

Kvalitetskorn til mat – muligheter i ikke-kommersialisert norsk sortsmateriale

Forsøk med vårhvete til økologisk dyrking og håndverksbakst

NORSØK RAPPORT | VOL. 4 | NR. 5 | 2019



Anne-Kristin Løes, Randi Berland Frøseth, Jon Arne Dieseth, Caroline Lindö, Josefine Skaret

TITTEL

Kvalitetskorn til mat – muligheter i ikke-kommersialisert norsk sortsmateriale. Forsøk med vårhvete til økologisk dyrking og håndverksbakst.

FORFATTERE

Anne-Kristin Løes, Randi Berland Frøseth, Jon Arne Dieseth, Caroline Lindö, Josefine Skaret

DATO: 12.04.2019	RAPPORT NR. 4/5/2019	TILGJENGLIGHET Åpen	PROSJEKT NR.: 3045
ISBN: 978-82-8202-085-5	ISSN:	ANTALL SIDER: 56	ANTALL VEDLEGG: 0

OPPDRAUGSGIVER:

Genressursprogrammet/Landbruksdirektoratet,
Foregangsfylke korn/Fylkesmannen i Oppland,
Fylkesmannen i Trøndelag

KONTAKTPERSON:

Anne-Kristin Løes
anne-kristin.loes@norsok.no

STIKKORD:

korn, vårhvete, Trøndelag, avlinger, kvalitet,
brød

cereals, spring wheat, yields, quality, bread

ARBEIDSRÅDE:

Mat og landbruk

Food and agriculture

SAMMENDRAG:

25 sorter og foredlingslinjer av vårhvete ble sammenliknet i feltforsøk på to lokaliteter i Nord-Trøndelag i 2017 og 2018, med økologiske dyrkingsbetingelser. Utvalget inneholdt sorter som er i bruk i økologisk dyrking til håndverksbaking i Trøndelag (Dala landhvete, Fram II), enkelte andre eldre norske sorter (Norrøna, Møystad, Runar), to svenske sorter med litt annen glutenkvalitet enn moderne norsk hvete (Polkka, Sport), og Mirakel og Seniorita som var vanlige handelssorter i Norge i 2017 og 2018. I tillegg undersøkte vi 16 foredlingslinjer fra Graminor. Tre av disse var valgt ut fordi de har vist gode resultater under økologiske dyrkingsbetingelser på Østlandet. Fire nye og lite prøvde linjer ble tatt med fordi de hadde svakt gluten. «Sterkt gluten», dvs. evne til å tåle hard mekanisk behandling i industriell bakst, er en sortsegenskap som ofte blir kritisert fordi den settes i sammenheng med et økende problem med mage-tarm sykdommer. Ni ble valgt fordi de hadde vist en god evne til å dekke jorda og dermed konkurrere godt mot ugras, i et forsøk på Ås i 2016. Ugraskonkurranse er en svært viktig egenskap ved økologisk dyrking.

I løpet av vekstsesongen ble forsøksrutene observert jevnlig, for egenskaper som voksemåte (opprett eller dekkende), tidlighet, strå lengde, legde og konkurransevne mot ugras. Etter

avlingsregistrering ble kornets kvalitet undersøkt (vanninnhold ved tresking, falltall, SDS, hektolitervekt, tusenkornvekt, proteininnhold).

20 av sortene/linjene ble valgt ut til prøvebaking, og korn fra begge forsøkssteder i 2017 ble sendt til Caroline Lindö (Sverige) hvor det ble bakt surdeigsbrød som ble bedømt. 6 brød fra et av forsøksstedene ble så sendt til en sensorisk undersøkelse hos Nofima på Ås. For de 20 sortene som ble prøvebakt undersøkte vi også innholdet av makro- og mikromineraler i kornet.

2017 var et godt år for korndyrking i Trøndelag, mens 2018 var mer krevende. Begge forsøksfelt ga brukbare resultater i begge år. Runar var den tidligste sorten vi undersøkte, og ga i gjennomsnitt 333 kg korn per daa i 2017 (15% vann). Mirakel og nummersortene GN06557 og GN16503 ga de høyeste avlingene i 2017, men Norrøna hang også godt med. Gjennomsnittsavlingene for disse var 355, 370, 358 og 352 kg/daa. Møystad med 342 kg/daa ga også bedre avlinger enn Dala landhvetete og Fram, som i snitt ga 235 og 263 kg/daa i 2017.

Kornkvaliteten mindre god i de eldre sortene. Gjennomgående hadde disse mindre, og dårligere fylte korn, lavere falltall og lavere SDS-verdi enn moderne sorter og linjer. Innholdet av sink, jern og fosfor var imidlertid høyere i eldre sorter, men voksestedet hadde også en klar effekt på mineralinnhold.

Testbakingen i Sverige viste at brød bakt av sortene Runar, Seniorita, Mirakel og en del nummersorter fikk best vurdering. Brød av Runar, Fram II, Seniorita, Mirakel, Polkka og Sport fra ett voksested ble sendt til Nofima, som påviste statistisk sikre forskjeller mellom hvetesortene for flere sensoriske egenskaper som saftighet, hardhet, sursmak og eddiklukt.

Til et oppfølgingsprosjekt (2019-2021) ble sortene Dala landhvetete, Runar, Mirakel, Seniorita, GN16503 og GN17635 valgt ut til videre forsøk, ut fra en samlet vurdering av egnethet i økologisk dyrking og til håndverksbakst.

SUMMARY:

25 accessions of spring wheat were compared in a field experiment over 2017-2018, at two sites in northern Trøndelag, with organic management. The selection of accessions comprised old varieties used in organic cultivation and artisan baking in the area (Dala landhvetete, Fram II), some other older Norwegian varieties (Norrøna, Møystad, Runar), two Swedish varieties with somewhat different gluten quality from Norwegian varieties (Polkka, Sport), and common commercial varieties used in Norway by 2017, Mirakel and Seniorita. The selection further comprised 16 accessions under breeding. Three of them were chosen because they have been promising in testing under organic growing conditions in southern Norway. Four new accessions with «soft» gluten were included, and the remaining 9 were selected during early growth in 2016 in a large experiment at Ås (NMBU), because they seemed to have good ability to cover the soil with early, vigorous growth and leaves covering the ground. To compete with weeds is a crucial characteristic for cereal varieties to perform well under organic growing conditions.

During the season, experimental plots were regularly observed, and characteristics recorded such as early growth pattern (upright growth, or covering the ground?), earliness, length of straw, lodging and ability to compete with weeds. After recording of yields, quality of the grain was analysed (water content at harvest, starch quality (falling number), SDS-value, hectolitre mass, thousand grain weight and protein concentration).

20 accessions were selected for a baking test, and grain from both experimental sites grown in 2017 was sent to Caroline Lindö (Sweden) where sourdough breads were produced and assessed. 6 breads from one site were then sent for sensory analysis at Nofima, Ås. The 20 accessions being test-baked were also subject to analysis of the concentrations of macro- and microminerals.

In 2017, cereal yields were generally satisfactory in Trøndelag, while 2018 was a year with low grain yields. Both experimental sites gave useful results in each year. Runar was the earliest accession in our selection, yielding on average 333 kg grains (15% water content) per daa in 2017. Mirakel, and GN06557 and GN16503 gave the highest yields in 2017, but Norrøna was not far behind. Average yields for these accessions in 2017 were 355, 370, 358 and 352 kg/daa. Møystad (342 kg/daa) did also give higher yields than Dala landhvetete and Fram II, which gave 235 and 263 kg/daa on average in 2017.

The quality of grains was lower in the old varieties. They had usually smaller kernels, with a lower degree of grain filling, lower falling numbers and lower SDS-values than modern accessions. However, the concentrations of phosphorus, zink and iron were higher in old varieties, although the growing site also has a significant effect.

By the test baking in Sweden, bread made from Runar, Seniorita, Mirakel and some number accessions achieved the best evaluations. Bread made from Runar, Fram II, Seniorita, Mirakel, Polkka and Sport from one site were sent to Nofima for sensory analysis. Significant differences between varieties were found for several sensory characteristics, such as juiciness, hardness, acid taste and smell of vinegar.

For a follow-up project (2019-2021), Dala landhvetete, Runar, Mirakel, Seniorita, GN16503 and GN17635 were selected for further trials, from an overall assessment of the potential of the accessions to perform well in organic growing intended for artisan baking.

LAND: Norge
FYLKE: Trøndelag
KOMMUNER: Steinkjer, Verdal

GODKJENT

Turid Strøm

TURID STRØM

PROSJEKTLEDER

Anne-Kristin Løes

ANNE-KRISTIN LØES

Forord

Det ligger mye arbeid bak en ny kornsort. På vei mot markedsføring for kommersiell dyrking kan foredlingsmateriale som kunne passet for økologisk dyrking, falle fra. Hovedmålet med prosjektet «Kvalitetskorn» (Kvalitetskorn til mat – muligheter i ikke-kommersialisert norsk sortsmateriale, 2016-2019) var å bidra til bevaring og bruk av et større genetisk mangfold av korn til mat. Dette skulle vi gjøre ved å identifisere norske foredlingslinjer av hvete som kunne egne seg til økologisk dyrking og dyrking for håndverksbaking, spesielt i Trøndelag, og systematisere kunnskap om disse linjene. Vi skulle teste et utvalg av ikke-kommersialisert norsk sortsmateriale av vårhvete under ulike steds- og klimaforhold, og kartlegge agronomiske egenskaper og matkvalitet. Og selvsagt skulle vi spre kunnskap og informasjon om viktigheten av genetiske ressurser innen korn, vår viktigste matplante. Vi trenger et utvidet sortsmangfold for å møte klimaendringene og for å forsyne det norske markedet med sorter egnet for økologisk dyrking og håndverksbakst.

Planteforedling i korn begynner med å skape ny genetisk variasjon gjennom kryssing av utvalgte foreldresorter som til sammen inneholder de egenskaper man ønsker å kombinere i en ny sort. Deretter følger generasjoner med utvalg av ønskede typer og reindyrking av foredlingslinjer, før de potensielle sortene testes og vurderes godkjent som ny handelssort. Viktige foredlingsmål for norsk kornforedling er sterkt strå, motstand mot soppsjukdommer, høy avling med god kvalitet, og god værresistens. Kornet må ikke spire i akset, aksene må ikke knekke og falle av, og åkeren bør ikke legge seg flat før høsting. Værresistens, stråstyrke og soppresistens er viktige egenskaper i både konvensjonell og økologisk dyrking. På grunn av svakere gjødsling, og fravær av vekstregulatorer og plantevernmidler i økologisk dyrking, kan vektleggingen for andre egenskaper være ulik. God konkurransevne mot ugras, brukbart avlingsnivå, og god kvalitet med tanke på bakeegenskaper, smak og kjemisk innhold, er de viktigste foredlingsmålene for vårhvete til økologisk dyrking og håndverksbakst. Jon Arne Dieseth oppsummerte det slik på prosjektets avslutningsseminar på Mære videregående skole 26.3.2019:

Viktige egenskaper ved kornsorten



	Konvensjonelt	Økologisk
Dekkevne	Ønskelig	Viktig
Stråstyrke	Svært viktig	Mindre viktig
Ønskelig plantetype	Kort strå Opprett vekst	Lengre strå Større blad
Mjøldogg	Viktig	Mindre viktig
Bladfleksj.	Viktig	Svært viktig
Eff. N-oppt.	Ønskelig	Svært viktig

Norsk kornforedling drives etter kommersielle prinsipper, og utgiftene dekkes av planteforedleravgift bonden betaler når hun eller han kjøper sertifisert såkorn. Ettersom det norske markedet er lite, er det begrenset hvilke foredlingsmål og dyrkingsformer som kan vektlegges i foredlingen. Det foredles ikke for ulike regioner eller produksjonsformer. Fordi markedet er begrenset er det også begrenset hvor mange sorter såvarefirmaene har mulighet til å markedsføre, og det er hard konkurranse for å få kommersialisert nye sorter. Sorter og foredlingslinjer som ikke når opp i konkurransen kan likevel ha verdifulle egenskaper, og være godt egnet for dyrking i mindre intensive dyrkingssystemer. Et viktig mål for prosjektet «Kvalitetskorn» var å identifisere linjer med egenskaper som kan være interessante i økologisk/ekstensiv dyrking for håndverksbaking. Vi ønsket også å teste samspill mellom egenskaper og miljøfaktorer, spesielt i Trøndelag hvor det er mindre omfang av prøving av nye sorter enn lenger sør. Prosjektet arbeidet med 25 sorter og foredlingslinjer av vårhvete, fra gamle landsorter til dagens handelssorter, og linjer på vei mot eventuell godkjenning som handelssort. Det ble gjennomført feltforsøk på to steder i Nord-Trøndelag i 2017 og 2018. Korn fra 2017 ble undersøkt i en baketest, der surdeigsbrød ble bakt av 20 sorter fra begge forsøksstedene våren 2018. Seks av brødene ble videre undersøkt i en sensorisk analyse hos Nofima på Ås. De 20 sortene som ble brukt til baketest ble også undersøkt for mineralinnhold. Denne rapporten presenterer resultater av feltforsøkene, analyser av kornet, prøvebakingen og den sensoriske analysen.

Prosjektet har også arbeidet med å definere foredlingsmål for økologisk dyrka korn til håndverksbaking. Resultatet er presentert i artikkelen «Vårhvete til håndverksbaking – viktige egenskaper for økologisk dyrking» på Agropub (www.agropub.no). Videre har vi samlet årvisse resultater fra norske sortsforsøk med vårhvete under økologiske betingelser i perioden 2008-2017. Dette er tilgjengelig på Organic Eprints (<http://orgprints.org/32826/>). Informasjonen vil være nyttig for dem som i framtida vurderer å dyrke en sort som kanskje ikke lenger er tilgjengelig på markedet.

Prosjektet var et samarbeid mellom NORSØK, NIBIO og Graminor, ved henholdsvis Anne-Kristin Løes, Randi B. Frøseth og Jon Arne Dieseth. Finansiering er mottatt fra Fylkesmannen i Oppland som var foregangsfylke for økologisk korn (600 000 kr), Landbruksdirektoratets genressursmidler (450 000 kr), og Fylkesmannen i Trøndelag (150 000 kr). Prosjektperioden var fra 1.5.2016 til 1.4.2019. Representanter for Fylkesmannen (Anders Mona, Torunn Riise Jackson) har deltatt i prosjektets styringsgruppe sammen med Graminor (Jon Arne Dieseth), NIBIO (Mauritz Åssveen, seinere Anne-Kari Bergjord Olsen) og NORSØK (Turid Strøm). Vi retter en stor takk til Norsk Landbruksrådgiving Trøndelag for omfattende og grundig arbeid med feltregistreringer, og til Torunn Hernes Bjerkem, Gjermund Haga og Ole Petter Riis som stilte jord, gjødsel og arbeidstid til disposisjon for feltforsøk og tok imot gjester til omvisning. Firmaet Gullimunn AS er et samarbeid mellom fire gårder på Innherred for å dyrke, male og selge mel og bakerverer fra økologisk dyrka gamle kornsorter. Initiativtakerne til Gullimunn driver også «Nettverket for lokalt mel og gamle kornsorter». Prosjektet har hatt et godt samarbeid med nettverket, og vi takker for viktige faglige diskusjoner og bistand til formidling av resultater.

Tingvoll, 12.04.19

Anne-Kristin Løes, prosjektleder

Innhold

1	Feltforsøk: Materiale og metoder	9
1.1	Forsøksplan og valg av sorter og foredlingslinjer	9
1.2	Beskrivelse av forsøksstedene	10
1.3	Registreringer i feltene	12
1.3.1	Oppspiring og utviklingstrinn.....	12
1.3.2	Voksemåte, legde og strå lengde	13
1.3.3	Ugras, soppsykdommer og skadedyr.....	15
1.3.4	Avling	15
1.4	Kornanalyser	15
1.4.1	Bakekvalitet	15
1.4.2	Utvalg av sorter til prøvebaking og sensorisk analyse.....	17
1.4.3	Mineralinnhold	17
1.5	Været i Trøndelag i vekstsesongene 2017 og 2018	18
2	Feltforsøk: Resultater.....	20
2.1	Vekst og utvikling.....	20
2.1.1	Generelt om feltene	20
2.1.1	Agronomiske egenskaper	20
2.1.2	Voksemåte	22
2.1	Avling.....	24
2.1.1	Avlinger og vanninnhold	24
2.1.2	Kornstørrelse og antall korn i akset.....	26
2.2	Kvalitet	27
2.3	Mineralinnhold.....	33
3	Fra korn til brød: Materiale og metoder	39
3.1	Metode for vurdering av bakekvalitet	39
3.1.1	Maling og sikting.....	39
3.1.2	Analyse av våtgluten.....	39
3.1.3	Prøvebaking	41
3.1.4	Vurdering av brødene	41
3.2	Sensorisk analyse	42
4	Fra korn til brød: Resultater	44
4.1	Resultater av bakekvalitet - 20 kornprøver fra 2 gårder i 2017	44
4.1.1	Falltall.....	44
4.1.2	Glutenmengde og stabilitet	44
4.1.3	Hva karakteriserer «dårlige» og gode brød?	45
4.2	Sensorisk bedømmelse av brød	49
4.2.1	Lukt, smak og tekstur.....	49
4.2.2	PCA-analyse	50
4.3	Tilleggs kommentarer fra dommerne.....	52

5	Konklusjon.....	54
6	Referanser.....	55

1 Feltforsøk: Materiale og metoder

Et feltforsøk med 25 sorter og foredlingslinjer av vårhvete ble gjennomført på fire steder i Nord-Trøndelag i 2017 og 2018. Et forsøksfelt på Skjetlein i 2018 ble dessverre ikke brukbart da det inneholdt svært mye ugras og heller ikke ble høstet på grunn av vanskelige innhøstingsforhold. Feltet er ikke videre omtalt her. I forsøket var det med alt fra eldre til yngre sortsmateriale og ikke-kommersialiserte foredlingslinjer. Agronomiske egenskaper, avling, standard kvalitetsegenskaper og mineralinnhold ble registrert. Korn fra forsøket i 2017 ble også brukt til baketesting og sensorisk analyse.

1.1 Forsøksplan og valg av sorter og foredlingslinjer

Valget av sorter og foredlingslinjer i forsøket ble gjort etter ulike kriterier (tabell 1). Det var ønskelig å ha et spenn i alder på sortsmaterialet. Blant de utvalgte eldre sortene var Dala landhvete og Fram II som dyrkes i Steinkjerområdet og foredles til mel for håndverksbaking av Gullimunn AS. Av eldre sortsmateriale ble også Norrøna og Møystad tatt med. Disse sortene har vært en del brukt i økologisk sortsprøving. Møystad har langt strå, og har vært en god del brukt i økologisk dyrking.

Tabell 1: Sortene og foredlingslinjene som ble brukt i feltforsøket i Trøndelag i 2017 og 2018.

Sort/linje	Godkjent	Avstamning	Utvalgsriterium
1 Dala landhvete			Gamle og nye
2 Fram II	1940		sorter
3 Norrøna	1952		
4 Møystad	1967		
5 Runar	1972		
6 Polkka	1992		
7 Sport	1994		
8 Mirakel	2012	SW38337//NK98533/NK98535	
9 GN03503			Utvalgt etter
10 Seniorita	2014	SW38337A/NK01502	dekningsgrad
11 GN06557		NK97537/NK98524	
12 GN10603		SW43115/Zebra	
13 GN12741		Altar/Ae.squ//2*Seri/3/Avle/4/Bjarne	
14 GN12759		NK02529/NK01533//NK01568	
15 GN12760		NK02529/NK01533//NK01568	
16 GN13618		SW44254/Zebra//GN03531	
17 GN14529		NK01533/Zebra	
18 GN14649		GN03509/4/Alt/Ae.squ//2*Seri/3/Avle/5/Bajass-1	
19 GN12634		NK00505//NK93604/Arina/3/NK01568	Utvalgt etter
20 GN15621		Bajass-1/GN03529//GN05567	økoforsøk
21 GN16503		SW51069/GN03509	
22 GN17632		GN04537/Berserk	Nye linjer med
23 GN17633		QUARNA/BAJASS-5//Zebra	svakt gluten
24 GN17634		Sport 2/Berserk	
25 GN17635		Runar//Polkka/Hadden	

Runar er en eldre norsk sort med god strå lengde og dekningssevne mot ugras. Polkka er en svensk sort med svakere gluten enn de fleste norske sortene har, og god dekningssevne. Sport er en svensk sort med spesielt høyt proteinnivå. Mirakel er en markeds sort som i flere år har gjort det godt både i økologisk og konvensjonell dyrking. I verdiprøving før godkjenningen gjorde Mirakel det bra under økologiske dyrkingsbetingelser, blant annet fordi den er lang og konkurrerer godt mot ugras. Seinere viste det seg at den også har svært gode bakeegenskaper for industribaking.

Sorten Seniorita og de ni foredlingslinjene GN03503, GN06557, GN10603, GN12741, GN12759, GN12760, GN13618, GN14529 og GN14649 ble valgt fordi de kunne ha interessante egenskaper med tanke på konkurranse mot ugras, og da særlig evne til å dekke jordoverflata tidlig. Dette utvalget var basert på bildeanalyser vi gjorde av rundt 200 sorter og linjer på et feltforsøk i 2016 på Ås. Dette feltet var en del av forskningsprosjektet EXPAND – “Expanding the technology base for Norwegian wheat breeding: genomic tools for breeding of high-quality bread wheat” (2016-2019).

GN12634, GN15621 og GN16503 er foredlingslinjer som ble tatt med fordi de har gjort det bra i Graminor sine feltforsøk under økologiske dyrkingsforhold. GN17632, GN17633, GN17634 og GN17635 er nye linjer med svakere gluten enn ønskelig i foredlingsmaterialet for konvensjonell dyrking og markedsføring.

Feltene bestod av to blokker (gjentak) med 25 ruter som hver var 1,5 x 8 meter. Alle de 25 sortene/foredlingslinjene var tilfeldig plassert innen hver blokk etter lattice-design. Ved lattice-design deles gjentakene opp i sub-blokker etter et bestemt system, slik at resultatene kan korrigeres for jordvariasjon i forsøksfeltene. I begge år var dette nyttig da forsøksfeilen (Coefficient of variation, CV) ble betydelig redusert. Som en tommelfingerregel for avling gjelder det at CV bør være < 10 %, det vil si at forsøksfeilen er mindre enn 10% av gjennomsnittsverdien av det man undersøker. Det er kjørt variansanalyse for hvert felt, hvert år og over alle felt. Resultatene er vist i tabeller som også viser minste sikre forskjell (LSD-verdi, least significant difference) for å påstå med 95 % sikkerhet at det er forskjell mellom sorter/linjer.

1.2 Beskrivelse av forsøksstedene

De to forsøksfeltene i 2017 lå i Nord-Trøndelag på gården Bjerkem i Henning, ca. 15 km fra Steinkjer, (Felt 17-1, bilde 1) og gården Lyng ved Stiklestad (Felt 17-2, bilde 2). I 2018 var det felt på gårdene Bjerkem (Felt 18-1) og Rise (Felt 18-2) ved Steinkjer.



Bilde 1. Forsøksfelt på Bjerkem i 2017. Foto: NLR Trøndelag

Jordkarakteristikk, forgrøde, gjødsling og arbeidsoperasjoner på forsøksfeltene er gitt i tabell 2. Jordanalysene er utført av Eurofins på jordprøver fra 0-20 cm dybde om høsten etter gjennomført feltsesong.

Tabell 2: Informasjon om jord, forgrøde, gjødsling og arbeidsoperasjoner på forsøksfeltene.

	Felt 17-1 Bjerkem	Felt 17-2 Lyng	Felt 18-1 Bjerkem	Felt 18-2 Rise
Jordkarakteristikk				
Jordart	Sandig silt	Lettleire	Lettleire	Siltig mellomsand
pH	6.1	6.4	5.8	6.3
P-AL (mg/100g)	6 (middels)	6.4 (høyt)	9-10 (moderat høyt)	11-13 (høyt)
K-AL (mg/100g)	17 (middels)	7 (middels)	14-16 (middels-høyt)	6-8 (middels)
Glødetap (% ts)	6.9 (moldholdig)	3.0 (moldfattig)	3,8-4,3 (moldholdig)	2.8 (moldfattig)
Annen informasjon om feltet				
Forgrøde	Vårhvetete etter eng	Eng i 2 år	Eng (beite)	Bygg
Jordarbeiding	Vårpløyd	Vårpløyd	Vårpløyd	Skålharvet
Gjødsling/daa	Storfegylle, 2 t	GrønnØko, 40 kg	Ingen	Kyllinggjødsel,
Sådato	8. mai	11. mai	25. mai	21. mai
Ugrasharving	Blindharving	Blindharving	Blindharving	Blindharving
Tresking	27. september	28. september	2. oktober	20. september



Bilde 2. Forsøksfelt på Lyng i 2017. Foto: NLR Trøndelag

1.3 Registreringer i feltene

Det ble gjort en rekke registreringer i feltene i vekstsesongen (tabell 3). Registreringene omfattet oppspiring, voksemåte, utvikling, skadegjørere, strå lengde og legde.

Tabell 3: Oversikt over registreringer og analyser gjennomført i forsøksfeltene per felt.

Tidspunkt	BBCH	Måleparameter	Nivå
3-4 bladstadiet	13-14	Oppspiring	Rute
		Ugrassituasjon	Rute
		Voksemåte	Rute
		Bilder for dekningsgrad	Rute
Ved aksskyting	51-59	Utviklingstrinn	Rute
		Legde	Rute
		Ugras	Felt
		Eventuelle sykdommer og skadedyr	Rute
Gulmodning	87	Utviklingstrinn	Rute
		Legde	Rute
		Strå lengde	Rute
		Ugras	Rute
Rett før høsting	89	Legde	Rute
		Aksknekk	Rute
		Stråknekk	Rute
		Akstelling*	Rute
Etter høsting		Vekt av rå ruteavling	Rute
		Prøve til avlingsregistrering og kvalitetsanalyser	Rute
		Tørking av resten av ruteavlingen	Rute
		Jord	Felt

* Bare i 2017

1.3.1 Oppspiring og utviklingstrinn

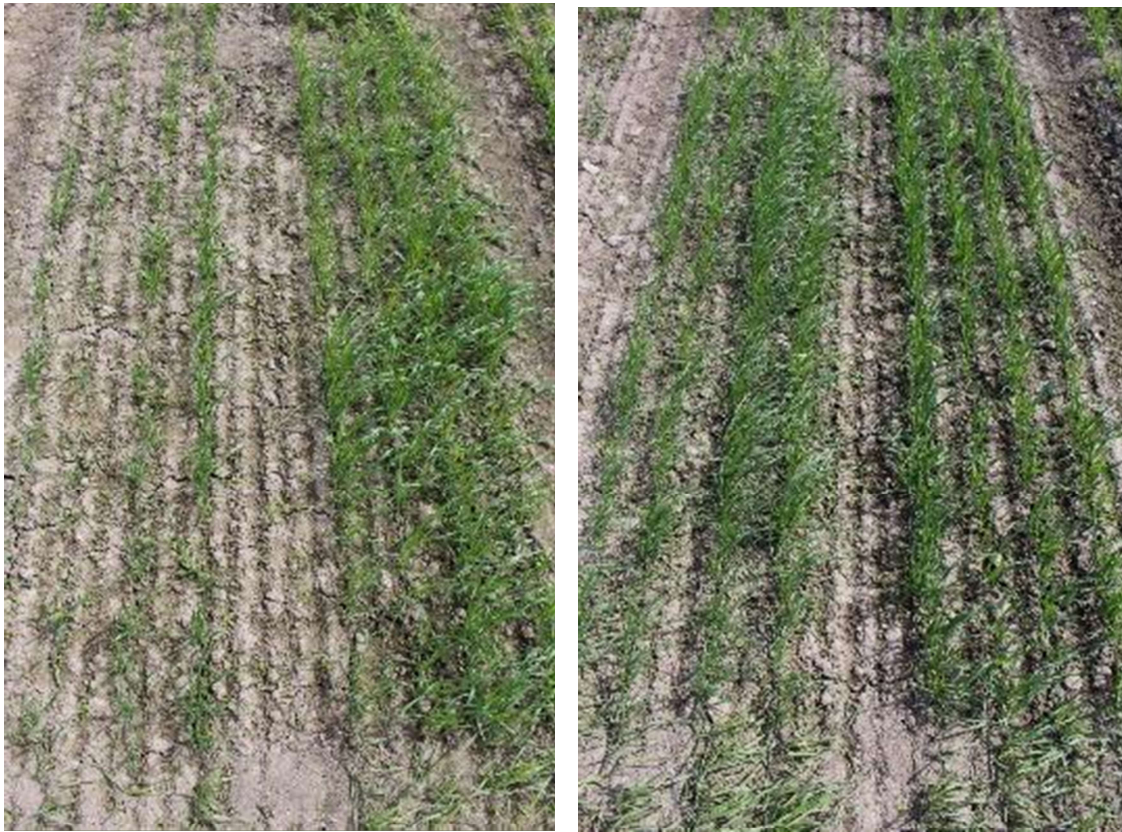
Prosent spirte kornplanter ble registrert for hver rute ved 3-4-bladstadiet til plantene. Dette fordi manglende planter kan ha innflytelse på andre registreringer. Den beste ruta i feltet ble gitt 100 % oppspiring. Hver rute ble vurdert i forhold til denne ruta.

BBCH-skalaen ble brukt som mål på kornplantenes utviklingstrinn (Lancashire m. fl. 1991). Utviklingstrinnet ble registrert på en dato ved aksskyting, men før blomstring (BBCH 51-59). For denne vurderingen var rådgiveren bedt om å lete etter ruter med sorter som var tidligere utviklet enn øvrige. Man kunne gi karakter mellom 51 (begynnende skyting) og 59 (full skyting), eller legge til eller trekke fra 1, 2 eller 3 dager for en referansesort som fikk betegnelsen 51 eller 59.

Ved gulmodning ble det notert en verdi fra BBCH-skalaen, eller rådgiveren noterte avvik (i antall dager) fra full gulmodning. Positiv verdi betyr at sorten er seinere moden, mens negativ verdi betyr at sorten er tidligere moden (kortere voksetid). Full gulmodning er definert som når planten er gul, med unntak av området rundt leddknutene hvor det er igjen litt grønt.

1.3.2 Voksemåte, legde og strå lengde

Sortenes/foredlingslinjenes voksemåte ble vurdert av rådgivere i Norsk Landbruksrådgivning (NLR) for hver forsøksrute når plantene var på 3-4-bladstadiet. Dette arbeidet var begrunnet med at vi i Expand-feltet på Ås i 2016 fant betydelige forskjeller i voksemåte (bilde 3, se også kapittel 1.1), og antok at dette kunne være en viktig sortegenskap. I 2017 brukte NLR tre hovedkategorier, Opprett, Middels og Dekkende (O, M, D). I 2018 ble dette utvidet til fem kategorier: Opprett, Opprett til middels, Middels, Middels til dekkende og Dekkende.



Bilde 3. Fra venstre: Utenlandsk sort, Runar, Norrøna og Zebra dyrket på NMBU, Ås i 2016. Vi ser at Runar og Norrøna dekker jorda bedre enn de to andre sortene. Zebra har svært opprett vekst. Foto: Randi B. Frøseth

Samtidig med vurderingene i felt ble det tatt bilder fra hver rute. Bildene ble tatt med speilreflekskamera av et representativt utsnitt av hver rute. De ble tatt mest mulig likt for hver rute, og mest mulig ovenfra og ned. Målepinne og rutenummer ble inkludert i bildet. Bildet skulle tas på høykant, på langs av såradene, og seks sårader skulle fylle nedre bildekant. Bildene ble skrevet ut i farge og vurdert for voksemåte av to av forfatterne av denne rapporten. I 2018 ble det tatt bilder for ruter fra kun ett gjentak per felt.

En person (Randi B Frøseth) vurderte bilde for bilde fortløpende i 2017, og ga hver rute en betegnelse O, M eller D. En annen (AK Løes) sorterte bildene i rekkefølge fra mest opprett til mest dekkende vekst, og grupperte dem i fem klasser som nevnt over. I 2018 vurderte disse to personene bildene fra de to feltene sammen, sorterte dem fra mest opprett til mest dekkende vekst, og bestemte hvilke bilder som hørte til hvilken kategori av fem kategorier.

Tidlig og sein legde ble registrert ved aksskyting og rett før høsting. Legde ble notert i prosent. For helt flat legde noterte man den arealprosent av ruta som lå. Når alle stråene på en rute helte 45°, ble det notert 50 % legde. Hadde halve ruta en helling på 45°, noterte man 25 % legde osv.

Stråkknekk og aksknekk ble også registrert rutevis ved høsting, som % av aks eller strå som var knekt. Det er ønskelig med sorter med god stråkvalitet, som tåler å stå ute på jordet hvis innhøstinga blir utsatt på grunn av dårlig vær uten at strået bryter sammen. I praksis er imidlertid stråkknekk og legde vanskelig å skille. For noen sorter kan det se omtrent likt ut, sorter som allerede ligger vil ikke kunne knekke, og det vil ofte noteres mer stråkknekk i tidlige sorter fordi modnings- og nedbrytningsprosessene har kommet lenger på noteringstidspunktet.

Strå lengde ble målt ved gulmodning ved at man langs en sår rad noterte lengden på minst 10 strå som til sammen uttrykte variasjonsbredde og typisk strå lengde for den aktuelle ruta (bilde 4).



Bilde 4. Registrering av strå lengde i forsøksfelt høsten 2017. Foto: NLR Trøndelag

1.3.3 Ugras, soppsykdommer og skadedyr

Generell ugrassituasjon ble beskrevet på 3-4-bladstadiet, ved aksskyting og ved gulmodning. De dominerende ugrassartene ble registrert og eventuelle flekker med ugras som skilte seg fra den generelle ugrassituasjonen i forsøksfeltet ble beskrevet. Ved gulmodning fikk hver rute en karakter for hvor mye av plantebestandet som bestod av ugras når ugras + korn = 100 %.

Forekomst av sykdommer og skadedyr ble registrert etter standard metoder for feltforsøk.

1.3.4 Avling

Rett før høsting i 2017 ble det telt aks langs 1 m såråd på to ulike steder i hver rute. Fem representative aks fra hver av de 25 sortene ble høstet, og kornet ble talt og veid.

Ved tresking ble ruteavlingen av korn veid rå. Halmavling ble ikke registrert. En prøve på ca. 1 kg korn ble tatt ut til å måle tørrstoffinnholdet i kornavlinga, og kornavlingene ble regnet om til et vanninnhold på 15 %. Kornprøven ble senere brukt kvalitetsanalyser, gjennomført hos Graminor. I 2017 ble hele ruteavlingen av korn tørket og tatt vare på for prøvebaking, mineralanalyser og til nytt såkorn.

1.4 Kornanalyser

1.4.1 Bakekvalitet

Etter at kornet var tørka ned til ca. 12 % vanninnhold ble det målt hektolitervekt, tusenkornvekt, proteininnhold, proteinkvalitet (SDS-sedimentasjonstest) og stivelseskvalitet (falltall).

Vanninnholdet i kornet ved tresking kan gi nyttig informasjon om modningsgrad og sortens tidlighet hvis forsøket høstes før alle sortene er helt dødmodne, og det ikke har kommet regn den siste tida før høsting. Ved dødmodning er hele planten visnet. Dette stadiet er 7-10 dager etter gulmodning, avhengig av temperatur og fuktighet.

Hektolitervekta, vekta av 100 liter korn omregna fra en målesylinder på ½ liter, forteller hvor godt kornet er utviklet og matet. Godt fylte korn vil pakkes godt i målesylinderen og ha høy hektolitervekt, mens mye skrumpne kjerner pakkes dårligere og får lavere hektolitervekt. Når hektolitervekta nærmer seg 80, er det godt fylte korn. Industriens minstekrav til hektolitervekt for mathvete er 75-76, avhengig av hvilken kvalitetsklasse den enkelte sorten tilhører (se mer om kvalitetsklasser i senere avsnitt). Det er god sammenheng mellom hektolitervekt og melutbytte ved maling av siktet mel fordi skrumpne korn har mer skall per enhet frøstivelse.

Tusenkorveka forteller om kornstørrelsen, og ulike sorter har en ulik potensiell kornstørrelse. Verdiene varierer gjerne fra 30 til 45 mg per frø. Hvis kornene er velfylte er ikke kornstørrelsen så viktig for kornets maleegenskaper.

Proteininnhold, SDS-sedimentasjonsvolum og falltall er viktig for å vurdere om kornet kan brukes til brødbaking. Proteininnholdet kan beregnes etter en kjemisk analyse av totalinnholdet av nitrogen (N), ut fra en standard verdi for N-innholdet i proteiner (16 %). I dette prosjektet ble målingene gjort ved hjelp av NIT (near infrared transmittance) teknologi med apparatet Infratec 1241 Grain Analyzer

fra FOSS. Nedre grense for proteininnhold for at hvete skal avregnes mathvete er 11,5 % for bruk til kommersiell mølleindustri.

Korn med samme proteininnhold kan ha svært forskjellig bakeevne fordi de har forskjellig proteinkvalitet. Både mengden glutenproteiner og evnen de har til å danne et glutennettverk er viktig for kornets bakeevne. Med bakeevne menes evnen til å få deigen til å heve og ikke falle sammen eller sige utover under steking. Uten et godt utvikla glutennettverk vil karbondioksid som dannes ved gjæring unnvike, slik at brødet hever dårlig og blir kompakt. Derfor er enkelte glutenproteinkomponenter gunstige for bakeevnen, mens andre prøver man å unngå i kornforedlingen.

I kommersielle bakerier ønsker man at hveten har en stabil og robust kvalitet slik at man oppnår en stabil brødkvalitet i en sterkt mekanisert bakeprosess. Det oppnår man når hveten har en sterk glutenkvalitet og deigen eltes kraftig i bakeriet. Brøddeig laget av hvete med sterk glutenkvalitet krever kraftig elting for å utvikles. Andre hvetesorter med svakere gluten, som ikke tåler kraftig elting, kan imidlertid være fordelaktige ved hjemmebaking. Ved prisgradering til den norske bonden er dagens markedssorter delt inn i fem klasser etter bakekvalitet (Thunes m fl., 2018).

Klassifiseringen gjøres av kornkjøper etter at mølleindustrien har prøvbakt nye sortene før de markedsføres. Klasse 4 og 5 er høsthvetesorter, mens klasse 1-3 er vårhvete. Per 2019 finner vi i klasse 1 sorten Mirakel, i klasse 2 Bjarne, Rabagast, Seniorita, Quarna og Berserk, og i klasse 3 Zebra og Krabat. Sorter som kommer i klasse 1 (og 2) har høye verdier når man måler sedimentasjonsvolum i en såkalt SDS-test (se nedenfor), men SDS-volumene forteller ikke alt om bakekvalitet. Sorten Mirakel er et eksempel på dette; her er bakekvaliteten bedre enn for sortene i klasse 2, men SDS-volumene for Mirakel er på linje med SDS-volumer for sortene i klasse 2.

En SDS-sedimentasjonstest utføres ved at oppmalt korn blandes på en kontrollert måte med vann og melkesyre og saltet natrium dodekyl-sulfat. Natrium heter «sodium» på engelsk, og SDS er en forkortelse for «sodium dodekyl sulphate» (ICC services, 2019). Mengden sediment måles i volum (cm^3) etter at blandingen har fått stå i ro en viss tid slik at det dannes et bunnfall. Proteinene fra korn med mye gluten med sterk kvalitet vil swelle mere enn proteinene fra annet korn, og får et høyere SDS-sedimentasjonsvolum. Sedimentasjonsvolumet vil også øke med stigende proteininnhold. Siden SDS-verdien påvirkes både av proteininnhold og proteinkvalitet, kan spesifikk SDS-verdi gi nyttig tilleggsinformasjon om sorters glutenkvalitet hvis det er store forskjeller i proteininnhold i materialet man ønsker å sammenligne. Spesifikk SDS-verdi er SDS-sedimentasjonsvolum dividert med proteininnholdet.

Falltall er et mål for stivelseskvalitet (forklistringsevne), og måles i en falltallstest (Perten, 2019). I testen undersøkes hvilken evne stivelseskornene har til å ta opp vann. Mel og vann ristes sammen i et reagensrør. Deretter elter en stav blandingen i røret i 60 sekunder før staven slippes fra toppen av røret og får synke til bunns. Antall sekunder staven bruker fra starten av eltinga til den når rørets bunn utgjør falltallet. Mel med dårlig evne til å ta opp vann gir lavt falltall. Fuktig og varmt vær om høsten etter at kornet er modent, men før det er mulig å høste, fører ofte til lave falltall og ødelagt bakekvalitet. Hvis kornet begynner å spire i akset, brytes stivelsen ned. Stivelsen er kornets opplagsnæring. Nedbrytningen er forårsaket av enzymer, og skaden er skjedd før spiringen er synlig på kornet. Enzymene (amylasene) som dannes vil fortsette nedbrytningen av stivelsen under selve bakeprosessen. Derfor kan også et lite kornparti med lavt falltall og høy enzymaktivitet redusere

falltallet og ødelegge bakekvaliteten i et stort parti med korn med høyere falltall hvis de blandes. På kommersielle møller kreves et falltall på minimum 200 for at kornet skal klassifiseres som mathvete. Mel fra hvete med lavt falltall kan likevel brukes til mat, enten ved at det settes inn spesielle tiltak for å redusere enzymaktiviteten, eller at det brukes til produkter hvor det ikke er krav til heving, som vafler og flatbrød.

1.4.2 Utvalg av sorter til prøvebaking og sensorisk analyse

Av de 25 sortene i forsøket var det 5 foredlingslinjer som etter utprøving i felt ble ansett som lite interessante for økologisk dyrking i Trøndelag. GN12634, GN12741, GN14529 og GN17633 var enten veldig seine eller ga liten avling, eller begge deler. GN17634 var eneste nye foredlingslinje med lavt falltall, og den ble derfor heller ikke sendt til prøvebaking. For hver av de resterende 20 sortene ble avlinga fra de to forsøksrutene på hver gård slått sammen og blandet godt. Deretter ble det tatt ut 2 kg korn som ble sendt til Sverige for prøvebaking.

Etter prøvebakingen i Sverige ble brød fra 6 sorter dyrket på gården Lyng sendt frosne over natt til Nofima på Ås for sensorisk analyse. Vi satte som krav at de sortene vi valgte ut hadde fått en god vurdering for bakekvalitet. På en karakterskala for bakekvalitet fra 1 til 5 der 5 var best, valgte vi sorter med karakter 3 eller bedre (se kapittel 3.1.4). Sortene som ble valgt ut var to svenske sorter, Polkka og Sport, to moderne norske sorter, Mirakel og Seniorita, og to eldre norske sorter, Runar og Fram II. Resten av brødene etter prøvebakingen ble lagret i frossen tilstand, og brukt på en markdag i juli 2018 der deltakerne selv kunne smake på brød av de ulike sortene/linjene (bilde 5).



Bilde 5. Eksempler på brød med høyeste karakter ved prøvebakingen. Foto: Randi B. Frøseth

1.4.3 Mineralinnhold

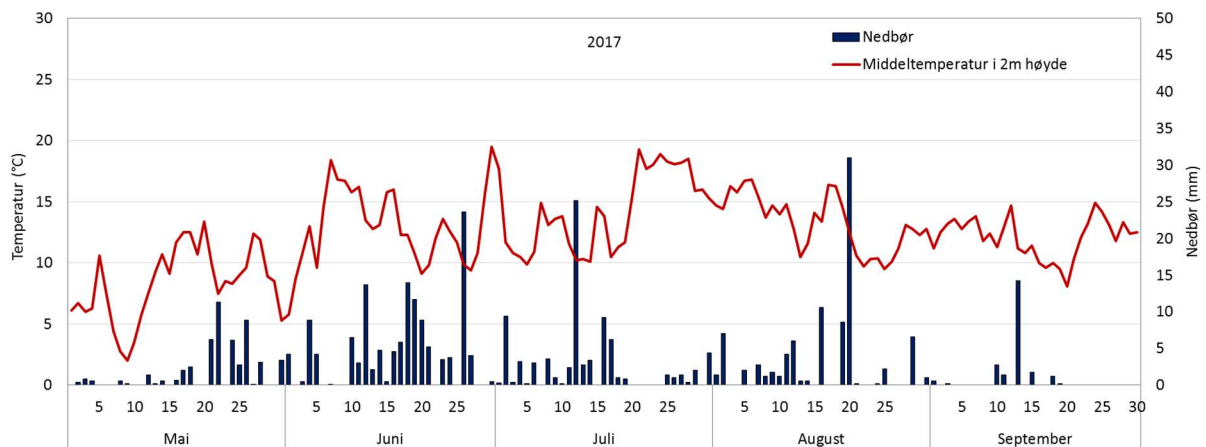
Kornprøver á 200 gram fra begge forsøksfeltene i 2017, av de 20 sortene som ble prøvebakt, ble sendt til laboratoriet Actlabs i Canada for analyse av totalt innhold av viktige makro- og mikromineraler: P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Co, Cu, Mn, Mo, Se og Zn. Kornet ble malt og melet ble blandet med sterke syrer slik at alle mineralene ble løst ut. Deretter ble innholdet av Co, Mo og Se avlest med ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry), mens øvrige mineraler ble avlest med ICP-OES (inductively coupled plasma optical emission spectrometry). For nitrogen (N) brukte vi proteininnholdet målt av Graminor for beregning. Proteininnholdet ble dividert med 6,25 ($16\% \text{ N i protein}; 100/16 = 6,25$).

Vi ga hver sort/linje en alder ut fra det året de ble godkjent, eller det året de ble satt inn i utprøving, noe som framgår av de to første sifrene i GN-nummeret. For eksempel ble GN06557 satt i utprøving i

2006, og alderen ble da satt til $2018 - 2006 = 12$ år. For godkjente sorter er alderen som regel å finne i den nordiske genbanken, NordGen. For Dala landhvetete var alderen ikke tilgjengelig, men ble satt til 118 år ved å la «godkjenningsår» være år 1900. For hvert mineral ble det beregnet en korrelasjon mellom sortens alder og konsentrasjon av P, K osv. for hvert voksested (gård). I mange tilfeller var det ingen sikker sammenheng mellom mineralinnhold og alder, men i noen tilfeller var det en sikker sammenheng. I slike tilfeller ble det laget en figur i Excel for hvert mineral og voksested, og det ble lagt inn en regresjonslinje som viste hvor mye av variasjonen i innhold av mineralet som er forklart av alder.

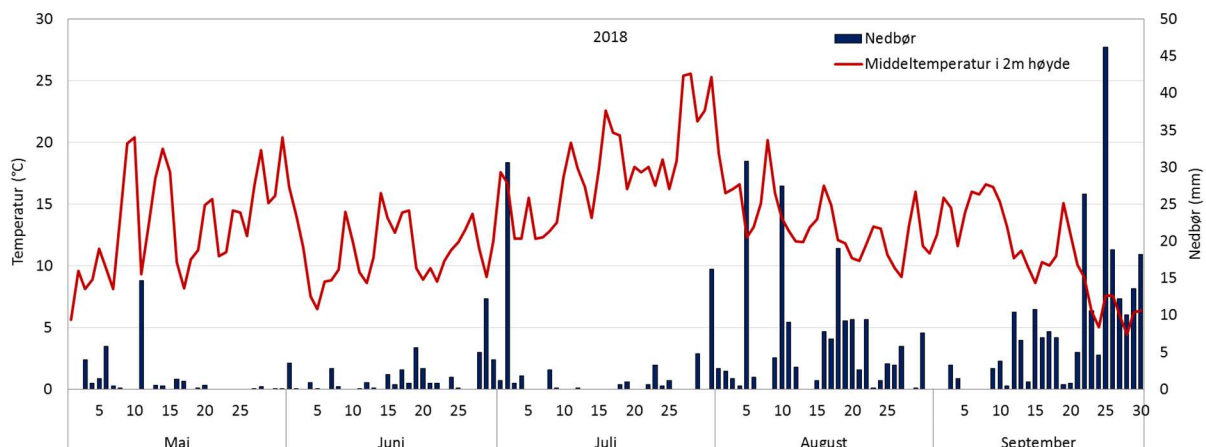
1.5 Været i Trøndelag i vekstsesongene 2017 og 2018

Våren 2017 var kald med lite nedbør (figur 1). Kornplantenes vekst og utvikling ble dermed noe forsinket. Fra slutten av mai, og spesielt i juni kom det nedbør langt over normalen (bilde 6). Temperaturene i vekstsesongen var omtrent som normalen, men september var varmere og tørrere enn normalt. Det gjorde det mulig å treske kornet under gode innhøstingsforhold (bilde 7).



Figur 1. Temperatur og nedbør i vekstsesongen 2017 på Mære (Landbruksmeteorologisk tjeneste).

I 2018 var mai betydelig varmere med mindre nedbør enn normalt (figur 2). Juni hadde lavere middeltemperatur enn normalen, mens juli var det varmere enn normalt. Dårlig vanntilgang ga kort åker og dårlig mating av kornet. Det kom mye nedbør i august og september, noe som gjorde innhøstingsforholdene vanskelige.



Figur 2. Temperatur og nedbør i vekstsesongen 2018 på Mære (Landbruksmeteorologisk tjeneste).



Bilde 6. Markdag ved feltet på Lyng i regnvær 18. juli 2017. Foto Randi B. Frøseth.



Bilde 7. Synlige forskjeller mellom ulike sorter i feltet på Bjerkem 18. september 2017. Foto: Torunn H. Bjerkem.

2 Feltforsøk: Resultater

2.1 Vekst og utvikling

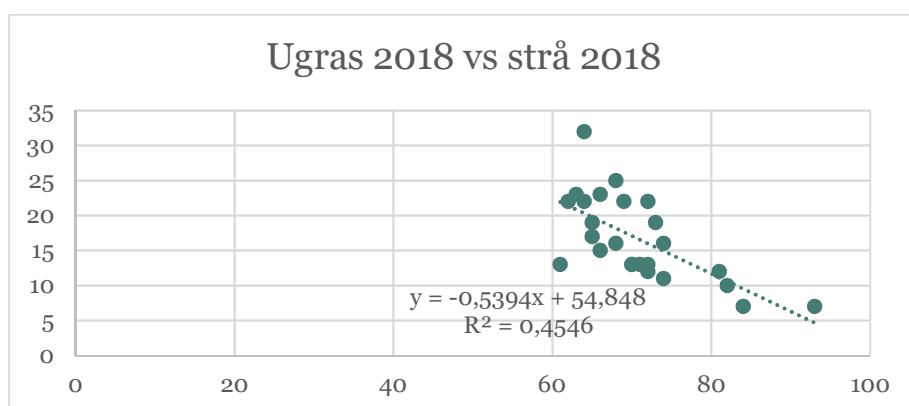
2.1.1 Generelt om feltene

Feltene i 2017 var jevne og fine. Det var svært bra oppspiring på begge feltene, 95-100 %. Planteutviklingen ble noe forsinket av den kalde våren, men den varme og tørre høsten bidro til gode avlinger med god kvalitet.

I 2018 var det bare for felt 1 (Bjerkem) at det ble registrert oppspiring. På felt 2 (Rise) var plantene kommet for langt i utvikling. Oppspiringen på felt 1 var 90-100 %. Den tørre sommeren reduserte avlingene betydelig, og med påfølgende våt høst ble kornkvaliteten redusert. Feltene var likevel relativt jevne, og det var mulig å høste feltene og måle kvalitetsegenskapene i kornet.

2.1.1 Agronomiske egenskaper

På alle felt ble det foretatt blindharving mot ugras. I 2017 var det god del frøugras tidlig i sesongen, men dette gjorde lite av seg når kornplantene var på gulmodningsstadiet, i snitt 5 % og ikke forskjell mellom sorter (tabell 4). Et tynnere kornbestand i 2018, med vesentlig kortere strå (tabell 4) ga rom for mer ugras, i snitt 16 % og noe mer på felt 2 enn 1. Forholdene i 2018 var ganske ekstreme, noe som framgår av strå lengden. Plantene i 2018 var tydelig tørkestressa i strekningsfasen og utvikla seg derfor dårlig med få buskingsskudd, kort strå og små blader. Det ble likevel registrert mindre ugras under sortene med lengst strå (tabell 4, figur 3). Dominerende ugras var linbendel, då og meldestokk. Til sammen 10 linjer eller sorter (fra GN03503 til og med GN14649 i tabell 4) var utvalgt etter dekningsgrad (se tabell 1), men disse konkurrerte ikke bedre mot ugras enn øvrige sorter. Middelerdien for ugras i disse 10 sortene/linjene var 19,2%, mens middelerdien for 7 linjer utvalgt etter testing med økologisk dyrking, eller pga. svakere gluten, var 20%.



Figur 3: Sammenheng mellom strå lengde og ugrasmengde ved gulmodning for 25 sorter av vårhvete dyrket i to forsøksfelt i Trøndelag i 2018 (gjennomsnittsverdier for to gjentak per felt).

I 2017 ble det observert litt angrep av soppen hveteaksprikk (*Stagonospora nodorum*), men øverste blad var reint for sykdom ved aksskyting (tabell 4). I 2018 var det en del havrebladlus i feltene, men det ble ikke gjort noen noteringer om dette.

Registreringene av strålende og legde viser at generelt har de de eldste sortene de lengste stråene, men også mest legde (tabell 4). Mirakel peker seg ut som en moderne sort med langt strå, men den er mer stråsterk enn de eldre sortene i forsøkene våre. Runar har om lag like langt strå som Mirakel.

Det var notert noe strå- og aksknekk i det ene feltet i 2018. Feltet hadde en unormalt tynt bestand, og vær og vind kan ha gjort litt skade på feltet før høsting uten at det behøver å ha så mye med sortsegenskapene å gjøre.

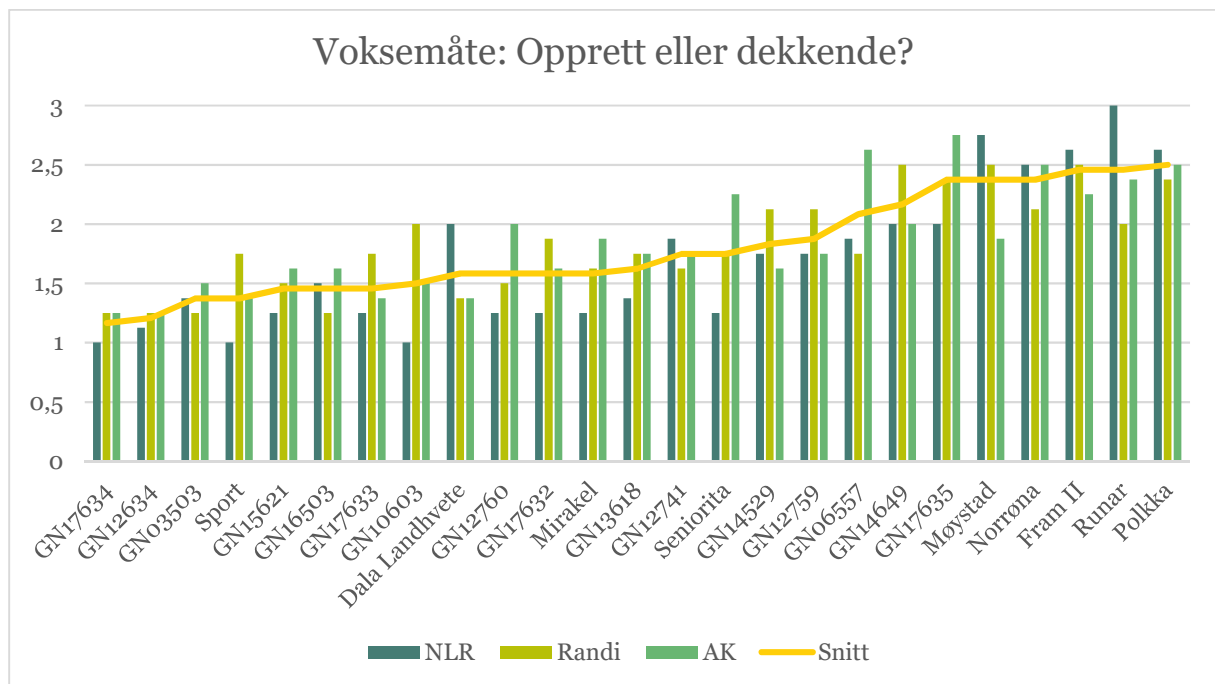
Tabell 4. Gjennomsnittsverdier (for to gjentak per felt per år) av strå lengde, legde, stråknakk, aksknekk, ugrasmengde i rutene ved gulmodning, og hveteaksprikk for sortene/linjene i 2017 og 2018. Alt er målt ved gulmodning, bortsett fra hveteaksprikk som er registrert ved aksskyting.

	Strå lengde		Legde		Stråknakk		Aksknekk		Ugras		Hv. aksprikk	
	cm		%		%		%		%		%	
	17	18	17	18-1*	17	18	17	18-1*	17	18	17	18
Dala landv.	114	93	99	60	0	20	0	0	5	7	6	0
Fram II	113	82	100	100	0	0	0	0	6	10	2	0
Norrøna	105	84	43	63	0	10	0	0	3	7	4	0
Møystad	105	81	70	63	0	9	1	0	3	12	3	0
Runar	99	72	1	3	0	3	1	1	2	13	11	0
Polkka	89	74	3	0	1	17	0	0	2	11	16	0
Sport	95	72	1	0	1	12	0	0	3	12	6	0
Mirakel	98	71	4	3	0	6	0	0	3	13	8	0
GN03503	92	69	0	3	0	0	0	0	3	22	3	0
Seniorita	87	66	25	10	0	0	0	0	6	23	10	0
GN06557	84	65	4	0	1	22	0	48	3	19	5	0
GN10603	86	66	0	8	0	3	0	0	6	15	7	0
GN12741	81	64	1	5	0	7	0	0	6	32	14	0
GN12759	90	70	0	0	0	13	1	46	4	13	7	0
GN12760	84	63	0	0	0	11	0	1	6	23	7	0
GN13618	82	70	5	0	0	4	0	3	5	13	5	0
GN14529	86	73	0	0	0	13	0	0	6	19	7	0
GN14649	84	61	0	1	0	2	0	3	6	13	8	0
GN12634	90	68	1	25	1	1	0	0	4	16	5	0
GN15621	86	64	3	15	3	15	0	0	5	22	13	0
GN16503	90	74	1	3	1	4	0	0	3	16	15	0
GN17632	88	65	0	0	0	12	0	1	4	17	8	0
GN17633	90	68	0	2	0	13	0	0	5	25	10	0
GN17634	82	62	0	0	0	6	0	5	4	22	17	0
GN17635	92	72	4	8	0	16	0	13	4	22	16	0
Snitt felt 1	93	74	13	0	0.3	14		5	5	12	8	0
Snitt felt 2	90	65	16	15	0.2	3		0	3	20	9	0
Snitt totalt	92	70	14	15	0.3	9		5	4	16	9	0
CV	2	8	101	98		124		326		46	37	
LSD	4	8	25	25		17		26		11	6	

* Ikke legde eller aksknekk i felt 2 i 2018

2.1.2 Voksemåte

Hvor godt kornplantene dekker jordoverflaten er av betydning for sortens konkurransevne mot ugras. Vi antok at opprett kontra dekkende vekst på 3-4 blad stadiet kunne observeres for å beskrive dette som en sortsegenskap. Selv om slike vurderinger er krevende og vil variere noe fra person til person, var det et visst samsvar mellom de tre bedømmelsene i 2017 (figur 4), som ble gjennomført av tre ulike personer.



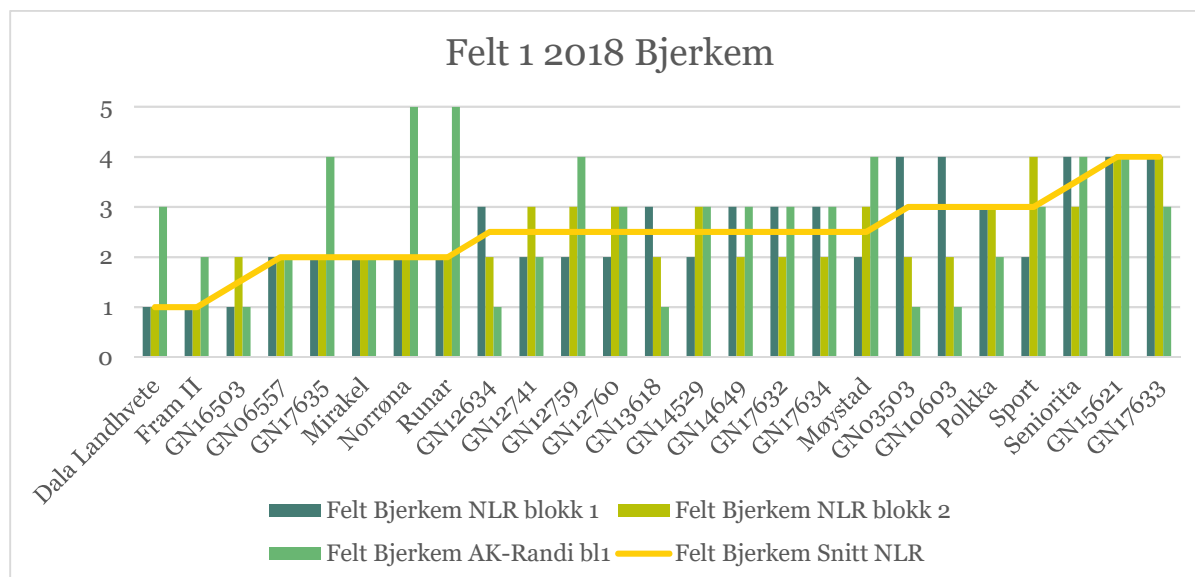
Figur 4: Bedømmelse av voksemåte for de 25 sortene i felt på 3-4 blad stadiet i 2017 (NLR, klasser Opprett, Middels og Dekkende) ut fra bilder (Randi, klasser Opprett, Middels og Dekkende) og ut fra bilder (AK, klasser Opprett, Opprett til middels, Middels, Middels til dekkende og Dekkende). Gjennomsnittsverdier for 4 blokker per sort (2 per forsøksfelt). Verdi 1 på y-aksen = Opprett. Sortene er sortert etter økende gjennomsnittsverdi for dekkende vekst, ut fra verdier fra de tre ulike måle metodene (gul linje, Snitt av alle vurderingsmetodene).

I 2018 var det dårligere samsvar mellom vurderinger ut fra bilder og vurderinger i felt. Karakteren 5 ble ikke tatt i bruk i felt. Det var rimelig godt samsvar mellom bedømmelsen i blokk 1 og 2 for NLR, men dårlig samsvar mellom feltbedømmelsen og bedømmelsen ut fra bilder. På gården Rise var plantene kommet betydelig lenger i utvikling enn på Bjerkem, og det var mer krevende å gi en vurdering ut fra bilder her. Det er også en faktor at ulike personer i NLR gjorde vurderingene i felt i 2017 og 2018, mens de som vurderte bilder på papir på Tingvoll var de samme i begge år.

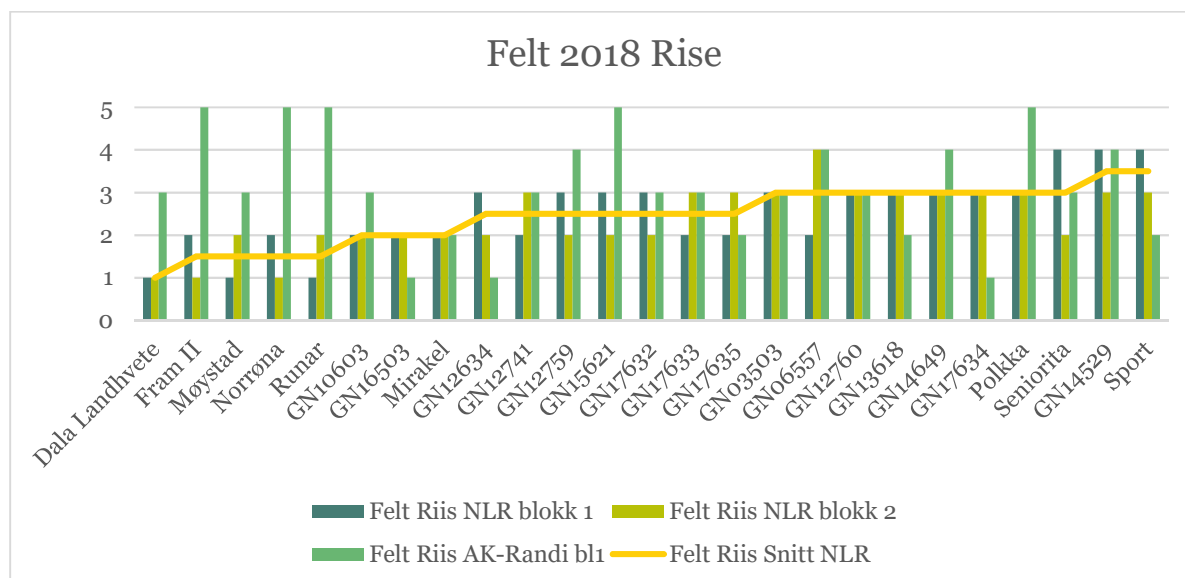
Siden det var mindre samsvar mellom bedømmelsen ut fra bilder og bedømmelsen i felt i 2018 enn i 2017, er verdiene gjengitt med gjennomsnittsverdi i felt som orientering. Det vil si at rekkefølgen på sortene langs x-aksen er etter økende grad av dekkende vekst, slik den ble bedømt i felt (figur 5, 6).

Det er interessant at sortene Norrøna, Runar og til dels GNI17635 og Fram II peker seg ut som dekkende i bilde-vurderingene både i 2017 og 2018. En viktig feilkilde kan være vind som får plantene (særlig de som var kommet lengst i utvikling) til å legge seg ned. Dette tolkes lett som dekkende vekst. Videre er det ikke nødvendigvis bare opprett kontra dekkende vekst som avgjør konkurransevnen. Det var forskjell på hvor frodig veksten var; noen planter var mye mer glisne enn

andre, noen var frodige og tette, og noen var høyere og hadde antakelig kommet lenger i utvikling. Hvor raskt en sort vokser etter spiring vil også ha mye å si for konkurranseevnen. Registreringene ble gjort også med tanke på at bildene kanskje kunne analyseres digitalt. For eventuell digital bildebehandling vil det være en utfordring å skille ugras fra kornplanter.



Figur 5: Vurdering av voksemåte i felt (NLR), og ut fra bilder tatt i felt (AK-Randi), på to blokker på forsøksfeltet på Bjerkem etter oppspiring i 2018. Fem klasser Opprett, Opprett til middels, Middels, Middels til dekkende og Dekkende der 1= Opprett. 25 sorter sortert etter økende gjennomsnittsverdi for dekkende vekst målt i felt.



Figur 6: Vurdering av voksemåte i felt (NLR), og ut fra bilder tatt i felt (AK-Randi), på to blokker på forsøksfeltet på Rise (i forklaringen kalt Riis, som er bondens etternavn) etter oppspiring i 2018. Fem klasser Opprett, Opprett til middels, Middels, Middels til dekkende og Dekkende der 1= Opprett. 25 sorter sortert etter økende gjennomsnittsverdi for dekkende vekst målt i felt.

2.1 Avling

2.1.1 Avlinger og vanninnhold

I 2017 var avlingsnivået (oppgitt med 15% vanninnhold) i gjennomsnitt 317 kg per daa; 269 kg/daa i felt 1 og 364 i felt 2 (tabell 5). I 2018 var avlingene betydelig lavere, i snitt 164 kg/daa; 224 kg/daa i felt 1 og 104 i felt 2. Vanninnholdet i kornet ved høsting var mye høyere i 2018, noe som viser de vanskelige forholdene for kornhøsting dette året. Det var generelt lite sammenheng mellom kornavlinga i 2017 og 2018, men noen gamle sorter ga lav avling i begge år, og noen moderne sorter ga god avling i begge år.

Til tross for to veldig forskjellige vekstsesonger er det noen tendenser over felt og år når vi sammenligner sortene og linjene i feltene. De eldre sortene blir gjennomgående tidligere modne enn de moderne sortene og de fleste av foredlingslinjene. Runar ser ut til å være den tidligste sorten av dem vi undersøkte. Tidlighet er utvilsomt en fordel ved dyrking i Trøndelag hvor veksttida er kort og innhøstingsværet usikkert. Tidlighet vil imidlertid ha en omkostning i form av lavere avlingspotensiale, fordi tidlige sorter har mindre tid til vekst og avlingsdannelse. Mirakel, som er den mest yterike sorten i forsøkene, er også blant de seineste. Vanninnhold ved tresking henger sammen med tidlighet og modningsgrad (mindre vann i godt modne sorter). Legde eller regn like før høsting vil imidlertid ødelegge denne sammenhengen. Fordi de lå helt flate ved høsting, hadde noen av de eldste sortene, som egentlig er relativt tidlige, de høyeste vanninnholdene i kornet i 2017 (bilde 8).



Bilde 8. Enkelte sorter hadde betydelig legde ved gulmodning i september 2017. Foto: Eva Pauline Hedegart, NLR Trøndelag.

Dala landhvetet og Fram II var de to sortene med gjennomgående lavest gjennomsnittsavling, mens Mirakel hadde høyest gjennomsnittsavling. Ellers var det ingen klar sammenheng mellom sortens/linjas alder og kornavlinga i forsøkene. Både Norrøna og Møystad, som er gamle sorter, og Runar og Polkka, som er middels gamle sorter fra 70- og 80-tallet, hadde et gjennomsnittlig avlingsnivå i forsøkene. Andre sorter og linjer i tillegg til Mirakel som gjorde det bra var GN03503, GN06557, GN16503, GN17633 og GN13618. Mirakel og GN06557 ga henholdsvis 426 og 446 kg per daa på det beste feltet i 2017.

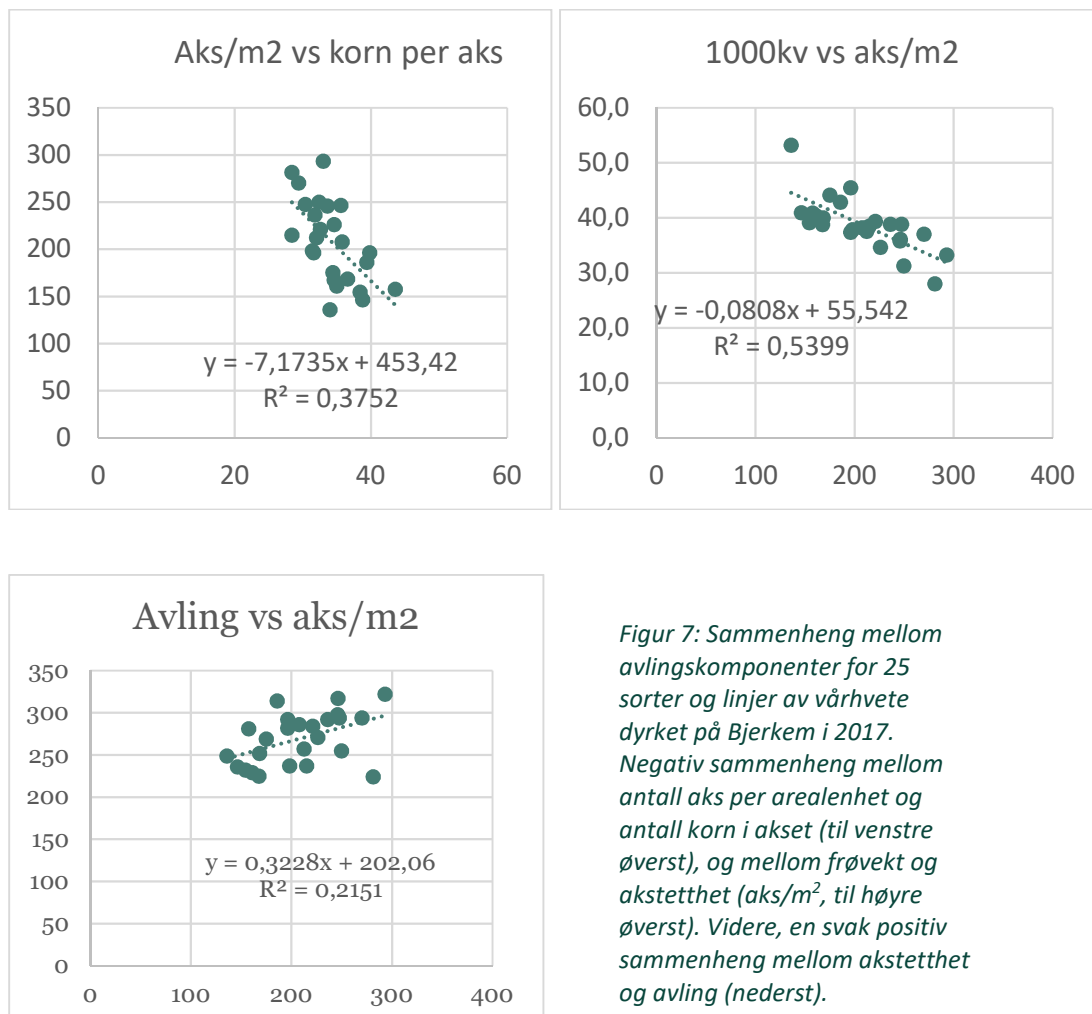
Tabell 5: Kornavling (15 % vanninnhold, kg/daa), vanninnhold, og antall dager til gulmodning (relatert til sorten Mirakel) for sortene/linjene i feltforsøkene 2017 og 2018. 1 = felt 1 og 2 = felt 2. Relativ avling er oppgitt som prosent i forhold til gjennomsnittet det enkelte år.

	Avling kg/daa				Vanninnhold %				Gulmodning antall dager rel. til Mirakel				
	2017		2018		2017		2018		2017		2018		17/18
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	Snitt
Dala landv.	225	243	218	98	30,3	28,4	45,3	28,3	-3	-1	-3	0	-2
Fram II	224	302	190	103	31,7	26,9	48,9	33,9	-8	-2	-4	-2	-4
Norrøna	317	384	207	111	22,7	21,0	47,6	28,5	-6	-2	-5	2	-3
Møystad	322	361	207	100	22,4	21,8	44,0	36,7	-7	-2	-5	-2	-4
Runar	282	379	226	102	19,5	18,5	39,1	35,6	-7	-3	-6	-4	-5
Polkka	237	425	230	117	18,0	15,9	40,9	29,4	-4	-2	0	-2	-2
Sport	255	342	227	80	20,2	17,4	40,8	30,1	-6	-5	-1	-1	-3
Mirakel	284	426	274	122	26,0	22,4	37,9	34,6	0	0	0	0	0
GN03503	269	380	258	121	26,7	20,3	38,6	35,0	0	-2	-2	-2	-2
Seniorita	271	351	195	102	21,1	20,7	40,8	30,4	-2	2	0	1	0
GN06557	292	446	226	100	22,0	21,2	41,4	33,2	-3	-2	-4	-3	-3
GN10603	281	372	226	115	21,3	21,3	38,2	32,5	-1	0	2	-1	0
GN12741	294	377	200	90	30,3	28,8	42,3	35,0	0	1	-3	4	1
GN12759	232	371	223	91	23,5	23,1	38,8	34,0	-1	-1	-1	1	-1
GN12760	229	361	230	97	18,4	17,1	39,5	39,2	-3	-6	-2	1	-3
GN13618	286	381	236	136	24,0	20,8	39,7	29,2	-2	1	-3	3	0
GN14529	249	326	219	113	22,1	19,1	39,0	31,2	-1	-1	-2	1	-1
GN14649	236	377	241	100	25,5	19,8	38,6	29,9	-3	-7	0	2	-2
GN12634	237	327	235	99	23,3	22,7	38,5	36,8	-4	-1	-1	1	-1
GN15621	292	379	215	102	26,1	23,4	40,7	35,6	0	2	0	2	1
GN16503	314	400	275	106	25,1	24,7	38,8	28,6	-2	0	2	2	1
GN17632	252	354	237	99	22,3	19,6	39,5	32,5	-1	-1	2	0	0
GN17633	294	353	239	110	28,8	23,1	38,4	43,3	1	1	-1	1	1
GN17634	257	331	185	91	27,3	18,8	40,8	36,7	0	-5	-1	2	-1
GN17635	298	359	181	90	20,1	19,3	39,6	36,3	-2	-4	2	-4	-2
Snitt	269	364	224	104	23,9	21,4	40,7	33,5					
CV	4,5	8,4	8,3	5,6	6	8	3	16					
LSD	27	19	32	10	3,5	4,4	1,8	9,0					

2.1.2 Kornstørrelse og antall korn i akset

Kornavlinga kan sees som et produkt av flere avlingskomponenter: Antall aks per m², antall korn i akset, og kornstørrelsen. Mange korn i akset kan øke avlinga, særlig hvis kornene samtidig er store og godt fylte. Vi samlet inn 5 aks per sort på ett av gjentakene på Bjerkem i 2017. Korna i hvert aks ble telt og veid slik at vi fikk en gjennomsnittlig kornvekt. Det var ingen sammenheng mellom kornvekta og antall korn i akset ($r^2 = 0,02$). Det er altså ikke så enkelt som at noen sorter hadde færre, men tyngre korn i hvert aks. Sorter med få korn per aks kan ha stor akstetthet (dvs. mange aks per m²) og dermed være yterike uten at de behøver å ha store korn.

En variansanalyse viste at det var sikker forskjell mellom sorter for kornstørrelse (tabell 6, $p=0,000$). GN14529 og Runar hadde størst korn i gjennomsnitt i de 5 aksene, mens Norrøna, Møystad, Sport og Fram II sammen med Seniorita og GN17635 hadde de minste korna. For antall korn per aks var det også forskjell mellom sorter ($p = 0,017$). Her var det imidlertid slik at det kun var tre sorter som var sikkert forskjellige fra hverandre, GN10603 med flest korn i akset (43,6) og Fram II og GN12634 med færrest korn (28,4). Det kan se ut til å være en mer betydelig forskjell mellom sorter når det gjelder kornstørrelse enn antall korn i akset, men avlingskomponentene kompenserer hverandre (figur 7) så dette er ikke enkelt å foredle på. Antall aks per arealenhet ser ut til å ha en viss positiv sammenheng med avlingsnivået (figur 7). Det er store forskjeller mellom markeds-sortene med tanke på avlingskomponenter.



Figur 7: Sammenheng mellom avlingskomponenter for 25 sorter og linjer av vårhvete dyrket på Bjerkem i 2017. Negativ sammenheng mellom antall aks per arealenhet og antall korn i akset (til venstre øverst), og mellom frøvekt og akstetthet (aks/m², til høyre øverst). Videre, en svak positiv sammenheng mellom akstetthet og avling (nederst).

Tabell 6: Gjennomsnittlig antall korn i 5 aks, gjennomsnittlig vekt av disse kornene og tusenkornvekt målt for 25 sorter dyrket på Bjerkem i 2017. Tabellen er sortert etter avtakende kornvekt i aks. Korn per aks ble målt på ett gjentak, mens tusenkornvekta ble målt i kornprøver blandet fra to gjentak. Statistisk sikre forskjeller mellom sorter innen hver kolonne hvis ulike bokstaver er vist bak verdiene.

Sort/linje	Antall korn /aks	Kornvekt (mg)	Tusen-kornvekt (g)	Aks/m ²
GN14529	34,0 AB	53,3 A	45,3	136
Runar	31,6 AB	45,2 A B	41,0	196
GN03503	34,4 AB	44,2 B C	40,8	175
GN16503	39,4 AB	43,0 B C D	37,3	186
GN14649	38,8 AB	41,0 B C D E	39,4	146
GN10603	43,6 A	40,8 B C D E	35,0	158
GN12760	35,0 AB	40,4 B C D E	37,6	161
GN17632	36,6 AB	39,8 B C D E F	40,4	168
Mirakel	32,6 AB	39,5 B C D E F	38,6	221
GN12759	38,4 AB	38,9 B C D E F	35,9	154
GN06557	31,8 AB	38,7 B C D E F	36,8	236
GN17633	30,4 AB	38,6 B C D E F	37,3	248
GN12634	28,4 B	38,2 B C D E F	38,0	215
Dala landhvv.	34,6 AB	38,1 B C D E F	33,8	168
GN17634	32,0 AB	38,0 B C D E F	35,9	212
GN13618	35,8 AB	38,0 B C D E F	37,1	208
Polkka	31,4 AB	38,0 B C D E F	35,9	198
GN15621	39,8 AB	37,3 B C D E F	34,9	196
GN12741	29,4 AB	36,9 B C D E F	35,4	270
Norrøna	35,6 AB	36,4 C D E F G	35,0	247
GN17635	33,6 AB	35,5 D E F G	34,3	246
Seniorita	34,6 AB	34,7 D E F G	32,5	226
Møystad	33,0 AB	32,5 E F G	29,8	293
Sport	32,4 AB	31,3 F G	31,3	250
Fram II	28,4 B	28,0 G	28,8	281

2.2 Kvalitet

Kvalitetsanalyser er utført på sammenslåtte prøver for de to gjentakene i hvert felt. Det er stor forskjell mellom kornkvaliteten mellom de eldste sortene og resten av materialet. Selv om noen av de eldre sortene har greie avlingsnivå har de (Dala Landhvetete, Fram II, Norrøna og Møystad) smått og dårlig fylt korn i alle forsøkene. Spesielt kornet fra 2018 av disse sortene hadde skrumpne og dårlige kjerner, og holdt ikke de kvalitetskravene som stilles for å bli akseptert som matkorn hos kornkjøperne (tabell 7). De gamle sortene har også dårligere falltall, noe som har sammenheng med et langt strå og dårlig stråstyrke som har resultert i legde. Proteininnholdet til de gamle sortene varierer med kornavlinga, men proteinavlinga for alle disse sortene ligger under nivået til nyere materiale. Alle de gamle sortene har også et veldig svakt gluten sammenligna med nyere sorter og linjer, jfr. lave SDS-verdier (tabell 7).

Runar og Polkka, som hadde et gjennomsnittlig avlingsnivå og kornkvalitet, fikk begge lavt falltall i 2018 (tabell 7). Begge har også en middels glutenkvalitet, svakere enn hos de nye markedssortene og de fleste foredlingslinjene, men klart sterkere enn de eldste sortene.

For Mirakel, GN03503, GN06557, GN16503, GN17633 og GN13618, som alle gjorde det bra avlingsmessig, var forskjellen til de eldre sortene vel så stor i kvalitetsegenskaper som kornstørrelse og hektolitervekt, som i avlingsnivå. Også falltallet er stabilt høyere i de fleste av de nye sortene/linjene. Proteininnholdet er litt varierende, men de beste av de nyere sortene/linjene lå høyere enn de gamle sortene i proteinavling. Proteinenes teknologiske kvalitet, målt med SDS-sedimentasjonstest, er betydelig sterkere for de nyere sortene/linjene enn i de gamle sortene.

Stabilt høyt falltall er en viktig egenskap for norske hvetesorter fordi været om høsten er uforutsigbart og moden åker ofte må vente på opptørking før det er mulig å høste. Linjene GN03503, GN14529, GN14649, GN12634, GN16503 og GN17633 har relativt stabilt høye falltall i alle forsøk. Ser vi bort fra forsøket på Bjerkem i 2018, hvor kornkvaliteten var dårlig hos alle sorter og linjer, hadde disse linjene også relativt høye hektolitervekter. Alle unntatt GN16503 hadde relativt høyt proteininnhold og alle hadde sterkt gluten. GN14529 og GN12643 ga lav avling i forsøkene i 2018 og er antakelig ikke så interessante for økologisk dyrking. GN17633 ble bedømt til å være for sein for dyrking i Trøndelag. Det ble heller ikke sendt korn fra disse linjene til testbaking. GN03503, GN14649 og GN16503 derimot kan være interessante kandidater for økologisk dyrking.

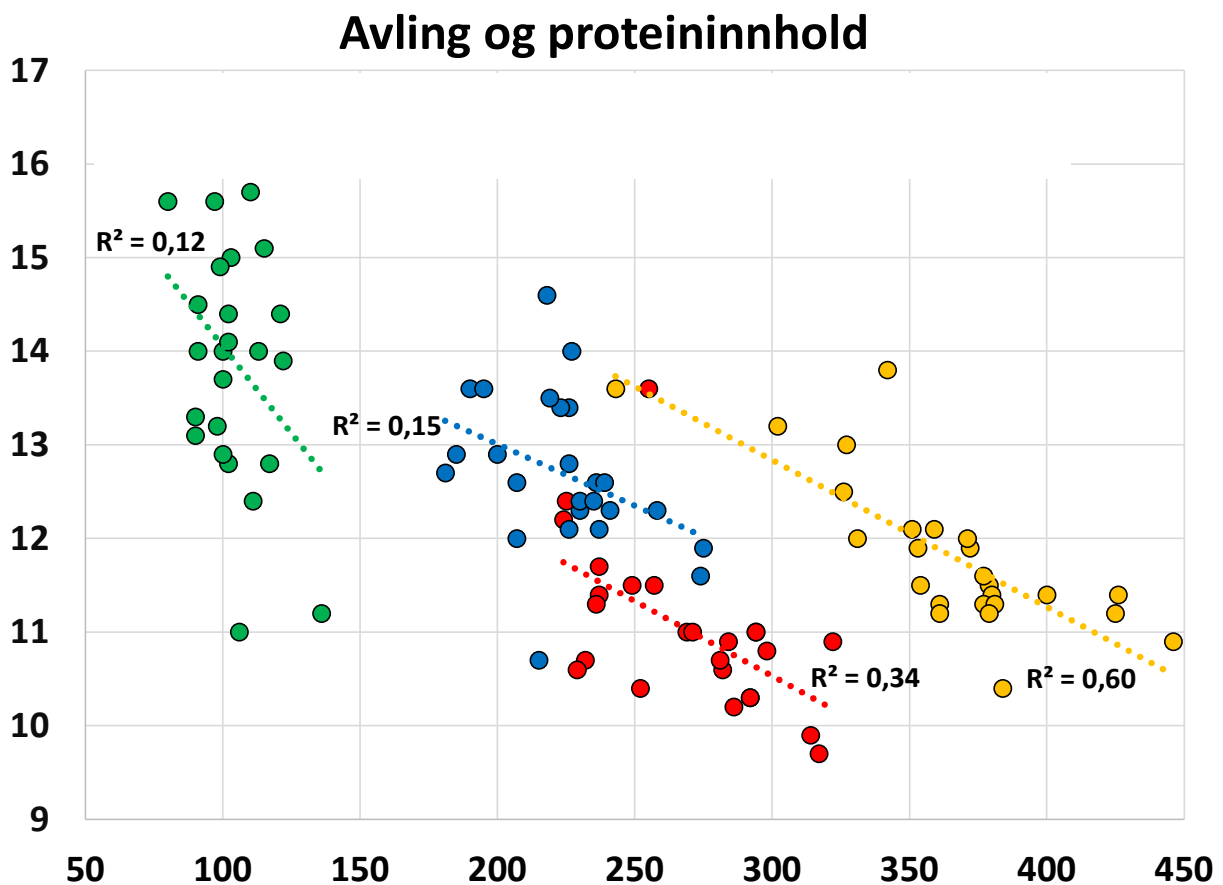
Proteininnhold, proteinkvalitet, stivelseskvalitet og frøegenskaper i 2017

I tabell 5 er avlingsnivå, og i tabell 7 er proteininnhold vist for alle sorter og linjer, sortert etter alder innen hver gård. I 2017 var proteininnholdet noe høyere på Lyng (felt 2) enn på Bjerkem (felt 1), og varierte betydelig mellom de ulike sortene/linjene, fra om lag 10 % til nærmere 14 %. De to eldste sortene Dala landhvetete og Fram II har det høyeste proteininnholdet på begge gårdene, i tillegg til Sport, som er kjent for akkurat denne egenskapen. Det er kjent at foredling for høyere avlingsnivå kan gi lavere proteininnhold («uttynning»), og som vi ser i figur 8 er det en viss negativ sammenheng mellom avlingsnivå og proteininnhold (Felt 1: $r^2 = 0,34$; Felt 2: $r^2 = 0,60$). Uttynningseffekten kom klarere til syne på Lyng enn på Bjerkem. Enkelte GN-linjer har imidlertid også et høyt proteininnhold, men dette var linjer som ga relativt liten avling. På Lyng klarte de aller fleste linjer/sorter å innfri industriens krav til et proteininnhold i mathvete på 11,5 % i 2017, mens på Bjerkem hadde et flertall av sortene litt lavere proteininnhold enn dette kravet.

Også i 2018 var det betydelig variasjon i kornets proteininnhold, både mellom forsøkssteder og sorter/linjer. Også denne sesongen var det Dala Landhvetete, Fram II og Sport som hadde høyest proteininnhold. Proteininnholdet fra feltet på Rise var i gjennomsnitt 1,2 %-poeng høyere enn fra Bjerkem, noe som hang sammen med det lave avlingsnivået i feltet på Rise. Det var mindre tydelig sammenheng avling og proteininnhold i 2018 enn i 2017 (lavere r^2 -verdier, figur 8). Det skyldes antakelig at de vanskelige vokseforholdene i deler av sesongen stresset plantene slik at både N-opptak og vekst ble påvirket.

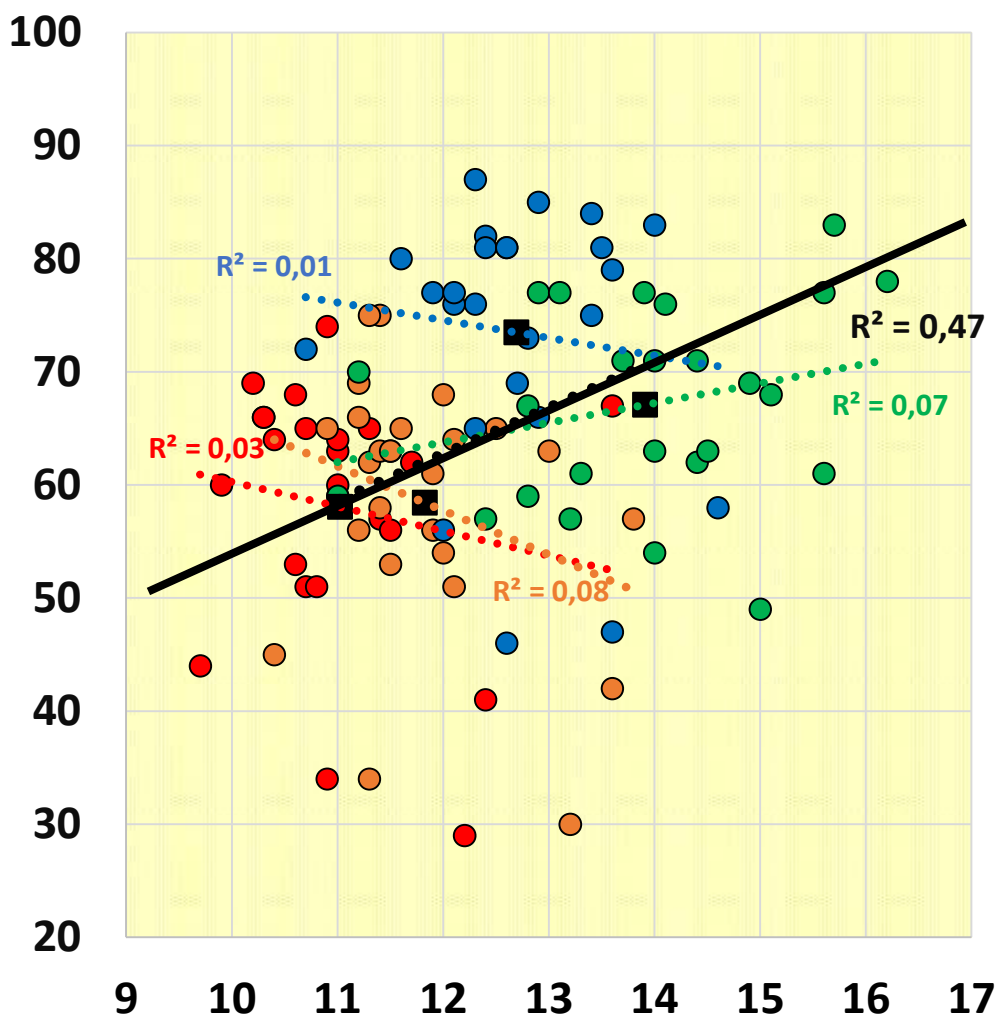
Tabell 7: Kornkvalitet målt i hektolitervekt, tusenkornvekt, falltall, proteininnhold, stivelseskvalitet (SDS-sedimentasjonsvolum) og spesifikk SDS (SDS-verdi/proteinprosent) for sortene/linjene i 2017 og 2018. Gjennomsnittsverdier for to felt.

	Hl. vekt		Tusenkv.		Falltall		Protein		SDS-sed.		Spes. SDS	
	g		G		sek		%		cm ³			
	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18	17	18
Dala landv.	77,9	72,6	33,8	29,8	148	104	13,0	13,9	42	58	3,2	4,2
Fram II	76,6	71,4	29,3	25,8	209	150	12,7	14,3	30	48	2,4	3,4
Norrøna	77,8	68,5	31,8	26,5	194	71	10,1	12,2	45	57	4,5	4,7
Møystad	78,1	70,6	30,0	29,9	200	64	11,1	13,3	34	50	3,1	3,8
Runar	79,8	74,1	40,1	28,3	288	97	11,1	13,9	53	69	4,8	5,0
Polkka	78,5	73,1	37,4	28,9	287	74	11,3	12,6	57	62	5,0	4,9
Sport	80,2	73,8	31,0	26,9	203	65	13,7	14,8	62	72	4,5	4,9
Mirakel	79,3	72,0	39,1	30,4	292	155	11,2	12,8	75	79	6,7	6,2
GN03503	79,2	73,8	39,5	32,1	288	189	11,2	13,4	59	74	5,3	5,5
Seniorita	79,5	73,6	32,3	27,7	285	148	11,6	13,2	64	73	5,5	5,5
GN06557	78,7	72,8	36,7	29,4	336	170	10,6	12,5	66	77	6,2	6,2
GN10603	80,1	72,7	36,1	27,3	289	147	11,3	14,0	54	71	4,8	5,1
GN12741	79,9	75,1	35,9	31,0	326	137	11,2	13,0	63	81	5,6	6,2
GN12759	79,6	74,2	36,3	29,8	383	197	11,4	13,7	67	78	5,9	5,7
GN12760	79,5	73,2	37,8	28,8	376	157	10,9	14,0	67	80	6,1	5,7
GN13618	78,7	73,5	37,3	33,0	296	97	10,8	11,9	72	76	6,7	6,4
GN14529	79,7	73,2	43,3	35,6	292	240	12,0	13,8	64	72	5,3	5,2
GN14649	80,8	74,4	39,0	32,3	331	209	11,5	13,0	65	79	5,7	6,1
GN12634	80,0	74,0	37,6	28,6	366	208	12,4	14,3	63	80	5,1	5,6
GN15621	80,3	72,5	34,6	28,6	288	134	10,8	12,4	68	74	6,3	6,0
GN16503	78,6	74,1	37,8	32,0	290	174	10,7	11,5	62	68	5,8	5,9
GN17632	79,2	72,4	39,6	30,7	250	174	11,0	13,5	64	73	5,8	5,4
GN17633	81,1	74,8	37,0	28,3	270	201	11,5	14,2	61	82	5,3	5,8
GN17634	79,5	71,2	34,6	25,3	150	98	11,8	13,7	55	65	4,7	4,7
GN17635	80,3	74,8	34,7	28,9	339	114	11,5	13,0	51	65	4,4	5,0
Snitt felt 1	79,2	74,4	36,3	33,7	276	100	11,0	12,7	58	73	5,3	5,8
Snitt felt 2	79,4	71,6	35,8	25,2	282	185	11,8	13,9	58	67	5,0	4,9
Snitt totalt	81,3	73,0	36,1	29,4	279	143	11,4	13,3	58	70	5,1	5,3
CV	0,6	2,0	3,9	9,2			2,7	7,7	3,6	7,7		



Figur 8: Sammenheng mellom avlingsnivå (på x-aksen, kg/daa) og proteininnhold i kornet (på y-aksen, % av kornavling) for 25 sorter/linjer av vårhvete dyrket på to gårder i Nord-Trøndelag i 2017 og 2018. Fra venstre: Grønne sirkler = Bjerkem 2018, blå = Rise 2018, røde = Bjerkem 2017, gule = Lyng 2017.

Proteinkvaliteten (SDS-test, se tabell 7) viste verdier fra svært lave (rundt 30-40) til akseptable (rundt 75). Det var interessant å se at for vårt materiale var det ingen sammenheng mellom proteininnhold og SDS-verdi innen hvert av de fire forsøkene (sted, år), men for gjennomsnittsverdiene av de fire feltene var det en positiv sammenheng (figur 9). Ved samme proteinkvalitet forventes en økning i SDS-verdiene ved stigende proteininnhold. I vårt materiale var imidlertid variasjonen i proteinkvalitet så stor at den overskygget den generelle sammenhengen mellom proteininnhold og SDS-sedimentasjonsvolum. Men vi finner igjen den generelle sammenhengen hvis vi ser på gjennomsnittsverdiene for hvert felt.



Figur 9: Sammenheng mellom proteininnhold (på x-aksen, %) og SDS-verdi (på y-aksen, cm³) for 25 sorter/linjer av vårhvete dyrket på to gårder i Nord-Trøndelag i 2017 og 2018. Fargekoder for sted og år er vist i figur 8.

En oppsummering av forsøksfelt på Østlandet med vårhvete i årene 2015 - 2017 (Åssveen m.fl. 2017) viste verdier fra om lag 80 (Zebra, SW11230, PS-1, Caress) til om lag 90 (Mirakel, Seniorita, Bjarne, Krabat, Rabagast, GN11644). For sorter som var felles i de to undersøkelsene var verdiene Åssveen m. fl. fant høyere fordi de konvensjonelt dyrka feltene de refererer var sterkere gjødsla og hadde høyere proteininnhold. Ellers var alle sortene i materialet til Åssveen m.fl. moderne, markedsførte eller potensielle kommersielle brødhvetesorter, og de hadde derfor alle et relativt høyt SDS-sedimentasjonsvolum. Flere av sortene i våre forsøk er gamle sorter som er tatt fram uten tanke på de krav som settes i dagens moderne bakerier. Derfor er de laveste SDS-verdiene i våre forsøk mye lavere enn hva Åssveen m.fl fant i sitt materiale.

Med unntak av de elste sortene var stivelseskvaliteten (falltallet) generelt god i materialet fra 2017. De aller fleste sortene innfridde industriens krav til mathvete (≥ 200). Lavt falltall hos de gamle sortene kan delvis forklares med legde før høsting. Om høsten kan åkeren fuktes av regn eller

nattedogg. Legde tørker langsommere enn stående åker, kornet holder på fuktigheten lenger, og sjansen for at kornet skal begynne å spire øker. Også Sport og GN17634 hadde lave falltall. Hos disse skal det tydeligvis svært lite til av fuktighet i akset før spireprosessen settes i gang. Resistens mot aksgroing er et viktig foredlingsmål i norsk hvetebredling, og flertallet av nye sorter og foredlingslinjer har da også høye falltall i disse forsøkene.

Hektolitervekta var 75 eller høyere for alle sortene på begge gårdene i 2017. Gjennomsnittsverdien var 79 for begge gårdene, og noen få sorter hadde verdier i overkant av 80. Dette viser at kornet var godt fylt i begge forsøksfeltene. Resultater for hver sort/linje er ikke vist her. I 2018 var hektolitervektene mye lavere.

I gjennomsnitt for alle sortene var tusenkornvekta noe høyere på Bjerkem enn på Lyng: 36,3 mot 35,8. Denne verdien varierte noe mer enn hektolitervekta, fra 29 til 41. Det var ingen sammenheng mellom alder (godkjenningsår) og kornstørrelse.

2.3 Mineralinnhold

Innholdet av selen (Se) og kobolt (Co) var <0,1 ppm (tilsvarende mg per kg) i alle prøvene. Innholdet av makromineraler er vist i tabell 8 og mikromineraler i tabell 9, sammen med alderen på sortene/linjene.

Tabell 8: Innhold av makromineraler (%) i 20 sorter av vårhvete dyrket på to ulike steder, Bjerkem (B) og Lyng (L) i 2017, analysert ved Actlabs, Canada. P= fosfor, S= svovel, K= kalium, Mg= magnesium og Ca= kalsium.

Sort/linje	Alder, år	TotN		P		S		K		Mg		Ca	
		B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L
Dala Ia.hv.	118	1,98	2,18	0,39	0,43	0,11	0,13	0,37	0,4	0,11	0,13	0,03	0,04
Fram II	80	1,95	2,11	0,44	0,44	0,12	0,12	0,44	0,43	0,12	0,13	0,03	0,03
Norrøna	62	1,55	1,66	0,39	0,40	0,10	0,11	0,43	0,44	0,11	0,11	0,03	0,03
Møystad	54	1,74	1,81	0,36	0,41	0,10	0,11	0,43	0,41	0,12	0,12	0,03	0,04
Runar	48	1,70	1,84	0,40	0,40	0,11	0,11	0,42	0,41	0,12	0,12	0,03	0,03
Polkka	28	1,82	1,79	0,36	0,37	0,11	0,11	0,40	0,42	0,12	0,12	0,03	0,03
Sport	29	2,18	2,21	0,38	0,41	0,12	0,13	0,35	0,38	0,12	0,13	0,03	0,03
Mirakel	8	1,74	1,82	0,36	0,37	0,10	0,11	0,43	0,43	0,11	0,12	0,03	0,03
GN03503	15	1,76	1,82	0,35	0,38	0,11	0,11	0,39	0,42	0,12	0,13	0,03	0,03
Seniorita	6	1,76	1,94	0,35	0,34	0,10	0,11	0,42	0,41	0,11	0,11	0,03	0,03
GN06557	12	1,65	1,74	0,37	0,38	0,10	0,10	0,46	0,47	0,10	0,11	0,04	0,04
GN10603	8	1,71	1,90	0,39	0,38	0,10	0,11	0,46	0,43	0,14	0,14	0,03	0,03
GN12759	6	1,71	1,92	0,36	0,37	0,10	0,10	0,40	0,38	0,11	0,12	0,03	0,03
GN12760	6	1,70	1,79	0,34	0,37	0,10	0,11	0,37	0,39	0,11	0,12	0,03	0,03
GN13618	5	1,63	1,81	0,33	0,36	0,10	0,10	0,43	0,44	0,10	0,11	0,03	0,03
GN14649	4	1,81	1,86	0,39	0,43	0,11	0,12	0,41	0,45	0,11	0,13	0,03	0,03
GN15621	3	1,65	1,79	0,32	0,32	0,09	0,10	0,40	0,39	0,11	0,12	0,03	0,03
GN16503	2	1,58	1,82	0,34	0,37	0,09	0,10	0,42	0,44	0,09	0,11	0,03	0,03
GN17632	1	1,66	1,84	0,35	0,36	0,10	0,11	0,41	0,43	0,11	0,11	0,03	0,03
GN17635	1	1,73	1,94	0,37	0,41	0,11	0,12	0,39	0,39	0,12	0,13	0,03	0,03
Gj.snitt	25	1,75	1,88	0,37	0,39	0,10	0,11	0,41	0,42	0,11	0,12	0,03	0,03

Tabell 9: Innhold av mikromineraler (ppm, parts per million, tilsvarer mg per kg) i 20 sorter av vårhvete dyrket på to ulike steder, Bjerkem (B) og Lyng (L) i 2017, analysert ved Actlabs, Canada.

Sort/linje	Alder, år	Na		Fe		Cu		Mn		Zn		Mo	
		B	L	B	L	B	L	B	L	B	L	B	L
Dala la. hv.	118	20	19	35	52	4	5	36	34	27	33	0,7	0,6
Fram II	80	21	20	43	54	5	5	38	34	25	30	0,5	0,6
Norrøna	62	19	19	29	35	4	4	29	27	20	25	0,4	0,5
Møystad	54	16	18	29	38	5	4	34	35	22	28	0,6	0,5
Runar	48	18	18	31	35	4	5	34	30	23	27	0,6	0,6
Polkka	28	17	16	33	36	4	4	37	35	21	26	0,5	0,5
Sport	29	17	17	34	42	5	6	32	34	25	32	0,6	0,6
Mirakel	8	18	19	30	33	3	3	37	32	21	23	0,6	0,5
GN03503	15	15	15	28	32	4	4	35	35	21	24	0,6	0,6
Seniorita	6	16	14	28	31	5	5	34	31	21	24	0,6	0,5
GN06557	12	18	19	27	27	5	4	34	31	21	23	0,3	0,4
GN10603	8	19	16	31	32	4	4	34	34	20	23	0,6	0,5
GN12759	6	20	16	29	29	4	4	34	30	21	25	0,5	0,4
GN12760	6	19	17	29	31	4	4	31	28	21	25	0,4	0,4
GN13618	5	22	18	25	26	3	4	30	28	17	21	0,3	0,5
GN14649	4	15	12	34	37	6	6	36	35	22	30	0,6	0,4
GN15621	3	17	16	29	30	6	6	39	31	19	21	0,5	0,5
GN16503	2	16	16	26	29	4	4	30	29	18	23	0,4	0,4
GN17632	1	18	18	29	31	4	4	35	35	20	27	0,4	0,4
GN17635	1	18	17	32	36	4	5	37	33	22	28	0,5	0,6
Gj.snitt	25	18	17	31	35	4	5	34	32	21	26	0,5	0,5

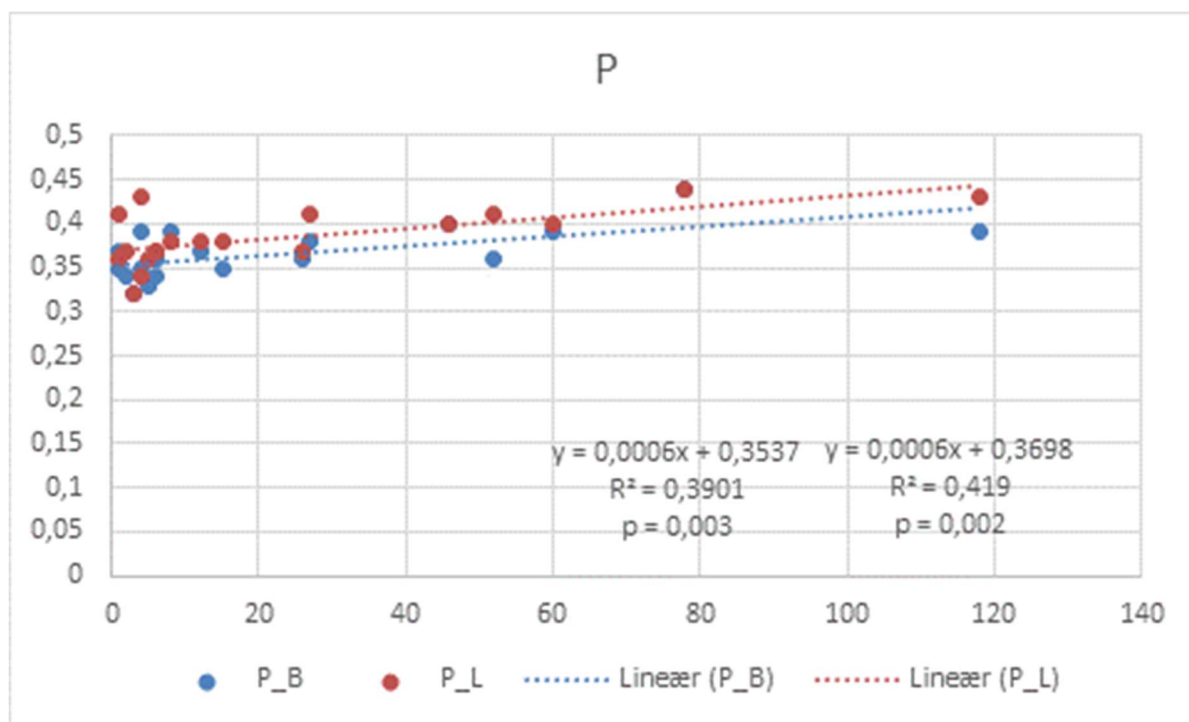
For mange mineraler var det ikke noen sikker sammenheng mellom alder på sort/linje og mineralinnhold. I slike tilfeller var det som regel også slik at r^2 -verdien, dvs. den andelen av variasjon i mineralinnhold som kan forklares ut fra variasjon i alder, også var svært lav. For mineraler der det var en sikker sammenheng mellom alder og mineralinnhold ($p < 0,05$) og andelen av variasjon som ble forklart av alder var større enn 25 % i det minste på ett voksested, er sammenhengene vist i figur 10-14. Det var for fosfor (P), jern (Fe) og sink (Zn) at det var en klar sammenheng mellom alder og mineralinnhold (p -verdi $< 0,01$ på begge steder). Mineralinnholdet var høyere i eldre sorter. Sinkinnholdet i Dala landhvete fra Bjerkem (figur 11) var 27 ppm (tilsvarende mg per kg korn), mens den laveste verdien på Bjerkem ble funnet i linja GN13618 og var 17 ppm. Økningen fra dårligste til beste sort mht sink, eller om man vil formulere seg motsatt, reduksjonen i sinkinnhold i moderne sorter, var altså 10 mg sink per kg korn. På Lyng var sinkinnholdet 33 ppm i Dala landhvete, og 21 ppm i GN13618 og GN15621. Igjen var forskjellen mellom beste og dårligste sort ca 10 mg sink pr kg korn,

mens forskjellen mellom samme sort på Lyng og Bjerkem var 4-6 mg. I gjennomsnitt for alle sortene var det 21 mg sink per kg korn på Bjerkem og 26 mg på Lyng (tabell 9), en forskjell på 5 mg.

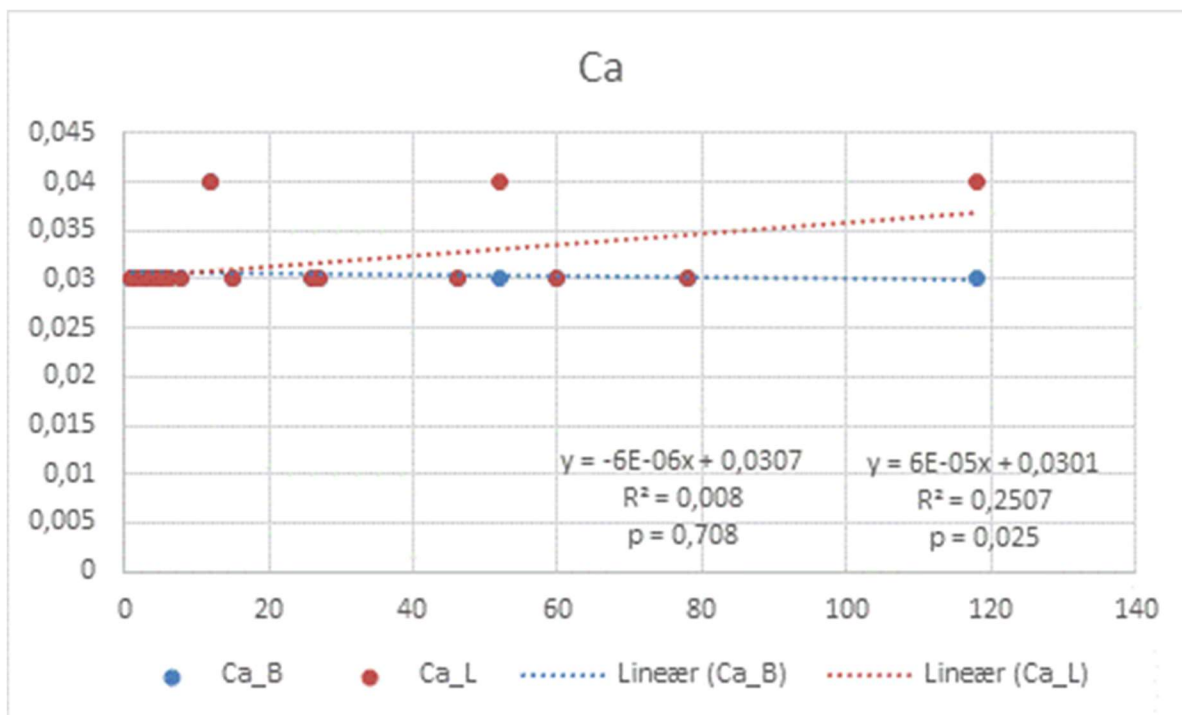
Det er interessant å se at med unntak av stoffene natrium (Na) og mangan (Mn) var det systematisk høyere innhold av mineraler i korn dyrket på gården Lyng enn i korn dyrket på Bjerkem. Dette kan skyldes forskjeller i jordsmonn og gjødsling.

Summen av alt målt mineralinnhold, unntatt nitrogen, er vist i figur 15 som et gjennomsnitt for begge voksesteder. Som vi ser var det en tendens til høyere mineralinnhold i eldre sorter, men det er betydelig variasjon også mellom de mer moderne sortene. Utvalget av eldre sorter var lavt sammenliknet med antall moderne linjer. Forsøkene viste en ganske klar sammenheng mellom mineralinnhold og avling (fig. 16), der samlet mineralinnhold avtok med økende kornavling.

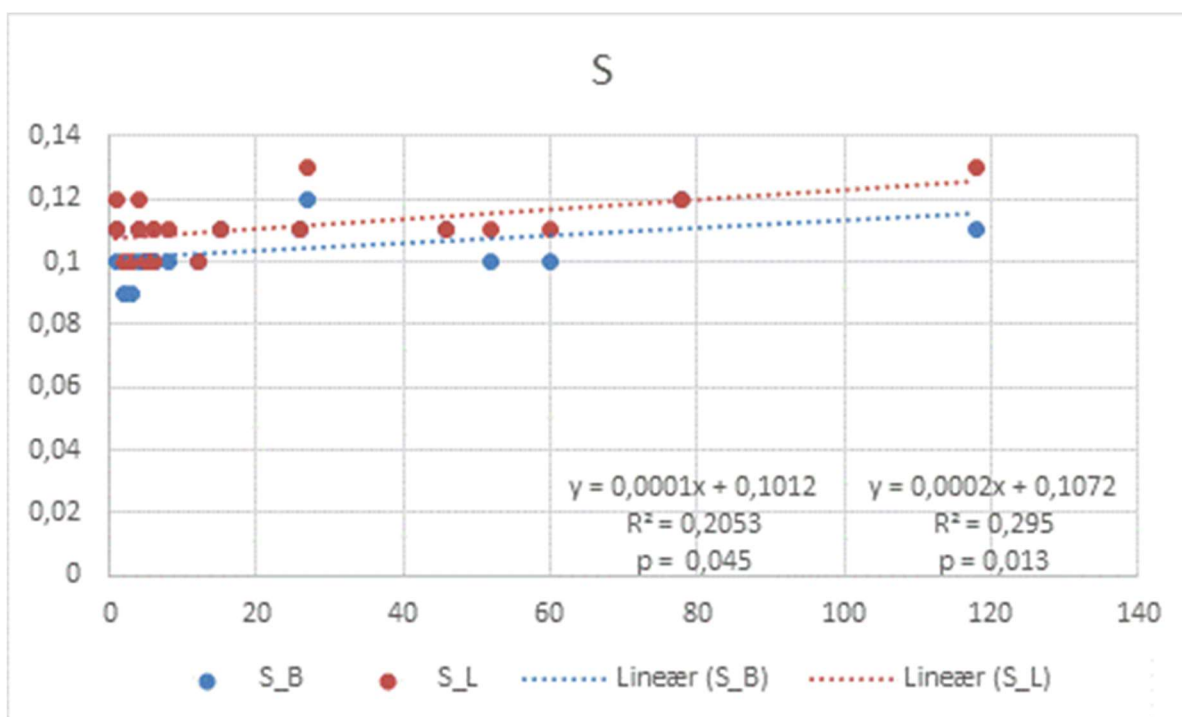
For alle figurene gjelder at alder (godkjenningsår) vises på x-aksen, mens innholdet av mineraler vises på y-aksen.



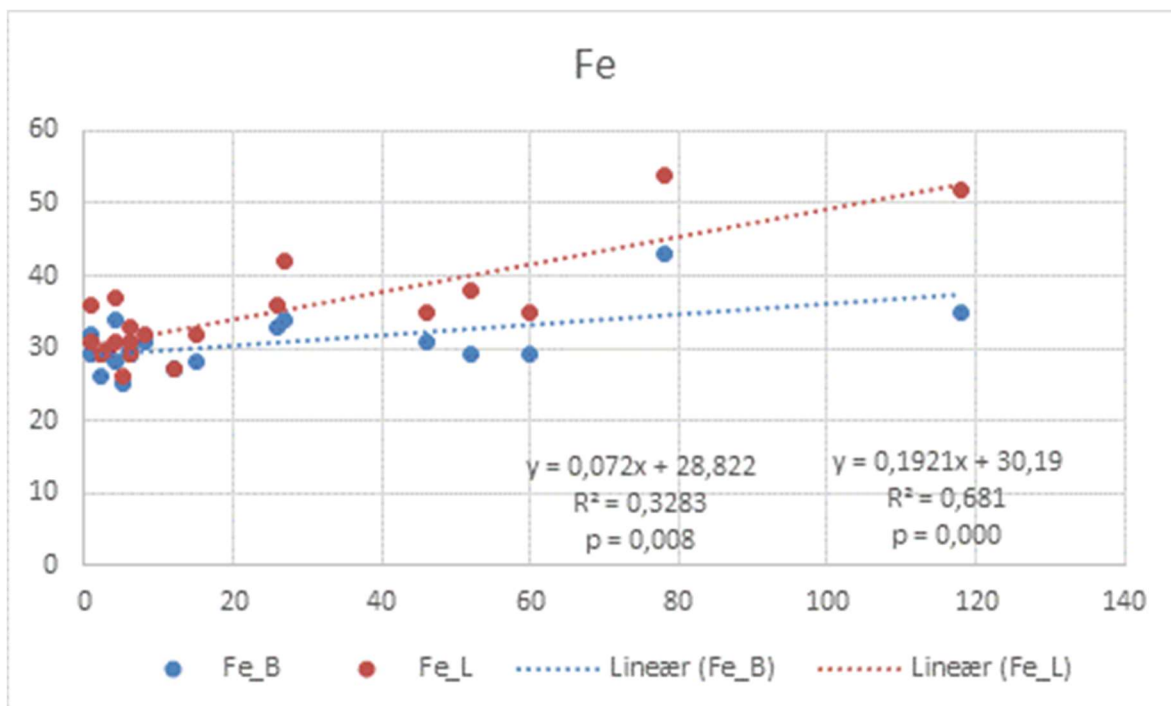
Figur 10: Innhold av fosfor (P) i 20 sorter eller linjer av vårhvete med ulik alder (1-118 år), som ble dyrket på to ulike voksesteder i Nord-Trøndelag sommeren 2017. B= Bjerkem gård ved Steinkjer, L = Lyng gård ved Stiklestad. Måleenhet: %



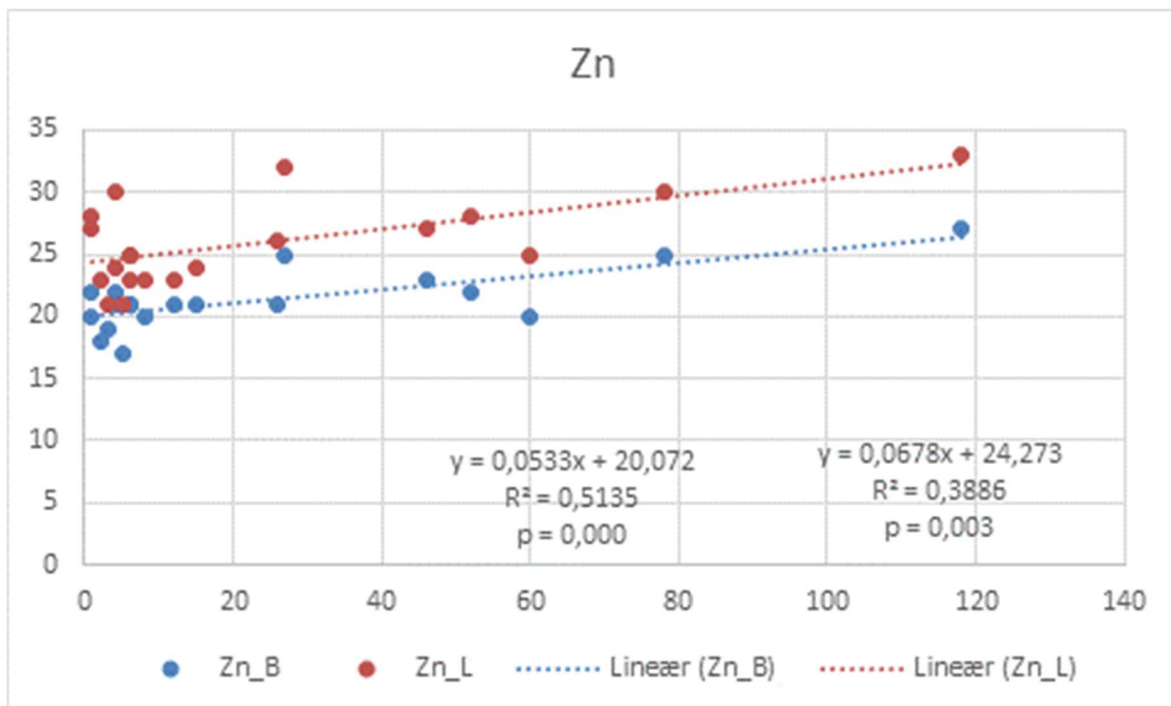
Figur 11: Innhold av kalsium (Ca) i 20 sorter eller linjer av vårhvete med ulik alder (1-118 år), som ble dyrket på to ulike voksesteder i Nord-Trøndelag sommeren 2017. B= Bjerkem gård ved Steinkjer, L = Lyng gård ved Stiklestad. Måleenhet: %



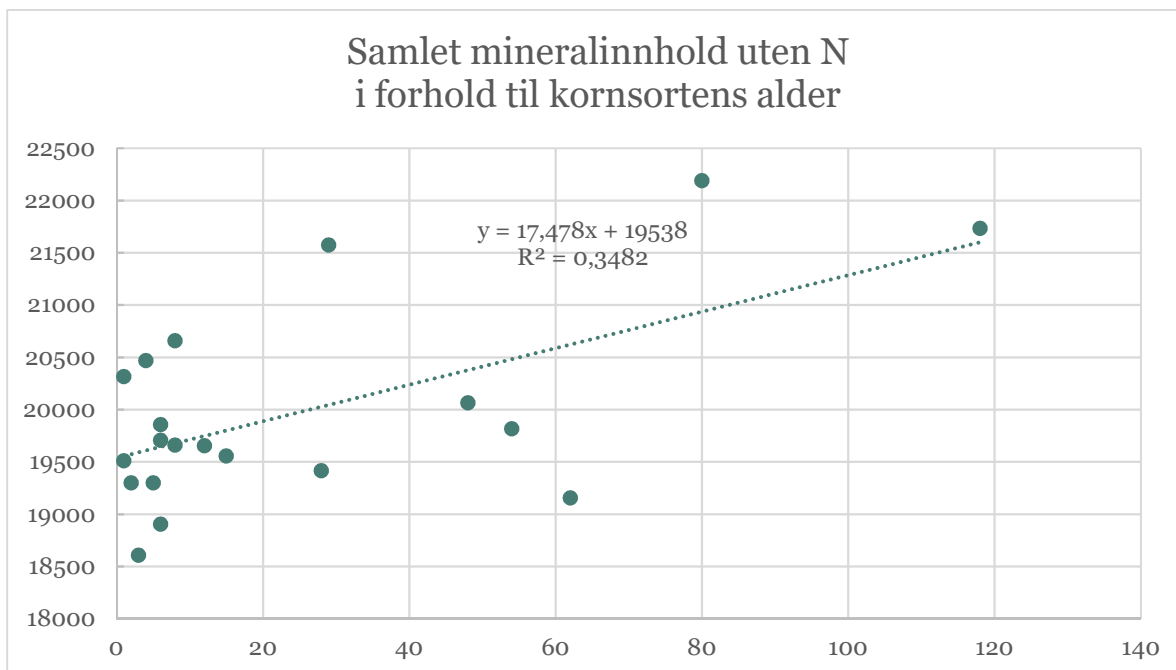
Figur 12: Innhold av svovel (S) i 20 sorter eller linjer av vårhvete med ulik alder (1-118 år), som ble dyrket på to ulike voksesteder i Nord-Trøndelag sommeren 2017. B= Bjerkem gård ved Steinkjer, L = Lyng gård ved Stiklestad. Måleenhet: %



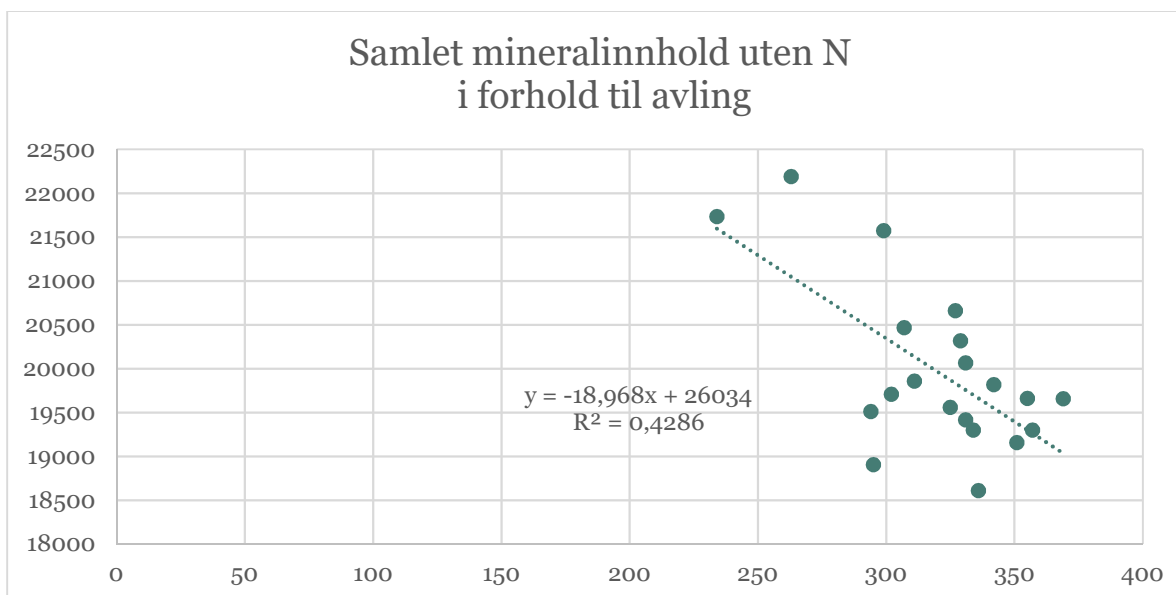
Figur 13: Innhold av jern (Fe) i 20 sorter eller linjer av vårhvete med ulik alder (1-118 år), som ble dyrket på to ulike voksesteder i Nord-Trøndelag sommeren 2017. B= Bjerkem gård ved Steinkjer, L = Lyng gård ved Stiklestad. Måleenhet: ppm



Figur 14: Innhold av sink (Zn) i 20 sorter eller linjer av vårhvete med ulik alder (1-118 år), som ble dyrket på to ulike voksesteder i Nord-Trøndelag sommeren 2017. B= Bjerkem gård ved Steinkjer, L = Lyng gård ved Stiklestad. Måleenhet: ppm



Figur 15: Forholdet mellom summen av alle mineraler som ble analysert (mg per kg korn), unntatt nitrogen, i gjennomsnitt for 25 sorter på to voksesteder, og alderen på sortene (godkjenningsår).



Figur 16: Forholdet mellom summen av alle mineraler som ble analysert (mg per kg korn), unntatt N, i middel for 25 sorter på to voksesteder, og gjennomsnittsavling for hver sort på de to voksestedene i 2017.

3 Fra korn til brød: Materiale og metoder

3.1 Metode for vurdering av bakekvalitet

Metodene som ble brukt til å vurdere kornets kvalitet som råstoff for surdeigsbrød, er basert på praktisk kunnskap og opparbeidet iakttakelsesevne hos erfarne håndverksbakere. Derfor er det viktig at samme person gjennomfører alle undersøkelsene i samme forsøk eller prosjekt. I Kvalitetskorn-prosjektet ble prøvebaking, undersøkelser av våtgluten og en generell vurdering av kornsortens bakekvalitet til surdeigsbrød, gjennomført av Caroline Lindö. Hun har lang erfaring med systematiske undersøkelser av brød, og en doktorgrad i mikrobiologi. Prøvene var merket med kodenummer som ikke kunne relateres til sort eller dyrkingssted før vurderingene var gjennomført. Prøvebakingen ble gjennomført i tidsrommet 3. april til 31. mai 2018.

3.1.1 Maling og sikting

Kornprøvene ble malt på en steinkvern (KoMo Fidibus XL), så fint som mulig. Om nødvendig ble kornet tilsatt litt vann for oppfukning et døgn før maling. Optimalt vanninnhold er 13-14 %. Malingen skjedde samme dag som prøvebakingen. Etter maling ble halvparten av melet siktet gjennom en sikteduk til en utmalingsgrad på ca. 85 %.

3.1.2 Analyse av våtgluten

Et nettverk av gluten-proteiner utvikles i en deig under gjæring. Mengden av glutenproteiner ble målt med våtglutenanalyse, der 10 g mel blandes med noen saltkorn, og vann til det dannes en fast deig. Deigen fikk hvile i 20 minutter før den ble lett bearbeidet, og stivelsen ble vasket bort under rennende vann. Det som ikke vaskes bort er våtgluten. Etter litt bearbeiding ble deigen vurdert for elastisitet, strekningsevne (ekstensibilitet) og tekstur. Deretter ble deigen formet til en kule, som ble veid, lagt på papir, og stabiliteten ble bedømt etter en viss tid, se bilde 9. Hver prøve fikk en stabilitetskarakter fra 1 til 4 (tabell 11 og 12).



Bilde 9. Måling av mengde glutenproteiner (våtgluten) i hver kornprøve. Prøver merket 125, 115, 118, 317 og 117 er stabile (karakter 1). Prøver merket 119, 325 og 320 er litt ettergivende (svensk: ettervekning, karakter 2), 112 middels ettergivende (karakter 3), og 319 og 321 er betydelig ettergivende (karakter 4). Foto: Caroline Lindö.



Bilde 10. Bilder av korn, brød og brødets tverrsnitt ble tatt for alle de 20 sortene fra hvert voksested. Her fra GN12760 (merket 101) og Sport (merket 116) som hadde lavt falltall. Foto Caroline Lindö

3.1.3 Prøvebaking

300 g fullkornsmel, 300 g siktet mel, 80 g surdeig og 14 g salt ble blandet med vann til riktig konsistens. Deigen ble veid for å bestemme mengde tilsatt vann. Deretter fikk deigen hvile i romtemperatur, men ble forsiktig knadd en gang per time for å kondisjonere glutenet og jevne ut temperaturen. Når deigen ble vurdert som ferdig modnet, ble det formet to brød som ble lagt i kurver fôret med lin og satt i kjøleskap for å gjære over natten. Neste dag ble brødene stekt i elektrisk ovn med steinplate, på 240-270 °C.

3.1.4 Vurdering av brødene

Etter steking ble brødets utvendige form, farge, skorpe og lukt vurdert. Etter avkjøling ble brødet delt i to, og innmatens struktur, elastisitet, farge og lukt ble vurdert. Deretter ble brødet prøvesmakt. For hver kornsort fra hvert sted ble det tatt fotografier som viste utseendet på kornet, utseendet på brødet, og utseendet på innmaten (bilde 10). Disse fotografiene er tilgjengelige i en Dropbox- fil som interesserte kan få tilgang til.

På bakgrunn av bedømmelsen av brød og innmat, ble hvert brød gitt en tallkarakter fra 1 til 5, der 5 var beste kvalitet. Beskrivelser som «mjuk, spänstig» (om deig) og «lite platt men fint inkråm» ble oppsummert til korte stikkord som «bra». De korte stikkordene var «deigete» for brød med karakter 1, «deigrand» for karakter 2 og enkelte brød med karakter 3, «OK» for enkelte brød med karakter 3, og «bra» for øvrige brød med karakter 3, 4 eller 5. 10 % av brødene fikk karakter 1, 15 % karakter 2, 20 % karakter 3, 23 % karakter 4 og 32 % karakter 5.

3.2 Sensorisk analyse

Nofima gjennomfører en rekke sensoriske bedømmelser av ulike produkter og råvarer hvert år, og har trente dommere som utfører den krevende jobben det er å beskrive sensoriske egenskaper så objektivt som mulig. Det sensoriske panelet besto av 10 personer, som trenes jevnlig og som tilfredsstiller krav til lukt- og smaksevner som stilles i ISO 8586. En sensorisk bedømmelse følger en internasjonal prosedyre beskrevet i ISO 13299 (2016). Hensikten med undersøkelsen var å objektivt beskrive de eventuelle sensoriske forskjellene mellom de seks brødene, ved hjelp av 16 egenskaper innen lukt, smak og tekstur (tabell 10). Hver egenskap ble vurdert på en skala fra 1-9 der 1 = ingen intensitet, smak, hardhet osv., mens 9 = tydelig intensitet, smak, hardhet osv. For den totale luktintensiteten er det *styrken av alle lukter* i produktet som vurderes. En *syrlig* lukt relateres til en frisk, balansert lukt som skyldes organiske syrer. *Eddiklukt* relateres til lukt fra vanlig eddik, som i eddik, eplesider eller hvitvin. For den totale smaksintensiteten er det *styrken av alle smaker* i produktet som vurderes. En *syrlig* smak relateres til en frisk, balansert smak som skyldes organiske syrer. En *søt* smak relateres til grunnsmaken søt, som i sukker (sukrose). En *salt* smak relateres til grunnsmaken salt (natriumklorid). En *sur* smak relateres til alle sur smaker, som i sitron eller eddik. En *bitter* smak relateres til grunnsmaken bitter, som i kinin eller koffein. Umamismak relateres til grunnsmaken *umami*, der smaksløker på tunga gjenkjenner smaken av visse proteiner (glutamat, inosat). En *emmen* smak relateres til en flau, ufrisk, vassen smak. For tekstur målt med fingeren er *fasthet* relatert til den kraften som må til for å presse krummen helt flat. Krummen er den myke delen av et brød, innafor skorpa. For tekstur målt i munnen er *hardhet* den kraften som må til for å bite gjennom prøvebiten med jekslene. *Saftighet* handler om overflatetekstur og beskriver væske som absorberes i, eller avgis fra et produkt. Munnfølelsen av saftighet beskrives etter 4-5 tygg. *Tyggemotstand* er en mekanisk teksturegenskap relatert til tid og antall tygginger som er nødvendig for å finfordele prøven slik at den er klar til å svelges. Ingen tyggemotstand karakteriseres som *mør*, tydelig tyggemotstand som *seig*. Egenskapen *deigete* relateres også til den anstrengelsen som skal til for å finfordele prøven slik at den er klar til å svelges, men deigete handler om struktur, mens tyggemotstand er relatert til tid og antall tygginger som er nødvendig for å finfordele prøven slik at den er klar til å svelges.

Tabell 10: Sensoriske egenskaper vurdert for å beskrive sensorikk-gruppene lukt, smak og tekstur i seks surdeigsbrød bakt av ulike sorter av vårhvete.

Gruppe	Sensoriske egenskaper vurdert i vedkommende gruppe
Lukt	Total luksintensitet, syrlig, eddik
Smak	Total smaksintensitet, syrlig, søt, salt, sur, bitter, umami, emmen
Tekstur	Fasthet (med finger), hardhet, saftighet, tyggemotstand, deigete

Etter tining hos Nofima ble brødene varmet i en stekeovn i 10 minutter på 200 °C, for at aromaen skulle utvikle seg godt. Etter avkjøling ble brødene skåret i jevnt tykke skiver. For å lage til standardiserte prøvebiter av brød ble det stanset ut sirkler med 22 mm diameter av skiver fra midten av brødene (bilde 11). Hver dommer fikk servert 2 prøvebiter av hver sort, i to omganger (gjentak). Prøvebitene ble servert i hvite plastbegre merket med en tilfeldig kode, og brødet var romtemperert ved servering. Før selve testingen startet, hadde dommerne kalibrert seg ved å bruke prøvemateriale fra Polkka og Mirakel i et kalibreringsforsøk. Alle prøvebitene ble brukt til å vurdere lukt. Den ene ble så brukt til å vurdere smak, den andre til å vurdere tekstur. Mellom vurderingene av hver sort, renset dommerne munnen med nøytrale kjeks og vann. En utfordring med undersøkelsen var den begrensede prøvemengden; brødene var ganske små. Dette gjorde det krevende å fange opp og beskrive alle smaksnyanser. At brødene var ulikt skåret på toppen (bilde 9) kan også ha påvirket resultatene noe. Undersøkelsen ble gjennomført 27. juni 2018.



Bilde 11. Venstre bilde: Surdeigsbrød klare for sensorisk bedømmelse. Bakerst fra venstre: Seniorita, Sport, Fram. Nærmeste rekke, fra venstre: Polkka, Runar, Mirakel. Midtre bilde: Utstansing av prøvebiter, 22 mm i diameter. Høyre bilde: Smakdommerens arbeidsmiljø. Foto: Josefine Skaret, Nofima

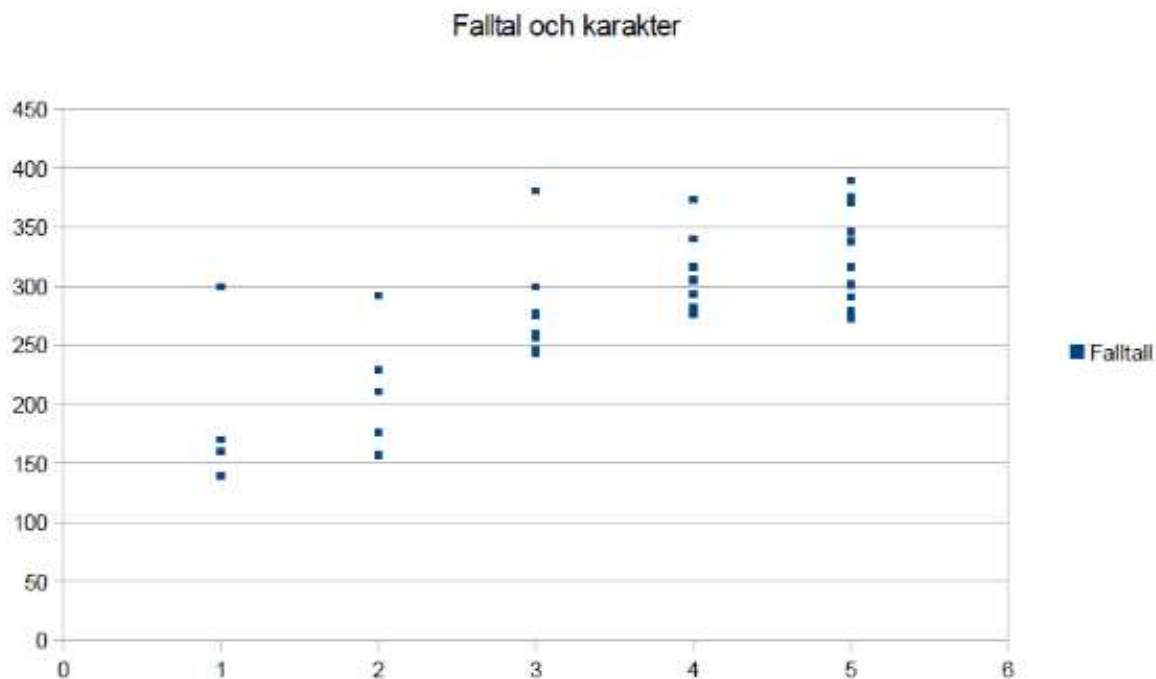
Verdiene fra 1 til 9 for de mange ulike egenskapene ble analysert med variansanalyse, og Tukey's t-test for å avgjøre hvilke sorter som eventuelt var statistisk sikkert forskjellige. Hvis differansen mellom to gjennomsnittsverdier er større enn en kritisk verdi beregnet fra Tukey's test, er forskjellen sikker. I tabell 13-15 er gjennomsnittsverdiene for hver sort presentert som et gjennomsnitt av de to gjentakene og karakterer gitt av hver dommer (10 personer). Sikre forskjeller mellom sorter er vist ved en p-verdi som er lavere enn 5 % (0,05).

4 Fra korn til brød: Resultater

4.1 Resultater av bakekvalitet - 20 kornprøver fra 2 gårder i 2017

4.1.1 Falltall

Det var ikke så stor forskjell mellom de to voksestedene mht falltall i 2017 (tabell 7). Gjennomsnittlig verdi på Bjerkem var 275 mot 282 på Lyng. På begge voksestedene var det en betydelig variasjon i falltall, fra om lag 140-170 (Dala landhvetete, Fram II, Sport på Bjerkem; Dala landhvetete, Møystad og Nørrøna på Lyng) til nærmere 400 (GN 12759, GN12760 på begge steder). Når falltallet ble vurdert i sammenheng med den samlede karakteren for bakekvalitet (1-5, der 5 var best) som Caroline ga hver sort, var det ingen klar sammenheng mellom falltall og bakekvalitet (figur 17). Sorter med falltall lavere enn 230 hadde dårlig bakeevne, men det var også enkelte sorter med falltall nærmere 300 som fikk karakter 1 eller 2. Det betyr at brødene var deigete, eller hadde deigrand.

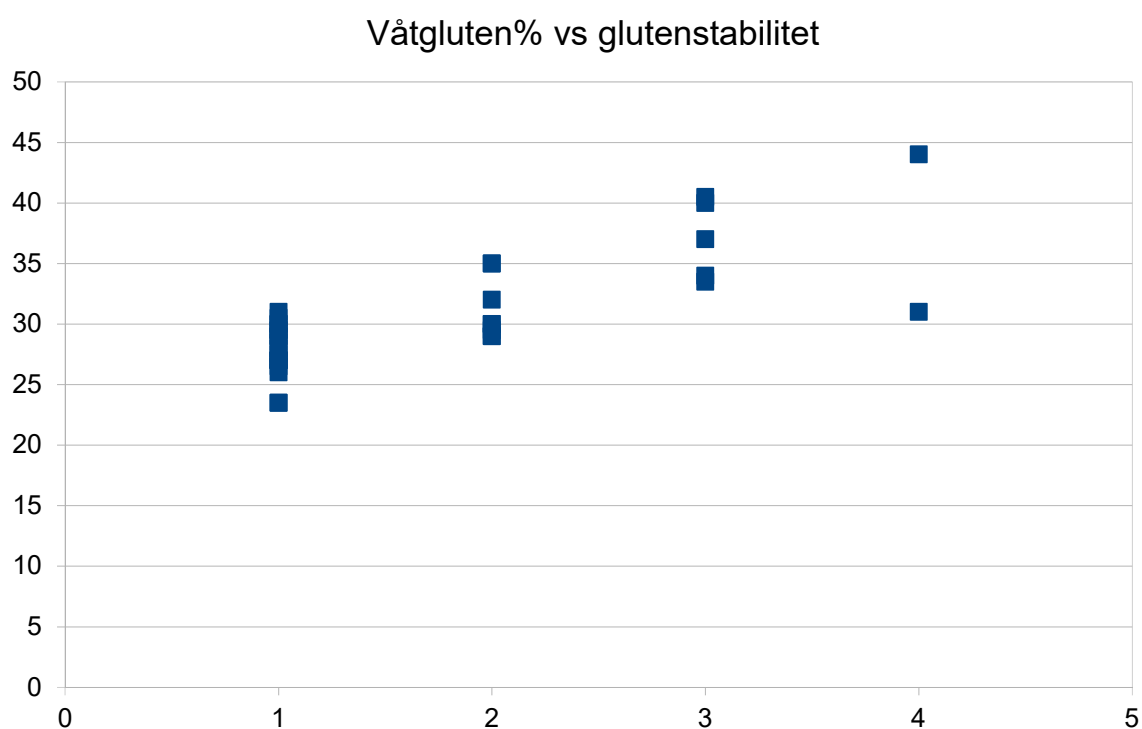


Figur 17: Samlet karakter for bakeevne (1-5, 5 er best) gitt av Caroline Lindö for hver sort på hvert voksested (40 sorter), i forhold til sortens falltall.

4.1.2 Glutenmengde og stabilitet

Konsistensen til gluten som utvikles ved elting for sortene Møystad og Nørrøna fra begge lokaliteter og for Fram II og GN06557 fra Bjerkem var av en slik konsistens at det var umulig å vaske den ut for seinere veiing og analyse. I disse tilfellene var glutenmengden (% våtgluten) derfor ikke målbar og det blei ingen resultater for glutenstabilitet. Disse sortene/linja ga også mel med dårlig bakeevne. Med unntak av disse ikke målbare verdiene var gjennomsnittsverdien 29 % våtgluten på Bjerkem (variasjonsbredde 24-41), og 32 % på Lyng (variasjonsbredde 26-44). Det var en brukbar

sammenheng mellom mengde våtgluten og glutenstabiliteten, bedømt med karakterene 1-4 (figur 187). Jo høyere våtgluten%, jo mer utflytende var glutenkonsistensen. Det var imidlertid ingen sammenheng mellom glutenmengde, eller glutenstabilitet, og den samlede karakteren (1-5 der 5 var best) som ble gitt hver sort av Caroline for bakekvalitet. Sammenheng mellom våtgluten% og resultatene fra SDS-sedimentasjonstesten var relativt svak og negativ ($r^2 = 0,16$). Mellom glutenstabilitet og SDS-sedimentasjon var sammenhengen enda svakere ($r^2 = 0,09$). Sammenhengen var litt bedre mellom spesifikk SDS (SDS-sedimentasjonsvolum/proteininnhold) og glutenstabilitet ($r^2=0,27$) og ganske god mellom spesifikk SDS og våtglutenmengde. Høy spesifikk SDS hang sammen med bedre glutenstabilitet og mindre våtgluten. Det var en svak positiv sammenheng mellom Carolines brødkarakter og SDS-sedimentasjonsvolum og spesifikk SDS ($r^2 = 0,20$ og $r^2 = 0,19$).



Figur 18: Forholdet mellom mengde våtgluten (%) og glutenstabilitet (karakter 1-4 der 1= mest stabil) for 34 sorter av vårhvete (for 6 sorter ble alt gluten vasket ut).

4.1.3 Hva karakteriserer «dårlige» og gode brød?

Selv om enkelte sorter fikk karakteren 1 (deigete), betydde ikke det at ikke brødene kunne spises, eller ikke smakte godt. Ordet «dårlige» i tittel 4.1.3 er derfor satt i anførselstegn. Alle de 40 kornprøvene ga brukbare brød, men det var klare forskjeller i bakekvaliteten. I tabell 11 og 12 har vi vist alle verdier for falltall, gluten, vannforbruk og bakerens kommentarer om deig og brød for sorter som fikk karakteren 1 (4 sorter) eller 2 (6 sorter), eller 5 (13 sorter). Som vi ser kan deigen ha vært god å arbeide med, selv om brødet ikke ble like bra. Brød med karakter 1 eller 2 var deigete, til dels klissete, hadde ofte en deigrand, hevet seg dårlig og ble derfor ofte kompakte. Brød med karakter 5 hevet seg godt, og holdt på formen fra utbakingen (fløt ikke utover).

I mange tilfeller fikk samme sort enten dårlig eller god karakter på begge voksesteder. For de sortene hvor ikke begge voksesteder kom med i tabell 11 og 12, har vi gjengitt karakteren som sorten fikk på det andre voksestedet i kolonnen med navn på sort.

Bakeren valgte seg ut to favorittbrød (bilde 13), som viste seg å være bakt av sorten Runar fra Lyng, og GN10603 fra Bjerkem. GN10603 ble utvalgt etter dekningsgrad.

GN06557, som var den eneste av de moderne linjene som fikk karakter 2, var ikke valgt ut pga. svakt gluten, men pga. dekningsgrad.



Bilde 12. Caroline Lindö i arbeid med prøvebaking.

Av linjene GN17632, 17633, 17634 og 17635 som ble valgt ut pga. svakt gluten var det bare 17632 og 17635 som ble prøvobakt. GN17635 kom med i den beste gruppa (tabell 12), mens GN17632 fikk karakter 3 begge steder.

Det var moderne sorter (Mirakel, Seniorita) og GN-linjer som ga de brødene som fikk best vurdering av bakekvalitet. Den eldste sorten som fikk karakter 5 var Runar, som ble godkjent i 1972. Det er interessant at bakeren valgte et brød bakt av Runar fra Lyng som ett av sine to favorittbrød.

Tabell 11: Egenskaper med betydning for bakekvalitet hos sorter som fikk karakter 1 eller 2 på ett eller begge voksesteder i 2017.

Sort, sted, karakter	Fall-tall	Våt-gluten %	SDS	Gluten-stabilitet (1-4)	Vann-forbruk, gram	Carolines kommentar, deig	Carolines kommentar, brød
Dala landhvetete L, 1	139	40	41	3	510	Mjuk, spänstig, stabil	Kompakt, klibbigt inkråm
Dala landhvetete B, 2	156	35	42	2	525	Spänstig och fin	Platt bröd med degrand
Norrøna B, 2	211	0	44	-	515	Skör, kort	Platt, ihopsjungen med degrand
Norrøna L, 2	176	0	45	-	475	Mjuk och skör	Platt, ihopsjunken med degrand
Møystad L, 1	170	0	34	-		Mjuk och extensibel	Platt och ihopsjunken med kollapsat och degigt inkråm
Møystad B, 2	229	0	34	-		Lite stabbig, trög och tung	Fin form och harmoniskt inkråm förutom degrand
Sport B, 1 (L:3)	160	41	67	3	500	Spänstig, härlig	Platt, degigt, kletigt
Polkka B, 2 (L:4)	292	31	57	4	480	Fin och spänstig	Platt, kompakt, liten degrand
Fram II B, 2 (L:3)	157	0	29	-	510	Mjuk och extensibel, men går att forma spänstigt	Kompakt, platt, ihopsjunken med degrand
GN06557 B, 1 (L: 4)	299	0	66	-	520	Grynig, kort	Platt, ihopsjunken, degigt

Tabell 12: Egenskaper med betydning for bakekvalitet hos sorter som fikk karakter 5 på ett eller begge voksesteder i 2017.

Sort, sted	Falltall	Våt-gluten (%)	SDS	Gluten-stabilitet (1-4)	Vann-forbruk (gram)	Carolines kommentar, deig	Carolines kommentar, brød
GN12759, B	389	27	65	1	480	Stark och spänstig	Perfekt form och inkråm
GN12759, L	376	34	68	3	520	Mjuk, spänstig	Fint bröd, något lite underjäst
GN14649, B	346	30	65	1	525	Kort, spänstig	Fin form och inkråm
GN14649, L	316	30	65	1	510	Mjuk och stabil	Lagom höjd och fint inkråm
GN16503, B	279	24	60	1	450	Lite stum, men stabil	Fint med bra höjd och harmoniskt inkråm
GN16503, L	301	34	63	3	510	Mjuk, spänstig	Väldigt hög men harmoniskt inkråm
Seniorita, B	279	30	63	1	500	Mjuk, spänstig	Fin form och harmoniskt inkråm
Seniorita, L	291	29	64	2	480	Mjuk, extensibel	Fin form och inkråm
Mirakel, B (L: 4)	277	30	74	2	500	Jättefin elasticitet och konsistens	Utmärkt, felfritt bröd
GN10603, B (L: 4)	302	28	51	1	495	Fin! Mjuk, len, fluffig, spänstig	Lite platt, men superfint inkråm (se bilde 11)
Runar, L (B: 4)	272	30	53	2	495	Mjuk och extensibel	Lite oformligt, men fin porositet i inkråmet (bilde 11)
GN12760, L (B: 3)	371	27	66	1	520	Stabil och lite stum	Fin höjd och harmoniskt inkråm
GN17635, L (B: 4)	338	35	51	2	500	Mjuk, smidig och extensibel	Bra bröd med fint inkråm, något underjäst



GN10603



Runar

Bilde 13. Bakerens favorittbrød, blant 40 mulige. Foto: Randi B. Frøseth.

4.2 Sensorisk bedømmelse av brød

4.2.1 Lukt, smak og tekstur

For sursmak ble det funnet statistisk sikre forskjeller mellom de seks sortene ($p < 0,05$). Seniorita skilte seg ut ved å ha den kraftigste lukten totalt, den kraftigste eddiklukten, og den høyeste gjennomsnittsverdien for sursmak (tabell 13 og 14). Brødet laget av Polkka var betydelig mindre surt enn brødene fra de øvrige sortene, hvor sursmaken var ganske lik. Mirakel hadde en svakere eddiklukt enn øvrige brød. De to svenske sortene i utvalget, Polkka og Sport, var betydelig fastere og hardere enn de fire norske sortene, med større tyggemotstand (tabell 15). Tydeligst forskjeller mellom sortene var det for egenskapen saftighet, hvor Runar var mest saftig, og Polkka var minst saftig. De to svenske sortene var mindre saftige enn de fire norske.

Tabell 13: Verdier for lukt av surdeigsbrød bakt av seks ulike sorter med vårhvete. Bedømmelsen er gjort av 10 trente smakdommere ved Nofima. Skala fra 1-9 der 1 = ingen og 9 = tydelig. Statistisk sikre forskjeller mellom sorter hvis ulike bokstaver A-B. Til sammenlikning er karakteren fra Caroline Lindö for bakekvalitet, SDS-verdi og falltall for brød eller mel fra sorter dyrket på Lyng satt inn i de tre siste kolonnene.

	Total luktintensitet	Syrlig lukt	Eddik- lukt	Bake- kvalitet	SDS	Falltall
Fram II	5,92 AB	4,37 A	4,44 AB	3	30	260
Runar	5,58 AB	4,25 A	4,22 AB	5	53	304
Polkka	5,40 B	3,92 A	3,77 AB	3	56	281
Sport	5,86 AB	3,88 A	3,91 AB	3	57	246
Seniorita	6,13 A	4,21 A	4,61 A	5	64	291
Mirakel	5,67 AB	4,39 A	3,63 B	4	75	306
P-verdi	0,023	0,523	0,017			

Tabell 14: Verdier for smak bedømt av 10 trente smakdommere ved Nofima for surdeigsbrød bakt av seks ulike sorter med vårhvete. Skala fra 1-9 der 1 = ingen og 9 = tydelig. Statistisk sikre forskjeller mellom sorter hvis ulike bokstaver A-B.

	Total smaks- intensitet	Smak						
		Syrlig	Søt	Salt	Sur	Bitter	Umami	Emmen
Fram II	5,97 A	4,36 A	2,44 A	4,89 A	5,93 A	4,30 A	2,15 A	1,94 A
Runar	5,88 A	4,49 A	2,31 A	4,88 A	6,03 A	4,37 A	1,96 A	1,84 A
Polkka	5,42 A	3,50 A	2,27 A	4,38 A	4,80 A	4,50 A	1,87 A	2,54 A
Sport	6,14 A	4,25 A	2,29 A	4,96 A	5,95 A	4,59 A	2,04 A	1,66 A
Seniorita	6,00 A	4,34 A	2,52 A	4,74 A	6,30 A	4,16 A	2,04 A	1,94 A
Mirakel	5,81 A	4,48 A	2,50 A	4,59 A	5,82 A	4,19 A	2,04 A	1,73 A
P-verdi	0,091	0,094	0,266	0,342	< 0,001	0,403	0,750	0,077

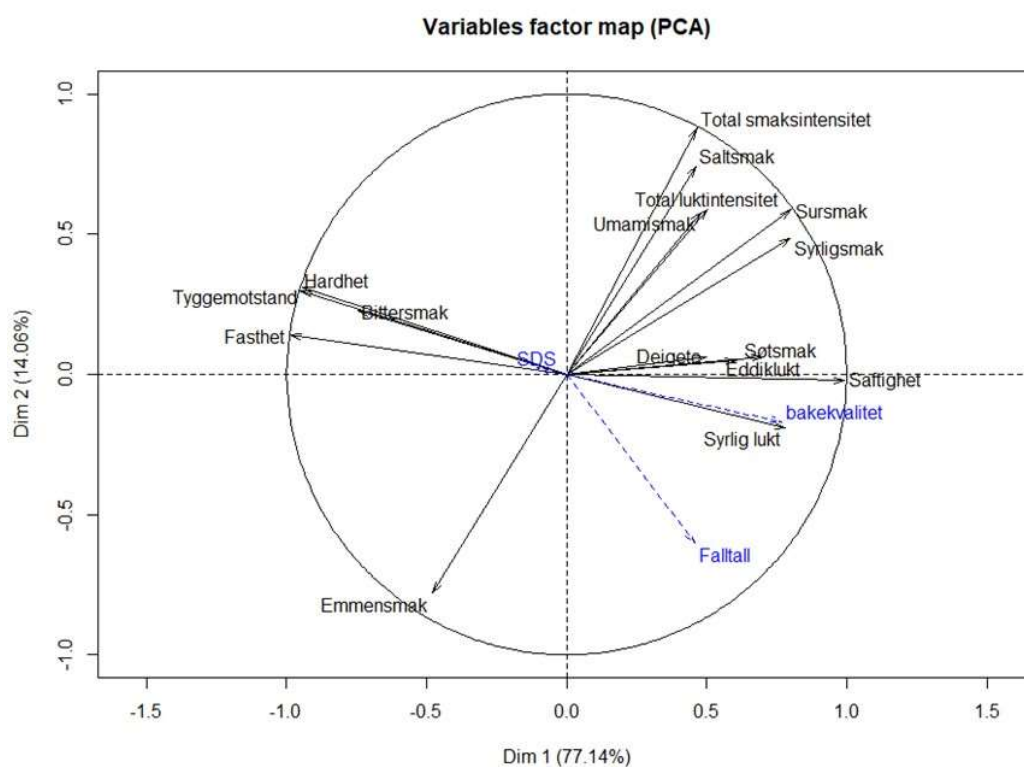
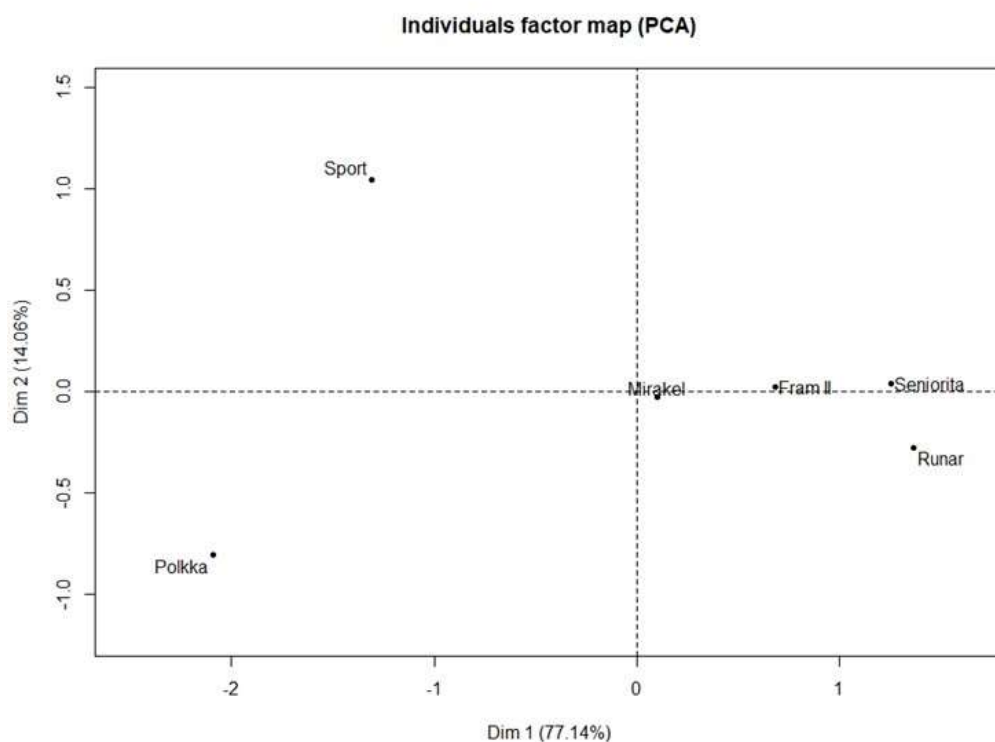
Tabell 15. Verdier for tekstur bedømt av 10 trente smakdommere ved Nofima for surdeigsbrød bakt av seks ulike sorter med vårhvete. Skala fra 1-9 der 1 = ingen og 9 = tydelig. Statistisk sikre forskjeller mellom sorter hvis ulike bokstaver A-D.

	Fasthet (med finger)	Hardhet (i munnen)	Saftighet (i munnen)	Tyggemotstand (i munnen)	Deigete (i munnen)
Fram II	4,46 B	3,88 B	6,55 AB	4,15 B	4,22 A
Runar	4,04 B	3,50 B	7,02 A	3,79 B	4,59 A
Polkka	5,50 A	4,86 A	5,18 D	4,90 A	4,24 A
Sport	5,41 A	5,15 B	5,55 CD	5,10 A	4,36 A
Seniorita	4,15 B	3,54 B	6,75 AB	4,07 B	4,38 A
Mirakel	4,55 B	3,98 B	6,11 BC	4,42 AB	4,49 A
P-verdi	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,776

4.2.2 PCA-analyse

For å få en bedre oversikt over hvordan ulike egenskaper utfyller hverandre, og på hvilken måte de seks sortene er forskjellig fra hverandre, ble det gjort en statistisk beregning som kalles PCA (principal component analysis), og resultatene av dette er vist i figur 18. Prinsippet med PCA er at de viktigste variasjonene i hele datamaterialet brukes til å konstruere to linjer, prinsipalkomponent 1 og 2 (PC1, PC2), som står vinkelrett på hverandre. Med denne analysemetoden kan vidt forskjellige egenskaper sammenliknes, så lenge de kan tallfestes. I dette tilfellet forklarte PC1 77 % av variasjonen i resultatene, mens PC2 forklarte 14 % (figur 19).

I det øverste diagrammet, «Individuals factor map», er det vist hvordan de seks sortene fordeler seg i det «variasjonsrommet» som er uttrykt ved de to rette linjene. I det nederste diagrammet ser vi hvordan de ulike egenskapene som er målt, inkludert bakekvalitet (verdier fra 3-5), SDS og falltall, fordeler seg i det samme variasjonsrommet. Det er interessant både å se hvordan de ulike egenskapene fordeler seg i diagrammet, og hvordan sortene orienterer seg i forhold til klynger eller motpolarer av egenskaper. Ikke uventet for et surdeigsbrød, henger sursmak, syrligsmak, saltsmak og total smaks- og luktintensitet ganske nært sammen, og de fire norske sortene er nærmere denne klyngen enn Polkka og Sport. Polkka scoret høyest for emmensmak, mens Sport og Polkka scoret høyest for hardhet, fasthet og tyggemotstand.





Figur 19: PCA-diagram for surdeigsbrød fra seks ulike sorter av vårhvete, basert på 16 sensoriske egenskaper målt hos Nofima (svart tekst), og tre andre egenskaper (blå tekst). Øverste diagram viser hvordan sortene fordeler seg over de to prinsippkomponentene som dekker henholdsvis 77 og 14% av den samlede variasjonen. Nederste diagram viser fordelingen av egenskaper.

4.3 Tilleggs kommentarer fra dommerne

I tillegg til å bedømme sensoriske egenskaper kom dommerne med objektive kommentarer om prøvene. Disse ordene ble samlet i en ordsdy for hver sort (tabell 16). Ord som var en tilbakemelding om arbeidssituasjonen, f. eks. at prøvene var litt tørre, ble fjernet slik at det kun gjensto beskrivende ord. De mest brukte ordene var skuff, malt, brent, rå, skinn og rug. Ordet «brent» var ofte notert som «brent smak (gummi)». For å differensiere dette fra bare «brent», som også var en del brukt, ble «brent smak (gummi)» omskrevet til «brentgummi». I noen tilfeller var det beskrevet at prøven «stikker» eller «svir» i munnen; i slike tilfeller sto bare ordene «stikker» og «svir» igjen. Egenskapen «malt» (som i øl) var noen ganger notert som lukt, andre ganger som smak. Det ble ikke skilt på dette i ordsdyene.

Ord med negativ ladning (som «oppvaskklut») er et uttrykk for assosiasjon som sensorikk-dommerne fikk under arbeidet og et forsøk på å beskrive de nyansene som de opplevde.

Tabell 16. Ordsdyer som oppsummerer sensorikk-panelets stikkord om de seks vårhvetesortene.

Sortsnavn	Ordsdy
Sport	 <p>Ordsdy for Sport: skuff, malt, rug, søtlig, brent, røstet, karve, råkinn, skinn, høyt, dyr, løst, gær, karve, rug, mugg, brentgummi, striesekk, ølgær, mel, surdeig, melet, sennepsur, tørr salt, ruggsprø, stikker, ujevn, østringent, gett, frisk krydder, fast, rå, fruktessens, tuttfritti.</p>
Polka	 <p>Ordsdy for Polka: skuff, brentgummi, striesekk, mugg, rå, skinn, høyt, dyr, løst, gær, karve, rug, ølgær, mel, tuttfritti.</p>

Fram II	
Runar	
Mirakel	
Seniorita	

5 Konklusjon

Prosjektets hovedmål var å bidra til bevaring og bruk av et større genetisk mangfold av korn til mat, ved å identifisere norske foredlingslinjer av hvete egnet for økologisk dyrking og håndverksbaking, spesielt i Trøndelag. Vi gjennomførte et vellykket feltforsøk over to år på to forsøkssteder, der vi undersøkte 9 sorter og 16 foredlingslinjer av vårhvete for agronomiske egenskaper, korn- og brødkvalitet.

Fra feltforsøkene, og det videre arbeidet med kjemiske analyser, baketester og sensorisk analyse, konkluderer vi med at moderne, norske hvetesorter gir høyere avling enn eldre sorter. De har bedre stråstyrke, mindre risiko for legde og groskader (reduert stivelseskvalitet pga. begynnende spiring), og bedre kornkvalitet. Moderne sorter gir også brød med god kvalitet ved håndverksbaking, selv om de primært er foredlet med tanke på krav fra industribaking med tøffere mekanisk behandling av deigen. Innholdet av jern, sink og fosfor var høyere i eldre sorter, men voksested spilte også en betydelig rolle for mineralinnhold. Sensorisk analyse viste at brød laget av mel fra ulike sorter som har vokst på samme sted, har forskjellig smak, lukt og tekstur.

For videre økologisk dyrking til håndverksbaking kan det være aktuelt å utvide sortimentet. Dala landhvete er svært populær blant øko-forbrukere i Trøndelag, og det er verdifullt at en slik gammel landsort er i aktiv bruk. Sorten Runar, godkjent i 1972, ga brukbare avlinger, gode brød, og har 5 dager kortere veksttid enn Mirakel. Mirakel er like høy som Runar og konkurrerer godt mot ugras, gir gode brød, høy avling og er robust mot groskader. Seniorita er også godt egnet. Til videre testing i oppfølgingsprosjektet ble disse fire, samt foredlingslinjene GN16503 og GN17635 valgt ut. GN16503 og 17635 hadde en god kombinasjon av jevnt høyt avlingsnivå, god kornkvalitet, og god brødkvalitet.

I prosjektet har vi lagt vekt på å samle aktører fra hele verdikjeden for korn, fra foredling og såvare, via rådgivning og forskning til produksjon, foredling og forvaltning. Markdager i felt har vært kombinert med fagseminar der deltakerne har fått gode råd om såkorn og korndyrking, diskutert ulike sorter opp mot hverandre, smakt på brød og latt seg imponere av innsatsviljen hos folk som ønsker å produsere økologisk matmel langt nord i Trøndelag. Denne nettverksbyggingen har vært en fruktbar og nyttig del av arbeidet, som blant annet har lagt grunnen for et videreføringsprosjekt, «Økologisk såkorn» (2019-2021) finansiert av Landbruksdirektoratet med utviklingsmidler for økologisk landbruk og ledet av NIBIO. Norsk lovverk om såvare er relativt fleksibelt, og det kan være mulig å utvide tilgangen på sortsmateriale både ved å søke om at flere eldre sorter blir godkjent av Mattilsynet som bevaringsverdige, og ved å etablere en egen såvareforretning.

6 Referanser

Hoel, B., Abrahamsen, U., Strand, E. & Sundgren, T. 2016. Kornet er i hus. Korndyrking. Temaark 6. NIBIO, Apelsvoll. Tilgjengelig 22.3.2019 på <https://kornforum.nlr.no/media/3235490/temaark-6-kornet-er-i-hus.pdf>

ICC Services 2019. Standard Method 151: Determination of the Sedimentation Value - SDS Test of Durum Wheat. Tilgjengelig (mot betaling) 22.3.2019 på www.icc-services.at/store/standard_methods/151?id=47

ISO (International Organization for Standardization) 13299. 2016. General guidance for establishing a sensory profile. Tilgjengelig (mot betaling) 22.3.2019 på www.iso.org/standard/58042.html

Lancashire, P.D., Bleiholder, H., Vandenboom, T., Langeluddeke, P., Stauss, R., Weber, E., Witzemberger, A., 1991. A uniform decimal code for growth-stages of crops and weeds. *Annals of Applied Biology*. 119, 561–601. Forenklet versjon på norsk, tilgjengelig 21.3.2019 på www.felleskjopet.no/globalassets/media/dokumenter/plantekultur/plantevern/utviklingsstadier-for-korn.pdf

Perten, 2019. The Falling Number Method. Tilgjengelig 22.3.2019 på www.perten.com/Products/Falling-Number/The-Falling-Number-Method/

Thunes, K., Storli, A.C., Jensen, T. 2018. Kornguiden. Sesongen 2081/19. Felleskjøpet. Tilgjengelig 22.3.2019 på www.felleskjopet.no/globalassets/media/dokumenter/korn/kornguiden_2018_19web_bla.pdf

Åssveen, M., Tangsveen, J. & Weiseth, L. 2017. Sorter og sortsprøving 2017. NIBIO BOK 4 (1) 2017, s 28-67. Tilgjengelig 22.3.2019 på www.agropub.no/fagartikler/varhete-til-handverksbaking-viktige-egenskaper-for-okologisk-dyrking



Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK er ei privat, sjølvstendig stifting.

Stiftinga er eit nasjonalt senter for tverrfagleg forskning og kunnskapsformidling for å utvikle økologisk landbruk. NORSØK skal bidra med kunnskap for eit meir berekraftig landbruk og samfunn. Fagområda er økologisk landbruk og matproduksjon, miljø og fornybar energi.

**Norsk senter for økologisk landbruk, NORSØK / Gunnars veg 6 / NO-6630 TINGVOLL/
Telefon: +47 930 09 884 / E-post: post@norsok.no / www.norsok.no**