



# Sigtekornet

Nyhedsbrev nr. 15 fra Landsorten  
November 2024

## Indholdsfortegnelse

Nyt fra Landsorten.....	2
Fremtiden sikret for Landsorten frem til 2026.....	2
Status for dyrkning og såsæd.....	3
Énkornsaften på Lille Bakery.....	3
Nyt fra Bestyrelsen.....	4
Generalforsamling d. 25 februar 2025.....	4
Udbytte af Landsortens sorter.....	5
Bestemmes bagekvalitet af dyrkningen eller sorten?.....	5
Glutenstruktur.....	6
Kernehårdhed.....	7
Protein-indhold.....	8
Faldtal.....	9
Er det kornsorten eller jorden, der bestemmer mineral-indholdet i korn?.....	11

Udgivet af Landsorten  
Tekst: Anders Borgen og Emilie Hansted Berning

Sigtekornet uddeles gratis og finansieres primært af foreningen medlemmer, men modtager også supplerende støtte fra [GUDP](#), [FØL](#) og Holkegård-fonden via [BOOST-projektet](#)

Klik [her](#) for at støtte [Landsortens](#) arbejde med et medlemskab

# Nyt fra Landsorten



I foråret ansatte Landsorten [Henriette Winther](#) som ny direktør. Henriettes store arbejde har haft en afgørende betydning for foreningens udvikling i år. Desværre måtte Henriette sygemelde sig i september med øjeblikkelig virkning. Samtidig er Johan Lund på orlov for at færdiggøre sin uddannelse, og Bjarne Hansen har derfor stået alene med arbejdet med såsæden ved siden af hans arbejde i Aurion og [ORIGENAL](#). Landsorten har derfor været presset her i efteråret, og vil være det resten af året. Dette er også grunden til, at der ikke har været kræfter til at udgive dette nyhedsbrev så ofte som planlagt. Vi

håber også på forståelse, hvis I måtte have oplevet forlængede svartider. Vi er til gengæld glade for at kunne meddele, at Henriette forventes tilbage ved roret i Landsorten i løbet af vinteren, hvor også Johan er tilbage. Henvendelser bedes derfor, indtil da, rettes til Anders Borgen på [anders@landsorten.dk](mailto:anders@landsorten.dk) eller vores forperson Emilie på [emilie@landsorten.dk](mailto:emilie@landsorten.dk)

## Fremtiden sikret for Landsorten frem til 2026

Så længe kornet fra Landsorten kun har forholdsvis lille udbredelse, er Landsortens økonomi helt afhængig af, at private og offentlige fonde og andet, der ser fornuften i at støtte vort arbejde. Vi har derfor både sidste år og i år søgt flere projekter i [Plantefonden](#), som er etableret netop med henblik på at fremme danske plantebaserede fødevarer. Vi har været heldige, at [Plantefonden](#) i år har valgt at støtte et af vore projektforslag, som i de næste to år vil kunne fortsætte det arbejde, som især Henriette har påbegyndt i 2024.

Det nye projekt indbærer, at professionelle køkkener og surdejsbagere i de kommende to år vil lære vores mere end 50 kornsorter at kende, og blive i stand til at bruge kornet i både grønne retter og gode surdejsbrød. <https://www.tystofte.dk>/Det bliver til glæde for både kokke, bagere og de, som skal dyrke kornet.

Som en del af projektet skal Landsorten i 2026 afholde en international kornfestival, hvor alle de gode kræfter slås sammen under et fælles arrangement, som står i kornets tegn. Det bliver vor forperson Emilie Berning fra [Vild Hvede](#), der bliver koordinator for kornfestivalen, men arrangementet indgår i den række af tilbagevendende kornarrangementer, som er afholdt af et nordiske netværk og det europæiske netværk [Let's Liberate Diversity](#). I kan forvente jer et overflødhedshorn af spændende workshops, mark demonstrationer, smag- og bagninger, talks fra ind- og udland og meget mere.

Vi kommer til at række ud til jer på et senere tidspunkt, vedrørende særlige sorter ikke bare fra Landsorten men fra hele Europa og verden, som skal sås i en demonstrations mark i forlængelse af kornfestivalen. Sorterne skal være os i hænde allerede i sommeren 2025, så hvis I har kendskab til nogle helt unikke kornsorter, eller kender nogen projekter, der kunne være interesserede i at sende deres korn på en rejse, så send dem gerne i vores retning.

Idé brevkassen er ligeledes åben, hvis man går med en spændende ide til oplæg eller oplægsholdere, der kredser om formidling af korn, dyrkningspraksis eller forarbejdning.

Velbekomme - og tak til [Plantefonden](#)

## Status for dyrkning og såsæd

Arealet med korn fra landsorten fortsætter med at stige. I 2024 har der været dyrket et areal på omkring 500ha med sorter fra Landsorten, og vi regner med, at der allerede i løbet af efteråret i år er sået (eller planlagt såning) på omkring 900ha, hvoraf Mariagertoba står for lidt over halvdelen. Det samlede areal med økologisk bagehvede i Danmark vurderes til at være på 10.000ha, så vi regner med at Landsorten i 2025 i størrelse vil svare til omkring 10% af den økologiske brødkornsproduktion.

Især Mariagertoba har været en stor succes i markedet. Alle møllerne i Landsorten melder om, at lagrene af Mariagertoba allerede enten er tomme eller forventes at løbe tør i foråret. Derfor forventer vi en stigende produktion i de kommende år. Imidlertid er det begrænset, hvor hurtigt produktionen kan udvides. Hvis alt kornet anvendes som såsæd i forventning om stigende efterspørgsmål, så er der ikke noget korn til møllen, og så risikerer markedet at gå i stå. Omvendt hvis der formales for meget, så bliver der ikke noget korn til overs at så ud, og så er der ikke noget til de kommende år. Derfor skal der hele tiden være en balance mellem at holde markedet i gang og samtidig sikre såsæd til et stigende behov. Det kræver koordinering også mellem virksomhederne, og er en af Landsortens store arbejdsopgaver.

Borris Rug, som blev fagligt beskrevet i [Sigtekornet i maj 2022](#) er også blevet en af årets store succes'er. Da Landsorten satte Borris rug i produktion hos landmanden [Christian Hjorth](#) i Himmerland, så har der været stor efterspørgsel ikke bare til brødkorn, men også [til whisky](#), hvor der bl.a. er etableret en større produktion i England.

I den danske speltproduktion har Oberkulmer Rotkorn hidtil været den dominerende, men i Landsorten har vi nu opformeret den eneste speltsort, som har sin oprindelse i Danmark. Det har markedet reageret på, og vi regner med, at Dansk Spelt fremover bliver den dominerende speltsort i Danmark, da den har nogenlunde samme kvalitet, men den klarer sig udbyttmæssigt bedre end Oberkulmer Rotkorn, og så har den en bedre historiefortælling i en dansk kontekst.



### Énkorns saften på Lille Bakery

Anders Borgen og Emilie Berning repræsenterede Landsorten til en stuvende fuld og stemningsfuld aften i énkornets tegn på [Lille Bakery](#) i København den 19. november. Her havde bagere og kokke gjort sig umage for at fortolke énkornet igennem forskelligt brød samt en lækker risotto med kogte polerede

énkorns kerner. Der var oplæg og fortællinger med fokus på hele kornets rejse fra jord til bord. Hvad vi blandt andet blev klogere på, gennem Anders Borgens oplæg, var énkornets stamtavle, og at det til manges overraskelse viser det sig, at énkorn slet ikke er kornets moder, som det ellers påstås i visse kredse. Énkorn har nærmere sin helt egen slægtslinje, som i hvert fald ikke direkte har relation til de moderne hveder vi dyrker i dag. Der kan man bare se.



## Nyt fra Bestyrelsen

For alle jer, som ikke allerede er orienteret, kan vi berette om, at der i år blev valgt følgende nye personer ind i bestyrelsen; Jonas Astrup, udviklings- og innovationschef i [Meyers](#) samt Gitte Hesselbæk Breum, Direktør [MAD til hver DAG](#) og ejer af [konsulentvirksomheden Økokonsulenten](#). Med disse erfarne profiler, styrker vi Landsortens udvikling ud mod markedet.

I bestyrelsen har vi en bred repræsentation af fagligheder og kompetencer, det har en stor betydning for foreningens arbejde i disse år, hvor vi skal følge med udviklingen og skærpe Landsortens strategi både indadtil og udadtil.

Den strategi, som Landsorten nu arbejder ud fra, bygger på to søjler. For det første, så skal vi fremme efterspørgslen fra fødevarer virksomhederne, så der er et marked for afsætningen. Denne del af strategien sikres bl.a. gennem Plantefond-projektet som er beskrevet ovenfor.

Den anden del af strategien handler om at sikre, at der er en produktion af markedsføre. Her er det især kvalitetssikring, der er flaskehalsen. Selv sorter som Mariagertoba og Borris rug, som dyrkes på store arealer, holder ikke sig selv i live. Igen og igen ser vi, at kornet enten bliver smittet med udsædsbårne sygdomme eller bliver blandet med andet korn, og så kan kornet ikke bruges som såsæd. Derfor er der et stort arbejde i sikre, at der af alle sorter er såsæd nok til næste års produktion af en tilfredsstillende kvalitet. Dette gøres dels ved at tilse markerne og at dyrke mindre arealer under kontrollerede forhold, som kræver specialudstyr til bl.a. høst, rensning og analyser. Denne del af Landsortens arbejde har vi pt. ikke finansiering til, men vi har sendt flere projektansøgninger om det, og håber naturligvis, at det lykkes. Det ville jo være en skab, hvis vi har bevilling til et projekt om markedsføring af korn, hvis der så ikke er noget korn at sælge.



*Landsortens bestyrelse. Fra venstre: Anders Borgen, Jonas Astrup, Lars Sørensen, Karsten Kjærgaard, Bitte Breum, Bjarne Hansen og Emilie Hansted Berning*

## Generalforsamling d. 25 februar 2025

Næste år danner [Mejnerts Mølle](#) ramme om vores generalforsamling. Mejnerts køkken sørger for noget godt at spise, og så skal vi selvfølgelig en tur rundt i møllen og produktionen. Vi lover at det bliver en forrygende eftermiddag i godt selskab, med plads til debat og snak om de aktuelle emner, der vedrører foreningens udvikling, og bestemt også foreningens medlemmer.

Landsorten er stadig en ny organisation, som er i kraftig udvikling. For nogle virksomheder er medlemskabet af Landsorten af stor betydning på både indtægts- og udgiftssiden. Derfor er det vigtigt, at vi på generalforsamlingen kan diskutere, hvordan Landsorten skal udvikle sig i de kommende år. Hvilke og hvor mange sorter er der behov for? Hvordan skal vi finansiere arbejdet?

Så sæt X i kalenderen d 25 Februar. Flere detaljer følger, når vi kommer lidt nærmere på dagen.

# Udbytte af Landsortens sorter

Landsorten udførte et udbytteforsøg i vinterhvede i 2024. Forsøget blev anlagt hos Christian Hjort i Himmerland på god jord med en god forfrugt af rødkløver. Kornet blev sået sent i 2023, og disse betingelser har samlet sikret et meget tilfredsstillende udbytte for økologiske betingelser og samtidigt er tilfredsstillende protein-indhold i alle sorter. Under disse betingelser vil det være fornuftigt at gå efter de højtydende sorter, mens det under mere vanskelige dyrkningsbetingelser vil være bedre at vælge sorter med lavere udbytte for at sikre protein-indholdet.

Der er en nær sammenhæng mellem udbytte og protein-indhold, så højt udbytte er ikke nødvendigvis godt, hvis protein-indholdet som resultat heraf bliver så lavt, at det ikke kan bruges til eksempelvis bagning.

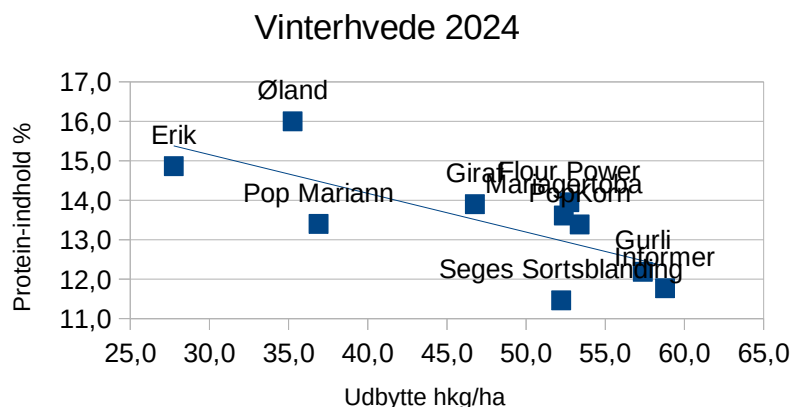
Forsøget viser, at populationerne fra Landsorten er konkurrencedygtige med konventionelle sorter for så vidt angår udbytte. Den konventionelt forædlede sort

'Informer' og populationen 'Gurli' fra Landsorten de højst ydende, og har givet 13% højere udbytte end den sortsblanding af højtydende foderhveder, der

anvendes som reference i de officielle [Landsforsøg](#) og [værdiafprøvning](#). Populationerne 'Popkorn', 'Mariagertoba' og 'Flour Power' har givet samme udbytte som sortsblandingen, men med et højere protein-indhold.

Man skal aldrig vurdere sorter ud fra et enkelt års forsøg på en enkel lokation, men rangordningen i protein-indhold svarer til tidligere års forsøg, omend 'Popkorn' plejer at ligge 10% højere i udbytte og 10% lavere i protein-indhold end 'Mariagertoba' og 'Flour Power'. På den baggrund kommer resultaterne af årets forsøg ikke som en overraskelse.

Populationerne 'Popkorn', 'Mariagertoba' og 'Flour Power' indgår i nye uafhængige forsøg anlagt af [Innovationscenter for økologisk landbrug](#) i 2024-25, og testes nu også i Tyskland og Frankrig. Vi venter på disse resultater med spænding.



Forsøg med økologisk vinterhvede anlagt med 8 gentagelser á 7,5m<sup>2</sup> på god jord med lavt ukrudtstryk. Sorterne 'Erik' og 'Øland' er vårhvedesorter og var udsat for lejesæd i forsøget.

## Bestemmes bagekvalitet af dyrkningen eller sorten?

Kvalitet af korn er et bredt begreb. Nogen vil mene, at det vigtigste er fravær af pesticidrester, mens andre mener, at det skal være vegansk og dyrket uden husdyrgødning. Hvis vi lige for en stund lader som om, at dette er Den Store Bagedyst på DR1, hvor al fokus er på bageteknik, og hvor miljøetik, sundhed og madspild totalt ignoreres i kvalitetsvurderingen af resultatet, så handler brødbagning i denne snævre tekniske kontekst rigtig meget om at få et brød til at hæve godt op og indeholde luftbobler og saftighed, og om at beholde formen både før, under og efter bagningen.

Alle, der har forsøgt at bage med forskelligt mel ved, at der er forskelle på bageegenskaberne i spelt, énkorn og hvede. Det skyldes primært forskelle i arternes gluten-egenskaber, som altså primært er genetiske bestemt. Vi ved også, at noget korn bliver kasseret, fordi den enkelte kornsort kan være forskellig fra år til år, og fra mark til mark. Det skyldes primært faldtallet og dermed stivelsen, som altså primært er bestemt af miljøfaktorer, især lige før høst. Gluten-egenskaberne er altså primært arveligt bestemt, mens stivelsen primært er miljøbettinget.

## Glutenstruktur

Gluten er en kompleks blanding af to især grupper af proteiner, nemlig gliadin og glutenin. Gliadin er små runde proteiner, der især har betydning for at gøre dejen tyktflydende. Gluteniner er generelt større, og har betydning for dejens strækbarhed, stramhed og elasticitet. Derfor er det især forskelle i sammensætningen af gluteninerne, der har betydning for, hvordan dejen opfører sig i dejfadet.

Da man i 1800-tallet begyndte at arbejde med at udvikle hvedesorter, så handlede det stort set alene om at finde typer, der voksede godt i marken. Dette fokus fortsatte i Danmark indtil langt op i det 20. århundrede, men i Canada begyndte man allerede omkring århundredeskiftet af interessere sig for gluten og bagekvalitet. Charles Saunders fandt blandt andet ud af, at hvis man tygger på nogle hvedekerner og synker spytet, så danner gluten en lille klump tyggegummi, og af den klump kan man faktisk langt hen ad vejen vurdere hvedesortens bageegenskaber. Selv en utrænet tyggegummi-gumler kan tydeligt mærke forskel på en traditionel spelt og en moderne bagehvede. Tyggegummiklumpens størrelse viser mængden af vådgluten i kornet, og om den er hård eller blød at tygge i udtrykker gluten-indekset.

I stedet for at tykke sig igennem alle sorterne kan man lave en laboratorietest, hvor man grundlæggende gør det samme, nemlig at ælte noget dej af mel og skylle det med vand. Det giver en lille klump gluten, som man kan centrifugere gennem en si. Hvis gluten er svag, vil gluten slynges ud gennem sien, mens en stærk gluten vil blive på holdt tilbage af sien. Den relative mængde af gluten, der tilbageholdes af sien, kaldes hvedens glutenindeks, som svinger mellem 0% og 100%. 'Mariagertoba' ligger på 90-95, mens 'Ølandshvede' ligger på omkring 60. Spelt ligger ofte under 50 og énkorn helt nede i nærheden af 10. Især når glutenindekset er lavt, kan det svinge noget, mens sorter med stærk gluten ligger mere stabilt i forskellige analyser.

Indtil for få årtier siden var måling af gluten og dejens egenskaber alene bestemmende for selektionen af gode bagehveder, og det er også den metode, som vi har brugt i udviklingen af 'Mariagertoba', 'Popkorn' og andre hveder fra Agrológica. I de senere årtier er man begyndt også at se på, hvilke specifikke proteiner, der påvirker dejkvaliteten. Proteiner kommer jo ikke af ingenting, og det er især sortens genetiske egenskaber, der bestemmer om gluten er sammensat på den ene eller anden måde. Man har fundet ud af, at det især er de store glutenin-molekyler, der påvirker bageegenskaberne i hvede, og disse højmolekylære gluteniner er der ikke ret mange af. Nogle sorter laver nogle proteiner, mens andre indeholder andre proteiner. Så i forbedringen af bageegenskaberne i hvedesorter gælder det bare om at krydse forskellige sorter, der har hver deres gluteniner, og så udvælge de planter, der har arvet noget godt fra begge forældre.

Hvede har tre genomer A, B og D. På hvert genom sidder der gener, som bestemmer produktionen af proteiner, men de er grupperet i sub-units, som i praksis altid følges ad. På A-genomet er der kun ét sted, der bestemmer glutenin, og det sted kan kode for tre forskellige gluteniner: '1' eller '2\*' eller 'null'. Generelt vurderes '1' at være det bedste, mens 'null' ikke bidrager helt så meget.

På B-genomet er der 7 forskellige muligheder for subunits, nemlig '17+18', '7+8', '13+16', '7+9', '7', '6+8' eller '20', hvor '17+18' er den bedste, mens '20' er den ringeste.

På D-genomet er det kun to muligheder, nemlig '5+10' eller '2+12', hvor '5+2' er langt bedre end '2+12'.



Har en hvedesort ingen af disse subunits, så er den virkelig noget skod til bagning af franskrød. Den kan være udmærket til bagning af kiks, til foder eller til mange andre formål, men den vil ikke vinde nogen priser til at hæve en spandauer.

Afhængigt af hvilke subunits en hvedesort har på de tre genomer, så kan man beregne, hvor stærk gluten, den vil lave. Dette blev udviklet af Peter I. Payne, og kaldes sortens payne-indeks. Det højeste payne-indeks fås i sorter, der har kombinationen af '1', '17+18' og '5+10', som tilsammen giver et payne-indeks på 10, hvilket gerne skulle resultere i en glutenindeks på 100. Så simpel er verden dog sjældent i virkeligheden

Det er ikke altid godt med et højt gluten-indeks og et højt payne-indeks. Hvis gluten er for stram, så hæmmer det faktisk dejens mulighed for at hæve. Mange foretrækker faktisk et gluten-indeks på omkring 80, men det afhænger af hvilken opskrift, man bruger til bagningen. Er gluten slap, så skal brødet i ovnen, så snart den kommer ud af hævekurven for at undgå, at den flyder ud og kommer til at ligne en tyk pizzabund, men er den stram, så er det en fordel af efterhæve for at undgå at servere golfbolde for gæsterne.

Ved at blande hvede med forskellig gluten-indeks kan man opnå den stramhed, man ønsker. I Landsorten satser vi på at udvikle populationer frem for genetisk ensartede sorter. Selvom man kan lave gode bagehveder ved at have en bestemt ønsket kombination af subunits i sorten, så tror vi på, at diversitet også kan noget i den sammenhæng. Derfor vil vi hellere lave populationer, der er blandinger af mange og forskellige linier, som alle har gode kombinationer af egenskaber, men hvor de har forskellige egenskaber for at opnå det ønskede mål.

I den senere tid har Dennis Christensen arbejdet med at udvikle genetiske markører for de forskellige subunits for gluteniner. Vi håber i de kommende år at kunne tage dette værktøj i anvendelse som støtte til at identificere de bedste selektioner til populationerne. Ikke nødvendigvis for at kunne sætte ny europarekord i gluten-indeks, men tværtimod for at sikre, at vi opnår det ønskede resultat og samtidig sikrer at anvende og bevare en bred vifte af genetik for at opnå resultatet.

Mange gamle kornsorter har langt strå og en ret slap glutenstruktur, mens alle moderne kortstråede bagehveder har en stram glutenstruktur. Det er dog vigtigt at forstå, at det ikke i sig selv er alderen på en sort, der har betydning i den sammenhæng, og der er ikke nogen sammenhæng mellem sortens bageegenskaber og sortens øvrige egenskaber. Alle de omtalte subunits for glutenkvalitet er fundet i gamle kornsorter, og ved krydsning er de samlet i moderne sorter, så de indeholder op til tre forskellige subunits, et på hvert genom. Der findes gamle kornsorter, som har højt glutenindeks, ved at de inderholder flere af de gode subunits, og der findes masser af moderne hvedesorter, som slet ikke inderholder nogen af de relevante subunits, og som derfor anvendes til andre formål en brødbagning.

## Kernehårdhed

Et korn består af celler, og både i cellevæggene og inde i cellerne er der protein. Størstedelen af gluten-proteinerne sidder i cellevæggene. Der er forskel om cellevæggens tykkelse, både afhængigt af, hvor meget kvælstof planterne har haft til rådighed i dyrkningen, men også afhængigt af sortens arvelige egenskaber. Korn med tykke cellevægge har alt andet lige mere gluten i forhold til andre proteiner. Et korn med tykke cellevægge er hårdt at skære over og har en nærmest krystalagtig struktur og ligner rav indeni, mens en kerne med tynde cellevægge er blødere og mere melagtig indeni. Med lidt erfaring kan man let se forskel på kornkerner og især hvedekerner, om de er hårde eller bløde. Det har betydning ikke bare for gluten-egenskaberne og dermed bagningen, men også for formalingsegenskaberne i møllen.

Der er især to gener i hvede, der genetisk bestemmer, om kernerne bliver tykke eller tynde, og de to gener sidder på henholdsvis A- og B-genomet. Der er ikke nogen gener med ligeså stor betydning på D-genomet. Da durum, Kamut og emmer kun har A- og B-genom, men ikke noget D-genom, så kan durum og de andre tetraploide hvede bliver mere hårde end brødhvede, som altid vil slæbe rundt på et D-genom, som ikke rigtig kan bidrage til festen. Alligevel kan brødhvede dog blive ganske hård i kerne, hvis den har begge hårdheds-gener.

Udover de to hårdheds-gener, så bestemmes kernehårdheden også af protein-indholdet, så den samme vekselhvede dyrket som vårhvede med 14% protein vil være betydelig hårdere i kernen, end hvis den bliver sået om efteråret og ender med 9% protein. Vil man gerne have en meget hård kerne til sin mølle, så skal man altså gå efter en hvedesort med begge hårdhedsgener, også så dyrke den på en måde, der sikrer et højt protein-indhold.

Når cellevæggene er meget tykke, så sker der det under formalingen, at kernen flækker. Derved går stivelseskornene i frøhviden i stykker, og det vil gøre dejen mere klistret. Det er især et problem i stenkværne, der (undskyld at jeg siger det) er en ret primitiv måde at smadre en kerne på. På en valsestol bliver kernen derimod mast mellem to valser, og der er mere skånsomt overfor stivelseskornene. I de kornproducerende egne af Amerika er somrene tørre, og det giver højere protein-indhold, og samtidig har de traditionelt brugt kornsorter med begge hårdheds-gener. Derfor gik man i Amerika tidligt over til valsemøller, mens man især i Nordeuropa længe holdt fast i stenkværne, da vor hvede på grund af både klima og sorterne er blødere og derfor ikke giver så store problemer med klistret dej.

Når kernen er hård, så bliver det vanskeligt at adskille kliddet fra aleuronlag og frøhvide med sigtning. Når man maler en hård hvede på en stenkværn, og gerne vil sigte det til hvidt mel, så bliver der et stort frarens og et lavt meludbytte. Enten kommer der for meget klid i melet, eller også så mister man en stor del af det aleuron, som indeholder både smag og mange vigtige næringsstoffer. Stenkværne er altså bedst egnet til enten fuldkornsmel, eller blødere hvedetyper, hvor man lettere kan adskille klid fra mel.

'Mariagertoba' er en forholdsvis hård hvedetype, som ofte sælges som sigtet mel. Nogle stenmøller har derfor problemer med at bearbejde Mariagertoba'en, fordi der bliver for meget frarens. Valsemøllerne ville derimod nok gerne have en endnu hårdere hvedetype fra Landsorten, netop for at udnytte det kvalitetspotentiale, som ligger i de hårde hveder, hvis man ellers har det rette grej til at styre det i produktionen. I Landsorten har vi heldigvis den mulighed, at vi kan designe hvedesorter til den enkelte mølles præferencer, og kan forhåbentlig i de kommende år i dialog med møllerne tilbyde en bredere vifte af sorter med forskellige egenskaber. Vi er eksempelvis i øjeblikket i gang med at opformere sorten 'Cadenza', som i et stort engelsk studie blev udpeget som den hårdeste hvedesort i Europa.

I [Sigtekornet nr. 11](#) er der skrevet lidt mere om kernehårdhed i hvede.

## Protein-indhold

En kornsorts bageegenskaber bestemmes altså langt hed ad vejen af sortens genetiske egenskaber, og man regner med, at omkring 60% bestemmes alene af payne-indekset. Men så er der jo stadig 40%, som ikke gør det.

Det hjælper jo ikke så meget, at en sort har en fantastisk god sammensætning af gluten-proteiner, hvis der ikke er ret meget af det. Derfor er kornets generelle protein-indhold også interessant.

Om kornet har højt eller lavt protein-indhold bestemmes igen både af arv og miljø, men især af miljø. En frugtbar jord eller en jord, der er tilført meget kvælstof, vil give et højt protein-indhold i kornet, fordi der er meget kvælstof i protein, og adgangen til kvælstof som regel er begrænsende for plantevæksten, især i økologiske landbrug. Det er altså primært dyrkningen, der bestemmer hvor



meget protein, der er i kornet, men det er genetikken, der bestemmer, om proteinet er velegnet til bagning eller ej. Som sædvanligt, så er det ikke hele historien, for dyrkningen kan også påvirke proteinets kvalitative egenskaber.

Når kornet tilføje store mængder af kvælstof, og især hvis det tilføjes sent i vækstsæsonen, så vil der dannes mere protein. Imidlertid vil gødningen også påvirke sammensætningen af proteinet, og det er især indholdet af gliadin, der stiger, og ikke så meget glutenin, som jo har større betydning for bageegenskaberne. Derfor vil gluten-indekset ofte være lavere i korn med meget højt protein-indhold end i korn med lavt protein-indhold. Det kan man også opleve i sent sået vårhvede, som kan have meget højt protein-indhold. Dette hænger også sammen med, at svovlforbindelser har stor betydning for glutenproteinernes egenskaber, og når der gødes meget med kvælstof, så bliver der relativt mindre svovl til rådighed for planterne, og dermed hænger gluten ikke så godt sammen.

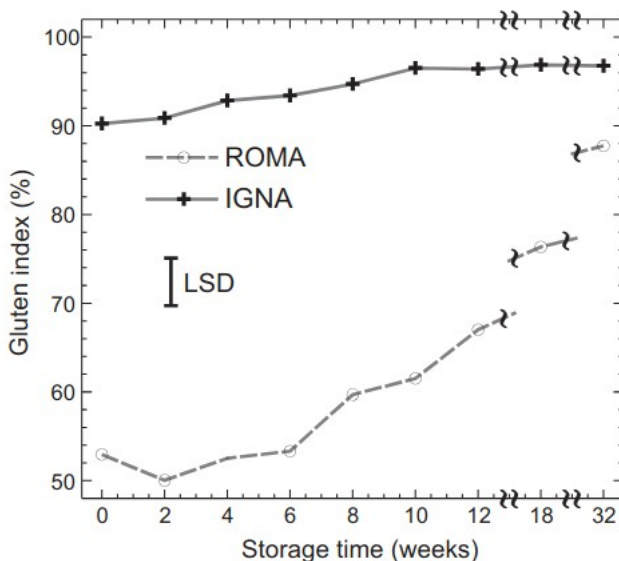
Under lagring af kornet vil der foregå en oxidering af kernen, og dette styrker de svovlbindinger, der hæfter gliadin og glutenin sammen under glutendannelsen. Lagret korn bager derfor bedre end nyhøstet korn. I stedet for at lagre kornet kan man som quick fix tilsætte oxiderende tilsætningsstoffer. I Danmark anvendes kun ascorbinsyre, men det tilsættes til gengæld til næsten al mel for at sikre en stabil kvalitet gennem sæsonen, mens de fleste mindre økologiske bagerier undlader tilsætningsstoffer i melet, og oplever derfor større variation i melet i løbet af lagringen. Kaliumbromid  $KBrO_3$  ([E number E924](#)) er det mest effektive middel til at forbedre hæveevnen i hvedemel, men bromholdige midler blev forbudt at anvende i Danmark og EU 1980'erne, men anvendes stadig i USA og enkelte andre lande.

## Faldtal

Brøddejen består ikke kun af gluten, men af en blanding af både gluten og stivelse som de vigtigste ingredienser. Korn et frø, og når frø får vand, vil det begynde at spire. Det vigtigste, som sker i forbindelse med spiringen er, at stivelsen bliver nedbrudt til sukker, som kornet skal bruge som energi til spiringen. Derfor vil stivelsen i spiret korn være helt eller delvist nedbrudt til sukker. Det er det, som man udnytter til at brygge øl af korn, for maltning er blot en spiring af korn, hvorved der dannes sukker, som kan gæres til alkohol.

Når man skal jævne en sovs, så kommer man en skefuld mel i vandet, og når det varmes op til omkring  $80^{\circ}C$ , så bliver sovsen tyktflydende. Det skyldes, at stivelsen gelatiniserer, som er en process, hvor stivelsen begynder at kæde sig sammen. Det kan man ikke opnå ved sukkervand. Derfor er det vigtigt, at melet til sovsjævningen ikke er lavet af spiret korn, for så er stivelsen omdannet til sukker, og så vil sovsen ikke jævne.

I brødbagning udnytter man også stivelses evne til at gelatinere underopvarmningen. Når brødet hæver, fordi gæren udvikler luft, som tilbageholdes af gluten-netværket, så vil stivelsen gelatinere under bagningen, når brødet kommer op på de ca.  $80^{\circ}C$ . Dette forhindrer, at brødet klasker sammen,



Figur 1: Effekten af lagring på gluten-indeks af to hvedesorter . Grafik fra: A. Miš 2003: *Influence of the storage of wheat flour on the physical properties of gluten. Int. Agrophysics, 2003, 17, 71–75*

når det er færdigbagt og bliver kølet ned igen. Hvis melet er malet af spiret korn, så vil brødet ikke kunne holde formen efter bagningen. Skorpen er så hård, at den bliver stående, men krummen inde i brødet vil ligge som en klump dej i bunden af brødet.

Når kornet ude i marken er ved at være modent, så kan kornet begynde at spire, når det får vand i forbindelse med regnvejr. I 2023 regnede sommeren væk, og der var rigtig meget korn, som begyndte at spire i marken. Ikke nødvendigvis fordi der kom grønne spirer ud af akset, men kemiske processer inde i kornet begyndte at forberede kornets spiring. De amylase-enzymmer, der udvikles i den forbindelse er nok til, at nedbrydningen af stivelsen fortsætter også efter høst og under hævnningen. Derfor blev meget korn i 2023 kasseret som brødkorn.

For at måle, om kornet er ødelagt af begyndende spiring, kan man måle kornets faldtal. Faldtallet er ganske simpelt et udtryk for, hvor tyk en sovs man kan lave af melet, og det måles ved at lade et jernlod falde ned gennem en grød af mel og vand. Jo flere sekunder, det tager at falde til bunds, jo mere tyktflydende har melet være is tand til at gøre er grøden. Tager det 400 sekunder, så er faldtallet 400, og så er den rigtig tyk, men tager det under 150 sekunder, så begynder det at være svært at bage et ordentligt brød af melet.



*Taskebrød af mel med lavt faldtal. Foto: Mariann Jensen*

Hvis stivelsen er omdannet til sukker, så kan det ikke omdannes til stivelse senere. Men i nogle tilfælde at stivelsen ikke omdannet til sukker, men faldtallet er alligevel lavt, fordi der er dannet en masse enzymer i kernen, som så nedbryder stivelsen, når man begynder at arbejde med kornet, enten i bageriet eller i faldtalsmåleren. I det tilfælde, så kan faldtallet godt stige igen, hvis det lykkes at nedbryde nogle af enzymerne. Det kan ske bl.a. ved lagring i lang tid ved høj temperatur. Så kan man opleve, at kasseret korn i løbet af foråret alligevel har et højere faldtal end et havde, da det blev lagt på lager lige efter høst.

Faldtallet falder, når modent korn står længe på marken i regnfuldt vejr, men selvom det ikke regner, så kan faldtallet alligevel godt gå ned. Det sker især, hvis det er højtryksvej, hvor der er stor forskel på dag- og nattemperaturer. Så får man det, der kaldes LMA (late-maturity alpha-amylase). I det tilfælde vil stivelsen ikke blive nedbrudt, men kornet vil udvikle en masse enzymer, der potentielt kan nedbryde stivelsen. I Danmark og andre lande med fugtigt klima er perioder med regn det dominerende problem for faldtallet, og det som alle taler om, men i lande med tørt klima som USA og Australien er LMA et ligeså stort problem. Vi oplever det dog også en gang imellem herhjemme, hvor det altid kommer som en overraskelse, at faldtallet kan være lavt, når vejret har været ”godt”.

Faldtallet bestemmes primært af enzymaktiviteten, og ikke så meget af den omdannelse af stivelse til sukker, som allerede har fundet sted. Og enzymer er ikke bare et kemisk stof, som man skal undgå at have for meget af. Et enzym er en katalysator, så selv en lille smule kan gøre en stor skade. Det er lidt ligesom en flamme med ild. Selv en lille flamme kan tænde et meget stort bål. Hvis der er lejesæd i en lille del af marken, hvor kornet har påbegyndt spiring i akset, så kan det ødelægge faldtallet i hele partiet, hvis det bliver blandet sammen med det korn, som står pænt op. Og har man et parti med lavt faldtal skal man endelig ikke begynde at blande det med et parti med højt faldtal i håbet om at hæve gennemsnittet. Det kan man gøre for at få et tilfredsstillende gluten-indeks, men den går ikke med faldtal. Blandingens faldtal vil altid komme til at ligge tættest på partiet med det lave faldtal.

[Gl.Buurholt Hovedgård](#) har i projektet [BOOST](#) anskaffet sig en maskine kaldet [InSight™](#), som sorterer enkeltkerner på basis af refleksionen fra ultraviolet lys (NIR). Selvom den ikke er kalibreret specielt til faldtal, så har det i [BOOST](#) projektet vist sig, at den i nogle tilfælde faktisk godt kan

hæve faldtallet. Det er ikke i alle tilfælde, at det kan lade sig gøre. Det afhænger af det enkelte parti, om det giver mening at sortere. Hvis faldtallet er lavt, fordi en lille del af partiet er ødelagt, så kan det godt lade sig gøre at hæve faldtallet, men hvis det er hele partiet, hvor alle kerner er lige påvirket, så kan man ikke.

I naturen skal korn og frø først spire, når årstiden og forholdene er de rette for at sikre plantens videre overlevelse. Det er ikke smart at spire i akset bare fordi det regner en lille smule. Derfor har korn og andre planter forskellige mekanismer, der forhindrer spiring. Det er forskellige kemiske stoffer der forhindrer spiringen. Der er forskel på, hvor mange spirehæmmende stoffer, der udvikles i forskellige sorter. De spirehæmmende stoffer forhindrer helt eller delvist, at stivelsen nedbrydes til sukker, og at proteinerne nedbrydes til aminosyrer. Der er også stoffer såsom tanniner og fytin-syre, der binder mineraler og mikronæringsstoffer, så de ikke udvaskes (se også artiklen om mineralindhold).

De stoffer, som forhindrer spiring selvom kornet får vand, de vil også hæmme fordøjelsen af kornet, når vi spiser det. Under fordøjelsen skal vi jo også nedbryde kulhydrater proteiner. Derfor er korn med højt faldtal vanskeligere at fordøje. Med moderne teknik og gode kornsorter er faldtallet næste altid højt i det korn, vi bruger til bagning, og derfor er det i vore dage ekstra vigtigt, at nedbryde de spirings- og fordøjelseshæmmende stoffer i korn under forarbejdningen af kornet og melet. Det gøres primært med langtidshævning af dej og iblødsætning af kogte kerner. Desværre går udviklingen i fødevarerindustrien den modsatte vej, og nedsætter hævningstiderne i brødfabrikkerne for at spare tid. Dette er en af de vigtige forklaringer på den stigende fødevarer-intolerance, som opleves i stort set alle lande med industrialiseret fødevarerproduktion.

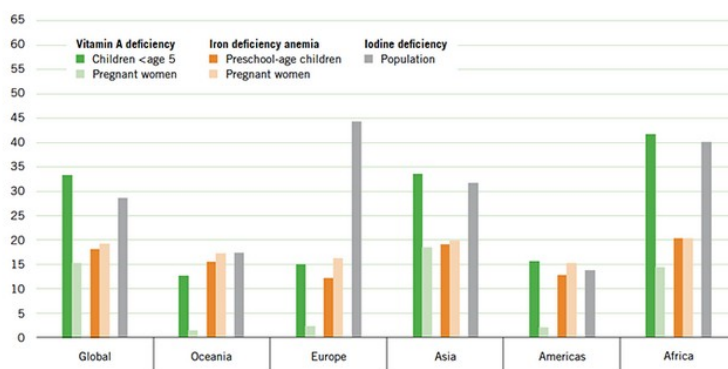
Du kan læse mere om [faldtal her](#).

## Er det kornsorten eller jorden, der bestemmer mineral-indholdet i korn?

Vi går jo ikke sultne i seng, og vi får som sådan mad nok. Stigende overvægt i befolkningen viser også, at maden indeholder energi nok til at ernære os, og mere til. Derimod er der en del, der tyder på, at mange af os mangler mineraler, som vi tidligere fik mere af gennem maden. Denne mangel på mineraler kaldes også for "The hidden hunger" fordi den ikke resulterer i vægttab, tværtimod, men som giver sig udslag i andre mangelsymptomer afhængigt af, hvilke mineraler, det drejer sig om. [Det vurderes](#), at omkring 2 mia

mennesker verden over lider af mineralmangel, hvilket er over dobbelt så mange som de omkring 800 mio mennesker, der er underernærede på grund af sult og mangel på energi. Som det fremgår af figuren, så er mineralmangel lidt mere udbredt i det globale syd, men det er også udtalt i Europa og Nordamerika. En [svensk undersøgelse fra 2016](#) viste, at 80% af svenske piger i gymnasiealderen fik mindre jern gennem maden end anbefalet af sundhedsmyndighederne, og at 26% havde så lave jerndepoter i kroppen, at der var risiko for jernmangel. Vi mangler altså ikke mad i vor del af verden, men maden indeholder ikke alt det, vi har brug for. Det skyldes til dels, at vi spiser

FIGURE 3.1 PERCENTAGE OF POPULATION WITH SELECTED MICRONUTRIENT DEFICIENCIES



Source: Black et al. (2013).

anderledes, end man gjorde tidligere, men det skyldes også, at råvarerne i vor mad indeholder mindre mineraler.

Det store spørgsmål er så, hvorfor maden indeholder færre næringsstoffer i form af mineraler? Er det gødningen, frugtbarheden i jorden eller de dyrkede sorter, der har ændret sig?

Før vi giver os ud i at se på dyrkning og kornsorter, så er der lige to ting, der ikke kan sige tydeligt eller nok: Hvad kornet indeholder af mineraler ude i marken og når det bliver høstet, kan være fuldstændig ligegyldigt, hvis man under forarbejdningen sigter melet og dermed fjerner næsten alle mineralerne, eller hvis mineralerne ikke er fordøjelige.

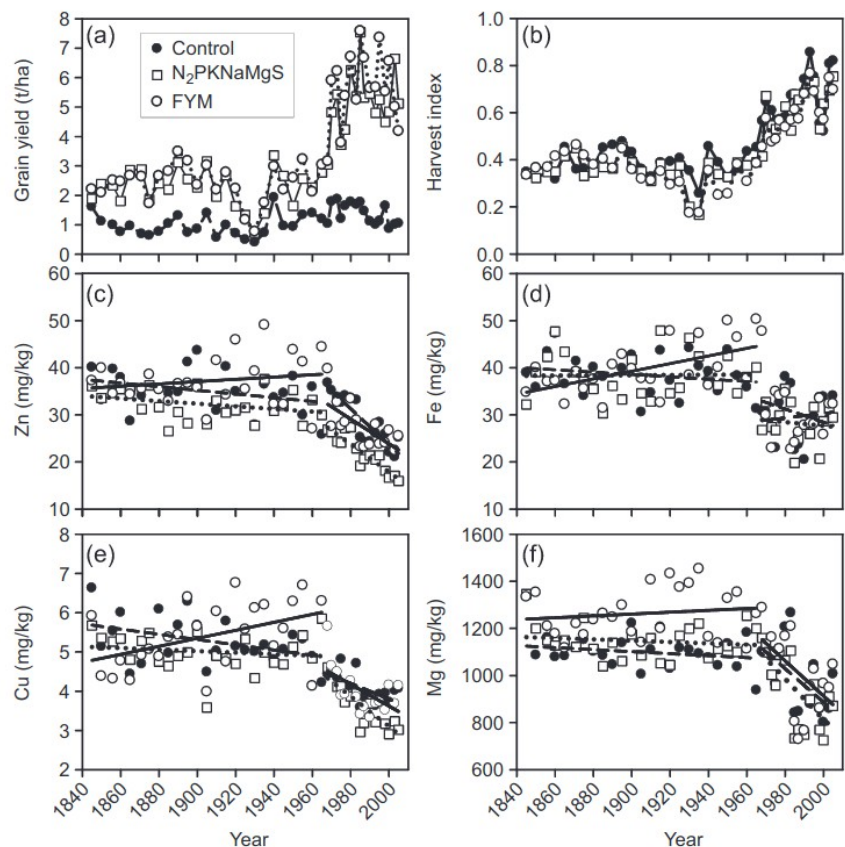
som beskrevet i artiklen ovenfor, så er tilberedningen af maden en altafgørende faktor for vor ernæring med mineraler. Mineraler i korn og andre frø er ikke umiddelbart fordøjelige for mennesker, fordi de er kemisk bundet i fytin og tanniner. Om mineralindholdet er højt eller lavt i maden, betyder ikke noget som helst, hvis fytinet ikke er nedbrudt, inden vi indtager maden, for vi kan overhovedet ikke fordøje maden og få adgang til mineralerne, hvis der er bundet i fytin.

Nedbrydning af fytin kræver iblødsætning i minimum 6-8 timer. Hvis korn koges som ris eller bages til brød, inden fytinet er nedbrudt, så er mineralerne fuldstændigt ufordøjelige, og så kan det være ligegyldigt, om indholdet i udgangspunktet er højt eller lavt. Korn og andre frøprodukter burde ikke sælges til forbrugere uden en advarsel om, at de ikke egner sig som fødevarer, med mindre det udblødes i vand inden varmebehandling. Al industrielt foder til dyr tilsætte fytase netop for at hjælpe med at nedbryde fytinet, så vore husdyr ikke rammes af mineralmangel, men i fødevarer til mennesker er der ingen krav, heller ikke til oplysning.

Næsten alle mikronæringsstoffer og mineraler i korn sidder i kliddet, aleuronlaget og i kimen, mens frøhviden kun indeholder mindre mængder. Fuldkorn indeholder således i gennemsnit 28,2mg/kg af jern, mens sigtet mel kun indeholder 6,7mg/kg. Om kornet før sigtning indeholder lidt mere eller mindre af mineraler betyder altså forsvindende lidt, hvis melet alligevel bliver sigtet, og kliddet med alle mineraler alligevel blot bruges som biobrændsel, gødning eller foder til dyr. Betydningen af mineralindholdet i korn er altså kun relevant for ægte fuldkornsprodukter.

Når dette er sagt, forstået og slået fast med syvtoommersøm, så kan man godt begynde at interessere sig for, hvad kornet i udgangspunktet indeholder af de mineraler, som de fleste af os mangler et eller flere af.

I et kendt [forsøg fra England](#) har tre jorde ligget ved siden af hinanden, og har siden 1843 været dyrket med enten kunstgødning, husdyrgødning eller helt uden gødningstilførsel. Både det totale mineralindhold og det plantetilgængelige mineralindhold i jorden har været svagt stigende gennem perioden frem til i dag i de jorde, der har været gødet, mens det har ligge stabilt på et lavere niveau i den ugødede jord. Der var ikke forskel på, om det blev gødet med kunstgødning eller husdyrgødning. Dette tyder på, at





det ikke er den moderne jordbrugsdrift med kunstgødning, der udpiner jorden for mineraler som forklaring på et faldende mineralindhold i moderne fødevarer. Måler man på afgrøden korn i stedet for på selve jorden, så er tendensen den samme. [Forsøg hvor økologisk korn sammenlignes med konventionelt korn](#) viser, at økologisk korn typiske inderholder mere zink, fordi fosforgødning og måske også pesticider hæmmer mycorrhizasvampe i jorden, og dermed hæmmer adgangen til visse mineraler i jorden. Indholdet af zink i [det engelske forsøg](#) var også 15% lavere korn fra kunstgødning i forhold til husdyrgødning, så det forklarer måske lidt, men mængden af husdyrgødning er ikke lavere i moderne landbrug i forhold til tidligere, så det er nok ikke hele forklaringen på den generelle mineralmangel i befolkningen. Forskellen på jernindhold i konventionelt og økologisk korn eller i i det engelske forsøg med korn fra jord, som er dyrket med kunstgødning i 150 år er ikke statistisk forskellig fra korn, der har været dyrket med husdyrgødning, så forklaringen om kunstgødningens betydning for zink kan ikke overføres til jern.

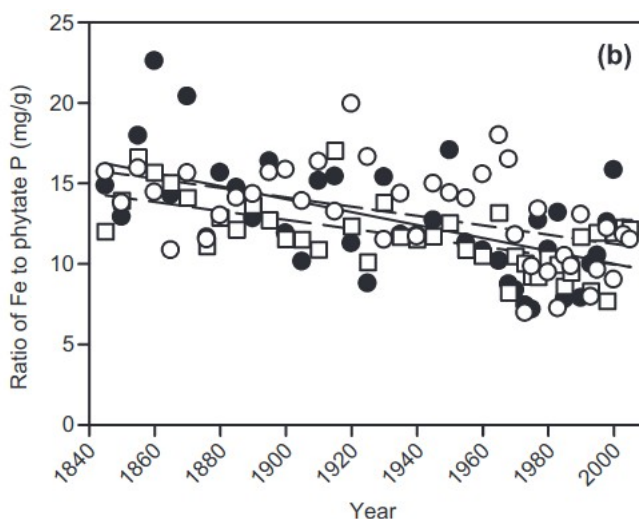
Jorden ser altså ikke ud til at være udpint for mineraler som følge af moderne landbrugsmetoder, og [forsøg fra CIMMYT](#) viser også, at korn generelt har højere indhold af jern og zink i afgrøder med høj kvælstofgødning i forhold til afgrøder med kvælstofmangel. Økologer skal altså ikke spare på gødningen for at sikre et højt mineralindhold i kornet, da det faktisk i nogen forbindelser forholder sig omvendt.

Vi spiser jo andet end korn, men korn er en interessant fødevarer i forbindelse med mineralmangel, fordi jern og zink er de mineraler, som vi ofte bliver underforsynet med, og korn er den vigtigste kilde til netop disse mineraler i den daglige ernæring. Det er også blevet undersøgt, om der er forskel i mineralindholdet i gamle kornsorter i forhold til og moderne kornsorter. Og det viser sig, at udviklingen i kornsorternes mineral-indhold har langt større betydning end hvilken gødningsform, der anvendes.

I figuren kan man se, at udbyttet på gødet jord er langt højere i kornsorter, der er udviklet efter den grønne revolution i 1960'erne i forhold til gamle kornsorter, men at mineralindholdet er markant lavere.

Nu er det jo nok ikke årstallet for sortens forædling, der er afgørende for en sorts mineralindhold, så hvad var er det, der er anderledes i moderne sorter i forhold til de gamle sorter? Det har de også [undersøgt i England](#).

På figuren kunne det se ud som om, at det er det høje udbytte, der er årsagen, fordi stigningen i udbyttet i moderne sorter sker samtidig med faldet i mineralindholdet. Mineralerne bliver så at sige fortyndet væk i det høje udbytte, men det ser ikke ud til at være hele forklaringen.



Indholdet af mineraler i korn er faktisk ikke i sig selv så vigtigt som det lyder, for som omtalt ovenfor, så er det afgørende for den menneskelige ernæring er ikke, hvor meget der er af mineralerne i i kornet, men hvor meget vi optager gennem fordøjelsen. Det er sådan, at mineraler i korn er kemisk bundet i stoffet fytin. Derfor er det ikke bare mineralindholdet i korn, der er

afgørende, men også fytin-indholdet. Her vender piben desværre også den forkerte vej således at indholdet af fytin i forhold til både indholdet jern og zink er stigende. Dette skyldes nok, at fytin er et af de stoffer, som virker spirehæmmende i korn, og som derfor sikrer et højt faldtal. I forædlingen af hvedesorter med højt faldtal, der er godt for bagekvaliteten, så har det altså en negativ effekt på ernæringen ved at gøre mineralerne ufordøjelige.

Den helt afgørende forskel på gamle kornsorter og moderne kornsorter er nye egenskaber indført i kornsorterne gennem planteforædling. Det startede i Japan allerede i 1920'erne og 30'erne blev senere udbredt til resten af verden under den grønne revolution i 1960'erne og 70'erne. Den afgørende forskel var plantehøjden, hvor man krydsede de to dværggener, Rht1 og Rht2 ind i de fleste moderne sorter for at modvirke lejesæd. Desværre har netop de to gener en kedelig bivirkning på planternes vækst, for de reducerer ikke bare længden af strået men også længden af rødderne, og har faktisk en negativ effekt på både udbytte, protein-indhold og modtageligheden for flere plantesygdomme. De negative effekter af disse dværggener blev dog mere end opvejet af fordelene ved den lavere plantehøjde, for lave planter kan tilføres mere gødning uden at resultere i lejesæd, og mere gødning giver højere udbytter. I udbytteforsøg med højt gødningsniveau vil sorter med dværggener altid have et højere udbytte, fordi de ikke generes af lejesæd, og i 1990 blev det vurderet, at over 70% af alle hvedesorter i verden havde dværggener.

Det et dramatiske fald i mineralindhold i hvedesorter udviklet i vor del af verden efter 1960 skyldes nok især den reducerede rodudvikling i sorter med Rht1 og Rht2 dværggener, og det er i hvert fald [dokumenteret](#), at sorter med disse gener har lavere mineralindhold, og at det er selve genet og ikke planternes højde, der har betydning for mineralindholdet.

Siden disse første dværggener blev udbredt til hvedesorterne verden over i 1960'erne, har man fundet flere gener, der har nogenlunde samme effekt på plantehøjden, men som ikke har de samme negative effekter på rodvæksten og protein-indholder, bl.a. generne Rht8, Rht12, and Rht18.



Nōrin 10 Fultz-Daruma Turkey Red

Hvedesorten 'Norin 10' med dværggenerne Rht1 og Rht2 blev forædlet i Japan ud fra en krydsning mellem 'Fultz-Daruma' og 'Red Turkey' og registreret som sort allerede i 1935. Allerede i 1940'erne dækkede denne sort over 30% af hvedearealet i de centrale arealer i Japan, men det var først i slutningen af 1960'erne, at dværggenerne blev udbredt til resten af verden i det, der kaldes den grønne revolution. Efter 2. verdenskrig var det ikke nogen god historie at fortælle, at japanerne var 40 år forud for den vestlige verden i forhold til planteforædling, så eftertiden har givet al æren for forædlingen til Norman Borlaug, som bl.a. fik tildelt nobelprisen for det.



De gamle landsorter var både meget høje og havde svagt strå. I moderne økologisk landbrug har vi brug for sorter, der ikke er helt så høje som de ældste landsorter, men som har stærkere strå uden at være helt så lave som konventionelle sorter, da det giver en dårlig konkurrence overfor ukrudt.

I udviklingen af Landsortens sorter i fremtiden vil vi være bevidste om de negative effekter af de gamle dværggener, og anvende andre gener til at opnå den højde og stråstyrke, som er passende til gødningsniveauet til et moderne økologisk landbrug.

Find tidligere numre af nyhedsbrevet på: <https://www.agrologica.dk/publikationer>