

Bilag I til slutrapport for projektet Økologisk Fuldkorn

Indholdsfortegnelse

Dyrkningsforsøg.....	1
Havre.....	1
Eksotiske hvedearter.....	2
Vinterhvedesorter.....	3
Stinkbrandforsøg.....	3
Vårhvede.....	4
Vårrug.....	4
Byg.....	4
Kornsortering.....	8
NIT-sortering.....	8
Billedsortering.....	9
Kastesortering.....	9
Kaskaderensning	11
Konklusion på sortering.....	12
Forrensning af korn.....	12

Dyrkningsforsøg

Projektet har dyrket 305 sorter af korn, som er blevet kvalitetsvurderet ud fra forskellige kriterier. Herunder har projektet dyrket:

Havre

17 sorter af vinterhavre samt en multilinje krydsning mellem dem er dyrket med henblik på at udvælge eller udvikle en vinterhavre med god vinterfasthed i Danmark. Vinteren var dog meget mild, og alle sorter overvintrede fint. Derfor var det ikke muligt at selekttere i materialet i år. Der blev dog udvalgt 20 linjer i multilinjekrydsningen med tidlig blomstring, som er udsået i efteråret 2012 med henblik på videre forædling og opformering.

5 sorter af nøgen vårhavre og 5 sorter af sort vårhavre er dyrket med henblik på vurdering af dyrknings- og kerne-kvalitet. Sorten af nøgenhavre Gehl fra Kanada ser ud til at være interessant, da den er uden hår på kernen.

En population af havre fra USA er udsået aksvi, da det i 2011 viste sig at være stor diversitet i populationen. Der er i 2012 udvalgt linier, uden sygdomsangreb, som skal analyseres for olie-indhold, da denne population er anskaffet netop med henblik på at udvikle en havresort med højt olieindhold.

Eksotiske hvedearter

De fleste hvedesorter ligner efterhånden hinanden med henblik på at opnå et højt udbytte og tilfredsstillende industriens kvalitetskrav. For at variationen indenfor hvede er nogle eksotiske hvedearter dyrket med henblik på vurdering af dyrkningsegenskaber og kernekvalitet:

- 13 sorter af den georgiske hvedeart *Triticum macha* er dyrket med henblik på at vurdere stråstyrke og stinkbrandresistens. 4 sorter er udvalgt og er i efteråret 2012 sået til opformering. Resten er sået igen med

henblik på gentagelse.

- *Triticum petropalovskyi* er en kinesisk hvedeart med meget store nøgne kerner, men med meget dårlige dyrkningsegenskaber under danske forhold. Den er dyrket, og en krydsning mellem *petropalovskyi* og almindelig hvede fra 2010 er udsået med henblik på at udvikle en hvedesort med *petropalovskyi*'s kernekvalitet og hvedens dyrkningsegenskaber.
- *Triticum sphaerococcum* er en indisk hvedeart med små kuglerunde nøgne kerner, og med en høj forklistringstemperatur. Tre sorter er dyrket i projektet, men ingen af dem havde gode dyrkningsegenskaber.
- *Triticum timopheevii* (zanduri) har fra gammel tid har et særligt ry for god kvalitet, men med avnklædte kerner. Arten er resistent mod de fleste plantesygdomme. Kernerne er små, og høsten og afskalning vanskelig. Der er kun dyrket én sort af denne art.
- *Triticum militinae* er tæt beslægtet med *T. timopheevii*, men med nøgne kerner, hvilket gør høsten lettere og overflødigger afskalning.
- Georgisk hvede (*Triticum paleocolchicum*=*T.karamychevii*) har et kort kompakt aks. Arten er opstået i Kaukasus ved en krydsning mellem almindelig brødhvede (*T.aestivum*) og vild emmer. To sorter er dyrket i projektet. Dyrkningsegenskaberne af begge sorter var meget ringe.
- Durum hvede (*Triticum durum*) er tetraploid, d.v.s. har færre kromosomer end almindelig hvede. Dejen er uelastisk og egner sig derfor generelt bedre til pasta og pizza end til brød. De almindelige sorter er modtagelige for meldug, og er enten for korte i strået, eller er meget blødstråede. Endvidere er der problemer med et kernehårdheden er for ringe til pasta (simuljegryn).
- Persisk hvede (*Triticum carthlicum*) er den art af tetraploid hvede af durum-typen, som er tættest beslægtet med almindelig hvede. Dyrkningsegenskaberne er udmærkede, og kan derfor muligvis bruges i stedet for durum.
- Polsk hvede (*Triticum polonicum*) er også en hvede af durum-typen. Der blev ikke fundet sorter med gode dyrkningsegenskaber.
- Engelsk hvede (*Triticum turgidum*) er også en hvede af durum-typen. Dyrkningsegenskaberne er udmærkede, men kernerne er bløde, og egner sig derfor ikke til simuljegryn, og kan derfor ikke bruges som erstatning for durum.
- Emmer (*Triticum dicocum*) er også en hvede af durum-typen, men med avnklædte kerner. Dyrkningsegenskaberne og kernekvaliteten er udmærkede, men avnerne besværliggør behandlingen.
- Énkorn (*Triticum monococum*) er den eneste hvedeart med kun ét kromosomsæt (diploid). Arten er resistent mod de fleste plantesygdomme men har et lavt udbytte. Kernerne er dækkede, men der er fundet en enkelt type med nøgne kerner. Denne vil blive yderligere opformeret næste år.
- *Triticum zhukovskyi* er en hvedeart fra Georgien, som er en krydsning mellem zanduri og énkorn. Alle sorter var meget blødstråede, men uden sygdomsangreb. Afskalning er vanskelig.

I alt 104 sorter/linjer af de eksotiske hvedearter blev dyrket i 2012. Af disse er konklusionen, at der indenfor durum blev identificeret enkelte linjer, som som var modstandsdygtig mod bladsygdomme, og med hårde kerner. Disse vil blive dyrket igen i 2013 med henblik på gentagelse og opformering. Endvidere ser persisk hvede ud til at have gode dyrkningsegenskaber og kernekvalitet, således at denne art muligvis kunne erstatte durumhvede som art til pasta-produktion. *Triticum militinae* ser ud til at have rimelig dyrkningsegenskaber, men og kernekvaliteter, der minder om énkorn. Udbyttet vurderes at kunne være højere end énkorn samtidig med at arten har nøgne kerne, så afskalning overflødiggøres. Det vil være interessant at gå videre med denne art. De øvrige arter er primært interessante med henblik på udnytte deres egenskaber i kombination med gode egenskaber fra andre arter. Udover dyrkning og observation af egenskaber har projektet derfor lavet 36 krydsninger mellem udvalgte arter, som vil blive brugt i de kommende år til at udvikle nye sorter, der kombinerer gode egenskaber fra forskellige arter og sorter. Der er dog pt ingen finansiering til at videreføre dette arbejde.

Vinterhvedesorter

Projektet har gennemført et sortsforsøg med gamle og nyere vinterhvedesorter. Da der af de fleste sorter kun var meget begrænset adgang til udsæd, er forsøget gennemført uden gentagelser, og resultaterne skal derfor tages med forbehold. Udvalgte sorter er udsået igen med gentagelser eller i større parceller til høst i 2013. Som det ses af figuren ligger regressionslinierne for moderne og gamle sorter tæt på hinanden og der er både blandt de højest ydende og blandt de lavest ydende sorter både moderne og ældre sorter. Det er altså ikke muligt at konkludere, om en sort er god eller dårlig alene ud fra, om den er gammel eller ny.

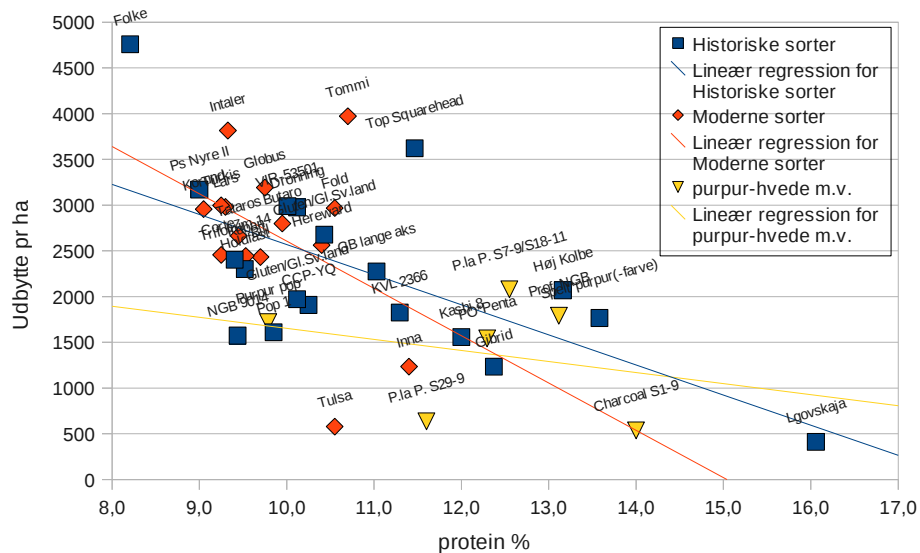


Illustration 1: Sammenhængen mellem udbytte og proteinindhold i sortsforsøg med vinterhvede. Der ses enkelte gamle sorter, f.eks. Folke (1980) Top Squarehead (1910), og Ps Nyre II (ukendt alder) som har et højt udbytte. Højt protein indhold findes derimod næsten udelukkende i gamle sorter og purpurhvede, i nogle tilfælde sandsynligvis opnået p.g.a. mangelfuld kernefyldning.

Stinkbrandforsøg

I tidligere projekter, bl.a. FØL-projektet "Stinkbrand i gamle hvedesorter" og i BIOBREED er der identificeret nogle hvedesorter, som har forskellig grad af resistens mod stinkbrand. 82 af disse er i projektet blevet inficeret med stinkbrandsporers fra henholdsvis sorten selv samt fra svampesporer fra andre sorter. Hvis en sort får et højere angreb af stinkbrand ved at blive inficeret med sporer fra sig selv end af sporer fra andre sorter er det et tegn på, at resistensen er ved at blive nedbrudt. Foreløbige resultater tyder på, at resistensgenerne Bt-4, 5, 6, 9, 11, 12 og 14 har god effekt i Danmark, mens resistensgenerne Bt-1, 2, 8, 10 og 13 der er ved at være nedbrudt. Dette arbejdet er et led i et flerårigt arbejde, der sigter mod at opbygge en samling af svampesporer med specifik virulens overfor specifikke resistensgener mod stinkbrand i hvede. Dette arbejder bliver fra 2013 videreført i projektet COBRA, som finansieres af Core Organic II (80%) og FØL (20%).

Vårhvede

Projektet har dyrket 9 sorter af vårhvede, og 16 forskellige krydsninger mellem dem. Målet var at finde metoder til at opnå en større stabilitet i bagekvalitet og udbytte ved at dyrke krydsningspopulationer frem for at dyrke sorterne hver for sig. Der viste sig store forskelle i angrebene af bladsygdomme i blandingerne, og sygdomsmodtagelige forældre slår markant ud i forhold til angrebsfrekvensen i afkommet. Nogle krydsninger, bl.a. Dacke*Casana ser sund ud, og kan anvendes direkte, mens andre, især de, der indeholder gamle sorter som Øland og Vår Perl var angrebet af bladsygdomme, især meldug. Disse bør derfor dyrkes i aksrækker med henblik på at fjerne de angrebne linjer, og kun arbejde videre med sunde linjer. Dette vil blive forsøgt i 2013.

Vårrug

Der findes meget få sorter af vårrug, og især gamle sorter er meget høje og blødstråede. Derfor dyrkede projektet 17 sorter af vinterrug, som blev sået i foråret 2012. Formålet var at udvælge de få planter, som på trods af forårssåningen gik i aks allerede i 2012. Rug er fremmedbestøvende, og det vil forhåbentlig på denne måde være muligt at udvikle en vårrug, som bevarer de moderne rugsorters pålitelige dyrkningsegenskaber, bl.a. med hensyn til stråstyrke. Aks, der kom frem i 2012 er høstet med hånd og oprenset, og vil blive sået ud i 2013 med henblik på yderligere selektion.

Byg

58 sorter af nøgenbyg og 24 sorter af avnklædt byg er dyrket med henblik på vurdering af stråstyrke, meldugresistens og kernekvalitet.

21 byg-krydsninger udført i 2011 er udsået med henblik på opformering og senere udvælgelse.

Projektet har analyseret 48 sorter af nøgenbyg, og analyseret dem for kerne hårdhed, og indhold af protein, stivelse og Ergosterol. Der viste sig markante forskelle med protein-indhold fra 9,8 til 17,2 procent. Der var en vis, men ikke fuldstændig sammenhæng mellem protein-indhold og kerne-hårdhed. Kerne-hårdheden forventes at have stor indflydelse på formalingsegenskaberne og på tygge-oplevelsen. Dette vil blive undersøgt i 2013. Ni sorter er dyrket i så store mængder, at der kan udføres bageforsøg på dem. Endvidere vil prøverne blive analyseret med elektroforese med henblik på at identificere sorter med gode bage-egenskaber.



Illustration 2: Nøgenbyg i forskellige farver. Øverst ses de gennemskårne kerner, hvor nogle, eksempelvis nr. 2 fra venstre, er bløde med tydelig hvid farve, mens andre, eksempelvis den første fra venstre er hårde med en mere krystalinsk frøhvide

Variety/selection line	Hkg/l	Protein	starch	Ergo sterol	colour	Seed size	leaf		row	plant	Straw strength
							disease	s			
Lawina,		11,1	67,3	5,7	light	big			2		
Hora		10,5	66,3	9,9	ght brow	big			2		
Canadian, unknown		10,3	Blød	67,8	light	big					
Violet de Geummalage, RIB-A032		13,5	halvhård	56,1	24,1	big	healthy				stiff straw
Tibetansk Nøgenbyg S1-12		14	mellemhård	56,2	27,0	big			6		tall
Tibetansk Nøgenbyg		14	Hård	paen	outlier	medium			6		tall lodging
Tibet Violet 3 6rd		15,7	mellemhård	paen	outlier	medium			6		tall lodging
Odens Åker S1-11		11,5		62,2	18,4	big			2		tall lodging
Odens Åker		11,4	Hård	paen	outlier	big			6		tall lodging 22/6-2012
Nøgen nr99 S1-08		11,4	mellemhård	paen	p	big			6		tall lodging 22/6-2012
Nøgen nr 18		10,7		63,8	8,9	medium, long			6		tall
Mørdrup S1-09 (Lyseblå) trynd		11,2		62,4	11,1	big			2		
Mørdrup S1-09 (Lyseblå) GRØNSKT		13,3	mellemhård	paen	60,3	big					
Blå Mørdrup S-09		13,6	Hård	paen	60,5	big			2		tall soft, but no lodging 2012
Black Hullless S2-09 blue		10,9	Blød	paen	outlier	big			6		tall no lodging
Black Hullless S1-9/S2-11		12,1	Blød		60,4	big			6		tall lodging
Black Hullless S1-09/s5-12		11,8	Blød		57,2	medium, long			6		tall soft, but no lodging 2012
Black Hullless S1-09/s4-12		11,8	e hårde og bl	paen	outlier	medium, long			6		tall soft, but no lodging 2012
Black Hullless S1-09/s3-12		11,6	halvhård	paen	outlier	medium, long			6		tall soft, but no lodging 2012
Black Hullless S1-09/s2-12		outlier		outlier	19,0	medium, long			6		tall soft, but no lodging 2012
Black Hullless S1-09/s1-12		11	e hårde og bl	paen	outlier	medium, long			6		tall soft, but no lodging 2012
Black Hullless RIB-350, Hou 2012		12,9	mellemhård	paen	outlier	big	healthy		6		tall lodging 22/6-2012
Nøgenbyg, nr. 61		14,2	halvhård	paen	58,1	big					tall divers
Nøgenbyg, nr. 33		15,2	Hård	paen	57,1	medium			6		short stiff straw
Nøgenbyg, nr. 19		outlier	halvhård	rumse	outlier	medium					soft, but no lodging 2012
Nøgenbyg, Neu Grosse		13,6	Hård	paen	58,5	big					tall
Nøgenbyg, KVL 184		12	mellemhård	rumse	60,5	medium					soft, but no lodging 2012
Nøgenbyg, Inka		13,5	Blød	paen	59	medium			6		soft, but no lodging 2012
Nøgenbyg 59 (101)		13,6	mellemhård	rumse	59	big					soft, but no lodging 2012

Variety/selection line	Hkg/l	Protein	starch	Ergo sterol	colour	Seed size	leaf disease		plant		Straw strength
							s	s	h	t	
Azhul		Blød	pæn								
Wenubet, Falslev	10,8	Blød	66,3	14,1	light	medium		mildew	6		Waxy starch
Shonkin, Falslev	11,4	Blød	67	12,2	light	medium	2				Waxy starch
Sec	10,3	Blød	67,6	10,4	light	small		ery health	2		short stiff straw
Nøgenbyg, nr 43, Falslev, Rep. 2	11,2		64,3	11,0							
Nøgenbyg, nr 43, Falslev Rep. 1	11,9		62,8	12,4	■■■■	medium	2				tall
nøgen nr 18, Falslev	11,5	Blød	63,1	11,9	ght brow	medium	6				tall
Lawina, Falslev	12,2	Blød	64,8	8,0	light	medium	2				
Hora, falslev	9,8	Blød	69,1	9,4	light	medium					
Black Hullless RIB-350, Falslev 2012	12,2		57	22,1	dark	medium	6				
babuskha, Falslev rep. 2	78,8	15	55,1	22,5	black	big	2				tall
Babuskhna, Falslev rep. 1	14,9	halvhård	55,9	22,3	black	big	2				tall
Upper Italy (18423)	14	mellemhård	58,3	9,9	ght brow	medium, long	6	healthy	6		tall soft, but no lodging 2012
Tuxennus Rinn (18630)	12,9	Blød	pæn outlier	5,9	ght brow	medium	6	healthy	6		tall soft, but no lodging 2012
Shebu UK(140) Ethiopia	16,2	Hård	54,1	20,2	ght brow	medium, long	6	little milde	6		stiff straw
SG-SmZ (2) Obersaxen	11,9	mellemhård	62,1	11,8	ght brow	medium, long	6	healthy	6		tall soft, but no lodging 2012
SG-S4Z (4) Val d'Annvier	12,3		61,5	11,6		hulled	6	healthy	6		tall soft, but no lodging 2012
SG-S2Z (5) Binn	12,3		61,5	6,0		hulled	2	ery health	2		tall soft, but no lodging 2012
SG-NmZ (1) Valsei	11,1	Blød	63,3	7,9	ght brow	big	6	healthy	6		tall soft, but no lodging 2012
SG-NG-mz-6 Zweiggerste	14,8	Hård	59,5	12,0	■■■■	short, thick	6	healthy	6		short no lodging
SG-N4Z (7) Himalaya Gerste	17,4	halvhård	54,6	8,6	ght brow	small	6	healthy	6		tall soft, but no lodging 2012
SG-N4Z (3) Kapuzengerste	14,7	Hård	57,3	16,3	ght brow	medium	6	healthy	6		tall lodging
Orzo Mundo	14	Hård	60,1	8,8	ght brow	medium	6				short Stiff straw
Nudo Bianco or Bianco(140)	14,6	Hård	56,8	18,3	ght brow	medium	6	little milde	6		soft, but no lodging 2012
Nepal Purple, rep. 3	outlier		52,3	25,3	dark brow	small	6	healthy	6		short
Nepal Purple, rep. 2	outlier		54,4	9,1							
Nepal Purple, rep. 1	outlier	Hård	51,4	25,8							
Kloiser Disentis (1748)	12,7	Blød	60,1	12,4	ght brow	medium, long	6	healthy	6		tall soft, but no lodging 2012
Italian Naked (18429)	15,9	Hård	56,7	16,9	ght brow	medium	6				soft, but no lodging 2012
Italian Naked (18059)	14	Hård	58,6	14,2	ght brow	big	2				lodging 22/6-2012
Italian Naked (14293)	15,4	mellemhård	57,2	12,7	ght brow	medium, long	6	healthy	6		soft, but no lodging 2012
Himmelgerste fra Perugia (18449)	12,9	Blød	60,3	14,3	ght brow	medium, long	6	healthy	6		soft, but no lodging 2012
Heider Sany (18420)	14,3	mellemhård	58	11,7	■■■■	medium	6	healthy	6		soft, but no lodging 2012
Chinese Black Hullless	outlier	Hård	pæn outlier	31,2	black		6				soft, but no lodging 2012
Celeste (18679)	13,9	Hård	pæn	58,9	ght brow	medium, long	6	healthy	6		tall soft, but no lodging 2012

Kornsortering

Projektet har oprenset 44 kornprøver af vinterhvede, og sorteret kernerne i store og små kerner. I 30 af prøverne har proteinindholdet størst i de store kerner, mens det kun i 6 prøver var højest i de små kerner. I gennemsnit var proteinindholdet 0,2 procentpoint højere i de store kerner end i de små kerner.

Stivelses-indholdet var derimod gennemsnitligt det samme i store og små prøver. Dette er umiddelbart et overraskende resultat, da små kerner er små, fordi de ikke har så stor kernefyldning, og dermed et forventet lavere stivelses-indhold, og højere proteinindhold. Vi kan ikke forklare dette overraskende resultat, som også strider imod den generelle erfaring, men vi kan dog konkludere, at forskellene var ret små sammenlignet med sortering efter de andre sorterings-kriterier vi har afprøvet.

Projektet har gennemført nogle rensninger af tørt korn, og efterfølgende vurderet proteinindholdet. Idéen med dette arbejder var at vurdere, om man på denne måde kunne separere et kornparti i fraktioner med henholdsvis højt og lavt proteinindhold.

Højt protein-indhold er ofte korreleret med kernens hårdhed og vægtfylde, og også kernens hårdhed i sig selv er en vigtig kvalitetsparameter for møllerierne. Der for er sortering af kernehårdhed også interessant uafhængig af proteinindholdet.



Tegning 1: Kornpopulationen sorteret på BoMill Q-1000. Fraktionen til højre repræsenterer de 10% af kornet med det højeste proteinindhold, mens kornet til venstre repræsenterer de 10% med lavest proteinindhold. Det ses tydeligt, at de overskårne kerner til højre har en hård nærmest glasagtig kernestruktur, mens kernerne til venstre har en grynnet frøhvide.



Tegning 2: BoMill Q-1000 på BoMill fabrikken 2012. En model mageren til er leveret til Landbohøjskolen i 2012 og brugt i projektet

NIT-sortering

Der findes udstyr, som kan måle kornets proteinindhold uden at beskadige kornet. Disse målinger er baseret på at lyse på kornet med NærInfrarødt lys, og se på lysets brydning gennem i kornet. Udstyret anvendes som standart hos kornhandlere til afregning af proteinindhold, men er findes også udstyr, der kan måle proteinindholdet i en enkelt kerne. På baggrund af dette resultatet kan kornet sorteres i forskellige fraktioner afhængigt af den enkelte kernes proteinindhold. I projektet BIOBREED på Københavns Universitet indkøbt sådant automatiseret udstyr fra BoMill, som kan sortere nogle kilogram korn i timen. Der findes også udstyr, der kan sortere op til 2 tons i timen. I projektet har vi fået lov at anvende forsøgsmaskinen på Københavns Universitet for at vurdere, om dette udstyr kan være relevant for økologiske møllerier.

Korn sorteret på BoMill maskinen har kunnet sortere kornet i tydeligt adskilte fraktioner (se billede). Forskellen på de to fraktioner kan ses med det blotte øje, og idéen opstod derfor, om man med mindre sofistikeret udstyr kunne fraktionere kornet ud fra deres udseende. Med støtte fra Landbrugets Kornforædlingsfond, Landdistriktsordningen for Erhvervsudvikling og GUDP har Agrológica indkøbt automatiseret

udstyr, der kan sortere korn ud fra deres udseende. Udstyret har en kapacitet på i samme størrelsesorden som BoMill, men til en sjettedel af prisen. Forsøgene viser, at dette kan lade sig gøre. Resultater af sorteringer fremgår af Tabel 1

Billedsortering

Da en kernes hårdhed i en vis udstrækning kan ses med det blotte øje på samme måde som der tydeligt kan ses forskel på fraktioner sorteret på proteinindhold, opstod idéen om at sortere kerner direkte ud fra deres udseende. I stedet for at gøre det manuelt, har projektet indkøbt automatiseret udstyr, der med et kamera tager et billede af hver enkelt kerne, og sammenligner dette med referencebilleder af kerner, som sorteret efter de valgte kriterier. På denne måde har det været muligt at sortere kernerne. Resultater af sorteringer fremgår af Tabel 1



Tegning 3: Udstyr til billedsortering brugt i projektet

Kastesortering

Kerner med højt proteinindhold har en højere hektolitervægt end mere stivelsesrige kerner. Derfor vil det også være muligt at sortere kerner efter deres massefylde. Der findes forskellige udstyr til dette, eksempelvis kastesortere, sortere-bord og kaskaderensere.



Tegning 4: Lille model af kastesorterer

I projektet har vi gennemført et enkelt forsøg med kastesortere, Kastesortere findes i mange forskellige størrelser, men har sammenlignet med de elektroniske sorteringstyper en langt højere kapacitet i forhold til investeringens størrelse, og det vil ofte være muligt at anskaffe brugt udstyr. Resultater af sorteringer fremgår af Tabel 1. Selvom resultaterne viser, at effekten på protein-indholdet er lavere end de elektroniske sorteringsmetoder, så er effekten dog markant, og ofte vil en kastesortering være nødvendig af andre årsager, f.eks. for at sikre en vare ren for ukrudt o.lign..

Tabel 1: Analyser af korn, som er blevet sorteret med forskelligt udstyr.

Kornprøve	sorteringsmetode		Protein	kg/hl	vand	Zeleny	stivelse	gluten	Ergosterol
Pop-All	Billedsortering	mellemstore bløde	9,7	76,8	17,5	22,1	72	16	11,51
Pop-All	Billedsortering	mellemstore Hårde(1)	11,5		16,8	31,1	69,6	22,2	10,64
Pop-All	Billedsortering	mellemstore Hårde(2)	11,6		16,8	31,6	69,9	23,6	11,44
Pop-All	Billedsortering	Små bløde <3,75	9		17,3	19,1	71,7	15	11,37
Pop-All	Billedsortering	Små hårde <4,25	12		17,1	34,2	68,9	25,5	10,44
Pop-All	Billedsortering	Små hårde <4,25	12,3		outlier	outlier	outlier	24,9	10,34
Pop-All	Billedsortering	skrumpne kerner	11		17,5	21,9	68	20,7	16,96
Pop-All	Tri-Q	NIT-1 (10% af prøven)	8,4	76,1	17,1	13,7	72,1	13,9	9,98
Pop-All	Tri-Q	NIT-2 (10% af prøven)	9	76,7	17,2	18	71,9	14,2	11,32
Pop-All	Tri-Q	NIT-5 (10% af prøven)	11,1	78,6	17,4	outlier	69,8	19,6	10,54
Pop-All	Tri-Q	NIT-6 (10% af prøven)	11,6	80,5	16,4	40,5	70,1	20,3	9,74
Pop 1	Sold	Små kerner	9,7		15,3	21	69,2	19	
Pop 1	Sold	store kerner	10		15,2	22,5	68,9	21,4	
Pop All	Sold	renset for skrumpne kerner	9,7		16,3	23,7	70,3	19,5	
Pop All	Sold	små kerner råvare	9,9		16,3	24,2	69,5	19,7	
Pop All	Sold	store kerner	10,2		16,2	26,2	69,4	21,8	
Pop All	Sold	skrumpne kerner	11,2		16,1	31,8	65,5	22,7	
Pop-All	Kastesorterer	Kørsel 1-let	9,7		16,7	16,5	69,2	17,3	16,64
Pop-All	Kastesorterer	Kørsel 1-tung	10,3		17	24,2	71,5	19,1	10,28
Pop-All	Kastesorterer	Kørsel 2-tung-tung	10,7		16,6	27,4	71,5	20,9	9,16
Pop-All	Kastesorterer	Kørsel 2-tung-let	10,1		16,9	22,7	71,4	19	10,32
Pop-SelHead	Tri-Q	NIT-1 (10% af prøven)	9,5		10,9	25,2	outlier	18,1	5,41
Pop-SelHead	Tri-Q	NIT-2 (10% af prøven)	10,1		11,3	24,5	70,4	17,6	6,11
Pop-SelHead	Tri-Q	NIT-3 (30% af prøven)	10,3		11,4	23,6	70,1	18,2	6,22
Pop-SelHead	Tri-Q	NIT-4 (30% af prøven)	10,6		11,4	25	70	19,4	7,05
Pop-SelHead	Tri-Q	NIT-5 (10% af prøven)	11		11,3	26,4	69,7	21,4	7,4
Pop-SelHead	Tri-Q	NIT-6 (10% af prøven)	11,4		10,6	33,5	67,6	23	6,38
Pop-SelHead		usorteret	11,2		11	30,6	69	22,2	5,5
Pop-SelHead	Billedsortering	Store hårde >3,75	10,8		17,2	26,2	69,8	22,4	11,5
Holdfast	Billedsortering	Hård-hvid	14,2		16,9	53,7	68,7	31,9	7,56
Holdfast	Billedsortering	Blød-hvid	12,4		16,8	39,4	71,2	26,6	7,46
CCP-YQ	Billedsortering	hårde	11,4		16,4	27,8	68,2	22,4	13,96
CCP-YQ	Billedsortering	bløde	9,5		16,6	18,6	70,8	16,9	12,2

Kaskaderensning

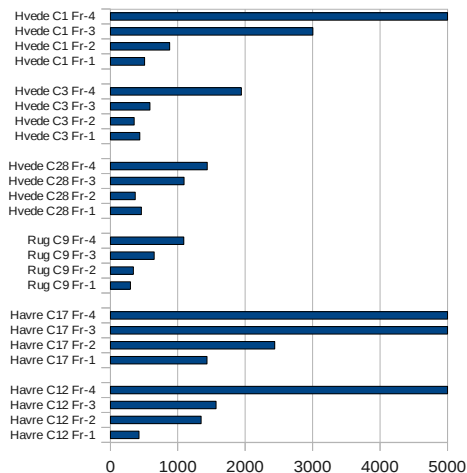
Kaskaderensning af korn. udført af Dag Sæther. Forsøgene viser en klar kvalitetsforbedring i de oprensede fraktioner, omend forskellene i protein-indhold var forholdsvis små på omkring 0,5 procentpoint. De to bedste fraktioner udgjorde i gennemsnit 66,4% af prøverne før oprensning.



Illustration 3: Kaskade renser fra Ukraine Aeromex CAD-4

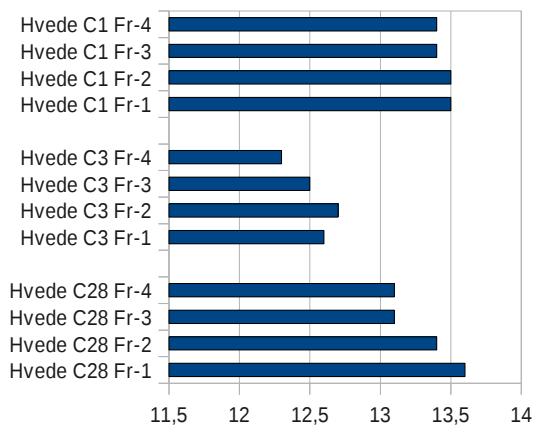
Kaskaderensning af korn

Fusarium-toxin DON i oprensede prøver



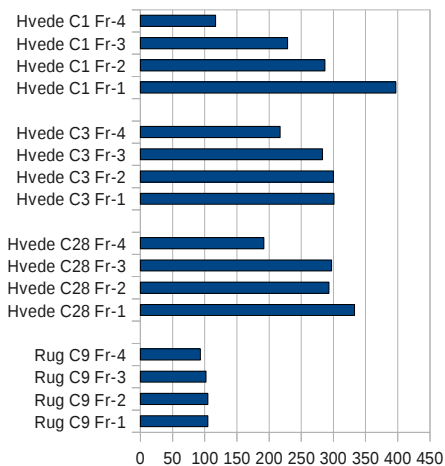
Kaskaderensning af korn

protein-indhold i oprensede prøver



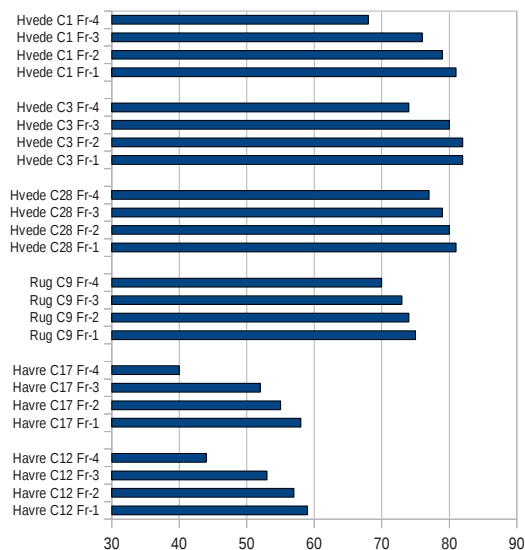
Kaskaderensning af korn

Faldtald i oprensede prøver



Kaskaderensning af korn

Hektolitervægt i sorterede prøver



Konklusion på sortering

Resultaterne af de forskellige metoder til sortering af korn viser, at sortering på Tri-Q sortereren, som sorterer efter den enkelte kernes protein-indhold giver en god sortering på op til 3 procent-point. Dette er mere end billedsortering som kun adskiller med omkring 2 procent-point, og kastesortering som kun adskiller med et enkelt procentpoint.

Skal sorteringsmetoderne bruges i praktisk produktion af mel skal investeringen i anlæg dog også tages i betragtning, hvor en kastesorterer må betragtes som et standardudstyr, som man alligevel skal have til rensning for ukrudt og andre urenheder, og som også er langt den billigste maskine i forhold til kapaciteten. Billedsorteringen er billigere end Tri-Q-sortereren, men billedsortering kun findes som småskala udstyr, og ofte kræver at behandle kornet flere gange for at opnå et tilfredsstillende resultat, hvorfor den ikke aktuelt er relevant for stor-skala sortering af korn.

Forrensning af korn

Projektet har set på, hvilket udstyr der er til rådighed til forrensning af korn med henblik på rensning før tørring. Ideen er, man ved at fjerne de ofte meget våde ukrudtsrester i der nyhøstede korn kan opnå en hurtigere nedtørring og mindre risiko for kvalitetsforringelse. Samtidigt kan der spares energi, da rensning normalt er betydelig mindre energikrævende end tørring.

Arbejdet om forrensning af korn er baseret på konsulentbistand fra bl.a.:

- Lektor Erik Fløjgård Kristensen, Århus Universitet.
- Forskningsleder Thomas Döring, Organic Research Center, UK
- Konsulent Grete Lene Serikstad, Tingvol, Norge
- Landmand Anders Lunneryd, Sverige
- Økologikonsulent Steinar Lier, Hedmark Landbruksrådgiving, Norge
- Maskinkonsulent Gunnar Schmidt, Hedmark Landbruksrådgiving, Norge
- Konsulent Leif Goldbæk, Westrup
- Økologikonsulent Werner Vogt-Kaute, Naturland, Tyskland
- Prof. Maria Finckh, Kassel Universitet, Tyskland
- Konsulent Matthew Williams, Auroramills, USA
- Lektor Ellen Mallory, University of Maine, USA
- Konsulent John Bradwell, Organic Seed Producers Co Ltd, UK

De fleste almindelige rensesystemer er baseret på aspiratør, vandret stillede sold og stigluft, og disse renses ikke godt, hvis kornets vandprocent er højere end 20-22%. Rensning alene baseret på dette udstyr må altså gøres med at rense efter tørring, eller eventuelt ved en for tørring af kornet ned til 20% vand, hvorefter det kan renses inden det nedtørres videre til lagerfasthed.

Cylindersolde vurderes at være overlegen til vådt korn i forhold til vandret stillede flade sold, og bl.a. det danske firma Kongskilde har en tromlerenser til overkommelig i pris.

En dyrere, men også bedre løsning til vådt korn er den type rensesmaskiner, som anvendes til separering af halm

og korn. Af disse kan nævnes HG-precleaner fra Westrup, Roto-cleaner fra Quimbria og Halmu fra Damas. Projektet har ikke udført sammenlignende forsøg, men HG-precleaner har det bedste ry i branchen til anvendelse af vådt korn. Japan er det største marked for denne renser, og der findes ikke mange af dem herhjemme.

Der vurderes også at være muligheder i sneglerensning, hvor de skråt- eller vandplacerede snegle, som transporter korn under indlægning, udstyres med perforeret bund, hvor noget snavs kan renses fra for en meget begrænset omkostning.

Under mejetærskningen foregår den mængdemæssigt mest omfattende rensning, og i de fleste maskiner efterlades ukrudtsfrøene ude på marken. Ofte har kapaciteten den højeste prioritet i design af mejetærskere, men måske man i økologisk landbrug burde give højere prioritet til både rensningseffektivitet og til opsamling af ukrudtsfrø, så kan føres bort fra marken, og på den måde forebygge efterfølgende års ukrudtstryk. Også i eksisterende mejetærskere er der muligheder for gør-det-selv løsninger med perforerede snegle og lignende.

Vi har i projektet forsøgt at få adgang til kaskade-rensning, som er baseret på at rense kornet ved at lade det falde ned i en vandret luftstrøm, og sortere efter fald-længden. Det vurderes, at kaskade-princippet er mindre følsomt overfor kornets og ukrudtets vandindhold, men vi har ikke kunnet finde nogen kaskade-rensere i Danmark, og har derfor endnu ikke udført forsøg med kaskaderensning af korn. Imidlertid har vi fundet en maskine i Norge, og vi har aftalt med ejeren, at vi kan få lov at prøve-rensning noget korn på den, men vi har ikke nået det i projektåret 2012.

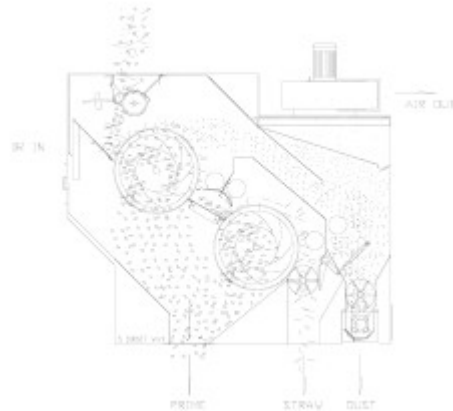


Illustration 4: Princip skitse for Westrup HG-1000 precleaner



Illustration 5: Amerikansk tromlerenser, der eksempelvis kan rense kornet mens kornvognen venter på næste tømning af mejetærskeren.