



KVALITET I BRÖDVETE

QUALITY IN BREAD WHEAT

Fredrik Agell

**Handledare: Eva Johansson
Examinator: Eva Johansson**

Förord

Lantmästarprogrammet är en två-årig högskoleutbildning vilken omfattar minst 80 p. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t ex ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 5 veckors heltidsstudier (5 p).

Jag har själv varit intresserad av kvalitetsfrågor och ville därför undersöka vilka krav som kvarnar ställer avseende kvalitet på brödvete och hur kvaliteten påverkas på olika sätt.

Ett varmt tack riktas till kvarnarna Lilla Harrie Valskvarn AB samt Nord Mills AB, vilka bidragit med information om vilka kvalitetskrav som de som kvarnar ställer.

Eva Johansson, som arbetar vid Institutionen för Växtvetenskap i Alnarp har varit examinator och ett stort tack riktas även till henne för den information hon bidragit med.

Alnarp i maj 2004

Fredrik Agell

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord.....	1
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	2
SAMMANFATTNING.....	4
SUMMARY	5
1. INLEDNING.....	7
1.1 BAKGRUND	7
1.2 SYFTE	7
1.3 AVGRÄNSNING	7
2. PRODUKTKVALITET	8
3. KVARNARNAS KVALITETSKRAV	9
3.1 LILLA HARRIE VALSKVARN AB	9
3.2 NORD MILLS AB.....	11
4. UTSÄDET	12
4.1 VÅRVETESORTER.....	12
4.1.1 Vinjett.....	12
4.1.2 Triso	14
4.2 HÖSTVETESORTER.....	14
4.2.1 Kosack.....	14
4.2.2 Gnejs	14
4.2.3 Kris.....	15
4.2.4 Tarso	15
4.2.5 Olivin.....	16
5. PROTEINHALTENS BETYDELSE.....	17
5.1 PROTEINERNAS SAMMANSÄTTNING OCH MÄNGD	17
5.1.1 Gödsling med en extra kvävegiva i axgång	17
5.1.2 Omgivningsfaktorer och bakningskvalitet	17
5.2 BAKNINGSKVALITET OCH VÄDERLEK	18
5.2.1 Försök åren 1975-1996.....	18
5.2.2 Avkastningen	18
5.2.3 Proteinkoncentrationen.....	18
5.2.4 Relation mellan avkastning och proteinhalt	18
5.2.5 Samband mellan avkastning och väderlek.....	19
5.3 GLUTEN.....	19
5.3.1 Glutenproteinerna.....	19
5.3.2 Gluten och bakning	20
5.4 VAD PÅVERKAR GLUTENHALT OCH KVALITET?.....	21
5.4.1 Växtnäring.....	21
5.4.2 Växtförädling	21
6. FALLTALET	22
6.1 HUR PÅVERKAR MAN SOM ODLARE FALLTALET?.....	22
7. RYMDVIKT – TUSENKORNSVIKT	23
8. TUNGMETALLEN KADMIUM.....	24
8.1 KADMIUM I VÄXT OCH KÄRNA	24
8.1.1 Rotupptag.....	24
8.1.2 Yttre faktorer.....	25
8.1.3 Kadmium i kärnan.....	25

8.1.4 Omgivningsfaktorer	25
8.1.5 Fytokelatiner	25
8.1.6 Kärnfyllnaden	26
8.1.7 Inlagring	26
8.2 MÖJLIGHETER ATT MINSKA KADMIUMMÄNGDEN.....	27
8.2.1 pH.....	27
8.2.2 Gödsel utan kadmium	27
8.3 KADMIUMPÅVERKAN PÅ MÄNNISKAN	27
DISKUSSION.....	28
10. SLUTSATS.....	29
11. REFERENSER	30

SAMMANFATTNING

Brödetets kvalitet är ett stort område. Kvaliteten vilar på två ben. Dels är det arvet som spelar in genom växtförädling och sortval, och dels är det miljöfaktorer, som växtföljd, växtnäring, skörd och lagring, som går att påverka, medan årsmån och jordart inte går att påverka.

Kvarnarna ställer upp ett antal kvalitetskrav som odlaren måste uppfylla för att få leverera vete till brödkvalitet till kvarnarna. Dessa kvalitetsvillkor är framförallt knutna till de fyra stora områdena proteinhalt, falltal, rymdvikt och tusenkornsvikt. Även renhet från sjukdomar och skadliga ämnen för människan är viktiga aspekter på brödetekvaliteten.

En av de viktigaste kvalitetsaspekterna på brödetet är proteinhalten i vetet. Genom att studera proteinmolekylernas uppbyggnad och funktion, samt hur degens egenskaper är vid baktingsprocessen, kan man få en uppfattning av hur proteinerna fungerar. Man kan då se hur man ska styra proteinhalten, dels växtförädlingsmässigt, men också odlarmässigt, för att uppnå önskad kvalitet. Här spelar växtförädlingen en stor roll i kvalitetsarbetet.

Falltalet är ett mått på hur långt stärkelsebrytningen gått i kärnan med hjälp av enzym, framförallt amylas. Falltalet är mycket styrt till sortvalet och genom att välja en falltalsstabil sort så finns det bättre förutsättningar att klara falltalet i fält. Här spelar även årsmånen en stor roll, liksom väderleken vid skörd. I vissa lägen kan man till exempel behöva skörda spannmålen lite våt för att klara falltalet och undvika att det ska börja falla. Man kan då få acceptera en högre torkningskostnad.

Rymdvikten och tusenkornsvikten är liksom övriga kvalitetsparametrar starkt knutet till sortvalet. Tusenkornsvikten är relativt oberoende av odlingsmiljön, dock gynnas den av goda odlingsbetingelser som glesa bestånd (mindre konkurrens om näring till kärnorna), frihet ifrån sjukdomar och skadeangrepp, ej liggsäd, ej vattenbrist och att grödan får en lång inlagringstid.

Kadmium i spannmålen är en av de allvarligaste tungmetallerna som grödan tar upp, eftersom den tas upp i relativt stora mängder. Kadmium kommer till marken dels genom gödsel som innehåller kadmium, men det finns också naturligt i marken i vissa delar av Sverige. Här spelar ler – och humushalten en roll. Hög ler – och humushalt i marken kan öka kadmiummängden i kärnan. Även förekomsten av alunskiffer i berggrunden kan spela stor roll. Den kan under vissa förhållanden lätt dra till sig metaller. Visst atmosfäriskt nedfall förekommer också.

Grödan har olika sätt att ta upp kadmium, det sker genom olika kemiska processer i växten. Väderlek som ljus, nederbörd och temperatur spelar även en stor roll för Cd-upptaget. Man vet fortfarande relativt lite om hur Cd tas upp och transporteras i växten. Med växtförädling och växtbioteknik (genetisk reglering) kan man idag minska upptaget av kadmium till kärnan. På odlarväg kan man bidra mycket till lägre Cd-halt, bland annat genom att gödsla med gödsel som är fri från kadmium bland annat.

SUMMARY

The quality of bread wheat is a large subject to study. The quality rests on two legs. The first one is the inheritance of specific characters, which can be influenced through plant breeding and type of cultivar. The other one is the environmental influences, such as crop rotation, nutrition, harvest and storage. The latter factors are possibly to affect through cultivation practices, while other factors are not possible to influence on for the grower, such as seasonal changes of weather and the soil content.

The mills have some listed quality criteria, which have to be fulfilled by growers before wheat of bread-quality can be transported to the mills. These quality criteria are mainly connected to the four big quality aspects, protein concentration, falling number, thousand-kernel weight and the volume-weight. Also freedom from diseases and traces of harmful elements for humans are important aspects of bread wheat quality.

One of the most important quality aspects in bread wheat is the protein concentration. When studying the built-up and function of protein, and their behaviour during the baking-process, knowledge and understanding about protein network formation is collected. By this type of investigations, it is possible to evaluate how to manage reaching the right protein-concentration for the bread-making process, both through plant breeding, and during growing of the wheat. Thus, the plant breeding plays a big role for the quality work.

The falling number, is a measurement of how far the break-down of starch has gone in the kernel through enzymatic activities, mainly amylases. The falling number depends much on the cultivar, and by choosing a cultivar with a stable falling number, there is better opportunities to manage the falling number in the field. The year plays a big role, as well as the weather during harvest. Sometimes for example, it can be necessary to harvest, although the moisture content in the kernel is a little too high in order to manage to keep a high falling number. In such cases, it may be necessary to accept higher costs for drying the seeds.

The thousand-kernel weight and the volume-weight are similarly to the other quality parameters, strongly connected to the wheat-cultivar. The thousand-kernel weight is relatively independent of the growing environment, although good growing conditions are advantageous, such as sparsely sowing (giving less competition for nutrition among the plants). Freedom from diseases and pathogens, no lying crops and enough water supply are other important aspects. The length of the grain development and protein built-up time is also important.

Cadmium is one of the most serious heavy metals in the crop grains, because of the relatively high amounts taken-up. Cadmium is reaching the soil both together with the fertilizer, which contains cadmium, but there are also some natural content of cadmium in the soil. This is particularly true in some parts of Sweden. For the cadmium content in the soil, the content of clay- and humus plays a role. High content of clay – and humus in the soil can increase the cadmium amount. Even the content of alum schist in the ground can have a great effect on the wheat grain

cadmium uptake. Under certain conditions the soil can more easily absorb metals. Some atmospheric deposition of cadmium is also a problem.

The uptake of cadmium takes place through different chemical processes in the growing plant. Weather parameters, such as light, precipitation and temperature plays a role for the cadmium uptake. Still, there is relatively limited knowledge about processes contributing to the cadmium uptake and transport in the plant. Through plant breeding and genetical control, it is possible to reduce the uptake of cadmium to the kernels. Also, the growers can reduce the cadmium content in their crops. Using fertilizer free of cadmium is one of the most important ways.

1. INLEDNING

1.1 BAKGRUND

Stråsädesslagen är de kulturväxter som anses tillhöra de äldsta i världen och de tillhör också världens största grödgrupp. Vete är ett intressant sädesslag att studera. Det är det sädesslag som odlas på störst areal i världen och även i Sverige är det stort, ett av de tre stora. Eftersom vete är ett så stort och viktigt sädesslag i Sverige är det också viktigt att kvaliteten på vetet är god. Vete ingår i många olika produkter till både foder och till humankonsumtion. Detta arbete är dock inriktat enbart på vete till humankonsumtion. Eftersom hela samhället blivit mer uppmärksamt på kvalitet och frågor som rör miljö och etik de senaste åren, ställer detta också större krav på att både lantbrukaren och industrin tar ansvar för att de produkter som produceras lever upp till miljö –och kvalitetskrav som ställs. Mot bakgrund av detta anser jag att det är intressant och rätt i tiden att studera dels vilka krav som kvarnar ställer och vad som påverkar kvalitetskraven och dels hur man uppfyller dessa som odlare.

1.2 SYFTE

Syftet och målet med detta arbete är att det ska ge svar på vilka krav industrin ställer på brödvete. Vidare ska det ge svar på vad som händer i växten vid olika förhållanden och hur man kan styra odlingen för att få så bra kvalitet som möjligt på brödvetet, dels i förädlingsledet, men även som lantbrukare. Olika aspekter på odlingsmiljö och vissa insatser i odlingen diskuteras också.

1.3 AVGRÄNSNING

Arbetet avgränsas så till vida att det behandlar industrins krav på brödvete, samt hur kvaliteten kan påverkas genom växtförädling och odling. Det är endast konventionellt odlad vete till bröd som behandlas. Olika aspekter på hur man får en skörd av så god produktkvalitet som möjligt kommer att behandlas. Aspekter på hur växten påverkas av miljö –och odlingsmetoder samt hur den kanske viktigaste och allvarligaste tungmetallen, kadmium, lagras i växten och kärnan kommer också att diskuteras. Möjligheter att minska kadmiummängden behandlas i slutet av arbetet. Skörd, torkning och lagring, som också påverkar kvaliteten i vetet, kommer inte att tas upp i någon nämnvärd omfattning. Arbetet koncentreras kring att diskutera med utgångspunkt ifrån kvarnarnas fyra viktigaste kvalitetskrav, proteinhalt, falltal, rymdvikt och tusenkornsvikt.

2. PRODUKTKVALITET

Ur konsumentens synvinkel kan produktkvalitet för livsmedel vara t ex doft, smak, färg och konsistens så kallad sensorisk kvalitet. Det kan också vara nutritionellt (näringsmässigt) värde med rätt balans mellan protein, stärkelse och lipider eller närvaron av vitaminer, mineraler och antioxidanter. En annan del som det också avser är säker kvalitet i form av frihet från naturliga gifter från växten själv eller från mikroorganismer och frihet från bekämpningsmedelsrester. Kvaliteten kan också avse råvarans användbarhet i industrin. (Fogelfors, 2001). I fortsättningen när ordet kvalitet förekommer i arbetet avses i första hand produktkvalitet ur bakningssynpunkt.

Vad gäller kvalitetsvete till bakningsindustrin så är industrins definition på ett sådant vete att det ska ha hög proteinhalt i form av hög glutenhalt, vilket tål hårdhänt maskinell behandling. Gluten gör att degen blir mer formbar, samtidigt som den behåller sin formförändring, visko-elasticiteten ökar. Degen håller också samman bättre vid hårdhänt behandling med hjälp av glutenproteinerna, deras bindning är stark. Hög proteinhalt kräver att odlaren gödslar kraftigare med kväve, vilket å andra sidan kan ge negativa miljöeffekter. God vetekvalitet för bageriindustrin i form av hög glutenhalt innebär att halten av essentiella aminosyror minskar. Detta leder till sämre sammansättning av aminosyror.

Veteskördens kvalitet vilar på två ben. Följande två punkter utvisar vilka parametrar som inverkar på kvaliteten, såväl den sensoriska, nutritionella och produktkvaliteten:

1.) Arv – sortval - växtförädling

2.) Miljö, styrt av odlaren

- Växtföljd
- Växtnäring
- Växtskydd
- Skörd
- Lagring

Opåverkbart

- Jordmån
- Väderleksfaktor

3. KVARNARNAS KVALITETSKRAV

Följande avsnitt är tänkt att behandla vilka krav som två kvarnar, Lilla Harrie Valskvarn AB samt Nord Mills AB, ställer på spannmål som levereras till brödsäd. Dessa kvarnar har jag valt som exempel på vad kvarnindustrin ställer för krav på brödspannmål. Anledningen till att jag valde dessa kvarnar är att jag ville ha två kvarnar att jämföra avseende kvalitetskrav. Rent storleksmässigt skiljer det en hel del mellan kvarnarna, och det är intressant att ha två kvarnar av olika storlek att jämföra. Vidare så får man en lite bredare informationsgrund att stå på med två kvarnar istället för att bara skaffa information ifrån en kvarn. Med utgångspunkt från kvarnarnas krav kommer jag att diskutera vad som händer i växten och vad som påverkar produktkvaliteten samt i viss mån även vad man som lantbrukare kan göra för att få en så bra produktkvalitet som möjligt.

3.1 LILLA HARRIE VALSKVARN AB

Lilla Harrie Valskvarn är en mycket gammal kvarn som har sina rötter ända tillbaka till början av 1500-talet. Kvarnen ligger belägen intill Kävlingeån i Kävlinge, som ligger i Skåne. Kvarnen har varit och är en kvarn för de lokala odlarna främst. Det hade varit ett familjeföretag, ägt av samma släkt sedan 1870-talet, då det såldes till Pågen-koncernen i mitten av 1980-talet. Kvarnen koncentrerar sig helt på bagerimjöler.

För skördeåret 2004 ställer Lilla Harrie Valskvarn följande krav och garantier på spannmål:

Spannmål som är skördad fullmogen samt direkt efter skörd skonsamt nedtorkad till 13-14 % vattenhalt, samt i övrigt vara frisk och sund. Det är viktigt att inte torka spannmålen för intensivt för torkningsskador får ej förekomma. Den högsta temperatur i spannmål vid torkning får inte överstiga 40 grader C. Vid höga vattenhalter, över 20 %, skall spannmålen torkas första gången snarast, rekommendationen lyder inom 24 timmar. Värmebildning i spannmålen får absolut inte ske, då gynnas tillväxt av mögelsvampar och bakterier. Vid gårdstorkning av spannmål bör man ha varmluftstork. (Lilla Harrie Valskvarn, 2004).

Vidare skall lagring av spannmål ske på ett sådant sätt att risken för förekomst av skadedjur minimeras. Om det vid lagring upptäcks skadedjur skall bekämpning av dessa utföras av företag och med preparat godkända av myndigheter och Lilla Harrie Valskvarn AB. Vid leverans av spannmål till kvarnen ska den vara helt fri från skadedjur och leverans ska också ske på täckta fordon enligt flyghavrelagen.

Användning av kemiska preparat på marken eller i växande gröda får endast ske med preparat som är godkända i Sverige. Dessutom ska det tas strikt hänsyn till tillverkarnas föreskrifter angående dosering, karenstid och dylikt. Myndigheternas gränsvärden för innehåll av tungmetaller, pesticidrester, mykotoxiner, patogena

bakterier eller reproduktiva mögelement får ej överskridas.

Odlingen skall ha skett i en växtföljd fri från användning av rötslam, detta innebär att ingen tillförsel får ha skett efter 1996. Fosforgödsel med Cadmiumhalt lägre än 5 mg. Cadmium per kg. P (Lilla Harrie Valskvarn AB).

Kvalitetskrav avseende kontraktsvete (Lilla Harrie Valskvarn AB, 2004).

	<u>Normalvete</u>	<u>Kvalitetsvete</u>
Vattenhalt	<14 %	<14 %
Rymdvikt	>775	>775
Falltal	>220 sek	>220 sek
Proteinhalt	>10,5 %	>12,0 %

Godkända höstvetesorter för kontrakt 2004: Tarso, Gnejs, Kris, Asketis och Henrietta
Godkända vårvetesorter för kontrakt 2004: Dragon, Vinjett

Tillägg

Det sker även ett visst proteintillägg som utbetalas förutsatt att värden på Falltal och Rymdvikt är uppfyllda, samt att övriga parametrar är acceptabla.

Normalvete har man ett grundpris på när proteinhalten är 10,5%. Därefter får man ett pristillägg på 1,75% när proteinhalten är 11%. Varje tiondel i ökning av proteinhalten därefter ger sedan 25 öre i proteintillägg per deciton, det vill säga, proteintillägget är 2,50 kr per procent ökning i proteinhalt upp till 14%, som ger 9,25 kr i tillägg per deciton. Över 14% ger inget ytterligare tillägg.

För kvalitetsvete gäller motsvarande att proteintillägget är 7,50 kr för 12% proteinhalt. Därefter får man 50 öre per tiondels proteinhaltsökning eller 5 kr per procent. Detta gäller upp till 15% proteinhalt som då ger 22,50 kr i tillägg. Kvalitetsvete måste hålla 12% i proteinhalt, annars avräknas den efter samma skala som normalvete.

Avdrag

<u>Falltal: Vete</u>	<u>Prisreglering %</u>	<u>Rymdvikt:</u>	<u>Vete g/l</u>	<u>Prisregl. %</u>
200	0,00		Min 775	0,00
190	-1,00		770-774	-0,20
180	-2,00		765-769	-0,40
170	-3,00		760-764	-0,70
160	-4,00		755-759	-1,00
150	-5,00		750-754	-1,50
140	-6,00		745-749	-2,20
130	-7,00		740-744	-3,00
120	-8,00		<740 Bottenpris	
110	-9,00			
100	-10,00			

Vete: Falltal > 220 helt protein- och transporttillägg.
 Falltal 200-219 halvt protein- och transporttillägg.
 Falltal 180-199 halvt protein- dock ej transporttillägg.
 Falltal < 180 Ej tillägg.

Vid förekomst av sönderslagna / djurätta kärnor, gröna kärnor och främmande sädeslag göres även korrigeringar. (Lilla Harrie Valskvarn AB, 2004).

3.2 NORD MILLS AB

Storkvarnen Nord Mills är en kvarn som ingår i Cerealia Mills. Den har verksamhet i flera länder, bland annat Danmark. En av kvarnarna i koncernen ligger i Malmö, och den anläggningen är omfattande. Nord Mills får ses som en kontrast till den betydligt mindre Lilla Harrie Valskvarn, som arbetar mer på lokal basis.

Kvalitetskrav på kvarnspannmål indelat i höstvetete A, höstvetete B och vårvete. (Nord Mills AB, 2004).

	<u>Höstvetete A</u>	<u>Höstvetete B</u>	<u>Vårvete</u>
Vattenhalt %	13,0-14,0 %	13,0-14,0 %	13,0-14,0
Rymdvikt g/l.	min 780 g/l.	min 780 g/l.	min 770
Proteinhalt, ts %	min 11,0 %	min 9,5 %	min 13,0
Falltal sek.	min 200 sek.	min 200 sek.	min 200

Godkända sorter, höstvetete A: Ebi, Kosack, Olivin, Stava, Gnejs, Harnesk och Tarso.
 Godkända sorter, höstvetete B: Kris, Lars och Ritmo.
 Godkända sorter, vårvete: Curry, Dragon, Triso och Vinjett.

Förutom dessa kvalitetskrav så finns även på denna kvarn krav på slamfri odling, GMO-frihet, förbud mot användning av stråförkortningsmedel samt även gränsvärden för mikrobiologisk hygien, innehåll av tungmetaller och pesticidrester (Nord Mills AB, 2004).

4. UTSÄDET

En grundförutsättning för en god kvalitet i slutändan av förädlingsledet är att man från början använder ett rent o friskt utsäde med de rätta egenskaperna. Det gäller att välja en sort som uppfyller så mycket som möjligt av de parametrar som industrin ställer upp. I det följande avsnittet ska det beskrivas vilka egenskaper som några av de sorter som kvarnarna efterfrågar har, samt vad man bör tänka på vid odling av dem.

Kvarnarna efterfrågar dessa sorter därför att de har de egenskaper som bagerierna i sin tur efterfrågar för en bra bakningskvalitet. Samtidigt vill ju kvarnarna ha så högt mjölutbyte som möjligt så att kvantiteterna blir desto större.

Det gäller att hålla en jämn kvalitet på brödvete. En ojämn kvalitet ställer till problem för odlare, kvarnar och bageriindustri. Forskare har funnit att olika vetesorter har olika stabilitet. Detta gör det möjligt att kombinera stabila vetesorter med god och jämn kvalitet. (Stiftelsen lantbruksforskning, 2002).

4.1 VÅRVETESORTER

4.1.1 Vinjett

Vinjett är en sort som både Lilla Harrie Valskvarn och Nord Mills efterfrågar. Det är en sort som odlas i hela Götaland och södra Svealand.

Karakteristiskt för sorten är:

Mycket god kärnskörd
 Mycket god anpassningsförmåga
 Tidig mognad
 Mycket god bakningsförmåga
 God resistens mot mjöldagg och rost

Man bör så sorten så tidigt som möjligt när jorden går att bearbeta. 2-3 cm djup bör fröet ligga på, det ger en snabb uppkomst och mera tid och kraft för en god bestockning jämfört med djupare sådd. Man bör sträva efter att skapa ett bestånd runt 600 ax/m². Vid tidig sådd och gynnsamma odlingsförutsättningar byggs detta bestånd upp till stor del genom bestockning. Det gäller att få en god etablering av beståndet för att undvika kvalitetsfel senare, som t. ex. grönskott kan ge (Svalöf Weibull AB, 2004).

Minska utsädesmängden vid:

- mycket tidig sådd
- gynnsamma sydliga lägen på drivande jordar
- lägre tusenkornvikt

Öka utsädesmängden:

- vid mycket sen sådd
- i ogynnsamma lägen på mindre drivande jordar
- högre tusenkornvikt

(Svalöf Weibull AB, 2004).

Gödslingen bör anpassas så att man kommer upp i nivåerna runt 13 % i proteinhalt som kvarnarna i regel ställer som krav. Beroende på hur stor skörden förväntas bli så får man anpassa kvävegivan därefter samt efter hur stor markens kvävelevererande förmåga är.

Tabell utvisande riktvärden för kvävegödsling i Vinjett. Från gödslingsråd 1999-2000 Hydro Agri.

Proteinhalt, %	Skörd, ton / ha.			
	5	6	7	8
12,5-13,0 %	110	135	160	185
13,5-14,0 %	135	160	185	210
14,5-15,0 %	165	190	215	

Ovan upptagna värden är bara riktvärden och man bör därför beakta handelns och lokalrådgivningens rekommendationer för gödsling. Vårvetet Vinjett avkastar dessutom 5-10 % högre än Dragon, som är mätarsort för vårvetesorterna.

Övriga makro – och mikronäringsämnen är det naturligtvis också viktigt att beakta så att brist ej uppstår. Svavel är en viktig beståndsdel i proteinerna, så svavelbehovet är det viktigt att uppfylla.

Friskheten i beståndet är mycket viktig för att erhålla en god kvalitet på spannmålen i slutändan. Exempel på skadegörare är:

Fritfluga. Brukar inte vålla några större problem. Vid sen sådd nära skogsområden kan det dock vara risk för angrepp. Följ växtskyddsprognoser. Eventuell bekämpning kan ske i 1,5 bladstadiet.

Bladlöss och vetemygga är allvarliga parasiter som kan ställa till stora problem. Vetemyggan kan också vara ett allvarligt problem. Det finns dock en bra prognosverksamhet som är till stor användning för växtskyddet.

Septoria. Följ noga angreppsutvecklingen av speciellt septoriasvampar. Fuktig väderlek innebär en kraftigt ökad angreppsrisik av ax – och bladsvampar. Växtskyddet arbetar mycket med prognosverksamhet där angreppsgrad och vädersituation ligger till grund för bekämpningsbehovet.

Mjöldagg, brun –och gulrost. Vinjett har bra resistens mot eventuella angrepp av mjöldagg, men uppsikt måste ändå hållas vid eventuella angrepp. Följ utvecklingen och bekämpa efter behov. Vad gäller brun –och gulrost så har Vinjett god resistens mot dessa svampar.

4.1.2 Triso

Vårvetet Triso är en sort som utmärkt sig för sina goda odlingsegenskaper i kombination med hög avkastning. Triso har en hög kärn kvalitet samt goda bakningsegenskaper. Triso kan sammanfattas enligt följande:

- Högst avkastande vårvetesorten, särskilt bra i Mellansverige.
- Goda stråegenskaper
- Hög kärn kvalitet
- Något lägre proteinhalt vid samma kvävegiva jämfört med mätarsorten
- Angrips något mer av mjöldagg, men mindre av septoria/bladfläck

Kvalitetsegenskaper för några vanliga vårvetesorter 1997-2001.
(*Scandinavian Seed, 2004*).

	<u>Dragon</u>	<u>Vinjett</u>	<u>Triso</u>
Rymdvikt g./l.	785	-8	+9
Tusenkorvikt, g.	37,2	+2,7	+5,0
Stråstyrka, %	89	-1	-2
Strå längd, cm.	95	-5	-6
Mognad, dagar	124	-2	+1
Protein, % av ts.	13,7	-0,4	-0,4
Falltal, sek.	277	-27	-26
Mjöldagg, %	12	5	15
Bladfläck, %	23	28	17
Brunrost, %	7	3	10
Septoria, %	26	31	21

4.2 HÖSTVETESORTER

4.2.1 Kosack

Kosack är en mycket beprövad och odlingssäker sort. Stor tolerans för olika såtider och utomordentlig vinterhärdighet bidrar till den höga säkerheten. Kosack passar i alla höstveteadlande områden. (Svalöf Weibull AB, 2004).

4.2.2 Gnejs

Gnejs är ett brödvete av Kosackkvalitet som härstammar från korsningar mellan svenska vinterhärdiga och kontinentala mera kortstråiga högavkastande sorter. Vinterhärdigheten når inte riktigt upp till Kosacks och odling rekommenderas därför inte i Svealand. Följande parametrar gäller för sorten:

- Högt avkastande i södra Sverige
- Mognar 6 dagar tidigare än Kosack

- Vinterhärdigheten begränsar sortens odling till Götaland
- Ganska kort och stråstyv, 23 cm kortare än Kosack (Svalöf Weibull AB, 2004).

4.2.3 Kris

Kris är ett bröd – och fodervete som går att odla i hela Götaland. Det är en kort och stråstyv sort som har 3 dagar tidigare mognad än Kosack. Sorten har en stor kärna med god rymdvikt och proteinhalt och falltal är som Kosack.

4.2.4 Tarso

Sorten Tarso är en kort och mycket stråstyv sort. Den har visat hög avkastning i södra Götaland och den mognar tidigt. Tarso har en god vinterhärdighet så det gör den odlingsduglig ända upp i Mälarenregionen. Det är ett kvalitetsvete med god resistens mot bladsjukdomar och ett mycket stabilt falltal.

Enligt gjorda undersökningar är målsättningen att bygga upp ett slutligt bestånd på 550-600 ax/m². Eftersom Tarsos tusenkornvikt är relativt låg så gäller det att odla för att få en skörd med så hög tusenkornvikt som möjligt. För att lyckas med detta får man försöka få ett bestånd med ett begränsat antal ax/m² och med så många kärnor/ax som möjligt.

Sådden av Tarso rekommenderas till 15 september i S. Götaland och antal grobara kärnor/m² till 350. Motsvarande siffror för N. Götaland är 10 september och 375 grobara kärnor/m² (Svalöf Weibull AB, 2004).

För varje 5:e dag tidigare/senare sådd, minska/öka med 25 grobara kärnor/m². När det är grovkornig eller ojämn såbädd, öka utsädesmängden med 15-30 grobara kärnor/m². (Svalöf Weibull AB, 2004).

Gödslingen av Tarso inriktas på att proteinhalten inte understiger 11,5 % som nästan är ett krav för att vetet ska klassas som bra brödsäd. I nedanstående tabell tas riktgivor i kg N/ha upp. De är anpassade till beståndets utveckling och skattad skördenivå på jordar med normal mineralisering.

Tabell utvisande riktgivor i kg N/ha för Tarso (Svalöf Weibull AB, 2004).

<u>Spridningstillfällen</u>	<u>Skördenivå kg. / ha.</u>		
	<u>6000</u>	<u>8000</u>	<u>10 000</u>
1. Startgiva tillväxtens början	40	40	60
2. Stadium 30-31, gynnar axanlag	100	100	100
3. Stadium 37/49			
Gynnar proteininlagring		40	60

- Beakta dock årsmån

- Variera startgivan med hänsyn till beståndet.
- Bra bestånd, sänk, men behåll nivån på totalgivan.
- Svagt bestånd, höj, men behåll nivån på totalgivan.

När man ska utföra en gödsling bör man samtidigt beakta att Tarso innehåller en rågtranslokation. Detta innebär att en av kromosomerna i Tarsos kromosomuppsättning innehåller en arm från råg. Rågtranslokationer innebär normalt ett vekare gluten och Tarso har ett något vekt gluten. Gödsling medför ofta att glutenet blir lite vekare och därför bör ej Tarso gödslas upp för mycket, till för höga proteinhalter och därmed vekare gluten (Johansson, pers. medd, 2004).

Ogräs: Tarso är ett kortstråigt vete och med tanke på det bör man hålla stor kontroll på ogräsen eftersom den ogräskonkurrerande förmågan är något sämre än längre sorter. Gräsogräsen bör särskilt beaktas. Kartlägg ogräsfloran och bekämpa efter behov, använd dosnycklar.

Svampbehandling: Kärnkvaliteten kan äventyras vid svampangrepp och axbehandling bör sättas in främst mot septoria (brunfläcksjuka). Mjöldagg är Tarso något känsligare för än Kosack. Bladfläcksvampar kan också ställa till problem och bör behandlas då behov anses föreligga. Resistensen mot brun – och gulrost är god i Tarso.

Insektsbehandling: Var uppmärksam mot bladlöss och undervärdera inte vetemyggan. Trips är en insekt som det vissa år kan behövas behandling emot. Man bör följa utvecklingen av eventuella parasiter med hänsyn till väderlek, växtföljd och odlingsteknik. Användning av växtskyddsprognoser samt dosnycklar kan vara att rekommendera (Svalöf Weibull AB, 2004).

4.2.5 Olivin

Hög proteinkvalitet, högt mjölutbyte och hög brödvolum är några av de positiva faktorer som gäller för Olivin. Detta gör Olivin till ett intressant alternativ för kvarn – och bageriindustrin. Det är ett kvalitetsvete med hög avkastning och medeltidig mognad. Dessutom har det mycket god falltalsstabilitet och god vinterhärdighet (Scandinavian Seed, 2004).

Kvalitetssegenskaper för några vanliga H-vetesorter. Protein och falltal 1998-2002. (Svalöf Weibull AB, 2004).

Sort	Rymdvikt g / l.	Tkv g.	Protein % av ts.	Falltal sek.
Kosack	807	42,6	11,7	245
Kris	-35	+3,3	+(-)0	-0,1
Tarso	-11	-2,1	+0,7	+84
Gnejs	-44	+(-)0	-0,3	+15
Olivin	-6	-0,3	+0,4	-
Stava	-7	-1,6	-0,1	+22

5. PROTEINHALTENS BETYDELSE

Vete är en av de största grödorna i Sverige och i världen. Vi importerar vete till Sverige fast vi har en överproduktion av vete. Mycket av det vete vi exporterar är lågkvalitativt vete medan det vi importerar är dyrt kvalitetsvete. Detta vete används framförallt till brödbakning och pastatillverkning.

5.1 PROTEINERNAS SAMMANSÄTTNING OCH MÄNGD

Det är många faktorer hos vete som bestämmer produktkvaliteten. Den viktigaste av dessa anses proteinerna utgöra (Wall, 1979). Stärkelse, lipider med mera inverkar också. Protein-polymerernas (SMPP) storleks- och mängdfördelning är en av de viktigaste kvalitetsbestämmande proteinfaktorerna. Mängden av olika proteinkomponenter inverkar på vetets bakkingskvalitet (Field m.fl. 1983, Sutton 1991, Wieser m.fl. 1994, Gupta 1994). Dessutom så korrelerar olika proteiner och proteinsubenheter med bakkingskvaliteten (Payne m.fl. 1983, 1987, Sontag m.fl. 1986, Lawrence m.fl. 1987, Uhlen 1990, Johansson m.fl. 1993, 1994, Johansson och Svensson 1995, Johansson 1996). SMPP är i viss mån genetiskt bestämd och därmed sortspezifisk (Kuktaite m.fl. 2000, Johansson m.fl. 2001). Genom att de olika specifika proteinerna binder till varandra på olika sätt, ger det upphov till skillnader i SMPP (Johansson m.fl. 2003a).

5.1.1 Gödsling med en extra kvävegiva i axgång

Till skillnad mot foder och annan vete gödslas det ju ofta med en extra kvävegiva i brödvete vid axgång, detta för att höja proteinkoncentrationen i vetet. Det har gjorts studier som visar att proteinernas storleks- och mängdfördelning förändras med tidpunkt för kvävegödsling. Vid kvarnarnas inköp av kvarnvete i framtiden kan SMPP spela en avgörande roll och då är det viktigt att odlarna har möjlighet att producera ett vete med ”rätt” SMPP (Johansson et al, 2003).

Vid produktion av en billig och miljöriktig kvarnvete kan det vara möjligt att hitta vetesorter med bra SMPP trots lägre kvävegiva och utan extra kvävegiva vid axgång. Det har gjorts projekt som syftar till att undersöka hur kvävegödslingstidpunkt och mängd påverkar SMPP (Johansson et al, 2003).

5.1.2 Omgivningsfaktorer och bakkingskvalitet

Det är dock inte bara den genetiska påverkan på bakkingskvaliteten som spelar in, i undersökningar som gjorts har det visat sig att omgivningsfaktorer spelar en stor roll för bakkingskvaliteten (Peterson et al 1992, Johansson och Svensson 1998, 1999).

Olika odlingsår eller odlingsplatser leder till skillnader i SMPP (Johansson 2002, Johansson m.fl. 2002, 2003b).

5.2 BAKNINGSKVALITET OCH VÄDERLEK

5.2.1 Försök åren 1975-1996

Försök utfördes under åren 1975-1996 för att undersöka proteinerna. Variationen studerades både beträffande kvaliteten på proteinerna samt koncentrationen av dessa. Väderförhållandena studerades också för att kunna förklara skillnader i brödbakningskvalitet. (Johansson & Svensson, 1998).

Två vår –och två höstvetegrödor användes i detta försök. Vårvetesorterna var Dragon och Drabant och höstvetesorterna var Holme och Kosack. Dessa sorter var bland de vanligaste sorterna i Sverige under perioden 1975-1996. Försöken var förlagda till Weibullsholm i Landskrona och därifrån har man samlat in data om de olika veteförsöken. Drabant odlades från 1975-1990, Dragon 1984-1996, Holme 1975-1985 och Kosack 1980-1996. Proteinkoncentrationen i det skördade materialet undersöktes med hjälp av NIR (Near Infrared Reflectance Spectrometry) kalibrerad mot Kjeldahl – metoden under åren 1975-1982. Sätiden för vårveten var mellan 20 mars och 1 maj under perioden. Skörden av vårveten utfördes mellan 20 augusti och 5 september. För höstveten var sätiden mellan den 15 och den 25 september och skörden mellan den 10 och den 25 augusti (Johansson och Svensson, 1998).

Väderdata samlades in från väderstationen vid Svalöf Weibull AB i Svalöv som ligger 16 km. öster om försöksstationen. Parametrarna man använde till försöket var medeltemperatur per månad, nederbörd per månad samt antal soltimmar per månad.

5.2.2 Avkastningen

Avkastningen varierade med mellan 3 350 och 7 840 kg. per ha i vårveteförsöken, och mellan 3 870 och 8 740 kg. per ha i höstveten (Johansson och Svensson, 1998).

5.2.3 Proteinkoncentrationen

Proteinkoncentrationen varierade med mellan 11,1 och 14,9 i vårveten, och mellan 10,6 och 16,7 i höstveten (Johansson och Svensson, 1998).

5.2.4 Relation mellan avkastning och proteinhalt

I vårveten var det ett negativt, men inte signifikant samband mellan avkastning och proteinhalt. Högre skörd ledde till lägre proteinhalt även om inte resultaten visade någon tydlig skillnad. I höstvete däremot var sambandet desto tydligare. Man fann att

skillnaden i avkastning förklarades till 30 % av variationen i proteinkoncentration enligt en regressionsanalys av höstvetete.

5.2.5 Samband mellan avkastning och väderlek

I vårvete fann man endast ett signifikant samband mellan temperatur och avkastning och detta var i maj och juni månader. Man fann att temperaturen under växtsäsongen kunde förklara 36% av variationen i avkastning i vårvetet. Nederbörden fanns endast påverka avkastningen till 6,4%. Ingen signifikant korrelation mellan nederbörden en viss månad och avkastningen fanns heller.

I höstvetete fann man däremot att temperaturen i november och maj hade ett tydligt samband med avkastningen. Även nederbörden i augusti och soltimmarna i mars månad fanns ha stor betydelse för avkastningen. Signifikanta korrelationer mellan avkastning och temperatur fann man i oktober, november, december, januari, mars och april. Temperaturen under växtsäsongen fanns kunna förklara 60% av variationen i avkastning. Nederbörden uppskattades kunna förklara 48% av variationen i avkastning. Signifikanta samband fann man mellan avkastning och nederbörden i oktober, april och augusti (Johansson och Svensson, 1998).

5.3 GLUTEN

Gluten finns inte i mjölet utan uppstår vid vattentillsats och knådning. Gluten är det som återstår efter det att en vetedeg tvättats med vatten (Saarinen, 1985) och i och med knådningen av degen utvecklas en elastisk struktur, gluten (Fogelfors, 2001). På en del platser tillverkas gluten industriellt på ett mer sofistikerat sätt, men den gamla grundprincipen råder ändå. Industriellt tillverkat gluten kan innehålla protein 75%, aska 1%, lipider 8%, fibrer 1% och kolhydrat 15% (Saarinen, 1985). Proteinerna i kärnan består av glutenin, gliadin, albumin och globulin. Glutenproteinet består till 50-70% av gliadin, och resten utgörs sedan av glutenin. Det är glutenin och gliadin proteiner som är de viktiga för bakkingskvaliteten (Salomonsson, 1978). Övriga komponenter är mer eller mindre hårt bundna till proteinet.

Små stärkelsekorn (cirka 6 mikrometer i diameter) är byggstenarna till kolhydraterna. Dessa är förknippade till glutenproteinerna och de är mycket svåra att tvätta bort (Eliasson, 1983). Efter glutentvätt är ungefär hälften av lipiderna som återstår bundna till proteinerna. Dominansen av fleromättade fettsyror är stor, cirka 70% utgörs av linol – och linolensyra (Carlsson, 1981).

5.3.1 Glutenproteinerna

Glutenproteinerna är nödvändiga för vetets bakkingsegenskaper. De ger vetedegen dess formegenskaper, samt avgör hur lätt degen är att forma och om den behåller sin

form eller åter vill sjunka ihop efter formning. Glutenstrukturen består av långa proteinkedjor. Ett nätverk av proteiner bildas genom att dessa binds samman (Salomonsson, 1978).

Degens skelett kan man säga att glutenproteinerna utgör. Eftersom svavel ingår i glutenproteinerna och är ett makronäringsämne, är det viktigt att tillgodose svaveltillgången (Fogelfors, 2001). Det bildas ett nätverk av proteinerna när vetemjölet blandas med vatten, de andra komponenterna, såsom stärkelse och gasceller bäddas in i detta nätverk (Eliasson och Lundh, 1989, Amend och Belitz, 1990). En av förklaringarna till skillnader i bakningskvalitet anses bero på skillnader i elasticitet och i möjligheter att bilda proteinpolymerer (Eckert m.fl. 1994).

5.3.2 Gluten och bakning

Kvalitet är relaterat till vad man ska använda produkten till. För brödvete gäller att ett bra mjöl måste uppföra sig väl i bakningsprocessens alla steg. Bra bakningskvalitet är alltså ett vete som ger ett mjöl som lämpar sig väl för brödbakning och har den rätta sammansättningen av proteiner. Dessa håller också en god och jämn kvalitet. Kvaliteten på vetet ska också vara jämn och stabil mellan olika år och olika odlingsplatser. Vattenabsorption och degstabilitet är viktiga egenskaper. Jämnheten i mjölet är viktigt för bagerierna, liksom tålighet mot viss överbearbetning (Olered, 1982). Proteinhalten i kärnan måste vara cirka 11-12% för att man ska kunna få tillräckligt med gluten och ett bra vetebröd i ett bageri. Hög glutenhalt gör att degen tål behandlingen i bagerierna bättre. Degens elasticitet (motstånd vid tånjning) och formbarhet (viskositet) ökar, och man får en önskvärd deg som lämpar sig väl för brödbakning. Brödet blir ”fluffigt” och får en homogen och fin struktur. Kvaliteten på de ingående proteinerna är som tidigare nämnts viktig (Fogelfors, 2001). Gliadinerna och gluteninerna påverkar glutenets visko-elasticitet.

Målet är att få ett gluten där balans råder mellan tönjningsmotstånd och tönjbarhet, samtidigt som brödvolymer är viktig att uppfylla. Ju högre proteinhalt, desto större brödvolum krävs (Olered, 1982). Provbakning utgör den sammanfattande testen av bakningskvaliteten. Man mäter då degutbytet och en rad egenskaper hos brödet, till exempel form och porfördelning. Det mest använda måttet på bakningskvalitet är dock brödvolymer. Ett vete som i probbakning visar sig ge en bra brödvolum, har de egenskaper som krävs för att klara de tuffa kraven i framförallt storbagerier (Fogelfors, 2001).

För att gluten skall kunna fungera och ge ett fullgott bakningsresultat, måste samarbetet med andra degkomponenter fungera (Lindahl, 1985).

Man räknar med att glutenproteinerna utgör 85% av vetemjölets proteininnehåll (Pomeranz, 1983). De innehåller hög halt av aminosyrorna glutamin och prolin. Däremot är lysininnehållet lågt. Dessa är svårlösliga och kan frångöras från övriga veteproteiner. De är inte vattenlösliga (Salomonsson, 1978).

Hög glutenhalt i degen är alltså ett mått på en hög proteinhalt med protein som håller samman och har hög kvalitet. Det är lättformat med god visko-elasticitet samt har god vattenupptagningsförmåga vid bakningen.

5.4 VAD PÅVERKAR GLUTENHALT OCH KVALITET?

För att undersöka vilka effekter klimatet har på glutenhalt och kvalitet gjordes i början av 1900-talet i USA försök där klimateffekter studerades. Vete odlades i samma jord, som transporterades till olika platser i USA. Det var varierande proteinhalter mellan 11 och 18% beroende på odlingsplatsen. I försök har det visat sig att ljusmängden är viktig och i försök har det visat sig att blått ljus gynnar proteinhalt och glutenkvalitet (Fajersson, 1961)

5.4.1 Växtnäring

Kvävegödsling är som tidigare nämnts ett bra sätt när det gäller att öka mängden protein, även glutenprotein. Främst är det glutenproteinhalten som stiger när man ökar kvävetillförseln. På detta sätt ökar kvävemängden i hela växten. Den vanligaste aminosyran i glutenproteinerna, glutamin utgör en stor del av det kväveförrådet i växten. Mängden glutenin ökar vid ökad kvävegiva, men det gör även halten gliadin i glutenproteinet (Larsson-Raznikiewicz, 1984).

Vilka effekter får man då på brödvolymer av en ökning i proteinhalt? Genom undersökningar som gjorts har man funnit ett linjärt samband mellan proteinhalt och brödvolum. Ureatillförsel har gett samma resultat som annat kväve (Olered, 1982). Hur stort sambandet är beror på sorten (Pomeranz, 1983). Vid mycket höga proteinhalter gäller dock inte sambandet, då minskar brödvolymsökningen (Timms et al, 1981). Proteinhalten har också inverkan på andra kvalitetsmått som är viktiga för bageriindustrin.

5.4.2 Växtförädling

Genom forskning har man kunnat upptäcka ett klart samband mellan bakningskvalitet och högmolekylärt glutenin (Wall, 1979). Genom växtförädling har man i vissa fall lyckats lokalisera de kromosomer där dessa "kvalitetsproteiners" gener är belägna (Svensson, 1984). De överförs från sort till sort (Svensson, 1985). Man identifierar protein hos bra vetesorter, detta protein nedärves till huvuddelen av avkomman och på så vis så ärver avkomman även de bra bakningsegenskaperna (Payne et al, 1981). Undersökningar som gjorts visar också att ett högmolekylärt protein som förekommer hos brödvete, saknas hos durumvete (Salomonsson, 1978).

6. FALLTALET

Både miljön och arvet spelar som tidigare nämnt in i hur kvaliteten på vetet ser ut. Stärkelse är den huvudsakliga ingrediensen i vetekärnor (54-72 % av torrvikten), och den påverkar också strukturen på de bakade produkterna (Hoseney et al, 1978). Odlingsmiljön påverkar stärkelsekvaliteten och mest välkänt är korrelationen mellan regnigt väder innan skörden, hög amylasaktivitet och dålig brödbakningskvalitet (Bhatt mfl, 1981; Gordon mfl, 1977; McMaster, 1987; Henry & Brennan, 1988; DePauw mfl, 1989; Soper mfl, 1989; Derera mfl, 1997).

Amylasaktiviteten i mjöl mäts som falltal. Falltalet är den tid i sekunder det tar för en stav att falla genom en upphettad blandning av mjöl och vatten (LivsmedelsSverige, SLU, 2004).

Falltalet är ett mått på stärkelseaktiviteten som huvudsakligen beror på hur långt stärkelsen brutits ner genom enzymet amylas vid axgroning (Fogelfors, 2001). Amylasaktiviteten är hög då falltalet är lågt. Partiet med lågt falltal är då mältat. Vid mognaden sjunker amylasaktiviteten vanligtvis till ett mycket lågt värde för att åter stiga mycket snabbt när mältningsprocessen startar (Andersson, 1998). Proteinerna och stärkelsen lagras i kärnan som ett slags reservnäring för grodden och den unga växande veteplantan. För brödbakning är de stora protein –och stärkelsemolekylerna utmärkta, men de är inte lämpliga till att bli näring åt de nya veteplantorna, då måste de först brytas ner till enkla aminosyror och sockerarter. Det är här, vid groningen, som enzymer som proteaser och amylaser kommer in i sammanhanget (Fogelfors, 2001).

Väderleken påverkar falltalet i fält. Tiden efter blomning till dess kärnan är fullmatad vid ca 40 % vattenhalt är tiden för stärkelseinlagringen. Då påverkar knappast alls nederbörd falltalet, och inte heller vattenhalten. Temperaturen har däremot stor betydelse för vilket falltal som bildas. Kylig väderlek är negativt för falltalet och leder till ett lågt falltal, medan hög temperatur gynnar bildandet av ett högt falltal. När mognadsfasen sätter igång kan dock regn få enzymer att aktiveras i axen på fältet (Fogelfors, 2001).

6.1 HUR PÅVERKAR MAN SOM ODLARE FALLTALET?

För det första styr man ju mycket av falltalsegenskaperna genom att välja en sort som har bra falltalsstabilitet. Sedan är det viktigt att eftersträva ett jämnt utvecklat bestånd, grönskott kan dra ner falltalet. Vidare är det viktigt att undvika liggsäd. I liggsädesfläckar är axen fuktiga, de får då en hög enzymaktivitet. Lokala falltalsprognoser är också användbara och värdefulla i komplement till egna prover som analyseras. Ibland kan det också löna sig att tröska veten lite våt, och därmed acceptera en högre vattenhalt och torkningskostnad för att säkra falltalet. Detta gäller under våta förhållanden om falltalet gått upp till önskad nivå, har det inte gjort det är det bättre att vänta med skörden (Fogelfors, 2001).

7. RYMDVIKT – TUSENKORNSVIKT

Tusenkorndvikten är relativt oberoende av odlingsmiljön (Andersson, 1998). I huvudsak är det en sortfråga, alltså beroende på vilken sort man odlar.

Kärnan innehåller endosperm i vilket assimilerade produkter inlagras. Detta är ett slags förrådsvävnad och storleken på denna förrådsvävnad (eng. sink) påverkar kärnstorleken. Det är tre förlopp som bestämmer potentialen för inlagringen, sinkkapaciteten, (se nedan). Ju längre tid inlagringen pågår, desto större blir kärnorna. Det är alltså positivt om väderleken är sval under inlagringsperioden så att denna blir så lång som möjligt.

Tre förlopp som bestämmer potentialen för inlagringen (sinkkapaciteten):

- Celldifferentieringen av endospermet
- Cellernas storlekstillväxt
- Inlagring av stärkelse och protein

Även om tusenkorndvikten är relativt oberoende av miljön så kan man ändå sätta upp några punkter som utvisar hur man får hög kärndvikt, dessa är:

- Sortval
 - Lång inlagringstid
 - Glesa bestånd (mindre konkurrens om näringen till kärnorna)
 - Frihet från skadegörare
 - Ej liggsäd
 - Ej vattenbrist
- (Andersson, 1998).

Rymdvikten varierar från sort till sort och är mycket sortberoende, men även årsmånen spelar naturligtvis en stor roll för hur rymdvikten är. En lägre vattenhalt ger en högre rymdvikt. Sortvalet blir alltså mycket viktigt för att nå en hög rymdvikt (Andersson, 1998).

8. TUNGMETALLEN KADMIUM

Tungmetallen kadmium (Cd) är en giftig vit metall som kan producera ett starkt sken och lämnar ett brakande ljud när man böjer i den. Cd är ett grundämne som har atomnummer 48 i periodiska systemet (Webster, 1993). Det är en av de viktigaste och allvarligaste tungmetallerna som kommer till marken och grödan tar upp, och därför beskriver jag problemet med kadmium här.

Hur kommer då kadmium till marken? Naturligt förekommer hög Cd-halt i marken i vissa delar av Sverige. Här spelar förekomsten av alunskiffer en stor roll på grund av dess innehåll av sulfider vilka binder metaller effektivt under vissa förhållanden. Höga ler- och humushalter kan också vara bidragande till höga Cd-halter. I skogs- och mellanbygder i inlandet och längs Norrlandskusten är halterna ofta lägre än genomsnittet. I Sverige är områden i Skåne, Östergötland, Jämtland och Mälardalen särskilt drabbade av höga Cd-halter (Eriksson mfl, 1995; 1997).

Tillförsel av kadmium till marken kan ske i kombination med handelsgödsel, slam, stallgödsel eller via atmosfäriskt nedfall. Det Cd som tillförs animalieproduktionen återförs till åkern med gödseln som sprids ut (Eriksson mfl, 1995; 1997).

8.1 KADMIUM I VÄXT OCH KÄRNA

Växter har förmåga att själva reglera upptaget av metaller (Greger & Landberg, 1995). Genom att påverka frisättningen av metallen från koloiden (t. ex. genom att utsöndra vätejoner eller kelerande substanser) och påverka upptaget från porvattnet kan de reglera rotupptaget i jorden (Jackson mfl., 1990). Man vet dock ganska lite om hur Cd tas upp och transporteras i växter, och man vet ännu mindre varför det föreligger skillnader mellan olika genotyper inom samma art eller mellan arter (Greger & Landberg, 1995).

8.1.1 Rotupptag

Växten tar upp Cd i rotvävnaden och det mesta binds upp i cellväggen. En mindre del tas upp i cellen och transporteras in i vakuolen där det oskadliggörs. Det Cd som finns i cellväggen kommer att delas upp och en del av det kommer att transporteras vidare till xylemet. I detta transportkärl transporteras Cd via transpirationsströmmen till skottet. Cd transporteras som jon vilket innebär att den kommer att fastna i negativa laddningar. En viss avladdning sker ju högre upp mot toppen som kadmium når, detta innebär att ju högre upp i skottet desto lägre Cd-koncentration (Greger, 1999).

8.1.2 Yttre faktorer

Ljus, temperatur och andra yttre faktorer kan påverka Cd-upptag och transport till skottet eftersom de styr biomassaproduktionen (Ekvall & Greger opubl.). Vid ökad nederbörd kan Cd-upptaget öka eftersom biotillgängligheten av Cd i marken ökar. Biotillgängligheten påverkas även av olika jordfaktorer (Greger opubl.).

8.1.3 Kadmium i kärnan

Beroende på vilken vetesort det är så är kadmiumhalten i kärnan olika hög. Rent hypotetiskt kan en fysiologisk reglering av Cd-flödet till kärnan ske på tre sätt. Det skulle då kunna vara olika eller olika mycket i olika sorter. 1) Reglering genom rotupptagning av Cd. 2) Reglering genom transport av Cd från rot till skott. 3) Reglering via omlagring av Cd från blad till kärna. I början ackumuleras det upptagna kadmiumet i bladen, vid anläggning av axet omfördelas dock viss del av kadmiumet genom att transporteras via floemet från bladen in i axet och kärnan (Herren & Feller 1997, Hart mfl., 1998). Fotosyntesprodukterna som transporteras in i fröet, kommer från bladen, speciellt flaggbladet vilket bildar ett riktat flöde. Det antas att Cd följer med strömmen från samma blad (Marschner, 1995). Det är inte säkert att det handlar om någon specifik kadmiuminlagringsmekanism, utan beror av flödes hastigheten och koncentrationen i bladen. En hög Cd-halt i kärnan korrelerar till en hög proteinhalt i densamma.

8.1.4 Omgivningsfaktorer

Omgivningsfaktorer som mark, klimat och plantans egenskaper styr alla kadmiumhalten i kärnan. Samspelet mellan omgivning och plantans egenskaper har stor betydelse. Sortberoendet är dock stort, sorter med låg Cd-halt bibehåller fortfarande en låg Cd-halt även om omgivningsförhållandena varierar. Transporten av Cd från rötterna har stor betydelse för Cd-halten i kärnan. Mindre mängd Cd som transporteras till skottet ger lägre Cd-halt i kärnan (Herren & Feller, 1997, Hart mfl., 1998). Tungmetallspecifika transportörer har undersökts hos svampar och bakterier som en förberedelse för framtida arbeten med genetiska regleringar hos vete. Transporten av Cd genom rotsystemet har undersökts och även förutsättningarna för genetisk reglering av det samma.

8.1.5 Fytokelatiner

Kadmium sätter igång syntes av fytokelatiner, som är en grupp korta, svavelrika peptider (Grill mfl, 1985). Fytokelatiner finns i olika former och med varierad längd. Både växter, svampar och bakterier uttrycker fytokelatiner. I senare forskning presenteras att även djur kan ha fytokelatiner (Clemens mfl, 1999). Dessa fytokelatiner binder ihop Cd i komplex som samlas i vakuolen i växtcellen (Ortiz mfl, 1995). I vakuolen sker en förändring av utseendet på komplexet, och den förändrade formen gör att Cd inte kan transporteras tillbaka till cytoplasman. Det är inte känt huruvida fytokelatiner kan transporteras ut från vakuolen och åter binda Cd. Reglering och kontroll av fytokelatinsyntesen i växten kan ha stor betydelse för hur

mycket Cd som lagras i växten och kärnan. Studier som gjorts i vete visar att minst två olika former av fytokelatiner aktiveras av Cd, samt att det råder en genetisk variation vad gäller fytokelatiner som Cd-induceras. Halten av Cd är högre i roten än i skottet (Ivarsson, 2000).

8.1.6 Kärnfyllnaden

Transport av Cd till kärnan sker under kärnfyllnadsperioden. Transporten sker både direkt från rotsystemet och samtidigt genom omlagring från det vegetativa skottet (Herren & Feller, 1997). Hur viktig utvecklingen och morfologin hos vetesorten är för storleken på omlagringen är inte klarlagd, inte heller relevansen i praktisk odling under olika förhållanden, vilket är en förutsättning för att kunna sätta in växtförädlingsinsatser.

8.1.7 Inlagring

Inlagringen av Cd i kärnan antas ske via floemet (Herren & Feller, 1997; Hart, 1998) och därmed under genetisk kontroll. Cd-halten är också betydligt lägre i kärnan än i skottvävnaden intill (resultat från undersökningar vid SLU, stödda av stiftelsen Cerealia). Fältdata har visat en positiv korrelation mellan vetekärnans proteinhalt och Cd-halt (Svalöf Weibull AB, SLR). Denna korrelation är mycket intressant att försöka bryta. Mekanismerna bakom kväve-Cd-korrelationen är inte kända. De kan ha samband med marken, upptagningen och transporten, men kan även bero på kärninlagringsprocesser.

8.2 MÖJLIGHETER ATT MINSKA KADMIUMMÄNGDEN

Med dagens kunskap kan man uppnå en minskning av Cd-halten i vetekärnan med hjälp av växtförädling och växtbioteknik (genetisk reglering).

8.2.1 pH

I den praktiska odlingen har kalkning varit något man diskuterat mycket som motåtgärd för att minska växtens upptag av Cd. Lösligheten hos Cd i jorden påverkas mest av pH. Kalkningens effekt på Cd-koncentrationen i växter har varit varierande, med både positiva och negativa resultat. Detta bidrar naturligtvis då till diskussioner om huruvida kalkningen är bra eller inte (Andersson & Siman, 1991; Sparrow mfl., 1993; Oliver mfl., 1996; Maier mfl., 1997; Sparrow & Salardini, 1997; Tyler & Olsson, 2001; Jansson & Öborn, 2002). Flera möjliga förklaringar finns till dessa resultat. En förklaring skulle kunna vara att upptaget av Cd sker i alven där kalkningen inte haft någon effekt. Ytterligare en annan förklaring kan vara att mikronäringsämnen tar skada av kalkningen som leder till att mängden växtmassa minskar, detta ökar koncentrationen av Cd.

8.2.2 Gödsel utan kadmium

En viktig åtgärd för att förebygga att inte kadmiumtillförseln ökar till åkermarken är att använda gödselmedel som är fria från kadmium. Det gäller dels att ta prover på det eventuella slam eller organiskt gödsel man använder, samtidigt som man får tänka på att endast använda handelsgödselmedel som är fri från kadmium (Fogelfors, 2001).

8.3 KADMIUMPÅVERKAN PÅ MÄNNISKAN

Den största delen av Cd-intaget hos den svenska befolkningen kommer från födan, förutsatt att man är icke-rökare. Det kadmium som människan tar upp lagras i störst koncentrationer i lever och njure. Kadmium ger bland annat njurskador och personer som har låga järndepåer tar upp mer Cd än andra, vilket placerar dem i en riskgrupp (Ivarsson, 2000). Kadmiumexponering kan även leda till högt blodtryck (WHO, 1992).

DISKUSSION

Kvaliteten i brödvete är mycket viktig för vår hälsa. Eftersom vi människor blivit mer och mer medvetna om vad vi äter, aktualiserar detta kvalitetsfrågorna kanske i ännu högre grad än tidigare. Den nutritionella kvaliteten tycker konsumenterna är viktig, samtidigt som de vill veta vad de äter, och de vill gärna kunna spåra produkterna bakåt, varifrån de kommer. De vill också veta att de är fria från bekämpningsmedelsrester, livsmedlen skall vara säkra. För att spannmålen skall vara lätthanterliga ur bakningssynpunkt, krävs också att vetet har den rätta sammansättningen av framförallt proteiner. Alltså gäller det att satsa på att få en god kvalitet både ur nutritionell och sensorisk synpunkt, såväl som ur produktkvalitetssynpunkt. Det kräver gemensamma insatser från såväl växtförädlare som odlare.

Samspelet mellan arvet och miljön är ju det allting bygger på när man pratar kvalitet i spannmål, och frågan är hur odlingsförutsättningarna blir i framtiden med tanke på den eventuella växthuseffekten och det förändrade klimatet i kombination med växtförädlarnas framsteg i förädlingsarbetet.

Kvarnarna efterfrågar kvalitetsråvaror, och då gäller det kanske att flytta fokus ifrån kvantiteten, som man hela tiden pratar om i framförallt bondeled, och fokusera på *kvalitet*. En veteråvara av god kvalitet som är frisk och sund och som är odlad ur en hållbar miljösynpunkt, samtidigt som avkastningen rent kvantitetsmässigt är god, är ju önskemålet vi har.

Eftersom vi har problem med kväveläckage och övergödning, samt utsläpp av bekämpningsmedel i jordbruket, gäller det att jordbruket beaktar alla aspekter gällande detta och bedriver ett uthålligt jordbruk på sikt. Här kommer säkerligen växtförädlingen in i framtiden ännu mer, nya sorter som tar vara på näringsämnen bättre kommer, exempelvis behöver man inte gödsla vetet lika mycket för att erhålla samma skörd. Även sorter som är mer resistenta mot sjukdomar kommer.

Sambandet mellan högre avkastning rent kvantitetsmässigt och den lägre proteinhalten är viktig. Om skillnaden i betalning mellan kvalitetsvete till bröd med hög proteinhalt och vanlig vete blir tillräckligt stor, är det inte lika intressant för odlaren att satsa på så höga skördar som möjligt enbart, eftersom man då kanske inte klarar proteinkravet som kvarnarna ställer upp.

Eftersom en hög proteinhalt i kärnan korrelerar till en hög Cd-halt i kärnan, innebär det i sig ett problem för kvaliteten, och det kan i framtiden eventuellt inte gå att odla brödvete i vissa delar av Sverige.

Den fortsatta utvecklingen på området kvalitet i spannmål är mycket intressant, och betyder mycket, dels för livsmedelsindustrin, där kvaliteten i vete är mycket viktig för att kunna erhålla goda bakningsegenskaper. Även för konsumenternas förtroende för jordbruket är kvaliteten viktig, man vill veta vad man äter, och vad det innehåller.

10. SLUTSATS

Eftersom kvalitet har blivit allt viktigare och mer uppmärksammat i samhället de senaste åren, har det blivit allt viktigare att beakta dessa kvalitetsaspekter, både ur förädlingsynpunkt och ur odlarsynpunkt.

För att erhålla god kvalitet, såväl nutritionell, sensorisk och produktmässig i brödvete krävs insatser från alla led i kedjan, allt ifrån växtförädlare till lassen med vete som går till kvarnarna.

Kvarnarna ställer upp klara kvalitetskrav för vete som levereras dit. För att uppnå dessa krav krävs att man som odlare i första hand väljer en sort som har bra kvalitetsegenskaper ur olika synpunkter. Hög proteinhalt, bra falltalsstabilitet, resistens mot sjukdomar, bra rymdvikt etc. Det är också viktigt att råvaran som odlas innehåller så lite rests substanser av skadliga ämnen som möjligt. De odlingstekniska förutsättningarna är den andra viktiga delen. Som odlare påverkar man kvaliteten allt ifrån sortvalet man gör till torkning och lagring i slutet.

Proteinerna och deras funktion och sammansättning, är en av de viktigaste aspekterna på brödvets produktkvalitet. Forskningen på området är viktig för att kunna förädla fram sorter med önskvärda bakningsegenskaper. Med hjälp av att man kan se hur proteinerna ser ut och hur de fungerar vid olika betingelser, är det möjligt att få fram sorter med bättre proteinkvalitet och sammansättning, som samtidigt blir mer effektiva att utnyttja kvävet.

Man förädlar på samtliga kvalitetsegenskaper som kvarnarna ställer upp som krav, och detta gör att det i framtiden förmodligen blir lättare att uppnå dessa kvalitetskrav med mindre insatser. Samtidigt får man beakta att kvalitetskraven hos kvarnarna varierar med jämna mellanrum.

Sammanfattningsvis kan man säga att det gäller att förädla fram sorter som har så bra egenskaper för brödbakning som möjligt. De ska även vara så friska och sunda som möjligt. Samtidigt ska de nya sorterna ta vara på näringen effektivt och vara ekonomiska och hushålla med resurserna för att bidra till ett miljövänligt jordbruk. Helst ska ju också de skadliga ämnena tas upp i så liten mängd som möjligt, hur detta ska lösas är ett svårt problem.

Det är en konst att få fram bra kvalitetsegenskaper på råvaran vete. Ur odlarsynpunkt, med så lite insatser som möjligt i förhållande till utbytet av kvalitet och kvantitet (med tanke på miljön), samt ur växtförädlarnas synpunkt, med framtagandet av nya sorter som är bättre och mer effektiva.

11. REFERENSER

- Amend T & Belitz H-D. 1990 *Z Lebensm Unters Forsch* 190:401-409
- Andersson A. 1998. Kompendium i växtodling för Lantmästarprogrammet. Alnarp 1998
- Andersson A & Simán G. 1991. Levels of Cd and some other trace elements in soils and crops as influenced by lime and fertilizer level. *Acta Agric. Scand.* 41: 3-11
- Bhatt G M, Paulsen G M, Kulp K P & Heyne E G. 1981. Preharvest sprouting in hard winter wheats: assesment of methods to detect genotypic and nitrogen effects interaction. *Cereal Chem* 58: 300-302
- Carlsson T. L-G. 1981. Law and order in wheat flour dough. Lund 1981
- Clemens S; Kim E.J.; Neumann D et al. 1999. Tolerance to toxic metals by a gene family of phytochelatin synthases from plants and yeasts. *EMBO J.* 18: 3325-3333
- DePauw R M, McCaig T N, Mares D, Brennan P, Henry R J, King R, McEwan J M & Gordon I. 1989. Interrelationships among assays for germination of kernels from treshed spikes, untreshed spikes and alpha-amylase in wheat. In: K. Ringlund, E. Mosleth and D. Mares (Eds.), *Fifth Int Symp. Pre-Harvest Sprouting Cereals*, pp. Westview Press Inc, Boulder, Co
- Derera N F, Bhatt G M & McMaster G J. 1997. On the problem of pre-harvest sprouting in wheat. *Euphytica* 26: 299-308
- Eckert B, Amend T & Belitz H-D. 1994 In: *Gluten proteins 1993. Association of Cereal Research*, Detmold, Germany, pp 498-504.
- Eliasson A-C. 1983. Physical properties of starch in concentrated systems such as dough and bread. Lund 1983
- Eliasson A-C & Lundh G. 1989. Food and nutrition, *JTS* 20:431-441
- Eriksson J; Söderström M; Andersson A. 1995. Kadmiumhalter i matjorden i svensk åkermark. Naturvårdsverket rapport 4450
- Eriksson J; Andersson A; Andersson R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverket rapport 4778
- Fajersson F. 1961. Nitrogen fertilization and wheat quality. Doktorsavhandling, Kungliga Lantbrukshögskolan. Landskrona
- Field J M, Shewry P R, Mifflin B J. 1983. *J Sci Food Agric* 34:370-377
- Fogelfors H. 2001. Växtproduktion i jordbruket. LT:s förlag, Borås

- Gordon I L, Derera N F & Balaam L N. 1977. Selection against sprouting damage in wheat. I. Germination of untreshed grain with a standard wetting procedure. *Aust J Agric Res* 28: 583-596
- Greger M & Landberg T. 1995. Vattenfall utveckling AB, Rapport 1995/9
- Greger M. 1999. Metal availability and bioconcentration. In: *Heavy metal stress in plants—from molecules to ecosystems*. (eds: M N V. Prasad and Jürgen Hagemeyer), Springer Verlag
- Grill E; Winnacker E-L; Zenk M-H, et al. 1985. Phytochelatins: the principal heavy-metal complexing peptides of higher plants. *Science* 230: 674-676
- Gupta R B. 1994. In: *Proc.5 th Int Workshop Gluten Proteins, 7-9 June 1993, Detmold, Germany*. pp 151-160. Association of Cereal Research, Detmold, Germany
- Hart J J; Welch R M; Norvell W A; Sullivan L A; Kochian L V. 1998. Characterization of cadmium binding, uptake and translocation in intact seedlings of bread and durum wheat cultivars. *Plant physiologic*. 116: 1413-1420
- Henry R J & Brennan P S. 1988. Dormancy breaking procedures and the breeding of white –grained wheat with resistance to pre-harvest sprouting. *Euphytica* 39: 161-166
- Herren T & Feller U. 1997. Transport of cadmium via xylem and floem in maturing wheat shoots: Comparison with the translocation of zinc, strontium and rubidium. *Ann. Bot.* 80: 623-628
- Hoseney R C, Lineback D R & Seib P A. 1978. Role of starch in baked foods. *Bakers Dig* 52: 11-14, 16, 18, 40
- Ivarsson K. 2000. Kadmiumprogrammet Mat 21. Kjell.ivarsson@slr.se 2002-02-10
- Jackson P J; Unkefer P J; Delhaize E; Robinson N J. 1990. Mechanisms of trace metal tolerance in plants. In: *Environmental injury to plants*. Ed. F. Katterman. Academic press
- Jansson G & Öborn I. 2002. Effects of liming on cadmium concentrations of potato tubers, cereal grains and straw. *Journal of environmental quality*
- Johansson E. 1996. *Plant Breed* 115:57-62
- Johansson E. 2002. Effect of two wheat genotypes and Swedish environment on falling number, amylase activities, and protein concentration and composition. *Euphytica* 126: 143-149.
- Johansson E, Henriksson P, Svensson G, Heneen W K. 1993. *J Cereal Sci* 17:237-245
- Johansson E, Svensson G, Heneen W K. 1994. In: *Proc.5th Int Workshop Gluten Proteins, 7-9 June 1993, Detmold, Germany*. pp 568-575. Association of Cereal Research, Detmold, Germany

- Johansson E, Svensson G. 1995. *Cereal Chem* 72:287-290.
- Johansson E, Svensson G. 1998. *J Sci Food Agric* 78:109-118
- Johansson E, Svensson G. 1999. *J Agric Sci* 132:13-22
- Johansson E, Prieto-Linde M-L, Jönsson J. 2001. *Cereal Chem* 78:19-25
- Johansson E, Nilsson H, Mazhar H, Skerritt J, MacRitchie F, Svensson G. 2002. *J Sci Food Agric* 82:1305-1311
- Johansson E, Prieto-Linde M-L, Jönsson J Ö, Koppel R, Ruzgas V, Leistrumaite A, Strazdina V, Kuktaite R. 2003a (manuscript)
- Johansson E, Svensson G, Prieto-Linde M-L, Jönsson J Ö. 2003b. *J Agric Sci* 140:275-284
- Kuktaite R, Johansson E, Juodeikiene G. 2000. *Cereal Res Commun* 28:195-202
- Larsson-Raznikiewicz M. 1984. Diskussion. Kungl. Skogs- och lantbruksakademiens rapporter 11, 98. Stockholm
- Lawrence G J, Moss H J, Shepherd K W, Wrigley C W. 1987. *J Cereal Sci* 6:99-101
- Lilla Harrie Valskvarn AB, 2004 www.lhv.se
- Lindahl L. 1985. Glutens kemiska och fysikaliska egenskaper. *Livsmedelsteknik* 4, - 85, 144-146
- Maier N A; McLaughlin M J; Heap M; Butt M; Smart M K; Williams C M J. 1997. Effect of current-season application of calcitic lime on soil pH yield and cadmium concentration in potato tubers. *Nutrient cycling in agroecosystems* 47: 29-40
- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press
- McMaster G J. 1987. Pre-harvest sprouting in wheat – The Australian experience. In: D J Mares (Ed.), *Fourth Int. Symp. Pre-harvest Sprouting in Cereals*, pp. 3-14. Westview Press, Boulder
- Nord Mills AB, 2004. www.nordmills.com
- Olered R. 1982. Bakningskemi som urvalskriterium i veteförädlingen. *Sveriges Utsädesförenings Tidsskrift* 92, 171-201
- Oliver D P et al. 1996. Effectiveness of liming to minimise uptake of cadmium by wheat and barley grain grown in the field. *Australian J. of agricultural research* 47: 1181-1193

- Ortiz D F; Ruscitti T; McCue K F; Ow D W. 1995. Transport of metal-binding peptides by HMT1, a fission yeast ABC-type vacuolar membrane protein. *J. Biol. Chem.* 270: 4721-4728
- Payne P I, Corfield K G, Holt L M, Blackman J A. 1981. Correlation between the inheritance of certain high molecular weight subunits glutenin and breadmaking quality in progenies of six crosses of breadwheat. *J Sci Food Agric.* 32, 51-60
- Payne P I, Holt L M, Thompson R D, Bartels D, Harberd N P, Harris P A, Law C N. 1983. In: *Proc Sixth Int Wheat Genet Symp* (Sakamoto S ed) Plant Germ-plasm Institute, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, Japan, pp 827-834
- Payne P I, Seekings J A, Worland A J, Jarvis, M G, Holt L M. 1987. *J Sci Food Agric* 40:51-65
- Peterson C J, Graybosch R A, Baenziger P S, Grombacher A W. 1992. *Crop Sci* 32:98-103
- Pomeranz Y. 1983. Molecular approach to breadmaking: An update and new perspectives. *Bakers Digest* 57(4), 72-86
- Saarinen E-R. 1985. Gluten- framställning och användningsmöjligheter. *Livsmedelsteknik* 4, -85, 148-149
- Salomonsson L. 1978. Glutenproteiner i vete- en litteratursammanställning. SLU, inst. för kemi 1
- Sontag T, Salovaara H, Payne P I. 1986. *J Agric Sci Finland* 58:151-156
- Soper J F, Cantrell R G, Dick J W. 1989. Sprouting damage and kernel color relationships in durum wheat. *Crop Sci* 29: 895-898.
- Sparrow L A; Salardini A A; Bishop A C. 1993. Field studies of potatoes 1. Effects of lime and phosphorus on cv. Russet Burbank. *Australian journal of agricultural research* 44: 845-853
- Sparrow L A & Salardini A A. 1997. Effects of residues of lime and phosphorus fertilizer on cadmium uptake and yield of potatoes and carrots. *Journal of plant nutrition* 20: 1333-1349
- Sutton K H. 1991. *J Cereal Sci* 14:25-34
- Svensson G. 1984. Växtförädlarens möjligheter att påverka proteinets kvantitet och kvalitet. *Kungl. Skogs- och lantbruksakademiens rapporter* 11, 86-91
- Svensson G. 1985. Växtförädlingens möjligheter att påverka vetets kvalitet. *Livsmedelsteknik* 4, -85, 129-131

Timms M T, Bottomley R C, Ellis J R S, Schofield J D. 1981. The baking quality and protein characteristics of a winter-wheat grown at different levels of N-fertilization. *J Sci Food Agric* 32(7), 684-698

Tyler G & Olsson T. 2001. Plant uptake of major and minor mineral elements as influenced by soil acidity and liming. *Plant and soil* 230: 307-321

Uhlen A K. 1990. *Norwegian J Agric Sci* 4:1-17

Wall J S. 1979. In: *Recent advances in biochemistry of cereals* (Laidman D L and Wyn Jones R G eds) Academy, London, New York, pp 275-311

Webster, 1993. *Webster's Third new international dictionary*. Merram-Webster, Incorporated, Springfield, Mas., USA. ISBN 3-8290-5292-8

WHO. 1992. Publikationer om hälsofarliga ämnen. www.who.int

Wieser H, Seilmeier W, Kieffer R. 1994. In: *Proc. 5 th Int Workshop Gluten Proteins*, 7-9 June 1993, Detmold, Germany. pp 141-150. Association of Cereal Research, Detmold, Germany

Personliga meddelanden

Johansson, E. Forskare. Institutionen för växtvetenskap, Alnarp, maj 2004

Internetsidor

LivsmedelsSverige 2004. SLU. www.livsmedelssverige.org 2004-03-28

Scandinavian Seed AB. 2004. www.scandinavianseed.se 2004-04-02

Stiftelsen Lantbruksforskning. 2002. www.lantbruksforskning.se 2004-04-10

Svalöf Weibull AB. 2004. www.swseed.se 2004-04-02