

Faldtal i korn

af Anders Borgen

Sammendrag

Når talen går om bagekvalitet i hvede, så snakker man ofte om gluten og protein. Korn består primært af gluten-protein og stivelse, og selvom gluten er vigtig for hvedemelets bageevne, så er stivelsen mindst ligeså vigtig som proteinet. Den vigtigste parameter for stivelsens kvalitet i mel er melets faldtal.

Glutenallergi og mineralmangen er stigende problemer hos forbrugere i både Danmark og i verden, og meget tyder på, at nogle af problemerne kan hænge sammen med, at vi er blevet bedre til at sikre et højt faldtal.

Når korn spirer, så bliver stivelsen nedbrudt til sukker. Faldtal er et mål for, om stivelsen i kornet er begyndt at blive nedbrudt til sukker, og dermed om spiringen er begyndt. Det er helt afgørende for kornets bageevne, at kornet har et tilstrækkeligt højt faldtal, og det skal helst ligge over 180 og gerne på 250 eller mere. Hvis faldtallet er over 350 kan det give andre problemer, og i så fald bør kornet eller melet blandes med korn med lavere faldtal, men bør dog ikke blandes med mel med faldtal under 180, da der er risiko for at blandingen så vil få for lavt faldtal, da faldtallet ikke vil være proportionalt med de partier, som det blandes af.

For at sikre et højt faldtal er det afgørende, at kornet høstes så snart det er modent, da fugtigt vejr efter modenhed vil få faldtallet til at gå ned. I sjældne tilfælde kan faldtallet også være lavt, selvom kornet ikke er høstet sent eller har været udsat for regn. Det sker blandt andet, hvis der er store forskelle på dag- og nattemperaturer i slutningen af modningsperioden. Især i dette tilfælde kan faldtallet nogle gange stige igen efter lagring.

Effekten af lagring på faldtallet er størst ved lagring med forholdsvis høj temperatur, og gerne omkring 25C° i flere måneder. I nogle tilfælde kan frasortering af den letteste fraktion af kornet også hæve faldtallet.

Der er stor forskel på forskellige sorters evne til at bevare et højt faldtal. Hvede med hvide kerner er generelt mindre gode til at bevare faldtallet, men også indenfor almindelige sorter af hvede er der forskelle. Desværre giver sortsbeskrivelser sjældent oplysninger om kornets faldtalsresistens. Rug er fremmedbestøvende, og der er derfor større forskelle mellem planterne i en rugmark. Derfor vil faldtallet i rug og også i sortsblandinger af hvede være mere følsomme for vejret i høstperioden, da faldtallet i en blanding bestemmes mest af den laveste af blandingspartnerne, og ikke af et simpelt gennemsnit.

Indholdsfortegnelse

Sammendrag.....	1
Faldtal og bagning.....	2
Måling af faldtal.....	3
Faldtal, spiring og amylase.....	3
For højt faldtal.....	4
Salt og surdej.....	4
Faldtalsresistens og spirehvile.....	5
Phenoler i kliddet.....	5
ATI.....	6
Fytin og fytase.....	6
Morfologi og spirehvile.....	6
Ophævelse af spirehvile.....	7
Regn og temperatur.....	7
LMA.....	7
Lagring og temperatur.....	8
Dyrkning og faldtal.....	8
Rensning og sortering.....	9
Faldtal, sundhed og kvalitet.....	9
Fordøjelseshæmmere.....	10

Faldtal og bagning

Faldtal er betegnelsen for, om stivelsen i mel er begyndt at blive nedbrudt, og det har har altafgørende betydning for bagekvaliteten.

Når man putter mel i varmt vand, så bliver vandet tyktflydende. Det er det, man udnytter, når man jævner en sovs. Fænomenet skyldes, at stivelsen i melet opløses i vandet, og når det opnår en vis temperatur, så vil de lange kæder af stivelse gribe fat i hinanden og danne et netværk i vandet på kryds og tværs, som bremser vandets frie bevægelse i gryden. Det er det fænomen, som kaldes gelatinering, og det udnyttes mange steder i madlavningen.

Når man bager et brød, så blander man først mel, vand og nogle mikroorganismer i form af gær, surdej e.lign. Når mikroorganismene får har vand og næring til rådighed, så vil de forbrænde sukkerstofferne i melet og omdanne det til bl.a. CO₂ og vand. Når brødet kommer i ovnen, så vil luftboblerne af CO₂ blive varme, hvorved de udvider sig. Derved hæver brødet. Når brødets temperatur stiger til over ca 80C°, så gelatinerer stivelsen, og fastholder derved brødets form. I hvede vil gluten virke som ballon-gummi, som er med til at holde luften inde i brødet, mens det i rug primært er kulhydratet pentosan, som holder på luften. Hvedebrød er derfor som



Figure 1: Sandkager bagt af mel med faldende faldtal

hovedregel mere luftigt end rugbrød, men i begge tilfælde er det de gelatinerede kulhydrater, som sikrer, at brødet bevarer sin form efter bagning.

Inde i brødets krumme er der masser af vand, så her kan temperaturen aldrig bliver over 100°C, men på overfladen af brødet fordamper vandet, og når vandet er væk, kan den blive meget varmere, og størkner derfor til en fast skorpe, som stivelsesnetværket i krummen fæstner sig til. Derfor forbliver brødet hævet og holder sin form også efter, at temperaturen igen falder, når man tager brødet ud af ovnen.

Stivelse, pentosaner og andre kulhydrater består af lange kæder af sukker. Man kan som bekendt ikke jævne en sovs med sukker, og det er derfor helt afgørende for bagevenen, at kulhydraterne er intakte og ikke er nedbrudt til sukker eller til mindre kulhydrater. Hvis de lange kæder af stivelse i melet nedbrydes til kortere stykker eller helt til sukker, så vil krummen heller ikke kunne holde sin struktur under bagningen og især ikke under nedkølingen. Det er lige præcis det, som faldtallet handler om.

Hvis stivelsen er klippet over i mindre stykker, så er det klart, at evnen til at danne netværk bliver dårligere.

Bager man et brød af korn, hvor stivelsen er blevet nedbrudt til mindre stykker, så vil det hæve i ovnen og danne skorpe på samme måde som almindeligt korn, men stivelsesnetværket inde i krummen vil være svagere, og når man tager brødet ud af ovnen, så vil skorpen ofte holde sin form, men krummen inde i brødet vil falde sammen til en grødagtig masse i bunden af brødet, og der dannes i stedet en luftlomme lige under skorpen. Det er træls!

Måling af faldtal

Når man taber skeen ned i sovsen, så vil skeen falde hurtigt til bunds i en tynd sovs, og langsommere i en tyk sovs. Man kan altså beskrive sovsens viskositet ved at måle den hastighed, som skeen falder til bunds. Det er lige præcis det man gør, når man måler kornets faldtal. Man putter en bestemt mængde mel i en mængde vand og måler, hvor mange sekunder et standardlod er om at falde til bunds. Et faldtal på 300 er altså et udtryk for, at det tager 300 sekunder for loddet at synke til bunds i en sovs, som er lavet efter en bestemt opskrift. Faldtallet måles i et særligt faldtalsapparat, og udtrykker melets evne til at danne et stivelsesnetværk.



Figur 2: Klassisk Perten Faldtals-apparat

Faldtal, spiring og amylase

Når et korn spirer, så skal der bruges sukker som energi, og kornet har derfor nogle enzymer, som klipper stivelseskæderne over i mindre stykker. Det vigtigste enzym er α -amylase. Amylasens enzymaktivitet blev påvist allerede af Kirchhoff i 1811, og var det første enzym, som blev opdaget.

Når amylase-enzymerne nedbryder stivelsen, så går stivelseskornene i opløsning, hvilket har samme effekt, som når stivelseskornene beskadiges under formaling. Det betyder, at melet bliver klisteret, hvilket yderligere har negativ effekt på bagekvaliteten. Når kornet begynder at spire, så kan man smage, at brødet bliver mere sødt, og der udvikles også en række andre smagsnuancer, mens mel med højt faldtal har mindre smag.

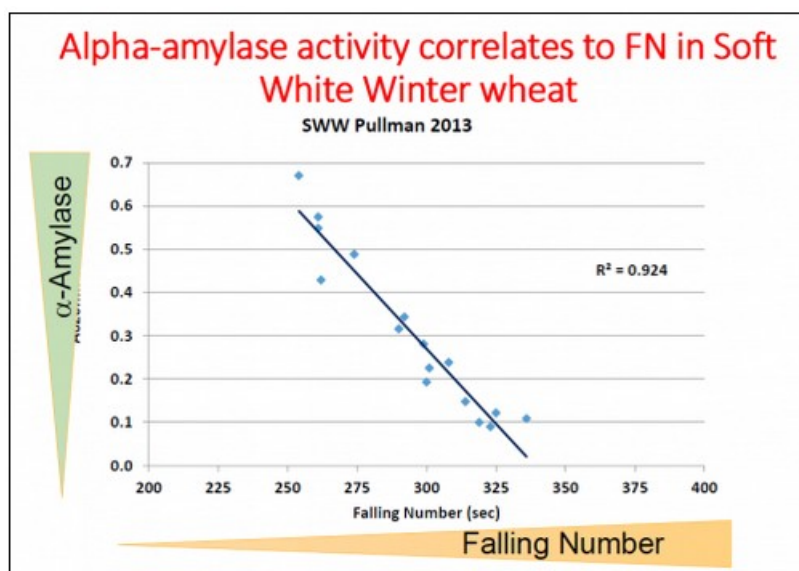


Figure 3: Der er som regel en snæver sammenhæng imellem faldtal og indholdet af amylase.

For højt faldtal

Selvom lavt faldtal giver mere smag, så er bageren normalt interesseret i at undgå mel med lavt faldtal, men omvendt kan faldtallet også blive for højt.

Hvis faldtallet er meget højt, så kan dejen blive så stram, at luftboblerne inde i dejen ikke kan hæve brødet. Det er den samme oplevelse, man får, hvis man bager med mel med et højt indhold af meget stram gluten. De to ting hænger nogle gange sammen, da korn importeret fra varme tørre lande ofte har både højt faldtal og højt gluten-indhold. Det kan let løses ved at blande mel i dejen med et lavere faldtal, men det er vigtigt at forstå, at faldtallet primært styres af amylase, som er et enzym. Amylasen vil nedbryde stivelsen, og det er stivelsens egenskaber, som har betydning for faldtallet. Derfor kan blot en lille smule amylase fra mel med lavt faldtal få faldtallet til at falde i en stor portion af mel med højt faldtal. Omvendt vil mel med meget nedbrudt stivelse

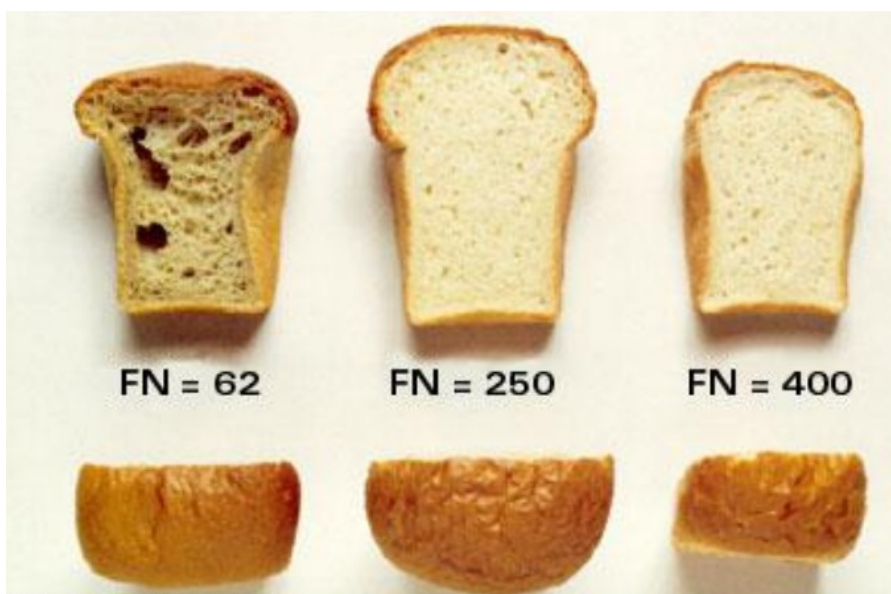


Figure 4: For lavt faldtal giver store huller i brøddet, men for højt faldtal hæmmer hævningsen, fordi dejen bliver for stram.

vil ikke påvirke på samme måde, hvis blot indholdet af amylase er lavt. Man ved normalt ikke, om

et lavt faldtal skyldes meget nedbrudt stivelse, eller om det skyldes et højt indhold af amylase, som vil nedbryde stivelse. Derfor kan man ikke sætte retningslinier op for, hvordan man skal blande mel med højt og lavt faldtal. Kun at man skal være meget forsigtig med at gøre det.

Salt og surdej

Faldtallet påvirkes af både dejens indhold af salt og pH-værdien af dejen, idet både salt og syre får faldtallet til at stige, og der er en synergistisk effekt af de to, så effekten af salt er større, jo mere sur dejen er.

Faldtalsresistens og spirehvile

Fra naturens hånd skal kornet udvikle sig i akset, og når det er modent, skal det falde ned på jorden, hvor det skal spire, når det regner. Det skal ikke spire oppe i akset, hvor der ikke er noget jord at vokse i, og det skal ikke begynde at spire før det er færdigudviklet og modent. Derfor er der en række forskellige mekanismer, som forhindrer spiring i akset. Det kaldes spirehvile, og det er mange fysiske og biokemiske faktorer, som styrer spirehvilen. Nogle af dem gennemgås nedenfor, men der er mange andre.

Når et tørt spiredygtigt frø får noget vand, så vil det begynde at spire, men der er stor forskel på, hvor hurtigt det går. Hvor man ofte kan se begyndende spiring allerede efter et døgn, som kan der gå flere måneder før bog og andre skovfrø begynder at spire. Nogle vilde planter og ukrudtsarter kan ligge i jorden i årevis uden at spire.



	PopKorn 23/7	PopKorn 27/7	Goldritter 23/7	Goldritter 27/7	Goldritter 1/8
Mest modne	269	297	277	245	245
Middel	267	256	299	243	203
Grøn-skud	275	224	313	255	

Figur 5: I et forsøg i projektet **Høst, tørring og kvalitet i 2020** høstede vi aks med forskellig modningsgrad, på forskellige tidspunkter i løbet af høsten. Der var forskelle på sorterne, og på høsttidspunktet, men forbavsende lille forskelle mellem planter med forskellige modningsgrad høstet på samme tidspunkt.

Hvis korn har for meget spirehvile, så vil det spire langsomt og uensartet frem i marken, mens for lidt spirehvile vil give aksspining og dårlige faldtal. I forædlingen af korn gælder det om at finde den rette balance mellem spirehvile og aksspining.

Phenoler i kliddet

I overfladen af kernen ligger klidlaget, og heri er der phenoler, som ved tilstedeværelse af ilt polymeriserer, og bliver brune. Derfor er hvede og andre kornkerner normalt lysebrune. Det er de samme stoffer, som får et æble eller en banan til at blive brune, når man skærer dem over. Når phenolerne polymeriserer forbruger de ilt, og på den måde forhindrer de ilt i at komme ind i kernen, og da kernen skal bruge ilt til at spire, så hæmmer de spiringen. Phenolerne er således antioksidative. I det såkaldte hvid hvede er der færre phenoler i kliddet, så derfor er kernerne lysere, men de har også større tendens til at spire i akset.

	Konventionel bagehvede sort	Konventionel bagehvede sort	Hvid Hvede	Hvid Hvede	Hvid Hvede	Hvid Hvede	Hvede med lav ATI	Population
	Informier	Creator	M323	CCP-26-2	M229	M213	Goldritter	PopKorn
23. jul							299	
27. jul	289	260	341	330	234	208	243	267
01. aug	261	265	402	352	307		203	256
06. aug	370	324	358		243	228	269	248
18. aug	359	353	330	349	300	236	285	265
26. aug	382	345	196	127	332	201	271	240
03. sep	380	362	81	76	222	156	286	176
07. sep	395	355	82	71	122	143	297	195

Figur 6: I projektet **Høst, tørring og kvalitet** høstede vi i 2020 hvede af forskellige sorter på forskellige tidspunkter gennem høstperiode. Det er tydeligt, at faldtallet falder hurtigere i sorter af hvid hvede, fordi de mangler phenoler i kliddet til at beskytte imod spiring i akset. Det optimale faldtal i almindelige sorter lå i 2020 helt hen i slutningen af august/begyndelsen af september. Det gælder også i Goldritter, der generelt ligger lavt i faldtal på grund af lavt indhold af ATI. Popkorn er en sortsblending af mange sorter, så Popkorn reagerer lidt ligesom rug, og er meget faldtalsfølsom. Det skyldes, at faldtallet præges mest af den dårligste af blandingspartnerne, og ikke af et simpelt gennemsnit.

ATI

Der er mange, som gerne vil spise de næringsrige kerner, og for at fordøje stivelsen skal der tilsættes den samme α -amylase, som kornet selv bruger under spiringen til at spalte stivelse til sukker. Kornet har derfor udviklet en forsvarsmekanisme til at blokere både α -amylase og proteaser, som er de enzymer, der nedbryder proteiner. Disse stoffer, som forhindrer enzymerne i at virke, kaldes inhibitorer, og samlet set betegnes de ofte ATI, som er en forkortelse af α -amylase-trypsin-inhibitorer. ATI er altså stoffer, som skal beskytte planterne imod at blive spist, og som samtidig hæmmer spiring i akset.

Fytin og fytase

I kernen og især i klidlaget findes en del mineraler, som planten skal bruge i forbindelse med spiring, men for at forhindre udvaskning af mineraler og for at forhindre mennesker og andre i at få adgang til disse næringsstoffer, så er mineralerne bundet i fytinsyre, som er en kompleksbinding, der gør mineralerne utilgængelige. Ligeunder kliddet ligger et proteinrigt lag af kernen, som hedder aleuronlaget, og heri er der endvidere fytase, som er et enzym, som nedbryder fytinet, når der er adgang til vand. Fytin-binding af mineraler indgår på denne måde også i spirehæmningen i kernen og opretholder faldtallet indtil vand og fysate nedbryder fytinet. Fytinet har i sig selv også en hæmmende effekt på amylase-aktiviteten. Rækkefølgen er nemlig den, at først nedbrydes fytinet af fytase, hvilket sker efter allerede efter nogle timer i vand, og herefter nedbryder amylasen stivelsen, som får faldtallet til at falde.

Morfologi og spirehvile

Spirehvile og dermed beskyttelse af faldtallet kan skyldes mange ting, både biokemiske og mekaniske forhold. Især i bælgeplanter er det eksempelvis udbredt at frøene er beskyttet af en hård vandtæt skal, som forhindrer spiringen. Nogle frø skal helst spises af et dyr, og hvor skallen skal nedbrydes af enzymer i tarmen for at kunne spire i den klat gødning, som det sandsynligvis ender i.

Også kornaks forskellig morfologi, som påvirker muligheden for spiring og dermed faldtallet. Sorter med stak vil have vanskeligere ved at tørre ud, fordi stakken danner læ omkring akset, og kan opsnappe dug, som vil løbe ned ad stakken og ned i akset. Derfor er de fleste sorter i lande med fugtigt klima stakløse, mens hvede i lande med mere tørt klima ofte har stak. Stakken gør endvidere kornet mindre attraktivt for vildsvin og andre skadedyr, så derfor støder man også i fugtige klimaer på sorter med stak.

Hvedeplanten har ofte et blåligt skær, som skyldes et vokslag, som ligger udenpå de ellers grønne blade og avner. Der findes dog voksløse hvedesorter, som ser mere friskgrønne ud i farven. Vokslaget er med til at beskytte planten imod vand, og dermed imod spiring i akset.

I spelt sidder avnerne meget fast omkring kernen, men også indenfor almindelig hvede er der forskel på, hvor åbent akset er, og et åbent aks vil have mere tendens til spiring i akset end et aks med mere tætsiddende avner.

Ophævelse af spirehvile

Når kornet mister den grønne farve og skal kunne spire, så skal spirehvilen ophæves. Der går derfor en række processer i gang i kernen som forberedelse af spiringen. Når kernen kommer i vand, så går der noget tid inden man kan se spiringen, men det betyder ikke, at der ikke sker noget. Der sker faktisk en masse inde i kernen.

Når vandet når ind til aleuronlaget i kernen, så vil fytasen aktiveres, og den vil nedbryde fytinet. samtidig vil ATI'et begynde at blive nedbrudt. Fytinet og ATI'et vil så ikke længere hæmme amylasen, så så vil betynde at nedbryde kulhydraterne og få faldtallet til at falde.

Det er dog ikke kun vand og fugt, der påvirker spirehvile og faldtal. Også temperatur spiller en vigtig rolle. Også dette hænger sammen med plantens tilpasning til årstiderne. Korn skal ikke spire om sommeren, hvor det ikke kan modne inden vinteren. Derfor går kernen i spirehvile, når den opbevares varmt, og spirehvilen ophæves, når temperaturen falder. Sådan har de fleste frø det. Hvis et frø ikke vil spire på grund af spirehvile, så vil det ofte hjælpe at spire det ved lavere temperatur.

Regn og temperatur

I starten af kernens udvikling har kernen et højt indhold af amylase, da kernen bruger sukker til syntese af forskellige stoffer. På dette stadie er der dog ikke risiko for spiring i akset, da kernen er i fuld frøhvile. Høster man kornet for tidligt, hvor der stadig er grønne kerner, vil man derfor få problemer med for lavt faldtal selvom det ikke er udtryk for begyndende spiring.

Når kornet mister den grønne farve og begynder at modne, så falder indholdet af amylase og faldtallet stiger. Kernen har sit optimale faldtal, når den har mistet sin grønne farve og dermed er fuldmoden. Hvis kernen under eller efter modningen udsættes for regn, vil amylasen begynde af

nedbryde stivelsen som den første fase af spiringsprocessen, og dermed falder faldtallet. Spirehæmmende mekanismer kan begrænse nedbrydningen af stivelsen i kernen, også selv om det regner efter modningen af kernen, men især hvis det samtidig er både koldt og fugtigt, vil stivelsen på et tidspunkt blive nedbrudt og faldtallet vil falde.

LMA

Hvis kernen udsættes for store temperatursvingninger efter modningen, så kan indholdet af amylase stige igen. Især kuldechock ved eksempelvis høje dagtemperaturer og lave nattemperaturer kan igangsætte dette fænomen, som man kalder LMA (late-maturity alpha-amylase), og forårsager også lavt faldtal selvom kernen ikke udsættes for fugt, og ikke er begyndt en spiringsprocess. Det er altså de store temperatursvingninger, som inducerer en ophævelse af spirehvilen.

Korn med et højt relativt indhold af amylopektin i forhold til amylose er mere udsat for LMA, og også syntetisk hexaploid hvede er følsom for LMA. Især i 1990'erne forekom det en del i Europæiske hvedesorter efter at man begyndte at krydse hvedesorterne med syntetiske hvedesorter.

Lagring og temperatur

Korn er designet til at udgå spiring i akset og midt på sommeren, hvor det er varmt og kernen risikerer at tørre ud, men at udsætte spiringen til efteråret, når der bliver køligt og fugtigt. Opbevares korn derfor i lang tid og især ved høj temperatur, så nedbrydes amylasen gradvist.

Forholdet mellem spirehvile og faldtal bestemmes til dels af, om opbevaringsforholdene er vinteragtige eller sommeragtige.

Nyhøstet korn med højt faldtal vil stadig have spirehvile, og vil ikke spire så hurtigt som lagret korn eller korn med lavt faldtal. Spirehvilen kan ophæves ved lagring. Lagres kornet koldt og især i kombination med fugtighed vil spirehvilen ophæves meget hurtigt, men ved varm tør lagring vil det tage lang tid at ophæve spirehvilen fra to uger og helt op til et år. Når landmanden sår kornet i den kolde jord om efteråret, oplever han ofte slet ikke, at kornet er i spirehvile, fordi den ophæves i den kolde jord. Hvis han derimod sår meget tidligt, mens jorden stadig er varm, så kan spirehvilen godt have mærkbar betydning for fremspiringshastigheden.

For planten og for landmanden er der således en lang række faktorer, som skal spille sammen for at sikre, at kernen ikke spirer for tidligt, mens kernen stadig er i akset, men samtidig ikke hæmmer spiringen så meget, at kornet ikke spirer ordentligt, når det bliver sået i jorden. Det hele handler om at finde den rette balance for det aktuelle klimaforhold imellem alle de forskellige forhold, som fremmer og hæmmer spiringen.

Eksempel fra Aurion, 2021:

Et parti korn kom urensset ind på lageret i slutningen af august med et faldtal på 153. Efter oprensning med fjernelse af de mindste kerner og lagring i 2 måneder var faldtallet steget til 215.

Ligesom spirehvilen, så vil også kornets faldtal udvikle sig under lagring, især hvis kornet har et højt indhold af amylase. Selvom spirehvilen generelt falder ved lagring, så vil amylasen i kornet faktisk også nedbrydes under lagring, og det har betydning for faldtallet. Hvis kornet lagres varmt og "sommeragtigt" ved over 25 °C, så vil amylasen nedbrydes hurtigere en stivelsen, og det vil få faldtallet til at stige under lagringen. Kornet "tror" så at sige, at det er sommer og vil inducere spirehvile. Hvis faldtallet derimod skyldes, at kornet allerede er begyndt at spire og stivelsen er blevet nedbrudt til sukker, så vil lagring ikke have samme effekt, da den nedbrudte stivelse ikke bindes sammen igen under lagringen.

I et amerikansk forsøg steg faldtallet med 25 sekunder efter 4 måneders lagring ved 23 °C, og steg 35 sekunder ved 35 °C. I et andet studie steg faldtallet 50 sekunder efter 3 måneder ved 40 C, mens det ved 20 °C ikke steg mærkbart.

I de fleste danske kornlagre er temperaturerne meget lavere, ofte bare 5-10 °C, så i Danmark kan man ikke forvente en ligeså markant effekt af lagring, med mindre man bevidst varmer kornet op under lagringen.

Dyrkning og faldtal

Faldtallet er ikke direkte relateret til næringsstofforsyningen, men inddirekte kan det have en effekt. Højt kvælstofniveau øger risikoen for lejesæd, som kan påvirke faldtallet, og omvendt styrker kalium stråstivheden, så mangel på kalium kan bidrage til lejesæd. I forhold til faldtal er det dog mest uens næringsstofforsyning, som kan give uens høstoptimum, og da man i økologisk landbrug generelt har mere uens marker, kan økologisk korn af denne grund være mere faldtalsfølsom end konventionelt korn.

I både USA og Australien er resistens imod både akkspiring og LMA en standardoplysning for sortsbeskrivelserne, men det er svært at få oplysninger om faldtalsstabilitet for sorterne på den danske sortsliste.

Rensning og sortering

Når stivelsen nedbrydes, vil den omdannes til sukker, som fylder mere. Derved vil spirede kerner blive relativt lettere, så en frasortering af lette kerne kan i nogle tilfælde hæve faldtallet. Dette kan gøres eksempelvis på en kastesorterer, et sortererbord eller en kaskaderenser. Det vil dog ikke kunne lade sig gøre, hvis et lavt faldtal skyldes højt indhold af amylase uden begyndende spiring. Det vil også kun have effekt, hvis

der er tale om få spirede kerner i et ellers godt parti. Det kan eksempelvis være tilfældet, hvis der i marken har været lejesæd, hvor planter på jorden er begyndt

at spire, mens kernerne i de stående planter er uspirede. Hvis spiringen skyldes, at hele partiet er ensartet begyndt at spire, vil en frasortering af lette kerne ikke have den samme effekt.

Hvis et lavt faldtal skyldes en for tidlig høst eller høst af en uensartet modnet afgrøde, så kan en farvesortering i nogle tilfælde hæve faldtallet, hvis man på den måde kan fjerne grønne kerner med

BoMill Sorted Wheat Fractions by Protein & Resultant Falling Numbers

Create Uniform High Quality Wheat for milling superior flour to meet **consistent and repeatable** baking performance

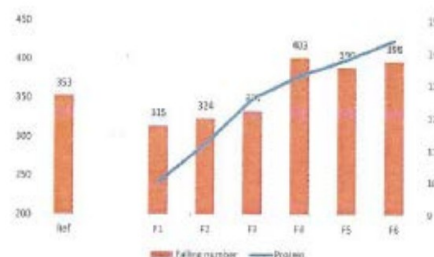
Produce wheat with favorable Falling Number values not achievable through blending



FALLING NUMBER / PROTEIN

Customer X (Vitreousness sorting)

	Protein	Falling number	Germination
Ref	13	353	80
F1	10	315	84
F2	11,2	324	80
F3	12,6	334	86
F4	13,3	403	78
F5	13,8	390	84
F6	14,4	398	90



Figur 7: Der er noget, der tyder på, at sortering af korn på en TriQ-sorterer fra BoMill kan påvirke faldtallet, men der er behov for flere forsøg og måske optimering af kalibrering af udstyret. Dette vil der blive arbejdet på i projektet BOOST, som starter i 2022 med støtte fra GUDP.

højt indhold af amylase. I sporerne efter en gyllevogn eller i lavninger, kan der ofte være planter, som modner senere end resten af marken.

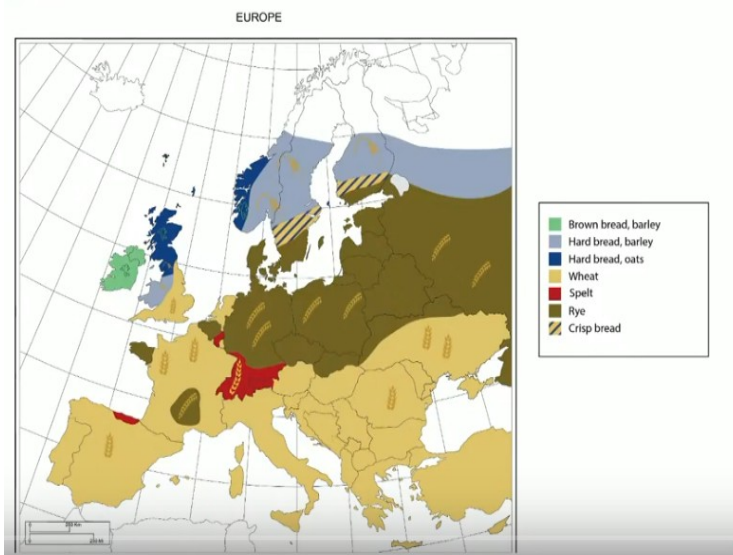
Stivelsen i kernen kan analyseres ved at lyse gennem kernen med nær-infrarødt lys (NIT). Der fås nu udstyr, som kan sortere kerner efter deres NIT-spektrum. Det bruges primært til at sortere på protein-indhold, men med den rette kalibrering kan det også sortere på stivelse. Det er sandsynligt, at NIT-sortering primært har effekt på at fjerne spirede eller grønne kerner, og mindre effekt overfor LMA.

Faldtal, sundhed og kvalitet

Den største interesse for faldtal knytter sig til bagekvaliteten, for ved lavt faldtal kan det ikke lade sig gøre at bage et almindeligt brød. Der er dog også andre forhold, som knytter sig enten direkte til faldtallet, eller indirekte til de forhold, som påvirker faldtallet. Selvom den overordnede konklusion er, at højt faldtal er godt, fordi det er godt for bagekvaliteten, så er det værd at nuancere det lidt og se på, hvilke børn der eventuelt bliver skullet ud med badevandet.

Spirehvile handler om at hæmme den nedbrydning af de næringsstoffer i kernen, som er nødvendig for spiringen. Imidlertid er vi som forbrugere interesserede i at kunne fordøje den mad vi spiser, så de stoffer, som beskytter faldtallet ved at hæmme nedbrydningen af næringsstoffer virker også fordøjelseshæmmende i mennesker og andre dyr, der spiser korn.

Phenoler i kliddet forhindrer iltens adgang til kernen og beskytter således faldtallet, men phenolerne påvirker også smag og sundhed. Phenolerne smager bittert, og det er med til at give karakter til fuldkornsbrød. Den bitre smag er samtidig med til at gøre kornet mindre attraktivt for fugle og mennesker at spise. Kulturplanter især af moderne forædlede sorter indeholder generelt kun få bitterstoffer, og meget tyder på, at den moderne kost indeholder for få bitterstoffer. Bitterstoffer og andre antioksidanter som polyphenoler er derfor generelt sunde at spise, da de også i den menneskelige organisme er kemisk aktive, og bl.a. kan reducere frie radikaler, som kan forårsage kræft og andre ubehageligheder.



Tegning 1: At man i Nordeuropa og især ved Atlanterhavet ikke har tradition for franskbrød hænger sammen med, at det i regioner med sommernedbør er vanskeligt at høste kornet med højt nok faldtal.

Fordøjelseshæmmere

Den menneskelige fordøjelse bygger kort fortalt på, at kulhydrater nedbrydes til sukker i mavesækken og tolvfingertarmen, hvor også proteiner nedbrydes til aminosyrer. Sukker og aminosyrer optages i tyndtarmen, mens fiber og andre ufordøjede stoffer passerer videre til tyktarmen, hvor der sker en mikrobiel omsætning for at trække ekstra næringsstoffer ud.

ATI beskytter faldtal ved at beskytte kulhydrater og proteiner imod nedbrydning i kernen, men har også en funktion i organismen ved at hæmme fordøjelsen af både proteiner og kulhydrater. Dårlig fordøjelse af proteiner og kulhydrater giver en række sundhedsproblemer for mange forbrugere.

Gluten og andre hvedeproteiner indeholder en række allergener, så hvis proteinet ikke er ordentligt nedbrudt før det når tyndtarmen, så stiger risikoen for forskellige former for fødevareallergi. Hvede indeholder også en række stoffer, som påvirker hjerne og psyke. Bl.a. er indtaget af hvede forbundet med skizofreni, autisme og andre psykiske lidelser, og hvede indeholder exorfiner, som fungerer på samme måde som morfin. Om disse indholdsstoffer skaber sundhedsrelaterede symptomer for den enkelte forbeuger eller ej afhænger af, om stofferne fordøjes tilstrækkeligt inden de når frem til tyndtarmen, og også af, om tarmen er åben eller lukket. Det er nemlig sådan, at der i tyndtarmen findes såkaldte *tight junctions*, og som enten kan være åbne eller lukkede. Allergener kan nemlig kun passere ud i blodbanen gennem *tight junctions*. Åbningen af disse styres af blandt andet stress, søvnmangel og medicin, men hvede har også i sig selv et peptid, som får *tight junctions*, til at åbne sig.

Cøliaki, hvedeallergi, IBS, NCGS og en række andre lignende problemer og sygdomme skyldes fragmenter af proteiner og kulhydrater, som er ufuldstændigt nedbrudt i mavesækken og tolvfingertarmen, og som derfor kommer ud i tyndtarmen, hvor de enten skaber problemer, eller passerer ud i blodbanen, hvor de skaber andre problemer.

Indenfor de sidste årtier er antallet af patienter med Cøliaki fordoblet, og de fleste undersøgelser peger på, at denne udvikling også gælder en række andre hvede-relaterede lidelser. Det er ikke sandsynligt, at denne udvikling skyldes, at hveden har ændret sig genetisk, men at det nok mere skyldes ændringer i den måde, vi behandler hveden i forarbejdningen.

Nogle forbrugere har problemer med fordøjelse af hvede og især af hvedens indhold af fruktan, som er et tungt fordøjeligt kulhydrat. Forbrugere, som har problemer med at fordøje fruktan og andre såkaldte FODMAPs lider af forstoppelse eller IBS (Irritable Bowl Syndrome) og udgør 5-11% af befolkningen i de fleste lande. Et højt indhold af ATI i korn er med til at forstærke problemerne med at fordøje FODMAPs, og i øvrigt også andre former for gluten- og hvedeintolerance, og kan afhjælpes ved hvedesorter med lavt indhold af ATI eller ved langtidshævning af brød med surdej, hvor ATI nedbrydes.

Også indholdet af fytin i kernen har ernæringsmæssige konsekvenser, idet mineralerne i kornet ikke er tilgængelige, før fytinet er nedbrudt, og det tager tid. Da kvalitetsmel altid har højt faldtal, vil fytinet ikke være nedbrudt i melet inden bagning. Selvom korn og kerner generelt har et højt indhold af mineraler, så passerer de stort set ufordøjet gennem fordøjelsessystemet, hvis eksempelvis dejen hæves på en time eller derunder, som er det normale i brøindustrien for både gær- og surdejhævede brød. Det samme forhold gør sig gældende for foder til vore husdyr, hvor man i konventionelt landbrug tilsætter syntetisk fytase for at kompensere for den manglende iblødsætning af foderet, som var kutyme i gamle dage. Manglende nedbrydning af fytin giver en dårlig udnyttelse af mineraler såsom fosfor, og fosforurenningen af vandmiljøet fra især svineproduktionen hænger netop sammen med den dårlige udnyttelse af mineraler som følge af ikke nedbrudt fytin i kornets klidlag.

Ved langtidshævning og herunder surdejsbagning til dejen hæve i så lang tid, at fytinet nedbrydes inden bagning, så i langtidshævet brød er mineralerne tilgængelige for fordøjelsen. I de sidste årtier

er hævetiden gradvist forkortet i bagerierne ved brug af gær og bageenzymer, og dermed bliver mineralerne i korn mindre tilgængelige for fordøjelse. Jern og zink er de mineraler, som vi for størstedelen får fra kornprodukter, og der er i dag flere mennesker, der er underforsynet med jern og zink end antallet af mennesker, der er underernærede og overvægtige tilsammen. Dette problem skyldes primært at forbrugerne foretrækker hvidt hvedemel og hvide ris, men selvom fuldkornsprodukter indeholder mange mineraler, så er disse ikke tilgængelige for fordøjelsen på grund af fytin.

Højt faldtal er således med til at bevare fytinet i kornet, og det stiller ekstra krav til langtidshævning eller iblødsætning af korn for at forhindre mineralmangel.

Der findes forskellige i kornets indhold af både fytin og fytase, som man i dag forsøger at udnytte til at forbedre mineraludnyttelsen i foderet og begrænse næringsstofforureningen, men til brødhvede og andre anvendelser i fødevareindustrien skal man altså være opmærksom på, at det kan have negative konsekvenser for faldtalsstabiliteten.

Stort set alle de forhold i kornet, som er med til at bevare et højt faldtal med at inducere spirehvile i kernen, har også en negativ effekt på fordøjelsen og vort helbred. Meget tyder på, at den stigende fødevareallergi især i forbindelse med hvede hænger sammen med, at vi er blevet bedre til at bevare et højt faldtal samtidig med, at vi i fødevareindustrien behandler kornet uhensigtsmæssigt.

Det er vigtigt at bevare et højt faldtal af hensyn til bagekvaliteten, men med højt faldtal stiller der ekstra krav til håndtering af melet med bl.a. langtidshævning og iblødsætning for at forhindre de negative effekter, som et højt faldtal har på fordøjelsen.