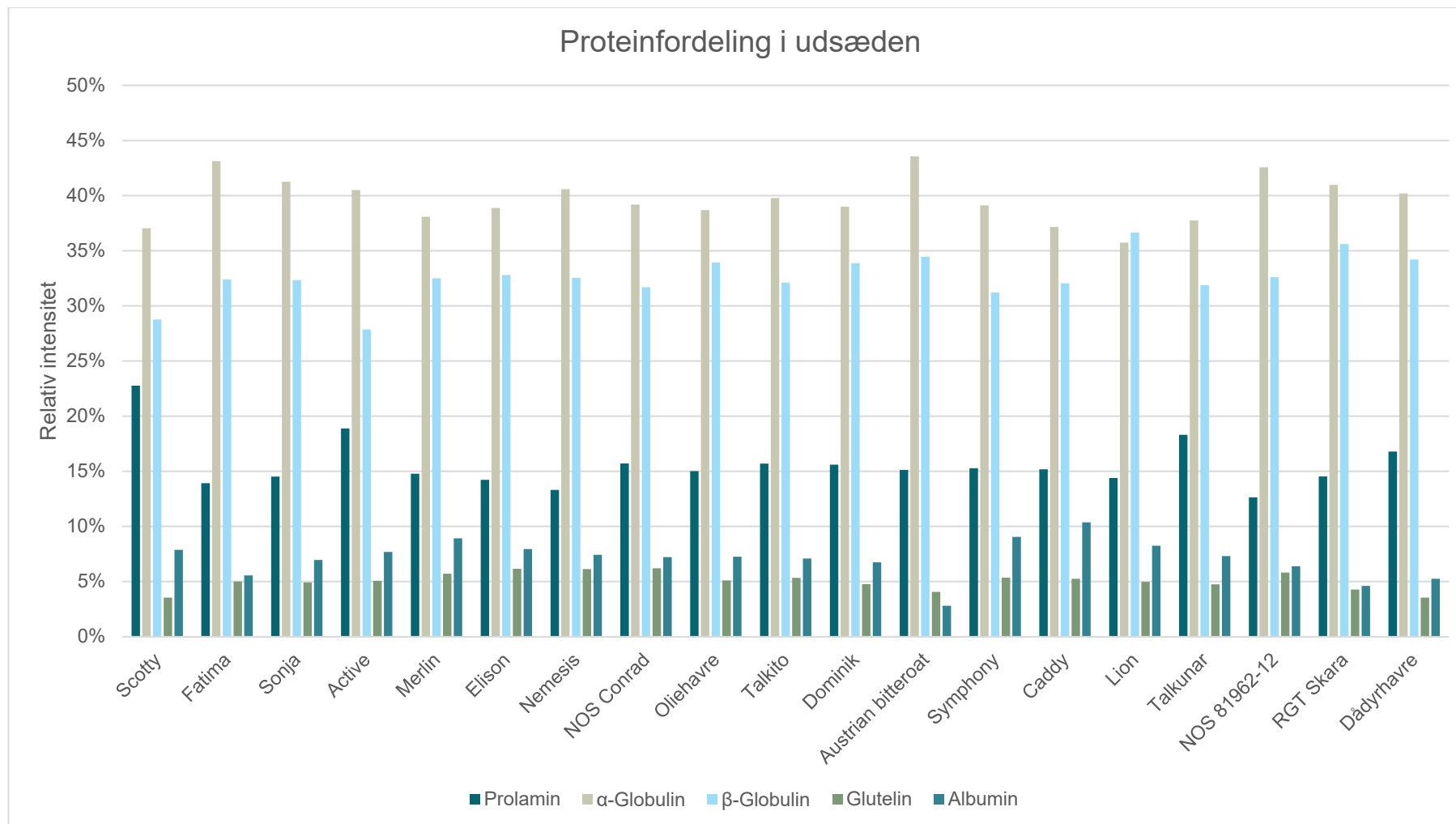
Proteinanalyse (proteomics) – fordeling af vigtige proteiner i såsæden

I tabel 5 ses den procentvise fordeling af de fire hovedtyper af protein – nemlig prolamin, globulin, albumin og glutelin. Prolamin udgør mellem 11 procent i Kaspero og 23 procent i Scotty af det samlede protein. α -Globulin udgør mellem 36 procent i Lion og 44 procent i Østrigsk bitterhavre, og β -Globulin udgør mellem 28 procent i Active og 37 procent i Lion. Glutein udgør mellem 4 og 6 procent med flere sorter på samme niveau. Albumin udgør mellem 5 procent i RGT Skara og Dådyrhavre til 10 procent i Caddy. Der ses altså variation i proteinfordelingen mellem hovedgrupperne af proteiner.

Tabel 5. Proteinfordeling i kerner af 21 havresorter (såsæd)

% fordeling	Prolamin	α -Globulin	β -Globulin	Glutelin	Albumin
Scotty	23	37	29	4	8
Fatima	14	43	32	5	6
Sonja	15	41	32	5	7
Active	19	40	28	5	8
Merlin	15	38	33	6	9
Elison	14	39	33	6	8
Nemisis	13	41	33	6	7
NOS Conrad	16	39	32	6	7
Oliehavre	15	39	34	5	7
Talkito	16	40	32	5	7
Dominik	16	39	34	5	7
Østr. bitterhavre	15	44	34	4	3
Symphony	15	39	31	5	9
Caddy	15	37	32	5	10
Lion	14	36	37	5	8
Talkunar	18	38	32	5	7
NOS 81962-12	13	43	33	6	6
RGT Skara	15	41	36	4	5
Dådyrhavre	17	40	34	4	5
WBP Oscar	16	40	33	5	6
Kaspero	11	39	37	6	7

I figur 4 er der lavet en grafisk fremstilling af variationen i proteinfordeling mellem sorterne.



Figur 4. Proteinfordeling i 21 havresorter (såsæd).

Proteinopløselighed v. forskellig pH-værdi og saltkoncentration i såsæden

I tabel 6 er vist gennemsnit for proteinopløseligheden ved tre forskellige pH værdier og tre forskellige saltkoncentrationer. Rød farve indikerer lavere opløselighed ved øget farveintensitet, og farven grøn indikerer højere proteinopløselighed ved øget farveintensitet.

Tabel 6. Værdier viser gennemsnit i procent opløseligt protein i havresorter (såsæd) ved pH 4,5, pH 7,5 og pH 8,5, ved tre saltkoncentrationer.

	pH 4,5			pH 7,5			pH 8,5		
	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl
Scotty	14,3	14,1	16,2	18,1	18,8	19,4	24,4	24,1	24,3
Fatima	12,9	13,1	14,3	17,1	17,0	15,9	21,9	22,5	20,7
Sonja	16,2	15,7	17,5	18,8	20,2	20,8	25,1	23,5	24,9
Active	11,9	11,6	13,0	14,3	15,7	16,2	19,7	20,0	19,5
Merlin	13,2	12,7	14,1	15,8	16,8	16,4	20,1	19,8	18,6
Elison	13,1	13,5	14,7	16,6	17,7	17,8	22,8	21,8	20,7
Nemesis	12,9	12,8	14,3	17,3	17,8	19,4	23,1	22,3	23,1
NOS Conrad	11,6	11,6	13,1	15,3	15,6	17,0	19,6	19,7	20,4
Oliehavre	11,1	11,1	12,0	13,4	15,6	16,1	18,0	15,9	16,2
Talkito	11,6	12,2	13,7	15,4	14,6	15,8	18,6	18,2	17,4
Dominik	11,4	10,6	12,1	15,3	15,2	15,4	21,9	21,2	22,5
Østrigsk Bitterhavre	12,9	12,7	14,2	15,3	15,7	15,7	19,9	19,4	19,9
Symphony	13,1	13,3	15,1	16,9	17,5	19,1	23,6	23,9	25,3
Caddy	12,5	13,1	13,6	16,5	16,6	17,8	23,7	22,9	23,8
Lion	14,2	13,2	15,3	17,8	18,6	19,0	24,9	24,9	24,7
Talkunar	13,6	13,5	15,2	16,5	17,7	18,2	21,7	20,7	20,8
NOS 81962-12	12,2	11,9	13,4	17,3	16,6	18,0	20,9	20,4	20,8
RGT Skara	9,5	9,6	10,7	12,7	13,6	14,0	19,1	18,2	19,5
Dådyrhavre	13,7	13,9	15,3	17,7	17,8	18,6	22,7	21,1	21,6
WBP Oscar	14,1	14,3	15,7	17,6	19,1	19,4	26,4	26,1	27,6
Kaspero	12,3	12,3	13,2	14,6	16,0	15,8	19,3	17,5	17,5

I tabel 6 ses, at der fx er lav proteinopløselighed i sorten RGT Skara, særligt ved lav pH. Og høj proteinopløselighed ses fx i sorterne WBP Oscar, Lion og Sonja. Ved lav pH ser proteinopløseligheden ud til at stige ved stigende saltkoncentration.

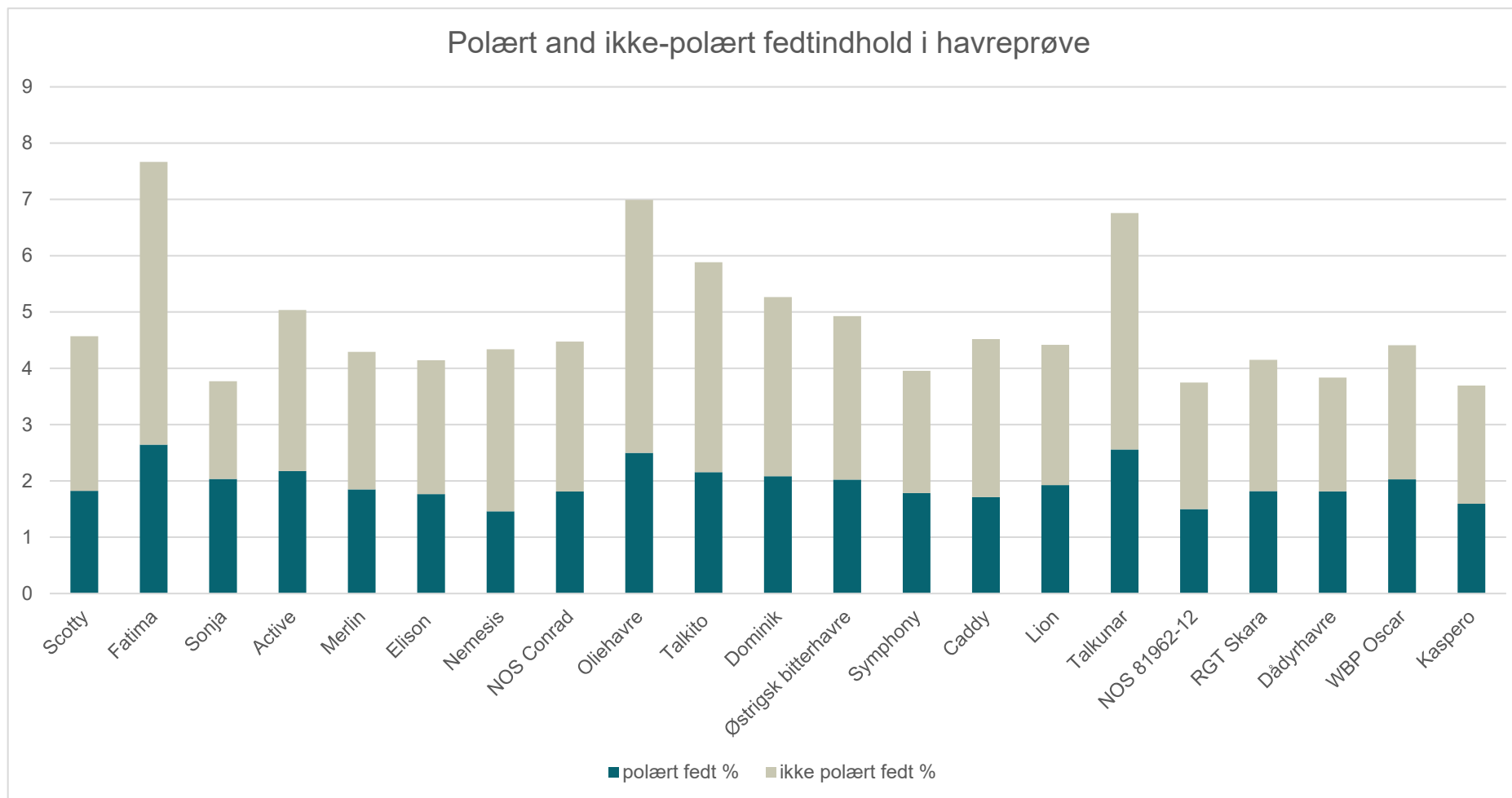
Fedtindhold og upolært fedt i såsæden

nalyserne er lavet på såsæd med skaller, hvilket er vigtigt at være opmærksom på, når der både indgår sorter med og uden skal (nøgenhavre). Fedtprocenten var højest i Fatima og Oliehavre og Talkunar, og lavest i Kaspero, Dådyrhavre, NOS 81962-12 og Sonja. Andelen af upolært fedt ud af den samlede fedtmængde var højest i Nemesis og Fatima og betydeligt mindre i Sonja. Andelen af

upolært fedt ud af den samlede vægt af kernen er højest i Fatima efterfulgt af Oliehavre og Talkunar. Lavest andel upolært fedt i Sonja. Se tabel 7 og figur 5.

Tabel 7. Fedtindhold og andel af upolært fedt i havrekerner (såsæd med skal)

	% fedt i kerne (g/100g)	% upolært fedt (g/100 g)	g upolært fedt/100 g kerne
Scotty	4,6 ± 0,0	60,1 ± 0,3	2,8 ± 0,0
Fatima	7,7 ± 0,4	65,5 ± 1,8	5,0 ± 0,1
Sonja	3,8 ± 0,1	46,0 ± 0,4	1,7 ± 0,0
Active	5,0 ± 0,1	56,8 ± 1,1	2,9 ± 0,1
Merlin	4,3 ± 0,0	56,9 ± 0,5	2,4 ± 0,0
Elison	4,1 ± 0,7	57,4 ± 1,4	2,4 ± 0,1
Nemesis	4,3 ± 0,1	66,3 ± 0,0	2,9 ± 0,0
NOS Conrad	4,5 ± 0,0	59,5 ± 0,3	2,7 ± 0,0
Oliehavre	7,0 ± 0,3	64,3 ± 2,5	4,5 ± 0,2
Talkito	5,9 ± 0,1	63,4 ± 1,3	3,7 ± 0,1
Dominik	5,3 ± 0,5	60,4 ± 5,1	3,2 ± 0,3
Østr. bitterhavre	4,9 ± 0,0	58,9 ± 1,2	2,9 ± 0,1
Symphony	4,0 ± 0,1	54,9 ± 0,2	2,2 ± 0,0
Caddy	4,5 ± 0,1	62,1 ± 0,4	2,8 ± 0,0
Lion	4,4 ± 0,1	56,4 ± 1,0	2,5 ± 0,1
Talkunar	6,8 ± 0,2	62,2 ± 5,5	4,2 ± 0,4
NOS 81962-12	3,8 ± 0,1	60,0 ± 0,9	2,3 ± 0,0
RGT Skara	4,2 ± 0,1	56,2 ± 1,2	2,3 ± 0,1
Dådyrhavre	3,8 ± 0,2	52,7 ± 0,4	2,0 ± 0,0
WBP Oscar	4,4 ± 0,1	54,0 ± 2,1	2,4 ± 0,1
Kaspero	3,7 ± 0,4	56,9 ± 2,9	2,1 ± 0,1



Figur 5. Fedtindhold i havresorter (såsæd). Summen af søjlerne er fedtprocent i havreprøven, og den lyse del af søjlen er den andel af fedtprocenten, som er upolært fedt.



De indledende analyser af såsæden er lavet på kerner med skal. Foto: Karin Loft Eybye, Teknologisk Institut

Resultater, høstede kerner

I nedenstående betegnes prøver fra den økologiske lokalitet Ø og fra den konventionelle lokalitet K.

Dyrkningsresultater og kvalitetsparametre i høstede kerner

Der er dyrket ti havresorter som råmateriale til havredrik under henholdsvis konventionelle og økologiske dyrkningsforhold. Der er registreret dyrkningsegenskaber og sygdomme i vækstsæsonen. Der er ikke foretaget registrering af sygdomsangreb efter 31. maj.



De økologiske parceller er tilført ØGRO inden anlæg af forsøgsparceller. Foto: Michael Erlang-Nielsen, Teknologisk Institut.

Økologiske parceller

I forbindelse med høst er den høstede mængde korn vejet, og der er anslået et udbytte på mellem 15 og 47 hkg pr. ha i de forskellige sorter, men da der ikke er tale om et udbytteforsøg, angives der ikke udbytter for de enkelte sorter i afrapporteringen. De lave økologiske udbytter vurderes til dels at skyldes det lave gødningsniveau, det sene såtidspunkt samt konkurrencen fra ukrudtet i parceller med et lavt plantetal.

I enkelte af sorterne har der været meget lav spireevne, og ved beregning af udsædsmængden er det tilstræbt at kompensere ved at øge udsædsmængden tilsvarende. Nøgenhavres skaller falder af under tærskning, og det gør kernerne mere følsomme for mekanisk påvirkning og svampeangreb, hvilket kan være med til at forklare den lave spireevne, der blev observeret i nøgenhavren.

I nøgenhavren Talkito har der været lav plantebestand og en meget høj ukrudtsdækning på 88 procent den 31. maj. I de øvrige sorter har ukrudtsdækningen varieret mellem 26 og 36 procent den 31. maj, og der har været normal fremspiring.

Fatima og Oliehavre er de højeste sorter med en strå længde på henholdsvis 101 og 102 cm. Talkito og NOS Conrad er de laveste sorter med en strå længde på henholdsvis 79 og 82 cm. Der har ikke været lejesæd i nogen af sorterne og kun lidt nedknækning af strå i Oliehavre og Scotty. Se dyrkningsresultater i tabel 8.

Tabel 8. Økologisk dyrkede havresorter – dyrkningsresultater, 2024

Havre		Forår	31/5	Før høst		
		Plantebestand ¹⁾	Ukrudt, pct. dækning	Strå-længde, cm	Lejesæd ¹⁾	Nedknækning strå
Sorter						
Ø1	Scotty	10	32	95	0	1,5
Ø2	Fatima	10	28	101	0	0
Ø3	Sonja	10	32	79	0	0
Ø4	Active	10	36	90	0	0
Ø5	Merlin	10	26	84	0	0
Ø6	Elison	10	34	92	0	0
Ø7	Nemesis	10	30	88	0	0
Ø8	NOS Conrad	10	30	82	0	0
Ø9	Oliehavre	10	33	102	0	2,0
Ø10	Talkito (nøgen havre)	7	88	79	0	0

¹⁾ Skala 0-10, 0=ingen, 10=tæt plantebestand, helt i leje, helt nedknækket.

Nøgenhavrens kerner er mindre end kerner med skal, og det skal man være opmærksom på, når man undersøger kvalitetsparametrene. Flere af sorterne har en høj rumvægt, der spænder fra 50,5 til 60,6 kg pr. hl, med den højeste rumvægt i Talkito, som er en nøgenhavre. Herefter følger Elison med 54,2 kg pr. hl. Merlin og NOS Conrad har de højeste tusindkornsvægte på henholdsvis 47,1 og 44,4 g, og Talkito har den laveste tusindkornsvægt på 31,6 g efterfulgt af Fatima og Active med 34,4 g. Det hænger sammen med, at Talkito og Fatima kun har henholdsvis 13 og 28 procent kerner, som er over 2,5 mm og henholdsvis 4 og 3 procent kerner, som er over 2,8 mm. Den fraktion, som er under 2 mm, frasorteres på møllen. Fatima har 3,8 procent kerner under 2 mm. Merlin og Scotty 88 procent kerner

over 2,5 mm og henholdsvis 40 og 36 procent kerner over 2,8 mm, og kun henholdsvis 0,4 og 0,6 procent kerner under 2 mm. Det højeste proteinindhold findes i Talkito på 14,8 procent, hvilket hænger sammen med, at det er en nøgenhavre. Active har et proteinindhold på 13,5 procent, hvilket er højt sammenlignet med de øvrige sorter, som ligger mellem 10,1 og 11,8 procent. Skalandelen af råvaren efter laboratorieafskalning udgør fra 20,2 procent i NOS Conrad til 29,8 procent i Oliehavre. Andelen af afskallede kerner ligger på mellem 90,0 procent i Fatima og 96,9 procent i Oliehavre. Se kvalitetsparametre for de enkelte sorter i tabel 9.

Tabel 9. Økologisk dyrkede havresorter - kvalitetsparametre

Havre		Rå-protein, pct. af TS	Rum-vægt, kg. pr. hl	TKV, g	Sortering, pct. kerner			Afskalning	
					< 2 mm	> 2,5 mm	> 2,8 mm	Skalandel af råvare, pct.	Afskallede kerner, pct.
Sorter									
Ø1	Scotty	10,5	52,4	43,0	0,6	88	36	26,4	96,4
Ø2	Fatima	11,8	52,2	34,4	3,8	28	2,6	28,0	90,0
Ø3	Sonja	10,8	50,5	42,8	0,7	84	29	27,0	95,8
Ø4	Active	13,5	53,7	34,4	1,5	37	4	27,6	91,1
Ø5	Merlin	10,3	53,2	47,1	0,4	88	40	24,8	95,7
Ø6	Elison	11,0	54,2	43,0	0,9	84	33	21,0	93,7
Ø7	Nemesis	11,2	50,8	43,2	0,8	85	27	24,4	94,6
Ø8	NOS Conrad	10,1	52,7	44,4	1,1	82	36	20,2	95,1
Ø9	Oliehavre	11,4	51,9	39,2	1,7	68	24	29,8	96,9
Ø10	Talkito	14,8	60,6	31,6	-	13	4,5	-	-

Konventionelle parceller

Anslåede udbytter ligger mellem 36 og 76 hkg pr. ha i de forskellige sorter. Det mindste udbytte er opnået i nøgenhavren Talkito. I almindelig havre udgør skallerne en betydelig del af udbyttet. Selv om der er forsøgt kompenseret for lav spireevne i enkelte af sorterne ved at øge udsædsmængden, har plantebestanden alligevel været forholdsvis lav i nogle af sorterne.

Fatima, Active, Elison og Oliehavre er de højeste sorter med en strålængde på 104 til 110 cm. Sonja, Scotty, Talkito og NOS Conrad er de laveste sorter med strålængder på 94 til 98 cm. Der har været lidt lejesæd i fem af sorterne, men noget mere i Oliehavre. Dette kan hænge sammen med, at Oliehavre er en høj sort forædlet til økologiske dyrkningsforhold, hvor højden giver konkurrence til ukrudtet, og samtidig er kvælstofinputtet typisk betydeligt lavere end i konventionel dyrkning, og dermed er væksten ikke så kraftig, som det ses under konventionelle dyrkningsforhold. Nedknækningen af strå har været betydelig i Scotty og NOS Conrad med karakterer på 7 og 6. Se tabel 10.

Tabel 10. Konventionelt dyrkede havresorter - dyrkningsresultater

Havre		Forår	Før høst		
		Plantebe- stand ¹⁾	Strå- længde, cm	Leje- sæd ¹⁾	Ned- knæk- ning strå
Sorter					
K1	Scotty	8	96	0,6	7
K2	Fatima	7	104	1,0	1,8
K3	Sonja	7	94	0	1,4
K4	Active	6	110	0,4	2,2
K5	Merlin	6	100	0,6	3,0
K6	Elison	7	108	0	1,8
K7	Nemesis	8	102	0,4	1,2
K8	NOS Conrad	8	98	1,0	6
K9	Oliehavre	7	108	4,0	2,3
K10	Talkito	7	97	1,3	1,2

¹⁾ Skala 0-10, 0=ingen, 10=tæt plantebestand, helt i leje, helt nedknækket.

Flere af sorterne har en forholdsvis høj rumvægt for havre, der spænder fra 50,8 til 57,6 kg pr. hl, med den højeste rumvægt i Talkito, der er en nøgenhavre, men de almindelige sorter Fatima, Active og Elison har rumvægte på over 54 kg pr. hl. Merlin har den højeste tusindkornsvægt på 41,5 g, og Talkito har den laveste tusindkornsvægt på 27,7 g. Tusindkornsvægten hænger sammen med sorteringen, og Talkito, Fatima og Active har en meget lav sortering, mens Scotty, Sonja og Merlin har en høj sortering. Fatima har 6,9 procent kerner under 2 mm, som er den fraktion, der sorteres fra på møllen. Til sammenligning har Nemesis og Merlin kun henholdsvis 0,7 og 0,9 procent kerner under 2 mm. Det højeste proteinindhold findes i Active på 13,1 procent, hvilket er højt sammenlignet med de øvrige sorter, som ligger mellem 10,7 og 12,6 procent. Se tabel 11.

Tabel 11. Konventionelt dyrkede havresorter - kvalitetsparametre

Havre		Rå- pro- tein, pct. af TS	Rum- vægt, kg. pr. hl	TKV, g	Sortering, pct. ker- ner			Afskalning	
					< 2 mm	> 2,5 mm	> 2,8 mm	Skalan- del af rå- vare, pct.	Afskal- lede ker- ner, pct.
Sorter									
K1	Scotty	11,2	51,6	38,5	1,8	78	22	29,2	97,9
K2	Fatima	12,6	54,3	33,7	6,9	22	2	26,6	94,0
K3	Sonja	11,2	51,6	40,5	1,4	77	12	30,8	97,2
K4	Active	13,1	54,8	34,0	3,4	22	2	27,6	96,7
K5	Merlin	12,0	52,5	41,5	0,9	81	30	26,4	99,0
K6	Elison	10,7	54,6	39,9	1,5	65	14	25,2	96,9
K7	Nemesis	11,2	52,5	40,0	0,7	72	16	30,8	99,5
K8	NOS Conrad	12,0	50,8	38,6	2,2	75	21	27,2	97,9
K9	Oliehavre	11,9	51,5	37,6	4,0	56	17	25,8	99,1
K10	Talkito	12,1	57,6	27,7	-	5	2	-	

Sensoriske analyser af høstede kerner

Resultater fra de sensoriske tests er gengivet i tabel 12, hvor prøverne fra de økologiske og de konventionelle parceller er opstillet parvis efter hinanden. Nummereringen af prøverne er den samme som i tabel 8-11. Der er tilføjet en smagsvurdering fra sensorikeren, symboliseret ved en glad eller en utilfreds emoji.



På foto ses de økologisk og konventionelt dyrkede prøver lagt op parvis og til højre ses prøver af såsæden. Foto: Lisbeth Ankersen, InnovaConsult

Tabel 12. Sensorisk test af høstede og afskallede kerner (laboratorie afskalning) – næste side

Prøve nr.	Duft	Smag		Konsistens+mundfø- lelse	Visuel
Ø1 Scotty	Mild, korn	Sød, fed, havre, fløde, mild, korn, nød, mel, ren	😊	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Som såsæden *
K1 Scotty	Mild, lidt havre	Havre, fløde, korn, mel, brød, nød, anelse bitter eftersmag	😞	Som såsæden, men kun svag kradsen i halsen	Som såsæden *
Ø2 Fatima	Meget mild	Havre, korn, mel, nød, brød, anelse bitter eftersmag	😞	Som fra såsæden, uden kradsen i halsen	Som såsæden *
K2 Fatima	Meget mild	Mel, havre, lidt hø, fed, anelse bitter eftersmag	😞	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Som såsæden *
Ø3 Sonja	Mild, lidt korn	Mel, korn, havre, lidt sød, nød, fed, fløde, anelse bitter eftersmag	😞	Lidt skaller, ellers som såsæden	Som såsæden *
K3 Sonja	Mild, korn	Mel, korn, havre, sød, fed, nød, brød, fløde	😊	Som såsæden *	Som såsæden *
Ø4 Active	Mild, mel, kornloft	Havre, korn, mel, sød, nød, brød, fed	😊	Lidt skaller, ellers som såsæden	Som såsæden *
K4 Active	Mild, anelse mel	Mel, havre, korn, fed, fløde, anelse bitter	😞	Som såsæden *	Som såsæden *
Ø5 Merlin	Mild, mel, kornloft	Sød, nød, havre, fed, fløde, korn, havregryn, ren	😊	Som såsæden *	Som såsæden *
K5 Merlin	Mild, mel, kornloft, lidt havre	Havre, ren, sød, fed, fløde, nød, brød	😊	Som såsæden *	Som såsæden *
Ø6 Elison	Mild, kornloft	Fed, nød, havre, sød, korn, mel, brød, havregryn	😊	Som såsæden *	Lidt færre afskallede, ellers som såsæden *
K6 Elison	Mild, lidt mel, kornloft	Fed, nød, havre, sød, korn, mel, brød, havregryn, fløde, kornstøv	😊	Som såsæden *	Som såsæden *
Ø7 Nemesis	Mild, lidt kornloft	Havre, sød, korn, brød, nød, fed, fløde	😊	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Lidt færre afskallede og uden grålige områder, ellers som såsæden *
K7 Nemesis	Mild, anelse kældernote, kornstøv	Havre, nød, korn, brød, fed, fløde, anelse bitter	😞	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Lidt færre afskallede og uden grålige områder, ellers som såsæden *
Ø8 NOS Conrad	Mild	Fed, fløde, havre, nød, brød, korn, kornloft	😊	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Uden grålige områder, ellers som såsæden *
K8 NOS Conrad	Mild, kornstøv	Havre, sød, fed, fløde, korn	😊	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Lidt færre afskallede og uden grålige områder, ellers som såsæden *
Ø9 Olie- havre	Mild, anelse korn	Havregryn, korn, lidt sød, mel, brød, nød, fed, ren	😊	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Uden grålige områder, ellers som såsæden *
K9 Olie- havre	Mild, kornstøv	Havre, korn, kornstøv, brød, fed, nød	😊	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Uden grålige områder, ellers som såsæden *
Ø10 Talkito	Mild, anelse korn	Havregryn, korn, mel, brød, nød, sød, fed, fløde, kornloft	😊	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Som såsæden *
K10 Talkito	Mild, korn	Havregryn, korn, brød, nød, sød, fed, anelse bitter	😞	Som såsæden, uden kradsen i halsen	Som såsæden *

**ingen nævneværdige tendenser mht. farve, form eller overflade set med det blotte øje – i stereolup ses det dog, at såsædsprøverne er mere hårde, da de er blevet afskallet manuelt, dvs. mere skånsomt end de dyrkede prøver.*

Otte prøver fra de økologisk dyrkede parceller har fået en glad emoji, og to en utilfreds emoji. Seks prøver fra de konventionelt dyrkede parceller har fået en glad emoji, og fire en utilfreds emoji. Merlin, Elison, NOS Conrad og Oliehavre får en tilfreds bedømmelse i både økologisk og konventionelt. Her skal man igen være opmærksom på, at andre forhold end den økologiske/konventionelle dyrkningsform kan spille ind på kvaliteten og dermed smagsoplevelsen.

I de dyrkede prøver ses der ingen kerner med grålige ender eller områder, som det var tilfældet i såsæden. Der er desuden markant færre tilfælde af jordslåede noter i duft og smag af de dyrkede prøver – noter som harsk, oxideret og jordslået findes ikke i de dyrkede prøver. Der er observeret små forskelle mellem de økologisk og de konventionelt dyrkede prøver, hvor bitre smagsnoter nævnes oftere i konventionelle prøver.

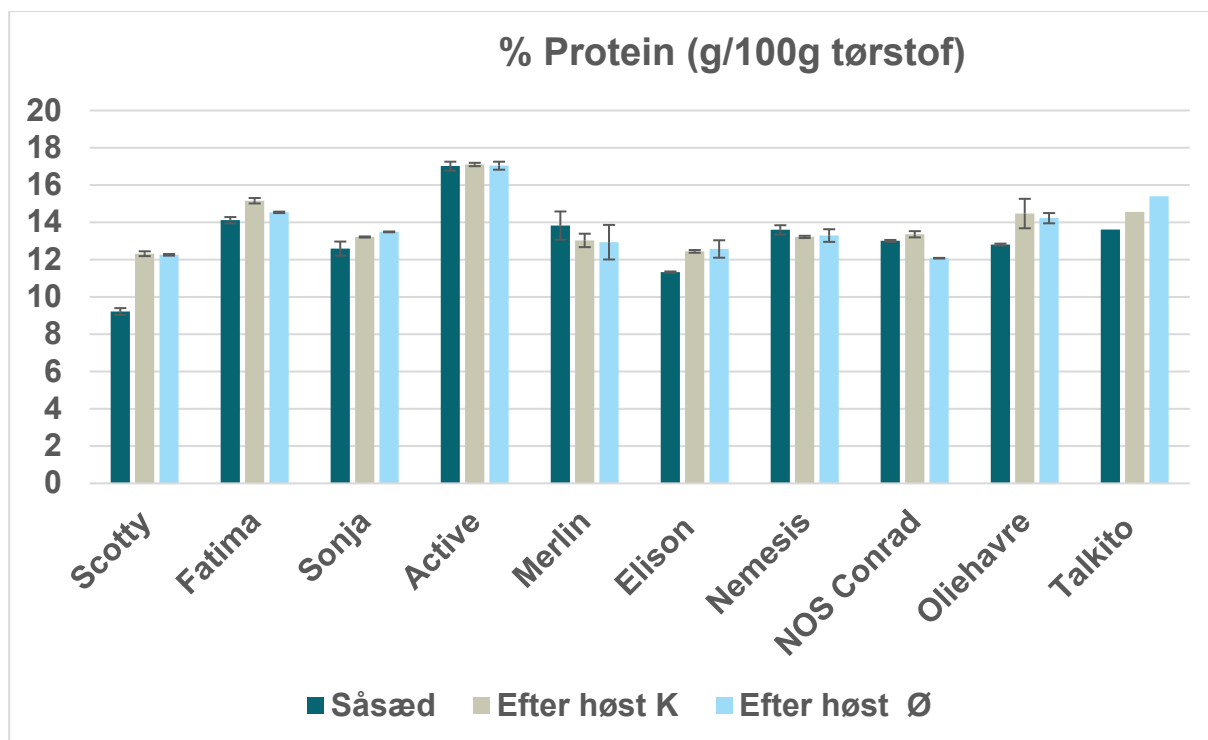
Proteinindhold i de høstede kerner

Analysen er med henvisning til metodeafsnit lavet på de afskallede og varmebehandlede kerner, i modsætning til udsæden, som er analyseret med skaller. I tabel 13 ses, at proteinindholdet varierer mellem 11,1 procent i NOS Conrad og 15,3 procent i Active i de økologiske parceller og mellem 10,9 procent i Scotty og 15,3 procent i Active i de konventionelle parceller. Af tørvægten er de tilsvarende værdier mellem hhv. 12,1 og 17,0 procent i de økologiske parceller og 12,3 og 17,1 procent i de konventionelle parceller. I figur 6 ses en grafisk fremstilling der viser forskellene i proteinindhold mellem sorterne. Figuren viser desuden hvordan proteinindholdet varierer mellem udsæden og de høstede kerner fra henholdsvis konventionel og økologisk dyrkning.

I tabel 14 ses tilsvarende værdier målt med NIR-metoden.

Tabel 13. Proteinindhold i de høstede kerner

	% protein (g/100 g havre)		% protein (g/100 g tørvægt)	
	Ø	K	Ø	K
Scotty	11,4 ± 0,1	10,9 ± 0,0	12,3 ± 0,2	12,3 ± 0,0
Fatima	12,7 ± 0,0	13,6 ± 0,1	14,5 ± 0,0	15,2 ± 0,1
Sonja	12,3 ± 0,0	12,1 ± 0,1	13,5 ± 0,0	13,2 ± 0,1
Active	15,3 ± 0,0	15,3 ± 0,0	17,0 ± 0,0	17,1 ± 0,0
Merlin	11,8 ± 0,2	12,0 ± 0,1	12,9 ± 0,2	13,0 ± 0,1
Elison	11,3 ± 0,8	11,2 ± 0,3	12,6 ± 0,9	12,4 ± 0,4
Nemesis	11,7 ± 0,4	11,8 ± 0,1	13,3 ± 0,5	13,2 ± 0,1
NOS Conrad	11,1 ± 0,3	12,2 ± 0,1	12,1 ± 0,3	13,4 ± 0,1
OlieHavre	12,9 ± 0,0	13,1 ± 0,2	14,2 ± 0,0	14,5 ± 0,2
Talkito	14,0 ± 0,2	13,2 ± 0,7	15,4 ± 0,3	14,6 ± 0,8



Figur 6. Proteinindhold i tørstof af høstede kerner

Tabel 14. Proteinindhold i de høstede kerner, NIR-metoden

	NIR % TS		NIR % protein		NIR Protein %TS	
	Ø	K	Ø	K	Ø	K
Scotty	91,5	91,2	10,9	11,6	11,9	12,7
Fatima	88,6	90,7	12,0	13,5	13,5	14,9
Sonja	90,6	89,7	12,4	11,7	13,7	13,1
Active	89,2	90,5	15,1	15,8	16,9	17,4
Merlin	90,3	91,9	11,9	12,5	13,1	13,6
Elison	89,1	91,7	11,3	11,7	12,7	12,7
Nemesis	88,7	89,6	12,0	12,0	13,5	13,4
NOS Conrad	91,5	90,2	11,0	12,3	12,0	13,6
OlieHavre	90,6	90,9	12,4	13,2	13,7	14,5
Talkito	90,2	90,6	14,5	13,2	16,0	14,6

Proteinanalyse (proteomics) – fordeling i de høstede kerner

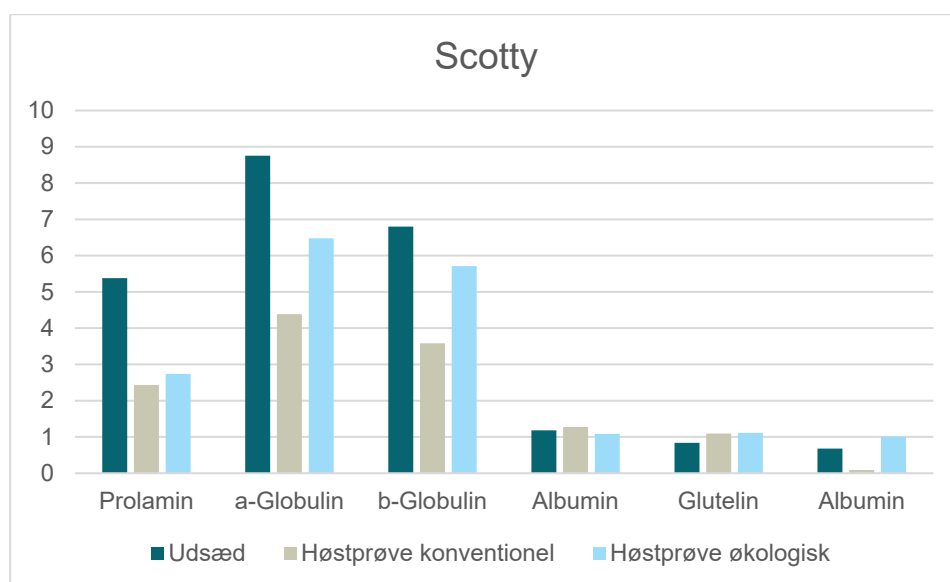
I tabel 15 ses den procentvise fordeling af de fire hovedtyper af protein – nemlig prolamin, globulin, albumin og glutelin i de høstede og afskallede kerner. I de økologiske parceller udgør prolamin mellem 13 procent i Talkito og 18 procent i NOS Conrad. α -Globulin udgør mellem 36 procent i Merlin og Scotty og 40 procent i Active, Oliehavre og Talkito, og β -Globulin udgør mellem 29 procent i Nemesis

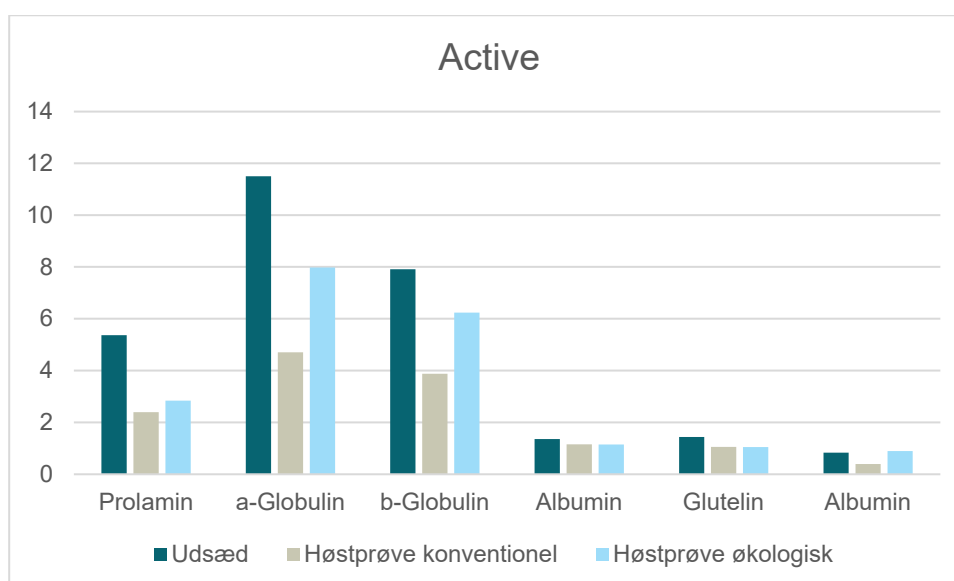
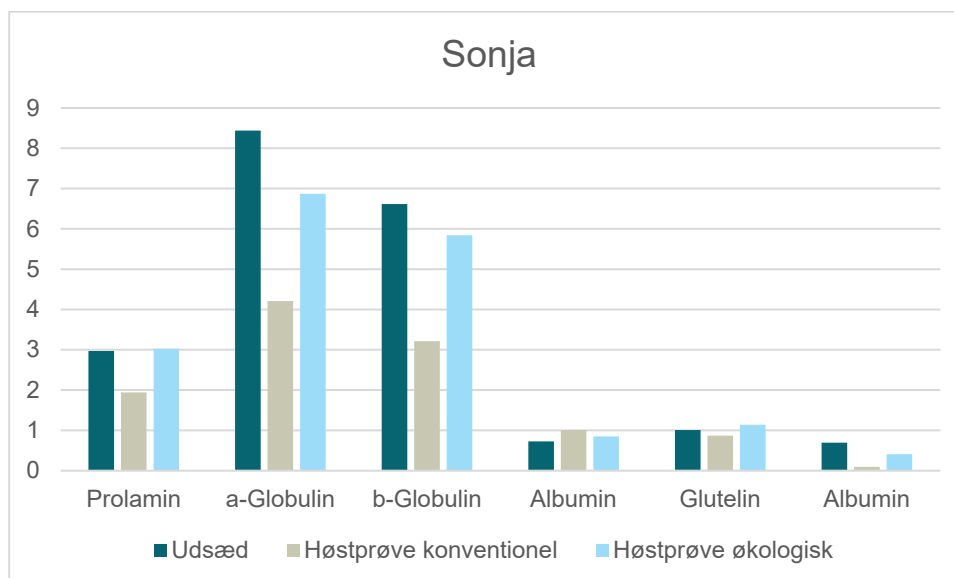
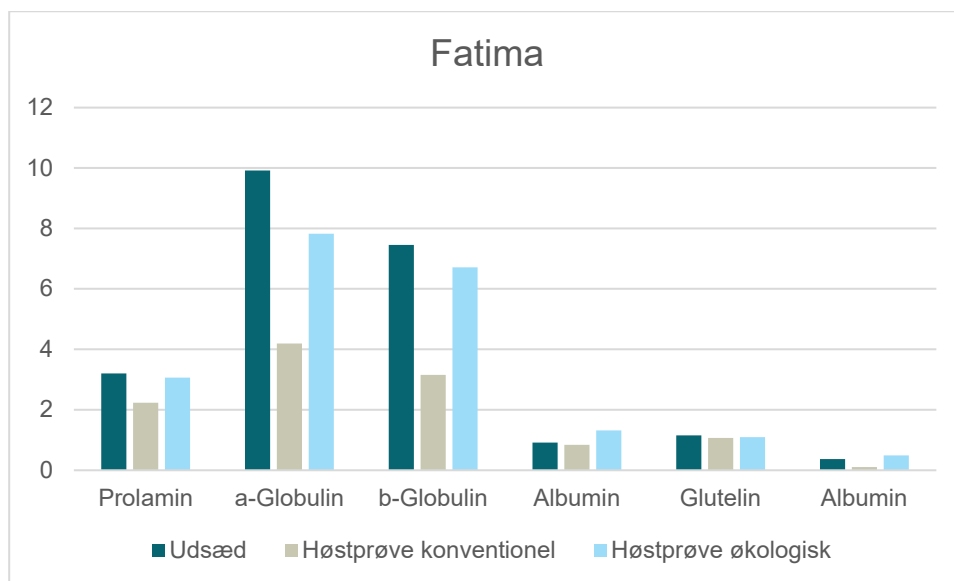
og 34 procent i Talkito. Glutein udgør mellem 5 og 6 procent med flere sorter på samme niveau. Albumin udgør mellem 7 procent i Sonja og 12 procent i Scotty. I de konventionelle parceller varierer prolamin mellem 15 procent Merlin og 21 procent i Oliehavre. α -Globulin udgør mellem 31 procent i Oliehavre og 37 procent i Sonja og Talkito, og β -Globulin udgør mellem 27 procent i Fatima og 35 procent i Talkito. Glutein udgør mellem 5 procent i Talkito og 10 procent i NOS Conrad. Albumin udgør mellem 8 procent i flere sorter og 13 procent i Elison.

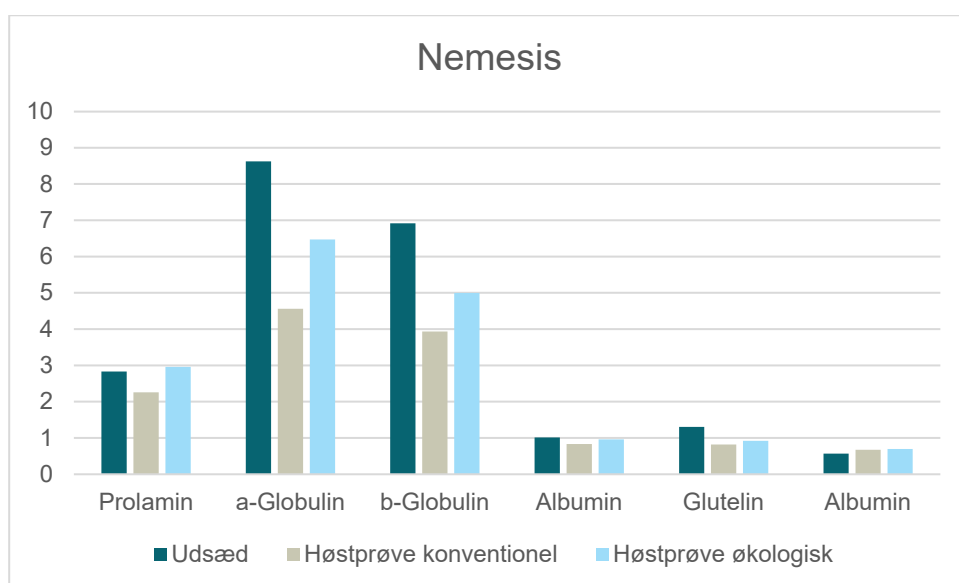
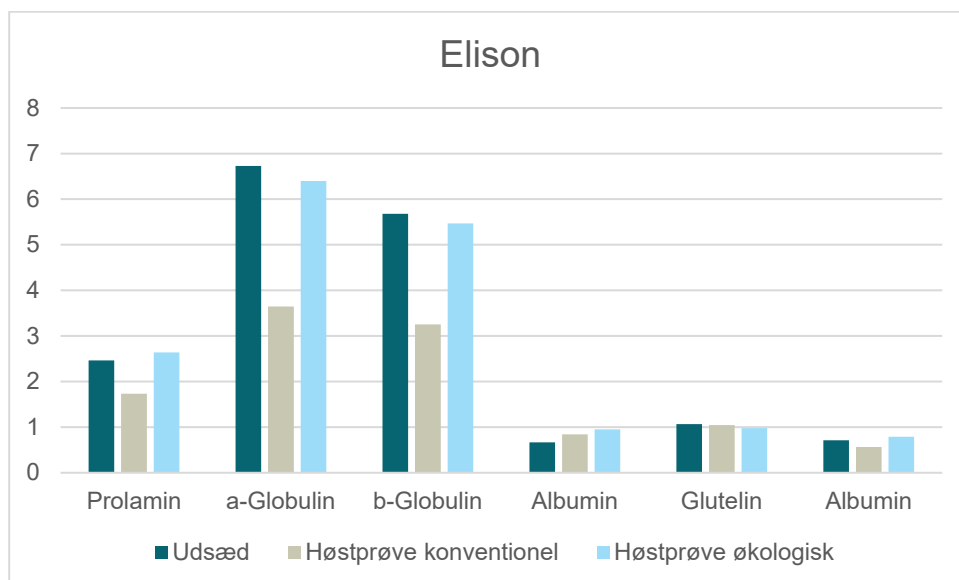
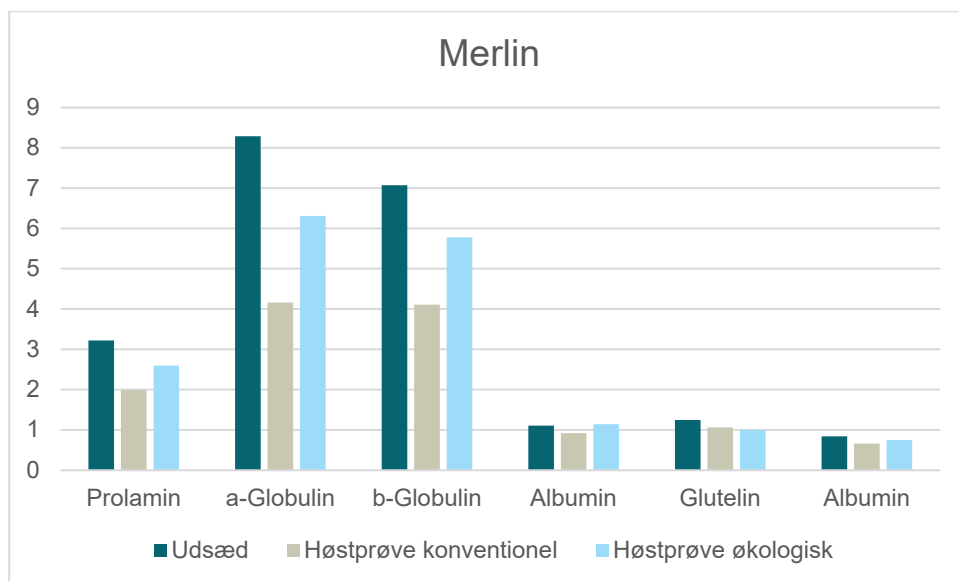
Tabel 15. Proteinfordeling i den høstede havre

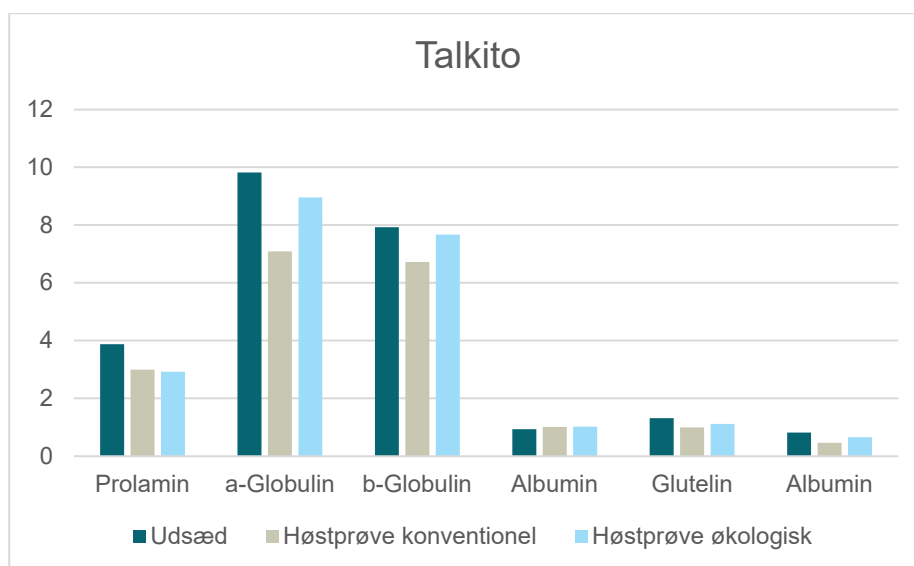
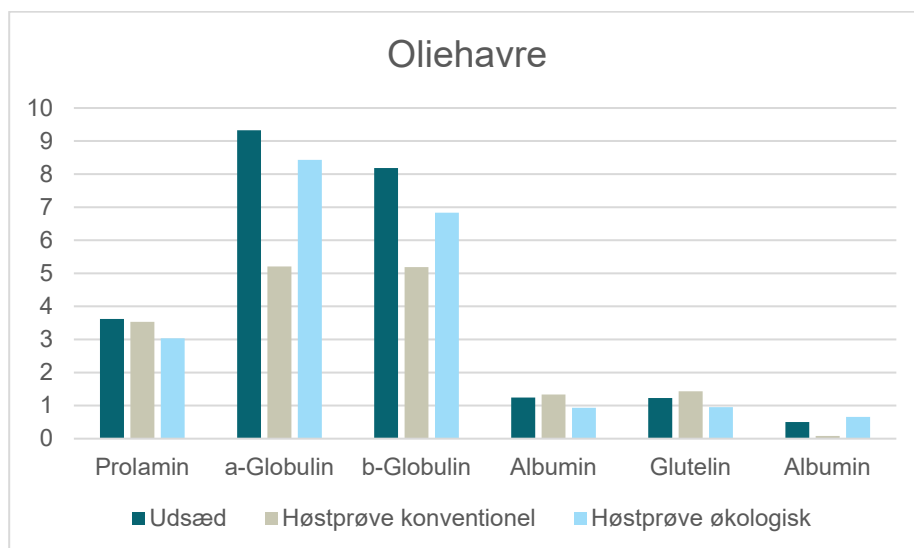
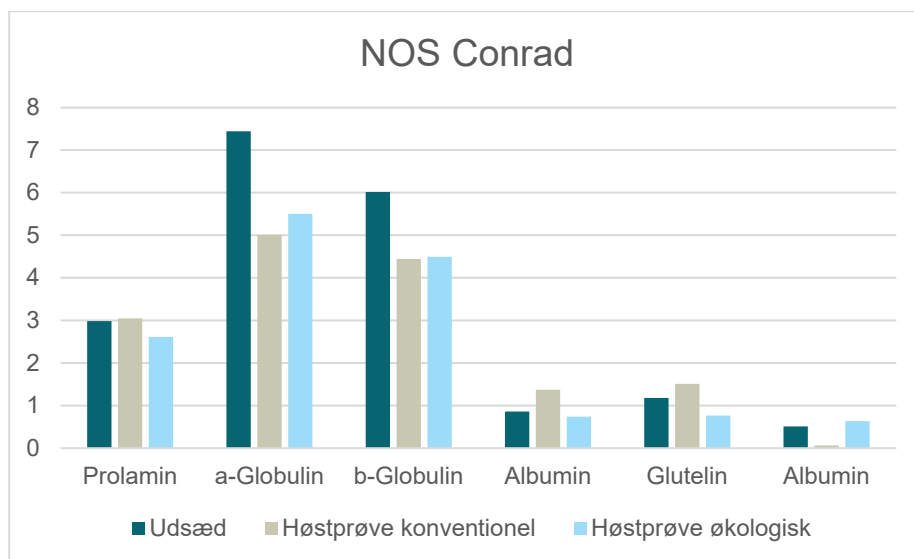
% fordeling	Prolamin		α -Globulin		β -Globulin		Glutelin		Albumin	
	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K
Scotty	15	19	36	34	31	28	6	9	12	11
Fatima	15	19	38	36	33	27	5	9	9	8
Sonja	17	17	38	37	32	28	6	8	7	10
Active	14	18	40	35	31	29	5	8	10	11
Merlin	15	15	36	32	33	32	6	8	11	12
Elison	15	16	37	33	32	29	6	9	10	13
Nemesis	17	17	38	35	29	30	5	6	10	12
NOS Conrad	18	20	37	32	30	29	5	10	9	9
OlieHavre	15	21	40	31	33	31	5	9	8	8
Talkito	13	16	40	37	34	35	5	5	8	8

I figur 7 nedenfor er vist fordelingen i de enkelte sorter, når man sammenholder såsæden, som er anvendt i både økologiske og konventionelle parceller og den høstede vare fra henholdsvis økologiske og konventionelle dyrkningsforhold. Også her skal man være opmærksom på, at for udsæden er der analyseret kerner med skal og for de høstede kerner uden skal.









Figur 7. Proteinfordelingen i de enkelte sorter af hhv. udsæd, konventionelt og økologisk dyrkede kerner

Proteinopløselighed v. forskellige pH-værdier og saltkoncentrationer i høstede kerner

Tabel 16. Værdier viser gennemsnit i procent opløseligt protein ved pH 4,5, pH 7,5 og pH 8,5, ved tre saltkoncentrationer. Konventionelle høstprøver

	pH 4,5			pH 7,5			pH 8,5		
	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl
Scotty	4,6	4,5	4,7	4,7	5,3	6,2	8,2	8,1	9,4
Fatima	3,9	3,7	3,8	4,0	4,3	5,3	7,9	8,3	9,1
Sonja	5,2	5,6	5,9	6,0	6,3	7,3	9,4	9,8	10,6
Active	4,2	4,4	4,8	4,6	4,9	5,8	7,3	7,6	9,1
Merlin	5,1	5,6	5,6	5,6	6,2	6,9	9,0	8,6	9,8
Elison	4,9	4,9	5,4	4,9	5,5	6,2	7,7	8,0	9,1
Nemesis	3,5	3,4	3,7	3,8	4,0	4,8	6,7	7,2	7,5
NOS Conrad	3,5	3,9	4,1	4,1	4,0	4,9	6,7	7,3	8,4
OlieHavre	3,3	3,0	3,4	3,8	3,7	4,2	6,0	6,4	7,2
Talkito	3,0	3,3	3,6	3,7	4,0	4,8	6,3	6,7	7,6

Tabel 17. Værdier viser gennemsnit i procent opløseligt protein ved pH 4,5, pH 7,5 og pH 8,5, ved tre saltkoncentrationer. Økologiske høstprøver

	pH 4,5			pH 7,5			pH 8,5		
	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl	0 % NaCl	0.1 % NaCl	0.5 % NaCl
Scotty	4,7	4,9	5,8	5,5	6,6	7,1	11,0	10,8	11,9
Fatima	3,4	3,5	3,4	3,9	3,9	5,0	7,7	8,2	9,4
Sonja	7,0	6,7	7,9	7,7	8,0	9,3	12,1	12,2	13,0
Active	4,8	5,4	5,4	5,2	5,2	6,2	8,5	8,5	9,5
Merlin	5,2	5,5	5,7	5,2	5,6	6,6	8,3	8,0	8,4
Elison	6,2	5,9	6,4	6,1	6,6	7,3	8,6	8,8	8,9
Nemesis	3,9	4,4	4,7	4,8	5,4	6,5	8,0	8,5	9,0
NOS Conrad	4,7	5,3	5,7	5,4	5,2	7,0	8,5	8,5	8,1
OlieHavre	4,3	4,3	4,5	4,5	4,7	5,4	7,1	7,5	8,3
Talkito	4,5	4,6	4,7	4,5	4,9	5,8	7,5	8,2	8,5

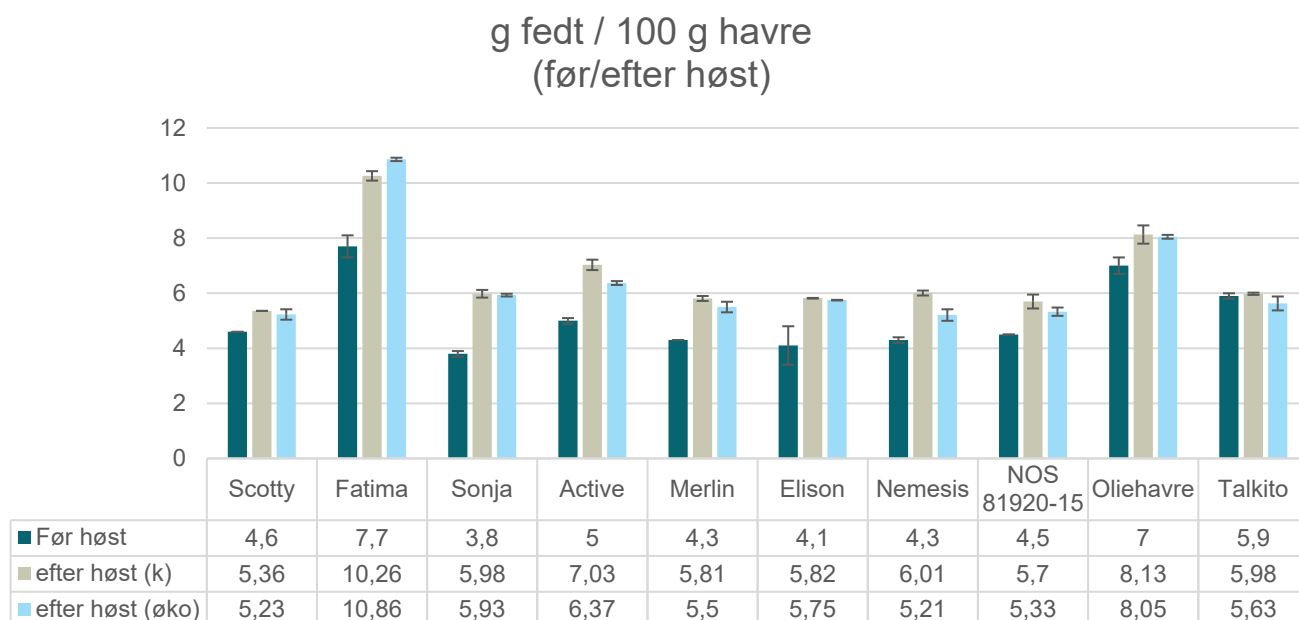
Proteinopløseligheden er generelt lavere i den høstede vare i forhold til udsæden. Der er generelt højest opløselighed jo højere pH og saltkoncentration på tværs af sorter og dyrkningsmetoder. Sonja er den sort, som har størst opløselighed af proteiner.

Fedtindhold og upolært fedt i de høstede kerner

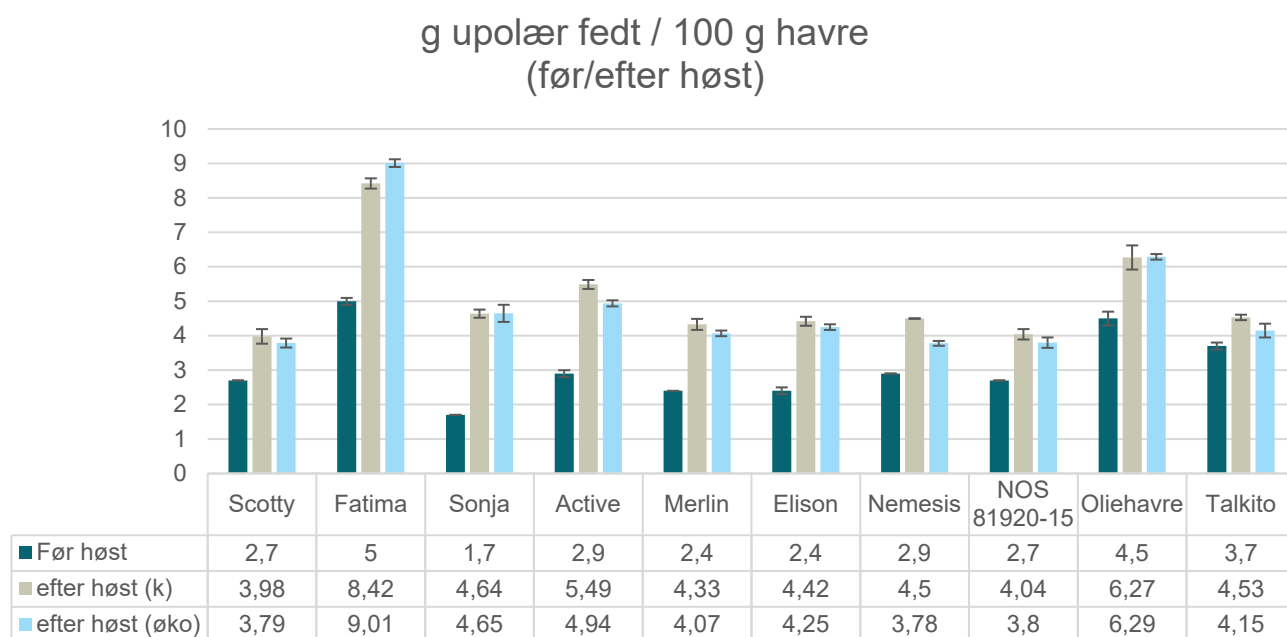
Analyserne er lavet på de høstede og afskallede kerner. Fedtprocenten var højest i Fatima i både økologiske og konventionelle høstprøver og lavest i Scotty og andre sorter. Andelen af upolært fedt var generelt højere end i udsæden, og højest i Fatima. Andelen af upolært fedt ud af den samlede vægt af kernen er også højest i Fatima. Se tabel 18 og figur 8-10.

Tabel 18. Fedtindhold og andel af upolært fedt i havrekerner

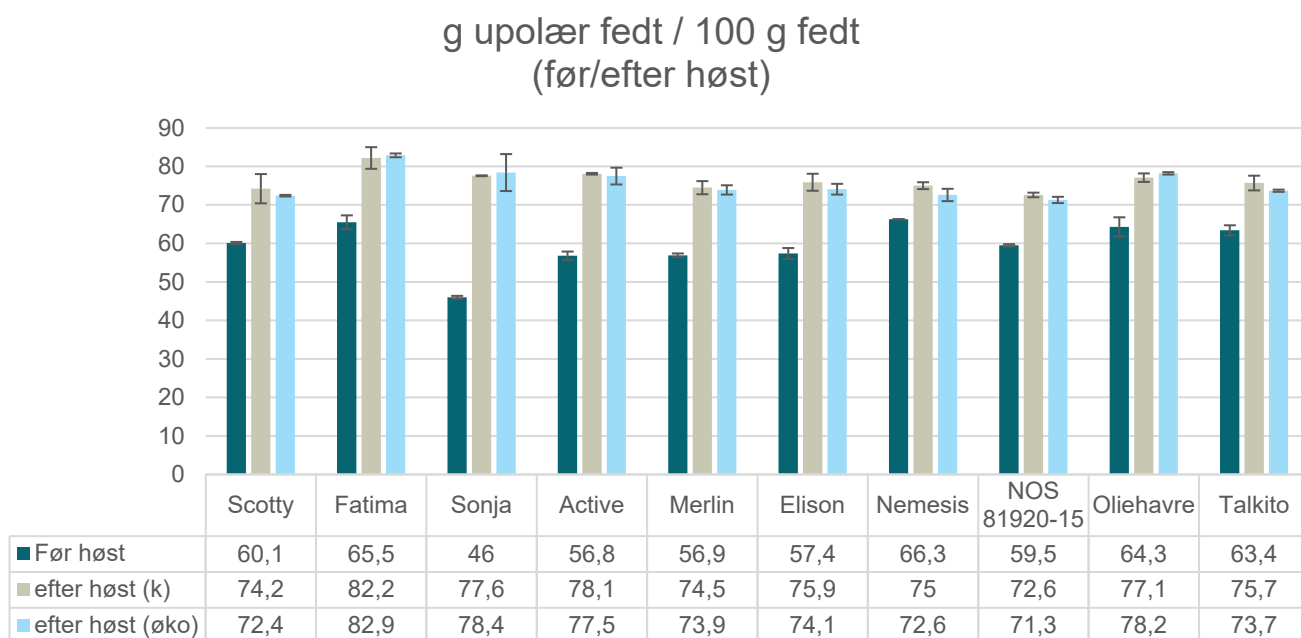
	% fedt i kerne (g/100g)		% upolært fedt (g/100 g fedt)		g upolært fedt/100 g kerne	
	Ø	K	Ø	K	Ø	K
Scotty	5,2 ± 0,2	5,4 ± 0,0	72,4 ± 0,2	74,2 ± 3,8	3,8 ± 0,1	4,0 ± 0,2
Fatima	10,9 ± 0,1	10,3 ± 0,2	82,9 ± 0,5	82,2 ± 2,8	9,0 ± 0,1	8,4 ± 0,2
Sonja	5,9 ± 0,1	6,0 ± 0,1	78,4 ± 4,8	77,6 ± 0,1	4,7 ± 0,3	4,6 ± 0,1
Active	6,3 ± 0,1	7,0 ± 0,2	77,5 ± 2,2	78,1 ± 0,2	4,9 ± 0,1	5,5 ± 0,1
Merlin	5,5 ± 0,2	5,8 ± 0,1	73,9 ± 1,2	74,5 ± 1,7	4,1 ± 0,1	4,3 ± 0,2
Elison	5,8 ± 0,0	5,8 ± 0,0	74,1 ± 1,4	75,9 ± 2,2	4,3 ± 0,1	4,4 ± 0,1
Nemesis	5,2 ± 0,2	6,0 ± 0,1	72,6 ± 1,6	75,0 ± 0,9	3,8 ± 0,1	4,5 ± 0,0
NOS Conrad	5,3 ± 0,2	5,6 ± 0,3	71,3 ± 0,8	72,6 ± 0,6	3,8 ± 0,2	4,0 ± 0,2
OlieHavre	8,1 ± 0,1	8,1 ± 0,3	78,2 ± 0,3	77,1 ± 1,1	6,3 ± 0,1	6,3 ± 0,4
Talkito	5,6 ± 0,3	6,0 ± 0,0	73,7 ± 0,3	75,7 ± 1,9	4,2 ± 0,2	4,5 ± 0,1



Figur 8. Fedtindhold i udsæd og høstede kerner fra konventionel og økologisk dyrkning. (NOS 81920-15 = NOS Conrad)



Figur 9. Andelen af upolært fedt i havre af hhv. udsæd og høstede kerner fra konventionel og økologisk dyrkning. (NOS 81920-15 = NOS Conrad)



Figur 10. Andelen af upolært fedt ud af den samlede mængde fedt af hhv. udsæd og høstede kerner fra konventionel og økologisk dyrkning. (NOS 81920-15 = NOS Conrad)

Ved sammenligning af værdier for udsæd og den høstede vare, er det igen væsentligt at bemærke, at analyserne før høst er lavet med skaller og efter høst på den afskallede vare.

Fedtindhold (NIR) og peroxidase aktivitet i de høstede kerner

Tabel 19 viser fedtindholdet i det høstede korn og resultaterne af peroxidase-testen ved hjælp af Peroxidase Test MQuant fra MERCK. "+" og "(+)" betyder, at der er lav aktivitet af peroxidase-enzymet. Høj aktivitet ville blive vurderet som "++". Alle prøver viser lav aktivitet, hvilket vi først troede, kunne være årsagen til, at der senere blev registreret uønsket bismag i alle prøver. De resultater for peroxidase aktivitet, der blev opnået med denne metode, var ikke direkte sammenlignelige med dem, der blev leveret af Valsemøllen, hvor der ikke var peroxidaseaktivitet. Analysemetoderne adskilte sig i principper, følsomhed (specielt over for havrematricer) og kalibreringsmetode. På grund af manglende metodologisk egnethed kunne data genereret med Peroxidase Test MQuant ikke tolkes pålideligt i forhold til Valsemøllens referenceværdier. En anden testmetode, der anvendte Peroxtesmo KO peroxidase-testpapir fra Macherey-Nagel, bekræftede den indledende negativitet for resterende peroxidase.

Også med NIR-metoden ses det højeste fedtindhold i sorten Fatima efterfulgt af Oliehavre, og det laveste indhold i Scotty og flere af de andre sorter.

Tabel 19. Fedtindhold og peroxidase aktivitet i høstede kerner

Sortsnavn	NIR % TS		NIR fedt %		NIR fedt %TS		Peroxidase-test	
	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K
Scotty	91,5	91,2	6,7	6,2	7,4	6,8	+	(+)
Fatima	88,6	90,7	11,9	10,9	13,4	12,0	+	(+)
Sonja	90,6	89,7	6,9	6,9	7,6	7,7	+	(+)
Active	89,2	90,5	8,1	8,5	9,1	9,3	(+)	(+)
Merlin	90,3	91,9	6,9	7,1	7,7	7,8	+	+
Elison	89,1	91,7	6,8	7,3	7,7	7,9	+	+
Nemesis	88,7	89,6	6,8	7,1	7,6	7,9	+	+
NOS Conrad	91,5	90,2	6,9	6,8	7,5	7,6	+	+
OlieHavre	90,6	90,9	9,8	9,6	10,8	10,5	+	+
Talkito	90,2	90,6	6,9	7,4	7,6	8,2	+	+

Frie fedtsyrer - fordeling og total mængde i de høstede kerner

Tabel 20. Koncentration af frie fedtsyrer (mg/kg).

	Linolen-syre (18:3)		Linol-syre (18:2)		Olein-syre (18:1)		Stearin-syre (18:0)		Palmitin-syre (16:0)		Total mængde	
	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K
Scotty	37	49	257	396	142	129	104	66	258	218	799	859
Fatima	51	68	782	889	433	381	128	75	340	263	1734	1675
Sonja	48	64	452	645	251	230	112	71	285	258	1148	1268
Active	40	55	367	565	177	172	108	70	274	238	966	1100
Merlin	44	38	455	349	185	129	113	74	278	227	1074	817
Elison	40	44	308	403	169	142	116	71	279	233	911	892
Nemesis	52	51	494	464	289	175	110	71	296	248	1242	1009
NOS Conrad	46	39	428	348	225	138	124	68	304	232	1126	826
OlieHavre	53	54	685	674	405	290	114	74	329	275	1586	1367
Talkito	46	43	423	446	224	178	112	85	271	247	1075	999

Der er meget stor forskel på fedtsyrefordelingen mellem sorterne, se tabel 20. Imidlertid blev intervallerne fortolket som værende inden for de forventede normale niveauer.

Resultater, havrebase

Sensoriske analyser af havrebase

En indledende sensorisk vurdering af den første serie af producerede havrebaser er blevet foretaget hos Döhler, hvilket har afsløret et problem. Alle UHT-behandlede prøver viste »off-notes« eller havde en uønsket bismag, som yderligere blev beskrevet som stærkt umami-lignende. Havrebasen før UHT blev ikke smagt. Da Döhler anvendte en veletableret standardproces til hydrolyse og ekstraktion af havrekerner, var disse resultater meget uventede og resulterede i en omfattende analyse af årsagen. Det blev i fællesskab besluttet at udføre en anden proces på udvalgte sorter for at løse dette problem.

Sensorisk vurdering fra Döhler er vist i tabel 21 og 22.

Tabel 21. Indledende sensorisk evaluering af havrebaser, første runde analyser

	Sensorisk evaluering – efter UHT	
	Ø	K
Scotty	meget mere bitter, mere pulveragtig, off-note	lidt bitter, pulveragtig, off-note
Fatima	pulveragtig, umami off-note	pulveragtig, off-note
Sonja	pulveragtig, off-note	mørkere, pulveragtig, off-note
Active	off-note	off-note
Merlin	meget pulveragtig, off-note	pulveragtig
Elison	off-note	off-note
Nemesis	off-note	off-note
NOS Conrad	mere sediment, bitter, off-note	mørk, mere sediment, bitter, off-note
OlieHavre	off-note	off-note
Talkito	lysere, lugter af gummi, off-note	lysere, gummiagtig off-note

Tabel 22. Indledende sensorisk evaluering af havrebaser, anden runde analyser

	Sensorisk evaluering	
	Efter opkoncentrering	Efter UHT varmebehandling
Scotty K	let bitter, havre	off-note, lidt harsk
Sonja K	mild, mindre bitter, havre	off-note, harsk
Active K	havre, ikke bitter	off-note, harsk
NOS Conrad K	havre, ikke bitter	off-note, harsk
OlieHavre K	mere bitter, lidt harsk	off-note, lidt harsk
Oliehavre Ø	lidt bitter, havre	mere neutral, minimal off-note

Smagsprofilen blev forbedret i havrebaserne med det andet procesforløb, men blev stadig ikke vurderet til at være af standardkvalitet. Desuden blev det bemærket, at bismagen var mere udtalt efter UHT-behandlingen.

I den efterfølgende sensoriske analyse af havrebaser hos InnovaConsult er der foretaget en afsøgning efter mulige årsager til disse "off-notes".

De efterfølgende sider beskriver en sensorisk evaluering foretaget af InnovaConsult, samt en afsøgning efter mulige forklaringer på afvigelser i smag i havrebasen.

Tabel 23. Naturlige smags- og duftstoffer i havre – sandsynlige off-noter

Sensorisk kategori	Stof / gruppe	Kemisk klasse	Mulig oprindelse / reaktion	Sensorisk effekt
Kradsen i halsen / sviende	Hexanal, 2,4-Decadienal, (E,E)-2,4-Nonadienal	Aldehyder (lipidoxidation)	Oxidation af linolsyre / oliesyre	Sved, fedt, talg, voks, irriterende, krads
	Ferulinsyre-derivater (2-methoxyphenol / guaiacol)	Fenoler	Ligninnedbrydning under varme	Tør, ru, svidende
	Avenacosider (store polære saponiner, ikke i GC–MS, men i matrix)	Saponiner	Naturligt i havre	Bitter, metallisk, svælgirritation
Stald / animalsk	Butanoic acid, 3-Methylbutanoic acid, Hexanoic acid	Kortkædede fedtsyrer	Hydrolyse af triglycerider	Stald, sur mælk, ostet
	Dimethylsulfid (DMS), Dimethyldisulfid (DMDS), Methional	Svovlforbindelser	Methionin-nedbrydning (Maillard)	Kogt kål, animalsk, stald
	Pyridin, Methylpyridin, Benzothiazole	N- og S-heterocykler	Termisk proteinnedbrydning	Brændt, stald, jordet
	Guaiacol, Vinylguaiacol	Fenoler	Termisk nedbrydning af lignin	Røgagtig, stald
Bitter / besk	Avenacosid A/B, Pyraziner, Guaiacol	Saponiner, heterocykler, fenoler	Maillard / oxidation	Bitter, harsk, ristet
	2,4-Decadienal, 2,4-Nonadienal	Aldehyder	Sekundær lipidoxidation	Bitter, fedt, papagtig
	Furfural, 5-Methylfurfural, 5-HMF	Furaner	Maillard-produkter	Bitter, tør, bagt
Umami / bouillon	Methional, 2-Acetyl-1-pyrroline, Pyraziner	Svovl-Maillard-produkter	Varmebehandling af aminosyrer	Umami, bouillon, brødskorpe
	Dimethylsulfid (DMS)	Svovlforbindelse	Nedbrydning af methionin	Savory, sødlig-umami
	β-Damascenone	Norisoprenoid	Karotenoid-nedbrydning	Umami/savoury/balance, blomst, frugtig, kompleks

Harsk / oxidativ	Hexanal, Heptanal, Octanal, Nonanal, Decanal	Aldehyder (oxidations-markører)	Lipidoxidation	Pap, harsk, karton
	2,4-Decadienal / 2,4-Nonadienal	α,β -umættede aldehyder	Sekundær oxidation	Harsk, gammel olie
	2-Heptanone, 2-Octanone	Ketoner	Fedtsyreoxidation	Fedt, blåskimmelagtig
Støvet / papagtig / gammelt korn	Benzaldehyd, Vanillin, 2-Furfural (i low sugar/low fat opløsninger)	Aromatiske aldehyder / furaner	Lignin- og sukker-nedbrydning	Brændt, træagtig, støvet
	2,4-Decadienal, 2-Nonenal	Aldehyder	Lipidoxidation	Pap, gammel-korn
Andre off-noter	Acetic acid	Kortkædet syre	Fermentativt biprodukt	Sur, stikkende
	Isophorone	Cykloalkenon	Nedbrydning af carotenoider / fedtsyrer	Medicinsk, plastisk
	Phenylacetaldehyd	Aromatisk aldehyd	Nedbrydning af phenylalanin	Sødlige, tunge toner
	1-Octen-3-one / 1-Octen-3-ol	Keton / alkohol	Lipidoxidation af linolsyre	Jordet, svampet, metallisk

Tabel 24. Matrix-afhængige forskelle i smags- og duftopfattelse – typiske forbindelser i havredrik

Stof	Kemisk klasse / oprindelse	I sød / fed matrix	I korn / havredrik matrix	Kommentar / forklaring
Vanillin	Fenolisk aldehyd (fra lignin eller tilsætning)	Sød, cremet, balsamisk, 'vanilje'	Tør, støvet, træagtig, papagtig	Manglende sukker/fedt → tab af sødme/forfølgelse, fremhæver aldehydisk 'tørhed'
Guaiacol	Methoxyfenol (fra ferulinsyre / lignin)	Røget, sødlig, 'karameliseret' (i små doser)	Stald, brændt, medicinsk	I kornmatrix virker fenolisk note 'uren', da sødme mangler til at balancere
Furfural / 5-methylfurfural	Furaner (fra sukker / aminosyrer via Maillard)	Karamel, bagt, honning	Tør, papagtig, kornskorpe	Lav sukker og høj vandaktivitet → tab af sødme, perception skifter mod 'tørt'
Methional	Svovlholdigt aldehyd (fra methionin)	Bouillon, brødskorpe, umami	Kogt kål, stald, 'gammel suppe'	Oxidation + manglende salt/fedt forstærker animalsk/staldagtig tone
Hexanal / 2,4-Decadienal	Aldehyder (fra lipidoxidation)	Nøddeagtig, frisk, grøn (i lav koncentration)	Harsk, karton, krads	Ved højere koncentration eller lagring → oxidativ off-note
Isophorone	Cykloalkenon (fra carotenoider / lipider)	Mild blomster/plastisk (maskeres af sødme)	Medicinsk, opløsningsmiddel	Søde/fede komponenter normalt maskerer den 'kemiske' lugt

Tabel 25. Kemiske processer og sensoriske off-noter i havredrik – med korte forklaringer

Proces	Typiske stoffer	Sanset note	Kort forklaring
Lipidoxidation	Hexanal, 2,4-Decadienal, Nonanal	Harsk, støvet, krads	Fedtsyrer i havre reagerer med ilt og danner aldehyder – giver harske og papagtige noter, især ved lagring.
Maillard-reaktion	Pyraziner, Methional, Furfural, 2-Acetylpyrroline	Umami, bitter, brændt	Sukker og aminosyrer reagerer ved opvarmning – giver farve og smag, men kan blive bitre eller brændte ved høj varme.
Lignin/fenol-nedbrydning	Guaiacol, Vanillin	Stald, røg, træagtig	Nedbrydning af plantefibre og skaldele frigiver fenoler, som kan give røg- eller træagtige noter.
Fedtsyrehydrolyse	Butanoic acid, Isovaleric acid	Stald, sur, ostet	Enzymer eller mikrober spalter fedt til kortkædede syrer – lugter surt, animalsk eller ostet.
Protein-nedbrydning	Pyridiner, Thiazoler	Stald, jordet	Nedbrydning af proteiner og aminosyrer under varme danner nitrogen- og svovlforbindelser med kraftige, jordede lugte.
Varme / lagring	1-Octen-3-one, Benzothiazol	Jordet, medicinsk, harsk	Længere opvarmning eller lagring fremmer oxidation og Maillard-biprodukter – giver “gammel” eller medicinsk smag.

Lipidoxidation

Fedt + O₂ → Lipid-peroxider
(hydroperoxider) → Aldehyder /
Ketoner
(Stoffer: Hexanal, 2,4-Decadienal)
→ Harsk, støvet note

Fenol-nedbrydning

Ferulinsyre → Guaiacol, Vanillin
→ Træagtig, stald, røget

Maillard-reaktion

Aminosyrer + Sukker → Pyraziner,
Furfural, Methional
→ Umami, brændt, bitter

Protein-nedbrydning

Aminosyrer → Pyridiner, Thiazoler
→ Jordet, stald, svovlholdig

Fedtsyrehydrolyse

Triglycerid + H₂O → Glycerol + Kortkædede syrer
(Stoffer: Butanoic, Isovaleric)
→ Sur, ostet, animalsk

Bemærk: 'Hydroperoxid' (ROOH) er et organisk mellemprodukt i lipidoxidation, og ikke det samme som 'hydrogenperoxid' (H₂O₂).

Figur 11. Hvordan funktionelle grupper ændres under procestrin i havredrik

Tabel 26. Hvor i processen kan off-noter opstå i havredrik

Procestrin	Kemiske reaktioner / ændringer	Typiske forbindelser	Sensorisk effekt / off-note
Høst	Let enzymatisk aktivitet i frisk korn, begyndende oxidation af fedtstoffer hvis kornet er fugtigt	Hexanal, 2,4-decadienal	Grønlig, græsagtige eller let harske noter (tidlig oxidation)
Opbevaring	Langsom lipidoxidation, mikrobiologisk aktivitet, evt. varme- eller fugtpåvirkning	Aldehyder (nonanal, hexanal), syrer (butansyre, isovalerinsyre)	Harsk, papagtig, stald, gammel-korn
Afskalning (dehulling)	Frigivelse af fenoliske forbindelser fra skalddele og cellevægge	Guaiacol, ferulinsyrederivater	Staldagtig, bitter, let krads
Formaling	Øget overflade → øget enzymaktivitet (lipase, lipoxygenase), begyndende oxidation	2,4-decadienal, hexanal, 2-nonenal	Frisk-harsk, papagtig, krads
Opvarmning / pasteurisering (enzyminaktivering)	Maillard-reaktioner, termisk nedbrydning af aminosyrer og sukkerarter	Pyraziner, methional, furfural, 2-acetyl-1-pyrroline	Umami, brændt, bitter, "kogt"

Fortsat..

Procestrin	Kemiske reaktioner / ændringer	Typiske forbindelser	Sensorisk effekt / off-note
Opblanding til sirup / ekstrakt (enzymbehandling)	Amylaser og proteaser danner smagsaktive mellemprodukter; evt. oxidation i åben proces	2,4-decadienal, aldehyder, syrer	Bitter, harsk, sødlig-oxidativ
Fortynding til færdig drik	Opløsning af saponiner, fenoler og fedtsyreoxiderationsprodukter	Avenacosider, guaiacol, hexanal	Metallisk, ru, krads i halsen
Pasteurisering af sirup eller færdig drik	Termisk stress → yderligere Maillard- og oxidationsreaktioner	Furfural, isophorone, methional	Bitter, stald, brændt
Tapning og lagring	Iltindtrængning, lysnedbrydning af fedtstoffer og pigmenter	Aldehyder, ketoner, syrer, β -damascenon	Harsk, papagtig, jordet, medicinsk

Tabel 27. Navngivning af prøver af havrebase

Nr.	Navn	Nr. (UHT be- handlet)	Navn
A	K1 Scotty	Au	K1 Scotty
B	K3 Sonja	Bu	K3 Sonja
C	K4 Active	Cu	K4 Active
D	K8 NOS Conrad	Du	K8 NOS Conrad
E	K9 Oliehavre	Eu	K9 Oliehavre
F	O9 Oliehavre	Fu	O9 Oliehavre
D1	Döhler opløsning 4,5		
D2	Döhler opløsning 4,5		

På næste side ses foto af havrebaserne, tilhørende nummerering i venstre side. Testen er lavet med fire dages tidsinterval.

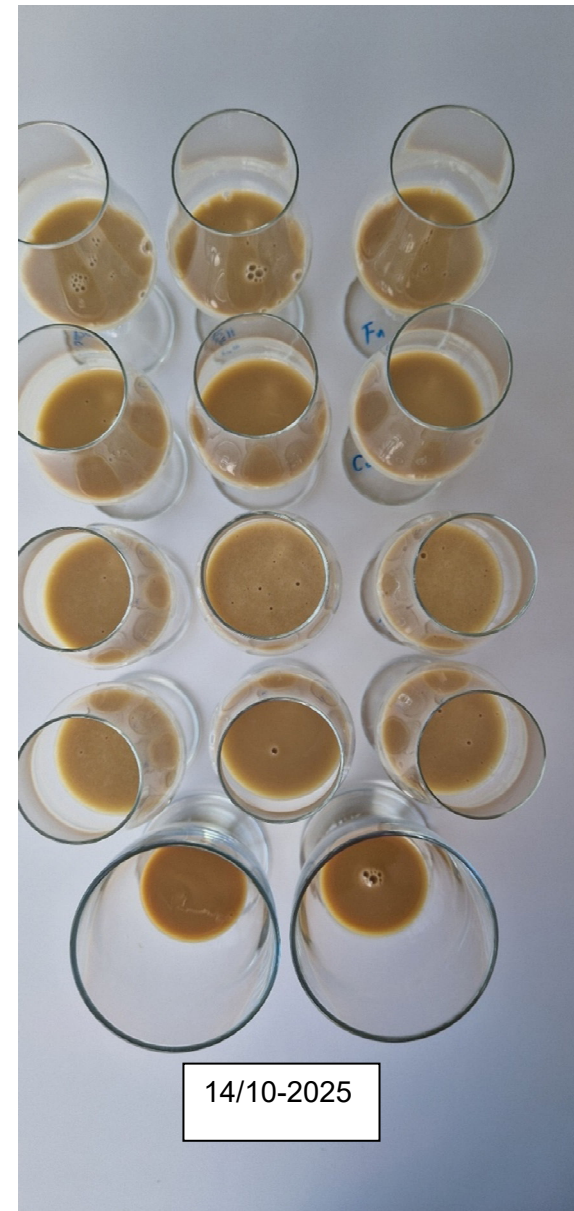
Du Eu Fu

Au Bu Cu

D E F

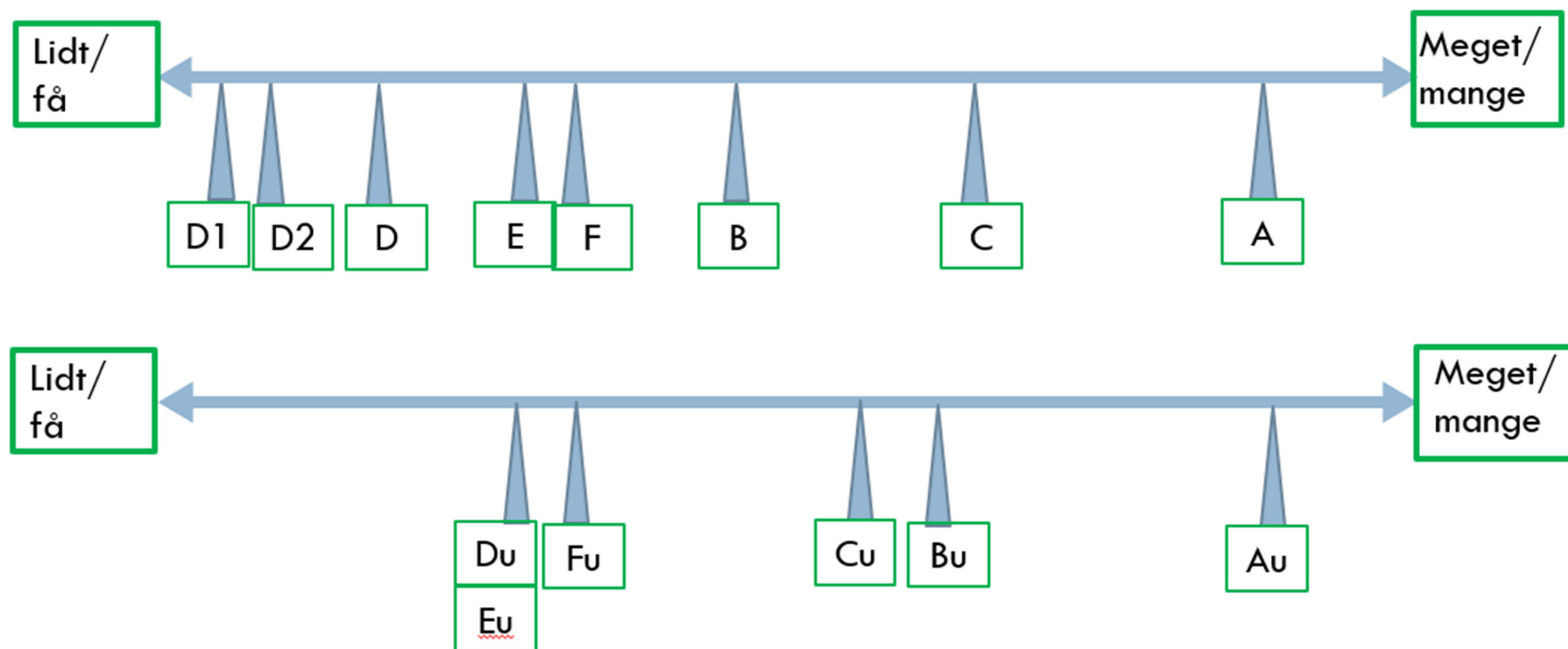
A B C

D1 D2



Tabel 28. Sensorik, fortyndede prøver (grøn = positiv, rød=negativ sensorisk oplevelse)

Prøve	Smag og Duft, ikke pasteuriseret (D1, D2 og A-F)	Smag og Duft, pasteuriseret (Au til Fu)
D1 (fortyndet)	Havre, sød, mælk, anelse kakaomælk, fløde	
D2 (fortyndet)	Sød, mælk, havre, mild, anelse mindre sød/fløde end D1, anelse syrlig-sød, anelse frugt, mælk, fløde	
A (fortyndet)	Anelse harsk, anelse jordslået, havreskaller, havre, kornloft, anelse fløde, kornstøv	Havre, lidt suppe/bouillon/kyllingefond, fyldig, sød, anelse umami, anelse harsk
B (fortyndet)	Havre, anelse fløde, anelse stald, flad, vandet, let bitter eftersmag	Lidt kyllingefond, lidt quorn, havre, anelse fløde, fyldig, sød, anelse umami, let bitter eftersmag
C (fortyndet)	Havre, helsekostforretning/cerealier, meget svagt hint af harsk, anelse fløde anelse syrlig-sød, lidt harsk eftersmag	Lidt suppe/kød/kyllingefond, lidt havre, lidt sød, fyldig, anelse umami, lidt fløde, lidt besk eftersmag
D (fortyndet)	Havre, mild, kornloft, sød, lidt fløde	Havre, mild, anelse kyllingefond/quorn, fyldig, lidt sød, anelse fløde, anelse umami, anelse bitter eftersmag
E (fortyndet)	Kornstøv, kornloft, havre, sød, vandet, vandsød, lidt fløde	Havre, mild, anelse kyllingefond/quorn, fyldig, lidt sød, anelse fløde, anelse umami, anelse bitter eftersmag
F (fortyndet)	Mild, havre, lidt fløde, sød, anelse besk eftersmag	Havre, anelse kyllingefond, fyldig, anelse umami, anelse fløde, anelse bitter eftersmag



A=Scotty, B=Sonja, C=Active, D=NOS Conrad, E=Oliehavre, F=Øko Oliehavre

Figur 12. Off-note-barometer, fortyndede prøver

Tendenser fra sensoriske test:

D1 og D2, som er reference prøver fra Döhler, har færre off-noter generelt, de er samtidig mere mørke i farven end resten af prøverne.

Scotty er mest problematisk, både koncentreret og fortyndet

Sensorik sammenholdt med litteratur og databaser:

- Matrix påvirker smag og duft af VOC'er (flygtige organiske komponenter)
- Lipid oxidation (til aldehyder), Maillard reaktion, Lipidhydrolyse og proteinnedbrydning (enzymatisk eller termisk) er mest sandsynlige årsager til off-noter
- Aldehyder er den gruppe, som giver ophav til de fleste af de registrerede off-noter
- Aldehyder kan dannes både ved høst, opbevaring, formaling, opvarmning, opblanding til sirup, fortynding til færdig drik, pasteurisering og lagring

pH, fedt- og proteinindhold i havrebase

I tabel 29 og 30 ses analyser af havrebase efter UHT-behandling. Højeste proteinindhold er i Fatima og Active, og lavest proteinindhold er i Elison, NOS Conrad og Scotty. Fatima giver det højeste fedtindhold efterfulgt af Oliehavre, og det laveste fedtindhold i Scotty.

Tabel 29. pH, fedt og protein i havrebase i 10 havrebaser baseret på sorter (første procesforløb).

	pH		NIR % TS		NIR %fedt		NIR fedt %TS		NIR %protein		NIR protein %TS	
	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K
Scotty	6,5	6,7	47,5	47,1	2,7	2,6	5,8	5,6	4,5	4,7	9,5	9,9
Fatima	6,3	6,3	53,6	50,7	6,9	5,8	12,9	11,4	7,4	7,0	13,8	13,8
Sonja	6,4	6,5	46,3	48,2	3,1	3,2	6,7	6,7	4,7	5,1	10,2	10,5
Active	6,5	6,4	48,3	49,1	3,8	3,9	8,0	8,0	6,7	6,7	13,9	13,6
Merlin	6,5	6,4	47,7	47,2	2,9	2,8	6,1	6,0	4,8	4,9	10,1	10,4
Elison	6,8	6,5	46,7	47,8	3,2	3,2	6,9	6,6	4,3	4,6	9,1	9,6
Nemesis	6,5	6,3	45,8	47,1	3,1	3,1	6,8	6,6	5,0	4,8	10,9	10,1
NOS Conrad	6,5	6,5	46,9	46,3	2,9	2,8	6,2	6,0	4,3	4,4	9,2	9,6
Oliehavre	6,2	6,4	48,6	49,2	4,5	4,5	9,3	9,2	5,6	5,9	11,5	12,0
Talkito	6,3	6,5	49,2	47,2	2,9	3,2	6,0	6,9	6,1	5,4	12,4	11,4

Tabel 30. pH, fedt og protein i havrebase i havrebaser af udvalgte sorter (andet procesforløb).

	pH		NIR % TS		NIR %fedt		NIR fedt %TS		NIR %protein		NIR protein %TS	
	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K
Scotty	-	6,4	-	47,7	-	2,4	-	5,0	-	4,2	-	8,8
Sonja	-	6,4	-	47,4	-	3,0	-	6,3	-	4,8	-	10,1
Active	-	6,5	-	46,2	-	3,3	-	7,1	-	5,4	-	11,7
NOS Conrad	-	6,5	-	45,9	-	2,6	-	5,7	-	4,2	-	9,2
Oliehavre	6,4	6,6	50,4	49,6	5,0	4,5	9,9	9,1	5,9	6,3	11,7	12,7

Skumbarhed, havrebase

Den første test af de fremstillede havrebaser viser medium skumbarhed i alle sorter ved både kølige (20°C) og varmere (60°C) temperaturer. Se tabel 31

Tolkning af skumtest: under 255 ml = dårlig, 255-305 ml = mellem, over 305 ml = god skumbarhed

Tabel 31. Skumtest ved lav og høj temperatur, første runde analyser.

	Kold 20°C (ml)		Varm 60°C (ml)	
	Ø	K	Ø	K
Scotty	280	280	300	295
Fatima	295	310	300	330
Sonja	295	300	325	290
Active	265	285	270	310
Merlin	280	275	290	270
Elison	285	285	305	280
Nemesis	295	295	285	310
NOS Conrad	290	285	275	310
OlieHavre	290	305	290	305
Talkito	280	295	315	280

Heller ikke i anden runde analyser viser de afprøvede sorter god skumbarhed over 305 ml, de ligger alle i intervallet med medium skumbarhed. Se tabel 32.

Tabel 32. Skumtest ved lav og høj temperatur, anden runde analyser, udvalgte sorter.

	Kold 20 °C (ml)		Varm 60°C (ml)	
	Ø	K	Ø	K
Scotty		260		285
Sonja		270		245
Active		265		300
NOS Conrad		270		285
OlieHavre	260	255	265	280

Flygtige komponenter i havrebase

Teknologisk Institut har observeret mange flygtige forbindelser i udvalgte havrebaser, som potentielt kan påvirke de sensoriske egenskaber i havren. Der er indsat grænseværdier fra litteraturen i den midterste kolonne (organoleptisk grænseværdi) i tabel 33. Ved højere indhold end grænseværdier, er der mulighed for sensoriske forandringer. Som det ses af tabellen, er der særligt i sorten Scotty observeret flere flygtige komponenter. I referencerne yderst til højre i tabel 33, som stammer fra Döhlers egen produktion, er der meget få aldehyder, som kan give dårlig smag. Særligt heptanal giver en harsk afsmag og er uønsket i havrebasen.

Tabel 33. Flygtige komponenter i havrebase i ppm. Farveskala: Høj værdi rød, mellem værdi gul, lav værdi grøn. ND=not detected

Irup ho	Fdv#gr	Q dyq	Klasse	Smag	Organoleptisk grænseværdi ppm	N4# Vfrww	N6# Vrqm	N7# Dfwlyh	N ;# Q RV#Frqudg	#N<# R dlhk dyuh	ö <# R dlhk dyuh	k dyuh#dvh 934978	k dyuh#dvh <76645
						jhqghp vq lwljh#h{dqdd# nylydchqwhu#sp							
F5K7R	:80:0	Dfhwdghk gh	Dghk g	Juyqgh#edgh/#lxjwdjwj/#gqgh# edu	58	3/46;	3/533	3/38<	3/3;<	3/47<	3/43<	3/79:	3/839
F5K9R	9704:0	Hwdqgro	Dfrkro	Vw un#lorkrdm# whulm# hgJlqv	433	3/639	3/5;4	3/4;6	3/478	3/3:8	3/447	3/383	3/37<
F6K9R	9:0704	Dfhwrqh	Nhwrq	Vyg/#lxjwdjwj/# whuln/#mdus/#uyqw edu/#lxjwdjwj	3170441:8	3/6;<	3/3<49	3/88:	3/7:8	3/8<8	3/79<	3/54<7	3/46:5
F7K ;R	: ; 705	Sursdqdo#p hwk d	Dghk g	Vndus/#lnhuhw/#lxjwdjwj	313348	3/354	3/35:	3/34:	3/343	3/348	3/346	3/33<9	3/3:8
F7K 9R 5	764060;	5/6Exwdqghgrqh	Nhwrq	Exwhu0frwck#rs frug/#w un/#p yu	348	3/454	3/43;	3/39;	3/38;	3/3;6	3/3:8	3/5<6	3/6<3
F7K ;R	4560:50;	Exwdqdo	Dghk g	Vndus/# eddjwj/# dohw	3134034	3/35:	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G
F8K43R	4430505	Shqwdqdo	Dghk g	Vw un#mdus/#mdus#xjw	3135;	3/399	Q G	Q G	3/356	3/35;	Q G	Q G	Q G
F9K45R	990504	K h{dqdo	Dghk g	Ihwnhq/#uyq/#mdus/#lxjwdjwj/# juyqw#u v	31301k	3/599	3/376	3/377	3/375	3/3:7	3/374	3/34<	3/355
F :K47R	4440:40:	K hswdqdo	Dghk g	P hjhw#w un/#hg/#k®ug/#mdus#xjw# rj#q#kehkdjhaj/#hg#p dj	#1334;#	3/455	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G
F :K43R	6:::0<05	Ixdqg/#50surs d	Ixdqg	Iuxjwdjwj/#uyq/#xqg	3139	3/378	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G
F ;K49R	45704603	R fwdqdo	Dghk g	Ihgwdsshorq#xjw/#lxv	313334	3/5:5	3/33<	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G
F :K43R	76460608	5/70K hswdg lhgqdo#H#	Dghk g	Ihgw/#yg/#lxjwdjwj/#lxv2p harq# xjw# hg#ul#gghugrwhu/#hnp hw	314	3/539;	3/348	3/339	Q G	Q G	Q G	Q G	Q G
		vxp				3/6;73	3/48<;	3/3<66	3/3;75	3/434<	3/3;55	3/644<	3/5747

Diskussion

Formålet med projektet var at undersøge, om sorten og/eller dyrkningsmetoden har indflydelse på de forskellige kvalitetsegenskaber ved havre og på den havredrik, der produceres ud fra de samme kerner. De ti udvalgte sorter repræsenterede en genetisk variation, som resulterede i forskelle mellem sorterne for de fleste kvalitetsparametre, mens dyrkningssystemet/lokaliteten havde mindre betydning. Kvalitetsparametre blev analyseret i frø, høstet korn og havredrikbase, hvilket giver os en unik mulighed for at følge de forskellige sorter og konkludere, om en kvalitetsegenskab er sortsspecifik, hvis den er stabil gennem alle målinger, eller om den i højere grad afhænger af dyrkning og forarbejdning.

Dyrkning

På grund af begrænsninger i antallet af dyrkningslokaliteter er det ikke muligt at adskille effekterne af dyrkningssystemet fra stedsspecifikke forhold såsom jordtype osv. Dette bør derfor tages i betragtning i den følgende diskussion, når dyrkningssystemerne omtales.

Kvalitetsparametrene er vigtige for forskellige processer gennem havrens livscyklus. Under dyrkning er udbyttet den vigtigste faktor, hvilket ikke blev undersøgt direkte i disse forsøg. Derudover er evnen til at undertrykke ukrudt vigtig i økologisk dyrkning, hvilket var ens for alle sorter bortset fra Talkito. Lejesæd kan påvirke høsten og også kvalitetsparametrene; den eneste sort med problemer med lejesæd var Oliehavre, mens Scotty og Sonja havde noget strånedknækning før høst, men kun under konventionel dyrkning.

Afskalning

For den videre forarbejdning er afskallingsevnen af stor betydning. Havre, der let kan afskalles, er en eftertragtet kvalitet for møllerier. Det er derfor vigtigt, at skallerne nemt kan adskilles fra kornet uden at beskadige selve kernen. Afskalbarhed beskriver graden af, hvor let skallerne løsner sig ved standard afskallingsprocedurer. Høj afskalbarhed er en vigtig faktor for konsumhavre samt en lav procentdel skaller på vægtbasis. Hvis afskalningen er vanskeligere, kræves der mere kraft i processen, hvilket kan resultere i flere brudte og beskadigede kerner. Hvis havrekernerne beskadiges, udsættes de for ilt, hvilket kan påvirke kvaliteten, da det kan føre til oxidation af fedtsyrer. Dette bør undgås, da det kan medføre en ubehagelig harsk smag på grund af dannelsen af flygtige forbindelser.

Talkito er en nøgen havre og behøver derfor ikke blive afskallet, men der er stadig risiko for beskadigelse af kernerne under høst og opbevaring, da skallerne normalt beskytter kornet.

De bedste resultater for afskalning blev opnået af Merlin, NOS Conrad og Oliehavre med mere end 99 % afskallede kerner. Afskalbarhedensynes også at være højere i de konventionelt dyrkede sammenlignet med de økologisk dyrkede prøver, mens forskellene mellem sorterne ser ud til at være stabile i forhold til såsæden. Dette stemmer overens med en større undersøgelse udført af Browne et al. (2002). Faktorerne, der påvirker afskalbarhed i havre, er ikke klare. White & Watson (2010) viste i deres forsøg, at sorter med større kerner havde lavere afskalbarhed, mens vores resultater viser det modsatte, og dette bør undersøges nærmere.

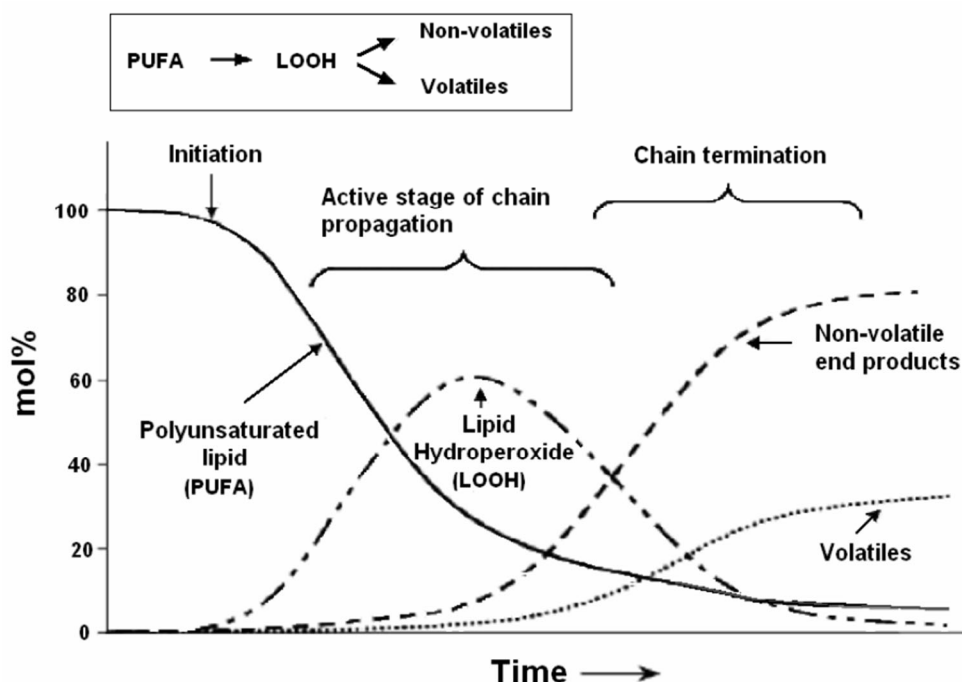
Varmebehandling og enzym-inaktivering

Efter afskalning er der behov for at inaktivere enzymerne i havren for at forhindre oxidation af fedtsyrer og sikre holdbarhed. Dette blev i projektet udført i pilotskala og ikke efter industristandard. Behandlingen blev udført ved lavere temperatur (85°C i stedet for 100°C) og i længere tid end standardproceduren. Derudover var tørreperioden bagefter længere. Aktiviteten af peroxidase, som i industrien bruges som indikator for enzymer, der forårsager harskning, viste ingen aktivitet efter behandlingen. Denne inaktivitet understøttes yderligere af, at fedtsyresammensætningen blev vurderet som normal ved ekspertbedømmelse.

Vi formoder dog, at noget gik galt i denne proces, som forårsagede en bismag i kernerne/havrebasen. Som vist i figur 13 nedenfor er peroxidase kun aktiv i en vis periode. Derefter er der mulighed for dannelse af flygtige forbindelser, selvom peroxidase måtte være inaktiv, som vores test indikerede. Derfor blev hexanal for nyligt foreslået som en bedre oxidationsindikator end peroxidase (Pålsson et al., 2024).

Disse dannede flygtige forbindelser kan føre til en usædvanlig umamismag, som er blevet registreret i havrebaserne. Vores målinger viser også, at de havredrikke med mest bismag havde det højeste indhold af flygtige forbindelser. Særligt pentanal og hexanal viste sig at øge bismagen.

Fra et sensorisk perspektiv kan umami-lignende og harske bismage stamme fra henholdsvis Maillard-reaktioner og lipidoxidation. Den længere opholdstid ved lavere temperaturer under varmebehandlingen kan potentielt have forårsaget dannelsen af forstadier fra proteiner og lipider, som senere i processen bidrog til den markante bismag – især efter UHT-behandling af basen.



Figur 13: Autooxidation af en polyumættet lipid som funktion af tiden, der viser de forskellige stadier i reaktionen (gengivet efter fra Gardner, 1986)

Varmebehandlingen påvirkede også proteinopløseligheden markant, som var 40–60 % lavere i de varmebehandlede kerner sammenlignet med frøene. Dette fald i proteinopløselighed kan tilskrives en høj protein-denaturering under varmebehandlingen.

Dette understreger betydningen af korrekt forarbejdning af havre og den store indflydelse, selv små ændringer kan have på havres kvalitet. Det betyder også, at de efterfølgende sensoriske og funktionelle resultater fra havrebasen er påvirket af varmebehandlingen, og at resultaterne i det hele taget bør tolkes med forsigtighed.

Produktion af havredrik

For den færdige havredrik eller for en havrebase er de vigtigste egenskaber smag og – for baristaprodukter – skumningsevne. Som nævnt blev smagen forringet på grund af problemer formodentlig under varmebehandlingen, og vi formoder, at dette også var tilfældet for skumningsevnen, da den generelt var lavere sammenlignet med industristandarden. Dog kunne der stadig observeres forskelle mellem sorterne. Fatima, Oliehavre og Sonja havde den bedste skumningsevne, og disse sorter havde også et relativt højt indhold af fedt og protein. Vores korrelationsanalyse indikerer ligeledes en positiv sammenhæng mellem fedt- og proteinindhold og skumningsevne. Zhou et al. (2023) observerede også positive effekter af protein- og fedtindhold i havre på den resulterende havredriks kvalitet. I litteraturen nævnes betydningen af forskellige proteinfraktioner, især albuminer, samt den generelle proteinopløselighed som afgørende for skumningsevnen, hvilket projektets resultater dog ikke kunne bekræfte. Derimod havde prolamin en signifikant positiv korrelation med skumningsevnen.

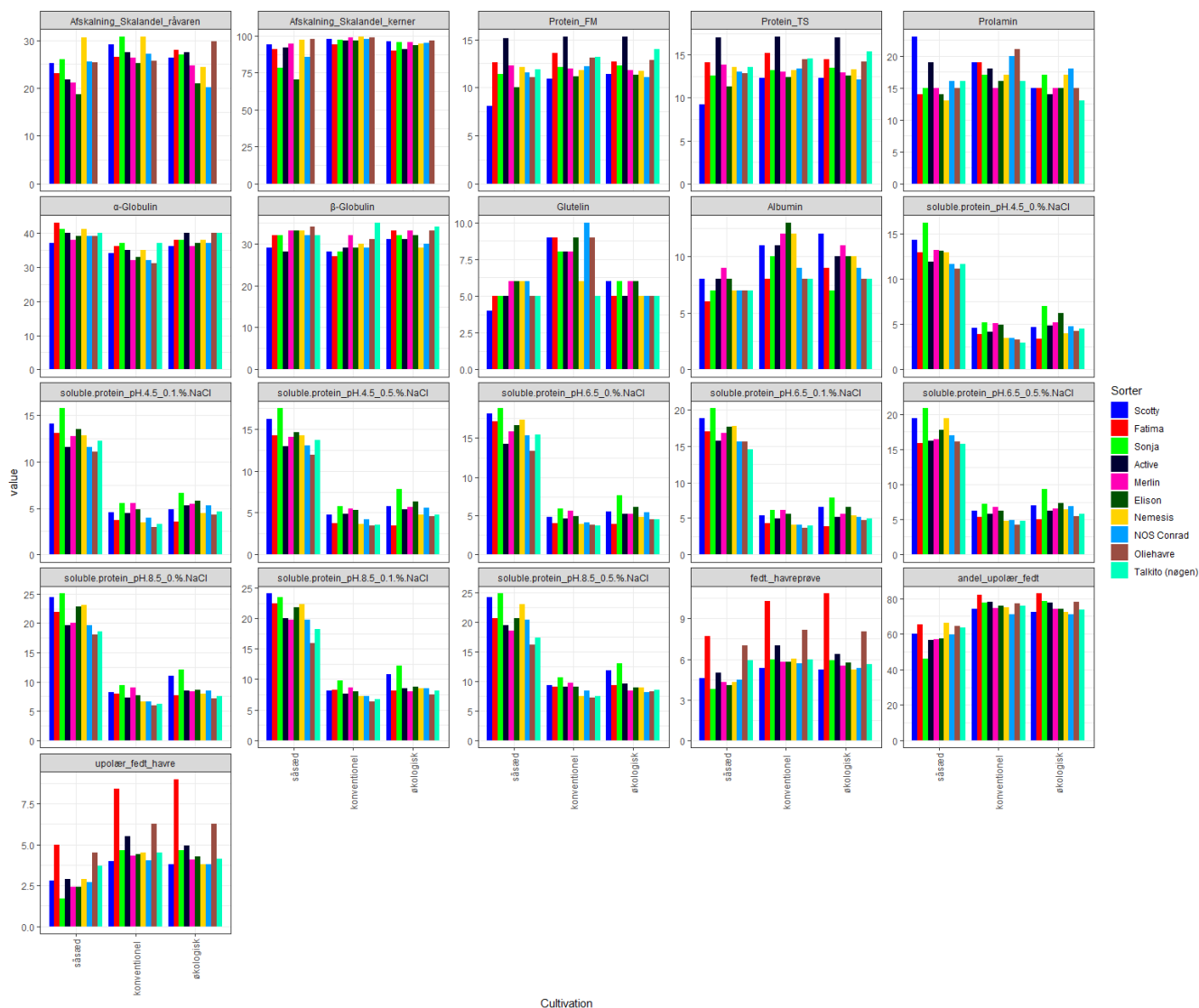
Under smagningen af de forskellige sorter kunne det bemærkes, at udover nogle bitre bismage var den sensoriske profil af sorterne relativt stabil fra korn til havredriksbase. Dette tyder på, at de bitre bismage enten er en sortsafhængig egenskab eller en egenskab, som sorter udviser under bestemte miljøforhold.

Sammenligning af frø og høstet korn

Sammenligningen af kvalitetsparametre i frø og i høstet korn (figur 14) kan give en indikation af, om en egenskab primært er sortsbetingsbetaget eller mere afhænger af miljøforhold. Det totale proteinindhold var afhængigt af sorten, hvor det konsekvent var højest og på omtrent samme niveau i sorterne Active, Fatima og Talkito og lavest i Scotty. Proteinopløseligheden var markant højere i frøene end i det høstede korn i begge dyrkningssystemer/lokaliteter, muligvis på grund af varmebehandlingen af kernerne. Dog kunne visse mønstre også observeres. På tværs af alle opløselighedstests viste Scotty, Sonja og til dels Nemesis den højeste proteinopløselighed, mens Oliehavre konsekvent havde den laveste.

I modsætning hertil var proteindistributionen ikke afhængig af sorten, og der kunne ikke identificeres et tydeligt mønster mellem sorterne. Her så det ud til, at alfa-Globulin og beta-Globulin ikke varierede betydeligt mellem sorter og dyrkning, mens glutein generelt var højere i prøverne fra den konventionelle dyrkning.

Det totale fedtindhold var også primært afhængigt af sorten, og generelt var værdierne højere i det høstede korn sammenlignet med frøene. Det totale fedtindhold i havre varierer dog normalt mellem år inden for samme sort. Fatima, efterfulgt af Oliehavre, havde det højeste fedtindhold og også den højeste andel af ikke-polært fedt. Dog skal det bemærkes, at andelen af ikke-polært fedt ikke varierede særlig meget mellem sorter og dyrkningssystemer.



Figur 14. De forskellige farver viser de enkelte sorter. Fra venstre mod højre i hver delfigur er vist resultater for sâsâed, konventionelle og økologiske prøver for en række forskellige parametre.

Sensoriske og kemiske analyser

Korrelationsanalysen (figur 15) viste sammenhænge mellem alle de forskellige parametre, der blev målt i det høstede korn og i havrebaserne. Ud fra litteraturen var forventningerne, at proteinopløselighed og -indhold samt fedtindhold ville korrelere positivt med skumningsevnen i den færdige havredrik, og at forskellige flygtige forbindelser ville påvirke smagen af havredrikkene enten positivt eller negativt afhængigt af forbindelsen.

Der blev udført sensoriske analyser tre gange gennem havrens livscyklus: først på sâsâed, derefter på det høstede korn og til sidst på de producerede havrebaser. Da sâsâeden var af forskellig alder, oprindelse og kvalitet, vil de sensoriske resultater herfra ikke blive brugt til at vurdere sorternes kvalitet, da disse forhold overskyggede sortseffekten.

De sensoriske analyser af det høstede korn og de efterfølgende havredrikke viste derimod en positiv korrelation, hvilket betyder, at kornsortens smag tilsyneladende var vedvarende gennem forarbejdningen. Sorter, der havde bismag som høstet korn, havde også bismag som havrebase. Dog havde de fleste baser en markant umami-bismag, muligvis som følge af komplikationer under forarbejdning og varmebehandling af kernerne.

Af korrelationsanalysen fremgår det, at flere faktorer kan føre til bismag eller modvirke den, men konklusioner baseret på vores meget begrænsede datasæt skal drages med forsigtighed, så der er blot tale om indikationer.

Havrekorn smagte bedre, når de havde en større kerne i forhold til små kerner. Derudover førte en høj andel af linolensyre sammenlignet med de øvrige fedtsyrer til bismag.

For havrebaserne ses det tydeligt, at bismagen korrelerer med specifikke flygtige forbindelser; især pentanal, hexanal og ethanol gav en markant bismag, mens acetaldehyd og acetone reducerede bismagen.

Generelt var et højt protein- og fedtindhold samt en lav pH i havrebasen korreleret til mindre bismag.

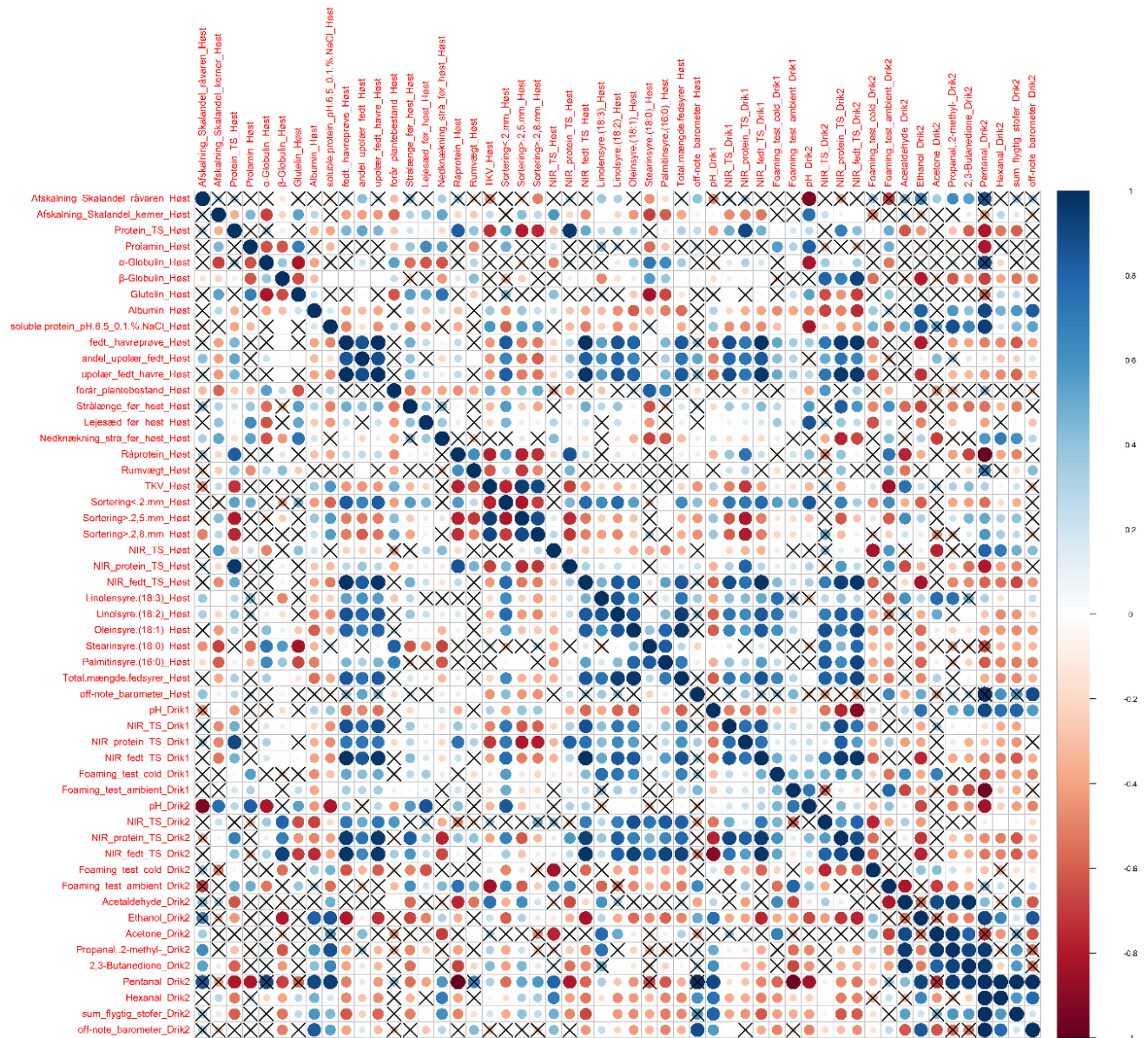
En anden vigtig kvalitetsegenskab ved havredrikke er deres skumningsevne. Under produktionen af havrebasen blev to forskellige processer anvendt. Vores resultater viser, at mens skumningstesten ved høj temperatur (60°C) viste en positiv korrelation mellem de to processer, gjorde skumningstesten ved lav temperatur (20°C) det ikke. Faktisk korrelerede resultaterne negativt, hvilket betyder, at den samme sort, der klarede sig godt som base 1 (drik 1 i figur 15), ikke klarede sig godt som base 2 (drik 2 i figur 15). Dette understreger vigtigheden af forarbejdningsprocedurer i produktionen af havrebaser.

Disse kontrasterende mønstre ses også, når man ser på de faktorer, der påvirker skumningsevnen. Mens mængden af frie fedtsyrer, totalt fedt- og proteinindhold samt høj pH øgede skumvolumen i base 1, mindskede de den i base 2.

Konklusion

Det er meget vanskeligt at drage konklusioner baseret på den begrænsede dyrkning og testopsætning samt den uventede bismag efter forarbejdning. Det, vi kan konkludere, er, at sortsvalget er vigtigt i forhold til en række kvalitetsparametre for havre generelt. Vi har desuden behov for at lære mere om effekten af disse kvalitetsparametre på den endelige kvalitet af havredrik, og hvilke kandidater der er bedst egnede til denne produktion.

For de indledende produktionsskridt hos Valsemøllen er det en fordel med sorter, der afskaller let, og som har en lav skalandel og få kerner under 2 mm i størrelse for at øge mængden af råvare. En forsigtig konklusion baseret på korrelationsanalysen er, at højt protein- og fedtindhold er gode kvalitetsindikatorer for havredrik, men for fedtindhold kan dette også tilsættes som olie under de afsluttende behandlingskridt i produktionen af havredrik. Sonja, Fatima og Oliehavre har vist bedst skumbarhed og relativt højt indhold af både fedt og protein.



Figur 15: Korrelationsanalyse af alle de undersøgte kvalitetsparametre analyseret for det høstede korn (Høst) og de to forskellige producerede havrebaser (Drik 1 og Drik 2). Størrelsen på prikken og farveintensiteten viser, hvor stærk korrelationen mellem to parametre er. Hvis prikken er blå, betyder det en positiv korrelation, og hvis den er rød, betyder det en negativ korrelation mellem to parametre. Et X markerer ikke-signifikante korrelationer.

Referencer/baggrundslitteratur

- J. G. Ponte, Jr., and V. A. De Stefanis (1969). Note on the Separation and Baking Properties of Polar and Nonpolar Wheat Flour Lipids. Copyright 1969 by the American Association of Cereal Chemists, Inc. [Cereals & Grains Association https://www.cerealsgrains.org](https://www.cerealsgrains.org) > Do...
- Lampi et al. (2015). "Changes in lipids and volatile compounds of oat flours and groats". Food Chemistry. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.022>
- McCarron et al. (2024). "Oat-based milk alternatives: the influence of processing on flavor and volatiles". Frontiers in Nutrition. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1345371>
- Li et al. (2022). "Effects of pretreatment on volatile composition in oat bran". Foods, 11(19), 3070. <https://doi.org/10.3390/foods11193070>
- McGorin et al. (2019). "Key Aroma Compounds in Oats and Oat Cereals". J. Agric. Food Chem. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00994>
- Klensporf & Jeleń (2005). "Analysis of volatile aldehydes in oat flakes by SPME-GC/MS". Polish Journal of Food and Nutrition Sciences.
- Salmenkallio-Marttila et al. (2013). "Flavor and Texture in Processing of New Oat Foods". In: Oats – Chemistry and Technology, AACC International.
- El Hosry et al. (2024). "Maillard Reaction: Mechanism, Influencing Parameters". Foods. <https://doi.org/10.3390/foods13152421>
- Qi et al. (2023). "Maillard Reaction in Flour Product Processing: Mechanism, Impact, and Mitigation". Foods, 14(15), 2721. <https://doi.org/10.3390/foods14152721>
- Zhou et al. (1999). "Oat Lipids". Cereal Chemistry. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1999.76.5.637>
- Wang et al. (2023). "Volatile metabolomics reveals the characteristics of oat aroma profile". Frontiers in Plant Science. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1278152>
- Webster, F. (Ed.). "Oats: Chemistry and Technology" (2nd Ed.). AACC International, 2011.
- Browne, R. A., White, E. M. & Burke, J. I (2002). Hullability of oat varieties and its determination using a laboratory dehuller. *J Agric Sci* 138, 185–191.
- White, E. & Watson, S. (2010). An investigation of the relationship between hullability and morphological features in grains of four oat varieties. *Annals of Applied Biology* 156, 281–295.
- Pålsson, D., Penttinen, H., Malmberg, C., Adlercreutz, P. & Tullberg, C. (2024). Rancidity development in oat during industrial processing. *LWT* 204, 116448.
- Gardner, H. (1986). Reactions of hydroperoxides—products of high molecular weight. in *Autoxidation of unsaturated lipids* (Academic Press).
- Zhou, S. et al. (2023). Physical–Chemical and Sensory Quality of Oat Milk Produced Using Different Cultivars. *Foods* 12, 1165.

Appendix 1

Prøve 1, Fatima, Rå, afskallet

Duft

Mild, kornloft, anelse
kældernote

Smag

Mel, havre, anelse bitter, nød,
lidt sød, anelse harsk,
anelse hø, anelse vådt hø

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver lidt melet og
blødere, anelse mere
elastisk/glutenagtig, kradser en
anelse i halsen

Visuelt

Beige, homogen farve, lange,
spidse kerner med ensartet
form og størrelse



Prøve 2, Nemesis, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse kornloft

Smag

Anelse harsk, anelse bitter,
korn, havre, nød, sød, brød,
lidt vådt hø, lidt fløde, anelse
besk, lidt oxideret

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver melet med
små faste residualstykker,
anelse kradsen-i-halsen

Visuelt

Anelse "uldne" med let grålige
områder, ellers beige/lyse,
store kerner med ret ensartet
størrelse



Prøve 3, Elison, Rå, afskallet

Duft

Mild, kornloft

Smag

Mel, havregryn, sød, fløde,
fed, nød, ren, lidt hø

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast med ru og tør
overflade, bliver melet,
herefter blød og lidt
slimet med små faste, ru
residualstykker

Visuelt

Rene, lyse, homogent farvede,
lidt buttede med spidse
ender, lidt varierende
størrelse



Prøve 4, NOS 81920-15, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse jordslået

Smag

Lidt bitter, lidt harsk, korn,
havregryn, sød, lidt nød, lidt
fed, lidt fløde, brød, kornstøv

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver melet,
herefter blød og lidt slimet
med små faste, ru
residualstykker. Lidt
kradsen-i-halsen

Visuelt

Misfarvede, mørke ender, ellers
beige farve. Store, glatte, let
butede med spidse ender og
nogen variation i størrelse



Prøve 5, Dådyrhavre, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse jordslået

Smag

Korn, havre, anelse jordslået,
sød, nød, brød, fed, fløde

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver melet,
herefter blød og lidt
slimet med små faste, ru
residualstykker.

Visuelt

Lyse kerner med grålige
områder og varierende
farve, buttede, glatte med
varierende størrelse



Prøve 6, Talkunar, Rå, afskallet (nøgenhavre)

Duft

Mild, lidt kornloft

Smag

Korn, havre, lidt nød, anelse grøn,
fuglegræs/majstråde/manna
fra elmetræer

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver melet,
herefter blød og lidt slimet
med små faste, ru
residualstykker

Visuelt

Lys, ren homogen farve, lidt
buttede, glatte kerner



Prøve 7, Kaspero, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse korn

Smag

Mel, korn, havre, nød, brød,
sød, ren

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver mere blød
og anelse
elastisk/glutenagtig

Visuelt

Ret lange, tynde, spidse og
glatte kerner med ren,
homogen, lys farve



Prøve 8, Lion, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse kornloft

Smag

Havregryn, korn, brød, sød,
fed, fløde, ren

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver melet med
små faste, ru
residualstykker

Visuelt

Enkelte misfarvede, men ellers
lyse, ret homogent farvede.
Glatte og store kerner



Prøve 9, Talkito, Rå, afskallet (nøgenhavre)

Duft

Mild, anelse kornloft, mel

Smag

Mel, nød, havre, brød, sød,
ren (ingen offnoter)

Konsistens og Mundfølelse

Hårde med glat overflade,
bliver først lidt sandet,
derefter melet med faste
residualstykker

Visuelt

Lys farve, ensartet størrelse
og form, glat overflade



Prøve 10, Oliehavre, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse kornstøv

Smag

Havregryn, korn, nød, brød,
sød, fløde, fed, ren, anelse
oxidaret, anelse harsk

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver hurtigt melet og
blødere og anelse
elastisk/glutenagtig. Anelse
kradsen-i-halsen

Visuelt

Beige/lyse med anelse grålige
områder, anelse "uldne".

Lange, store kerner med lidt
variation i størrelse



Prøve 11, NOS 81962-12, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse kornloft, anelse jordslået

Smag

Lidt bitre og syrlige i starten, havre, brød, kornloft, lidt jordslået, besk eftersmag

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, med ru og tør overflade, bliver mere bløde og en anelse elastiske/glutenagtige. Anelse kradsen-i-halsen

Visuelt

En del misfarvede områder, inhomogen grålig og beige farve. Glatte, med ret varierende størrelse



Prøve 12, WBP Oscar, Rå, afskallet

Duft

Kornloft, kornstøv

Smag

Mel, havre, korn, nød, lidt sød, brød, fed, fløde, anelse harsk

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast med ru overflade, bliver blødere og lidt elastisk/glutenagtig med små faste residualstykker. Anelse kradsen-i-halsen

Visuelt

Lyse/beige, inhomogent farvede. Buttede med spidse ender og lidt uens størrelse



Prøve 13, Dominik, Rå, afskallet

Duft

Kornloft, havre

Smag

Havregryn, sød, korn, nød,
fed, fløde, brød, ren

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver hurtigt blød og
elastisk/glutenagtig med små
faste, ru residualstykker

Visuelt

Anelse "uldne", lyse, ret
homogent farvede. Lange,
tynde kerner med spidse
ender og lidt varierende
størrelse



Prøve 14, Scotty, Rå, afskallet

Duft

Mild, lidt jordslået/kældernote

Smag

Mel, havre, sød, anelse
jordslået, nød, brød, lidt hø,
korn

Konsistens og Mundfølelse

Hård med melet, ru, tør
overflade, bliver melet med
små faste, ru
residualstykker. Anelse
kradsen-i-halsen

Visuelt

Mørke til mediumlyse, "uldne",
butede kerner med lidt
variation i størrelsen



Prøve 15, Østrigsk Bitterhavre , Rå, afskallet (nøgenhavre)

Duft

Mild, kornloft, mel, anelse
kældernote/jordslået

Smag

Harsk, jordslået, offnote
overdøver konr, havre.
Bitter eftersmag

Konsistens og Mundfølelse

Hård, tydelig kradsen-i-
halsen

Visuelt

Mørk farve ellers mediumlys,
varierende størrelse, glat,
men ikke helt så "poleret"
som f.eks. Prøve 9



Prøve 16, Symphony, Rå, afskallet

Duft

Kornloft, kornstøv, mild

Smag

Havre, brød, nød, sød, korn,
ren, eftersmagen en anelse
skarp

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver melet med
små faste, ru
residualstykker

Visuelt

Medium-lyse kerner, med lidt
grålige områder. Buttede
og en anelse "uldne"



Prøve 17, Caddy, Rå, afskallet

Duft

Mild, korn, havregryn

Smag

Mel, korn, kornstøv, havregryn,
sød, nød, anelse oxideret,
anelse bitter

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, med ru og tør
overflade, bliver melet med
små faste, ru residualstykker

Visuelt

Lyse kerner med homogen farve,
butede med spidse ender,
"uldne", lidt varierende
størrelse



Prøve 18, Sonja, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse kornloft

Smag

Havre, korn, sød, nød, brød,
fløde, fed, ren

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, ru overflade,
bliver melet med små
faste, ru residualstykker

Visuelt

Lyse, homogent farvede kerner.
Spidse, tynde/ aflange med
ret varierende størrelse



Prøve 19, RGT Skara, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse kornloft

Smag

Korn, klid, havre, brød, nød,
anelse sød, ren, kornloft,
kornstøv, anelse skarp
eftersmag

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, med ru og tør
overflade. bliver melet med

Visuelt

Lyse kerner med enkelte gro
områder, lidt uens farvec
Anelse "uldne" med ret
varierende størrelse



Prøve 20, Active, Rå, afskallet

Duft

Mild, anelse kornloft

Smag

Sød, havre, nød, korn, ren,
brød, fed, fløde

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, ru og tør overflade,
bliver mere blød og lidt melet
med små faste residualstykker

Visuelt

Lyse, homogent farvede,
lange/tynde, med spidse
ender, medium glatte med ret
ens størrelse



Prøve 21, Merlin, Rå, afskallet

Duft

Meget mild

Smag

Ren, havre, korn, nød, brød,
sød, kornloft, sød eftersmag

Konsistens og Mundfølelse

Hård, fast, bliver melet med
små faste, ru
residualstykker. Anelse
klistret/slimet (som
havregrød) efter længere
tids tygning

Visuelt

Meget lyse kerner, med ren
homogen farve. Lange, store
kerner med glat overflade

