

Kornproduksjon i eit endra klima

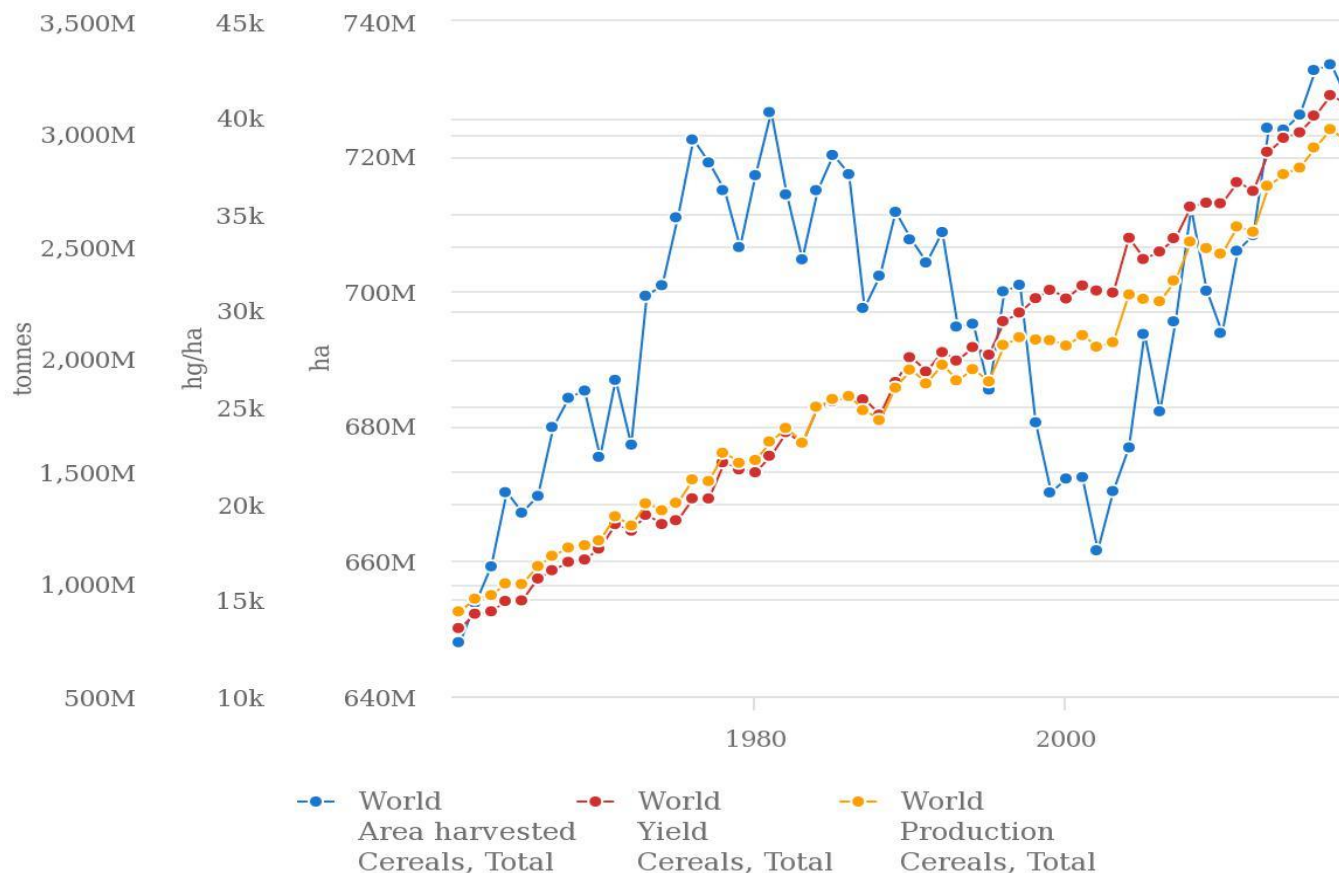
Åsmund Bjørnstad

19.2. 2020

Det eg vil snakke om

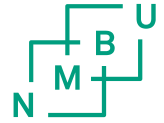
- Det store bildet, ikkje norsk kornproduksjon.
- Kornproduksjonen sidan 1900-talet, trendar - stagnasjon?
- Klimaendringar: kort om kva dei er og kva dei gjer.
- Gradvise endringar i temperatur kan bli fanga opp av ei effektiv foredling
- Førebyggjande tilpassing til ekstrem heite, kulde, flaum er mogleg, men krev målretta innsats
- Tilpassing føreset tilgang på genetisk variasjon på alle nivå.

Verdas kornproduksjon 1961-2018: avflating i 1990-åra pga mindre areal



Source: FAOSTAT (Feb 14, 2020)

Dei to grønne revolusjonane i mellom- og etterkrigstida

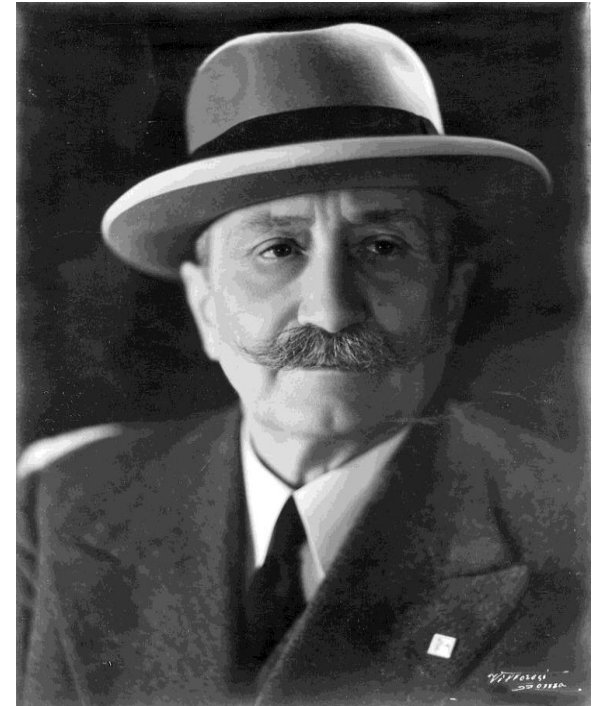


Norman Ernest Borlaug (1914-2009)



- Resistens mot rust
- Kortstråa sortar med vatning og gjødsel
- Vid tilpassing (dagnøytralitet)
- Fleire avlingar i året
- **Fri flyt av frø og genmaterial**

Nazareno Strampelli (1866-1943)

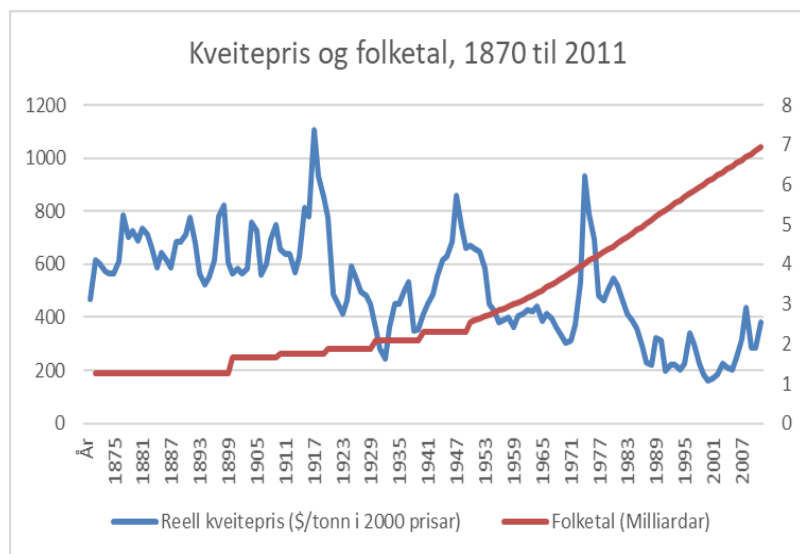




To «historier» om Borlaugs grønne revolusjon

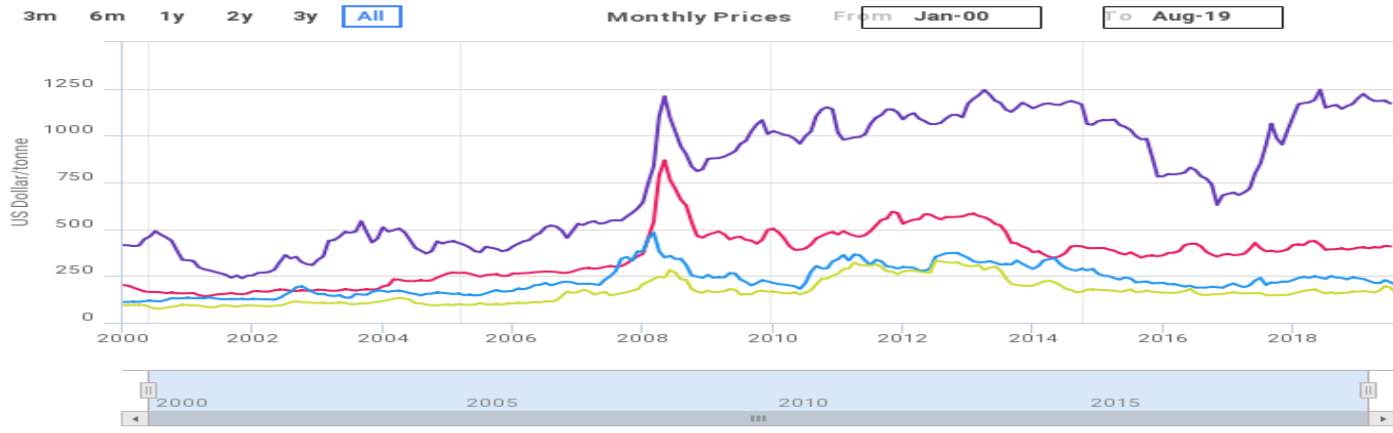
- Eit banebrytande historisk framsteg, som la grunnen for utviklinga, særleg i Asia, sidan 1970
- Eit lite berekraftig «teknisk fiks» i dei mest produktive områda som øydela mangfaldet av lokalt tilpassa sortar
- Versjon nr. 1 har dominert i **landbruksmiljøa**, MEIR MAT TRENGST
- Versjon nr. 2 i **utviklingsmiljøa**: NOK MAT, DEL FØRST
- **Svært likt for/mot GMO, økologisk dyrking etc.**

Kveiteprisen (justert til år 2000) og folketalsutvikling, 1872-2008



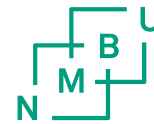
- Prisen kring år 2000 er 1/3 av år 1900
- **Pristoppene** er: Verdenskrigane, sovjetisk uår 1972-73, **finanskrisa 2008, uår 2010-12**
- **Elles halvering** frå 1960 til 2005

Høgare kornprisar (ikkje justerte) sidan 2002 og særleg 2008: MANGE som «strekker seg» etter jasminrisen!

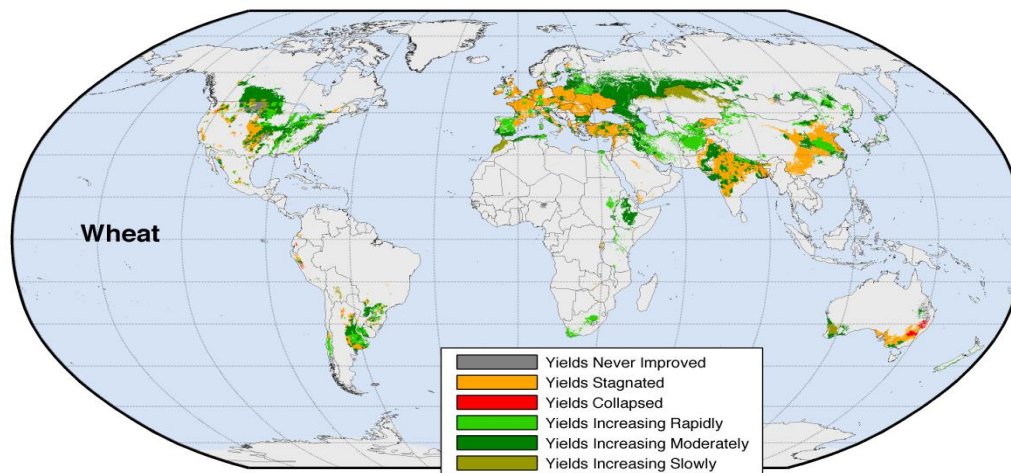


- INTERNATIONAL PRICES, Export, Thailand (Bangkok), Rice (25% Broken)
● US Dollar/tonne
- INTERNATIONAL PRICES, Export, Thailand (Bangkok), Rice (Fragrant 100%)
● US Dollar/tonne
- INTERNATIONAL PRICES, Export, US (Gulf), Wheat (US No. 2, Hard Red Winter)
● US Dollar/tonne
- INTERNATIONAL PRICES, Export, US (Gulf), Maize (US No. 2, Yellow)
● US Dollar/tonne

Stagnerer verdens kornavlinger? (Ray et al 2012, «fylkesdata» frå Faostat til 2008)

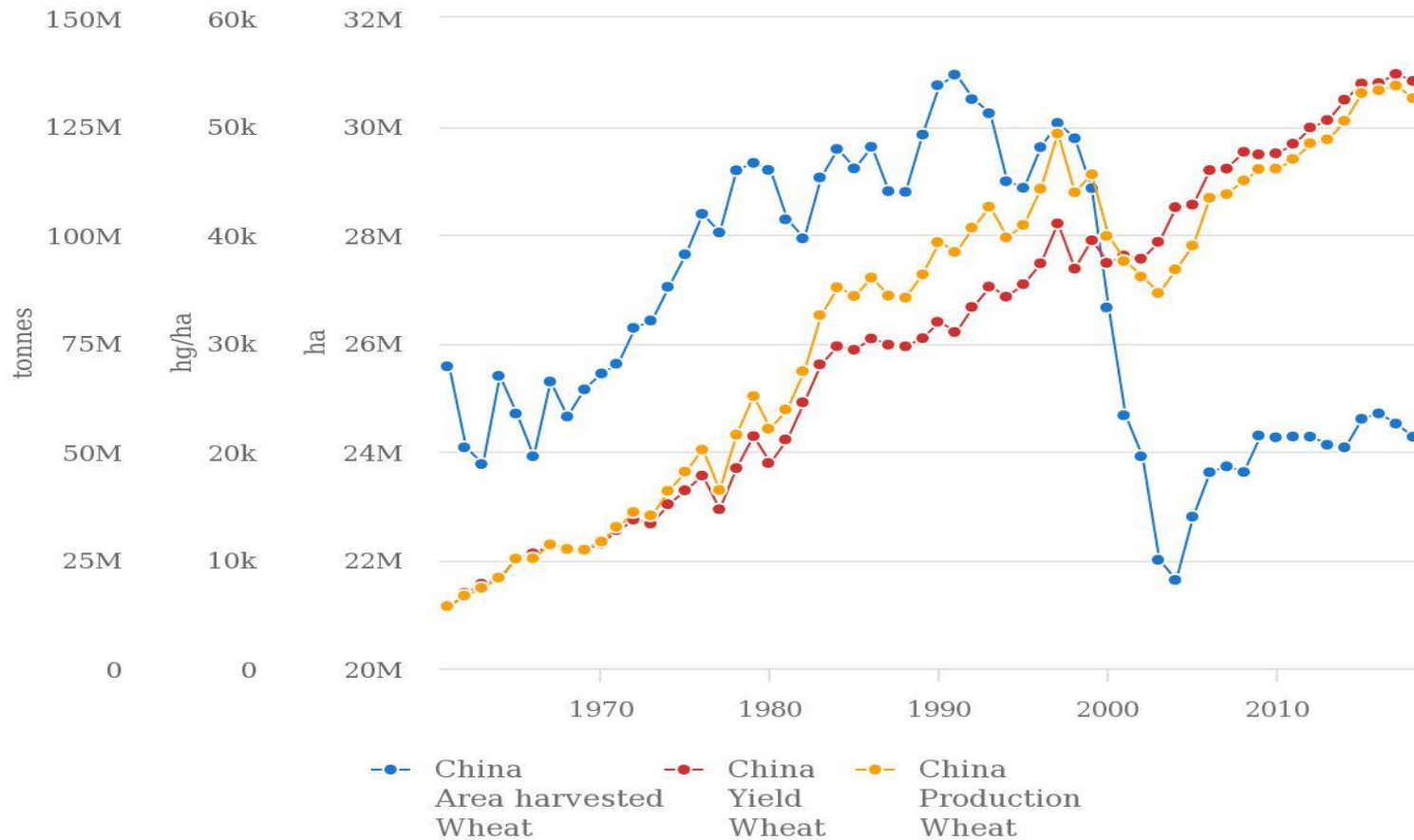


- **Kveite:** Framleis vekst på 56% av areala, stagnert på 37%
- Kina stagnert på 56%, India 70%



Oransje =
stagnasjon, **grøn**
= stadig vekst

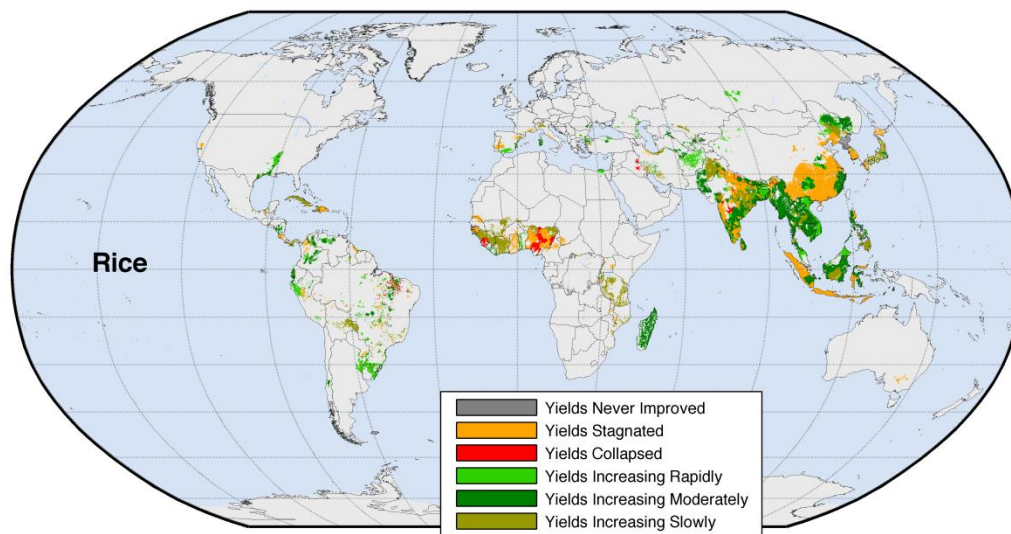
Kveite i Kina: Stagnasjon på landsbasis pga mindre areal, ny vekst etter 2004



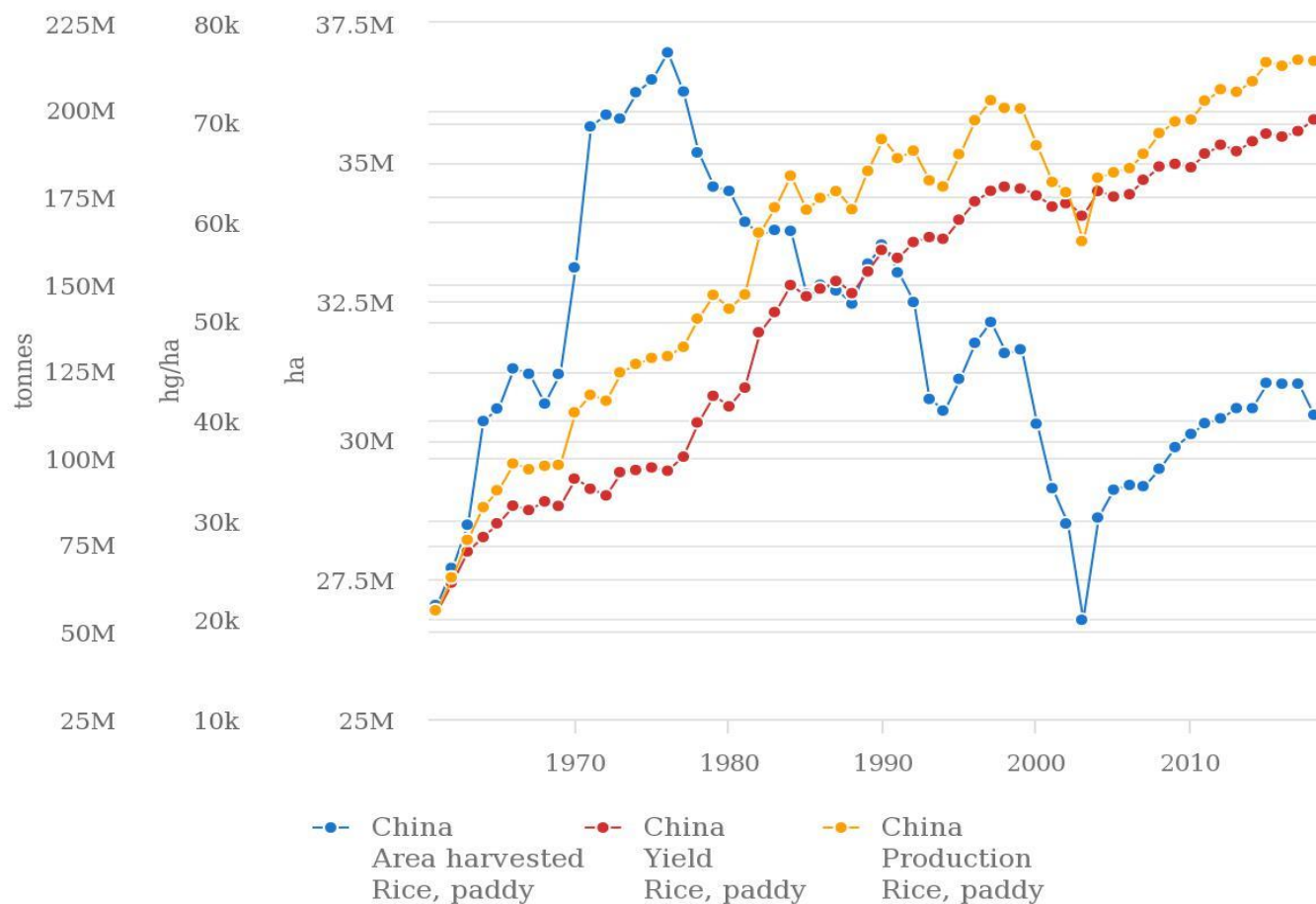
Source: FAOSTAT (Feb 12, 2020)

Vekst i verdens risavlinger?

- Ris: Framleis vekst på 70% av areala, stagnert på 26%
- Kina stagnert på 79%, India 36%



Ris i Kina: ny vekst etter 2002

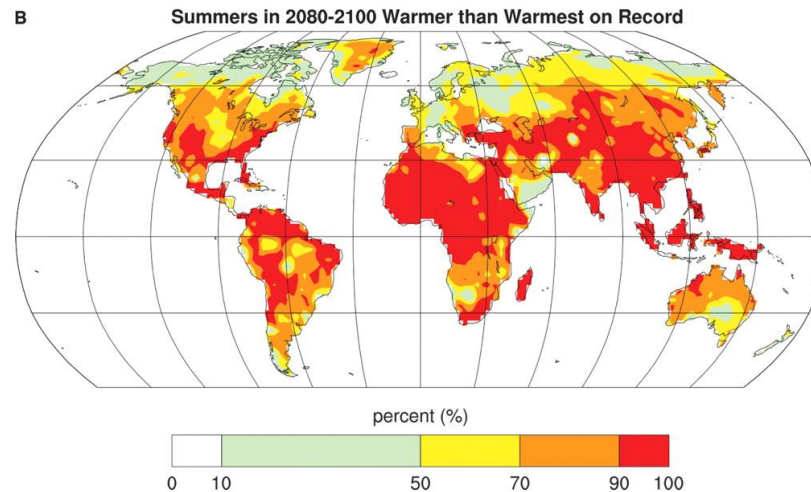
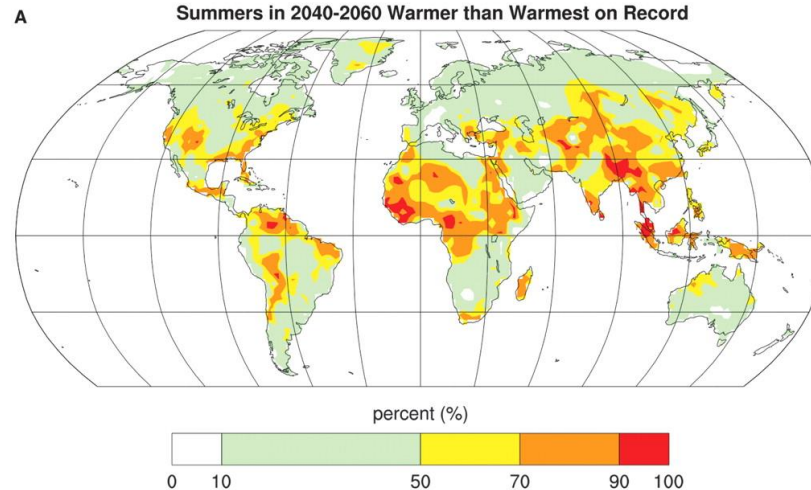


Source: FAOSTAT (Feb 09, 2020)

Varmare klima

Sannsynet (i prosent) at **gjennomsnittleg** sommartemperatur vil overstige den **høgast målte før 2006** (A) i 2050 og (B)

2090.



Verknader av gradvis aukande temperatur

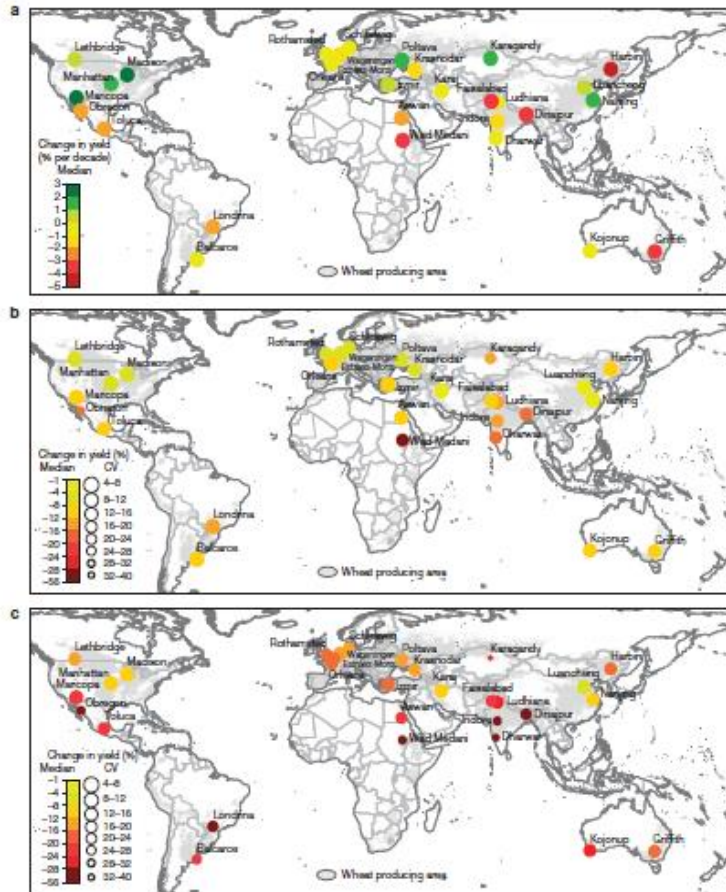
- Nye/meir sjukdomar: *Fusarium graminearum* i norsk korn sidan 2005
- **Avling**: Kortare veksttid, mindre biomasse, tidlegare aldring, færre korn/m², lettare korn
- Tempererte kornartar: avling **1% ned for kvar grad over 28 i maksimumstemperatur (kveite i Australia)**
- Over 30-32 gradar i mais
- Over 33-35 gradar i ris
- Til **42 gradar** i perlehirse!

Verknader av sjokk-temperaturar

- Ofte ikkje med i gjennomsnittsmoellane
- **Varmesjokk**: 1-3 dagar over 33-35 gradar nær aksskyting gir færre korn og sterilitet
- Ved transpirasjon i **tørr luft** kan plantene kjøle seg ned 7-10 gradar
- (**dersom nok vatn**: Varme og tørke ofte samtidig!)
- **Frost ved aksskyting** ned til -4 gradar i kveite: forskyving av årstidene i Australia
- **Kva med bygg nord for polarsirkelen?**
- Toleranse finst, m.a. i Tibet og Etiopia

30 modeller for kveiteproduksjon: 6% ned pr. grad høgare global middeltemperatur

(Asseng et al 2015)

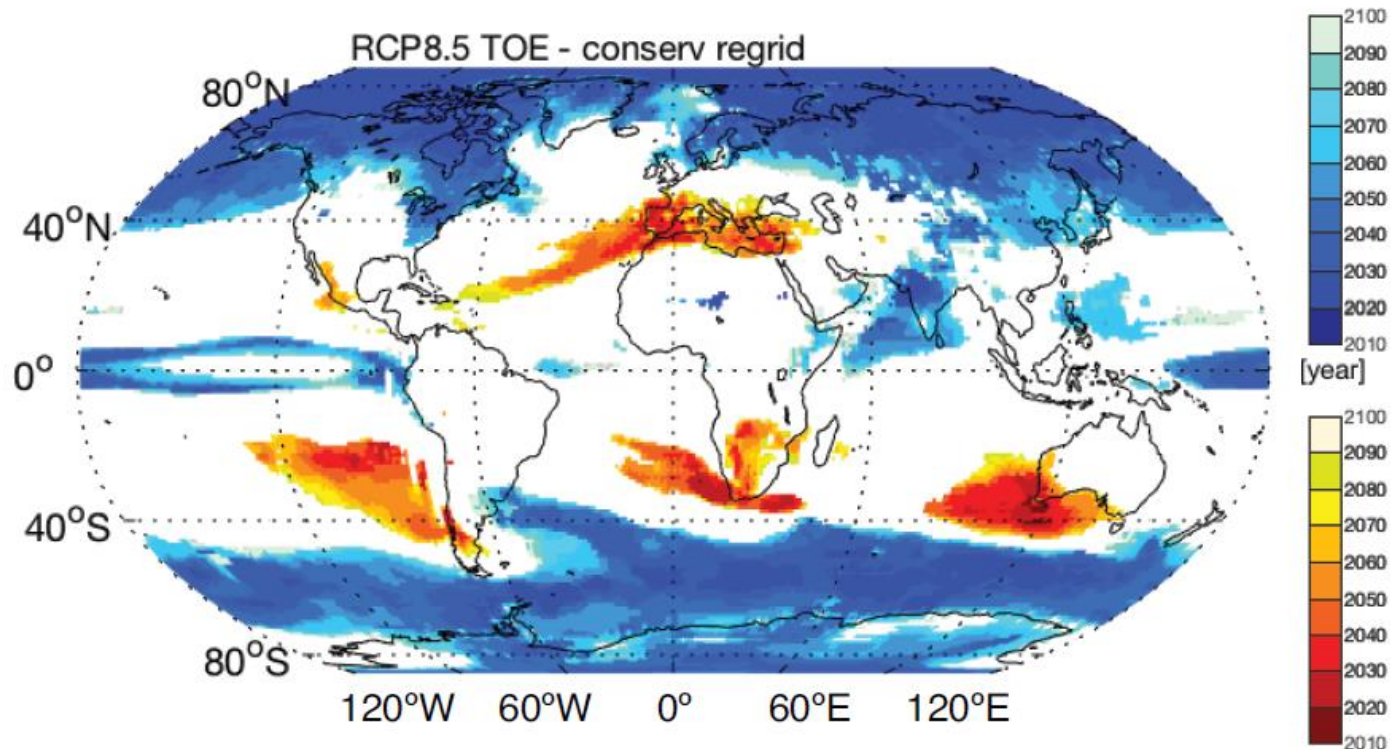
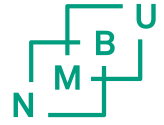


- **1981-2010** 0.2-0.3 varmære kvart tiår
- (a): 1-3% opp i nord, 5% ned i sør
- Må bli trekt i frå den faktiske auken?
- To gradar varmære (b): 1-28% ned
- Fire gradar: 6-55% ned

Endra nedbør:

Dess mørkare, dess før er det merkbart

«Mykje får meir, lite får mindre» (Rojas et al 2019)



Netto auke i kornproduksjon ved endra nedbør - og i geografisk fordeling (Rojas et al 2019)

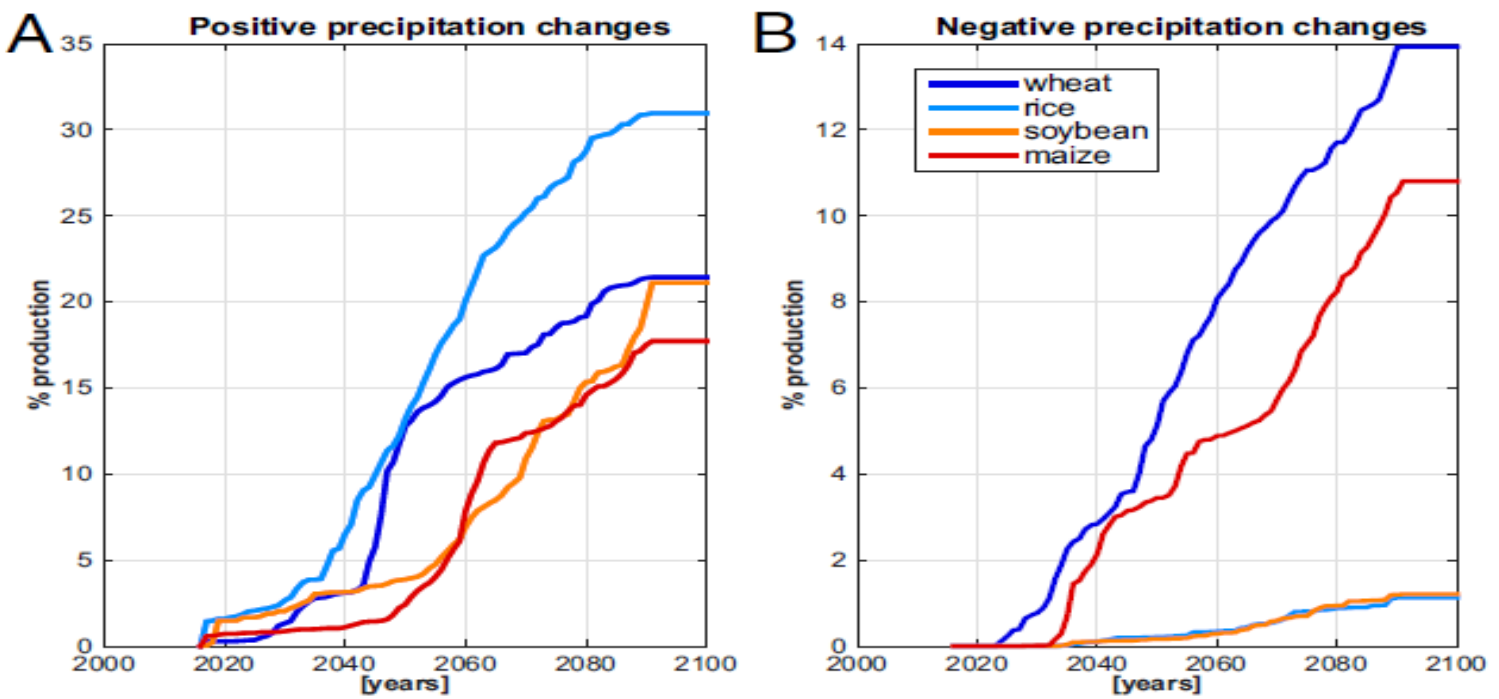
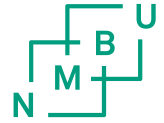


Fig. 4. Cumulative percentage of global production of four major crops affected by positive (A) and negative (B) precipitation changes under RCP8.5.



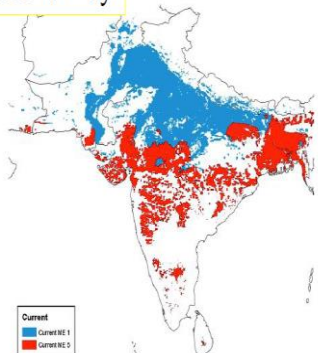
Korleis unngå fall i kornproduksjonen?

- Effektive kutt i klimagass-utslepp
- **Betre agronomi**: vekstskifte, veksttid, lagring av karbon, presisjon («more crop per drop»), gjødsel osv
- **Tilpasse sortane** gjennom planteforedling
- Til **gradvis** varmare, tørrare, våtare klima, nye sjukdomar
- Til **ekstreme påkjenningar**
- **Begge delar krev tilgang til genetisk variasjon**
- **Den finst, men vil den vera tilgjengeleg?**

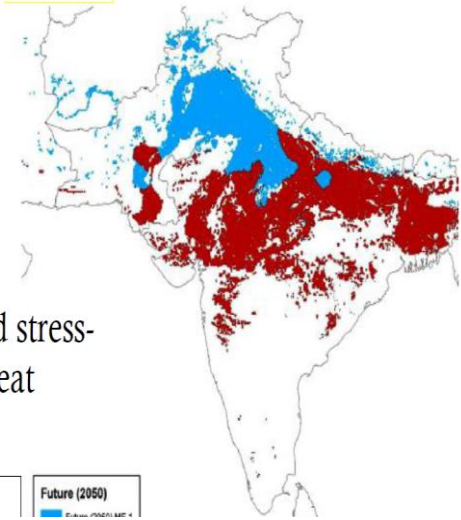
Betre agronomi i indisk Punjab

Den grønne revolusjonens vogge treng halm

Present Day



2055



Current
 ■ Current E1
 ■ Current E2

Areas with 'optimal' and stress-prone conditions for wheat

See CIMMYT's Mega-Environment

Future (2050)
 ■ Future (2050) E1
 ■ Future (2050) E2

- Typisk vekstskifte:
- Ris (regn), kveite/mais (vatna), så brakk etter halmbrenning
- Framtida: **Tørrare og varmare**
- Lågare grunnvatn
- Mindre karbon i jorda (Jat 2019)
- Klimagassar

Bærekraftig intensivering med mungbønner vekstskiftet (6 års forsøk, Jat, 2019)

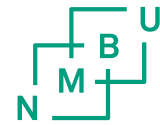


- Ris, kveite/mais, 2-3 måneders mungbønne
 - Ikkje pløying, såing i halmen
 - Resultat: 25% større avling og lønsemd
 - 30% mindre energi, vatn, klimagassar
(Jat 2019)
 - 75% meir karbon i jorda
-

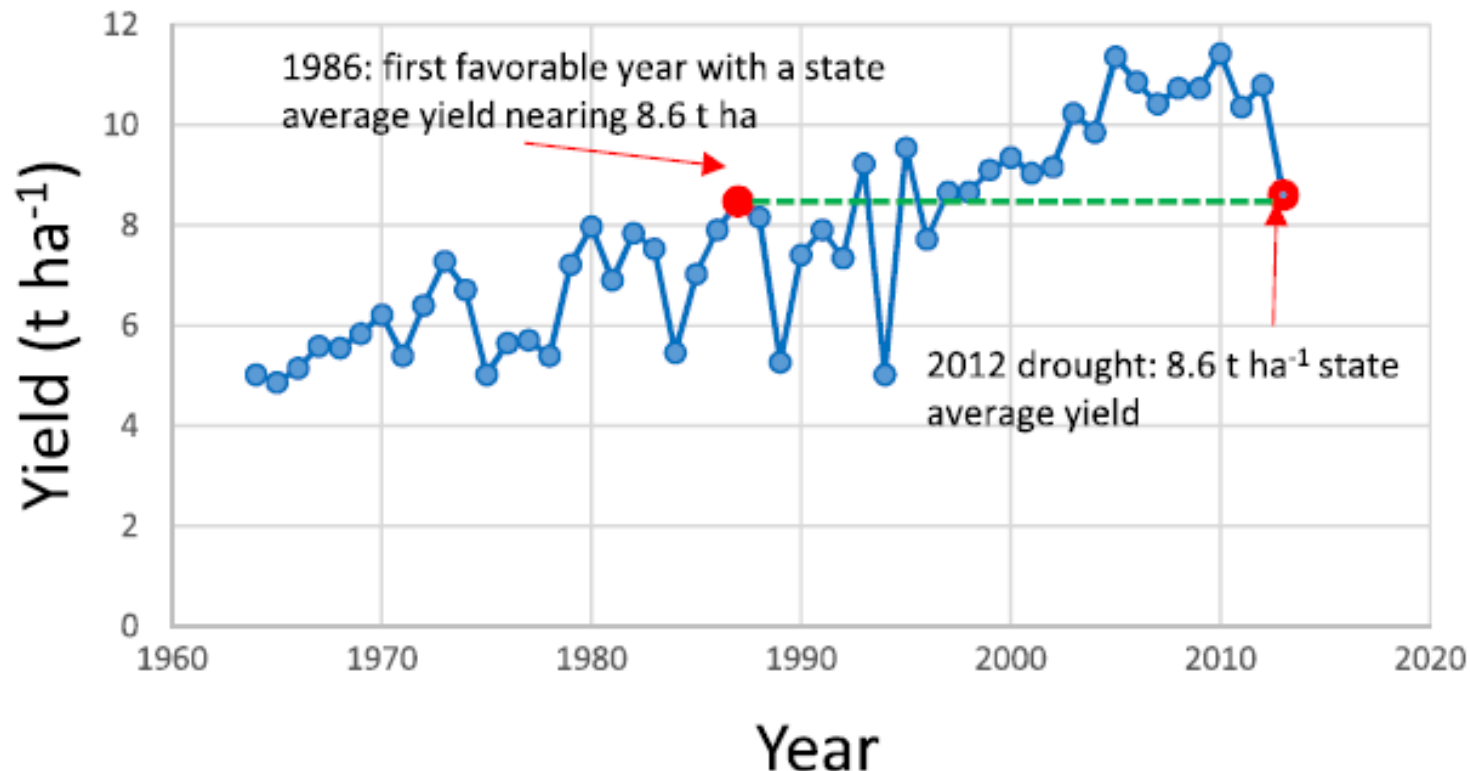
Vel organisert planteforedling tilpassar gradvis nye sortar til varmare klima (Atlin et al 2016)

- Nye **velprøvde** sortar har møtt dei fleste aktuelle miljø
- Dei er tilpassa klimaet og sjukdomar i tiåret før dei er i bruk
- **Krev at bønder byttar sortar ofte**
- Maishybridar i USA levetid 3-5 år
- Rissortar i Asia: 20-30 år
- Mais i Afrika: sortane blir for seine i ny veksttid

Katastrofetørken i 2012 gav avling i Iowa som toppår 25 år før: maisen er blitt meir klimasmart (Atlin m.fl. 2016)



Iowa mean maize yield: 1964-2013



Ei historisk lekse i klimatilpassing: haustkveite i Nord-Amerika 1869-1929 overgår klimamodellane

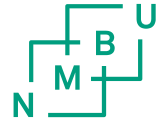
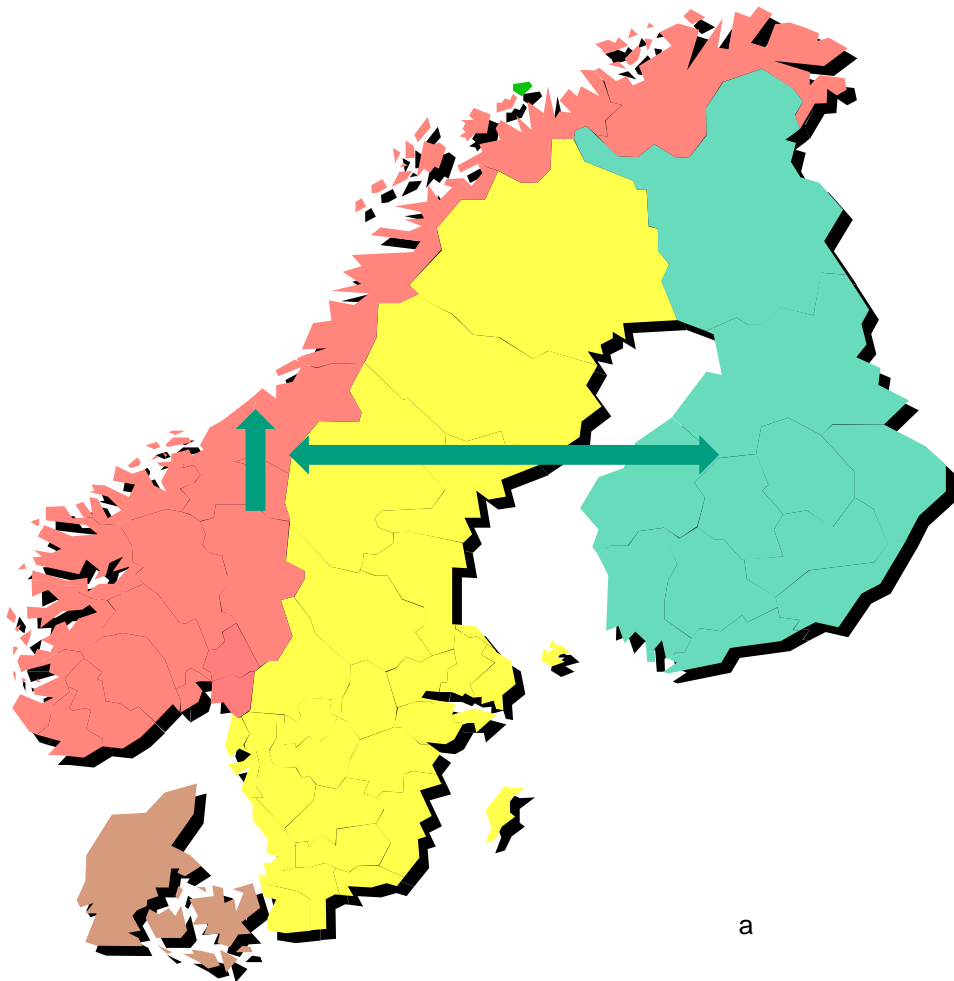


Fig. 2. Shift in the North American spring-winter wheat frontier, 1869–1929.

(Olmstead & Rhode 2011)

- Grensa mellom vår- og haustkveite flytta frå Ohio til Sør-Dakota (nå Manitoba)
- Ei «klimaendring» dobbelt så stor som den globale oppvarminga
- **Bygde på sorten Turkey med klimatilpassing frå Krim/Rusland**
- Tidleg vårkveite, Red Fife og Marquis

Skyttelforedling: Utval i skiftande klima fører til stabile sortar som toler ulike miljø



- Lars Reitans byggsortar foredla i Trøndelag
- Skiftande somrar og ulike jordsmonn
- Sortane dyrka frå Island til Estland
- Skift systematisk mellom stader med ulike påkjenningar

God over bakken betyr ikkje alltid god under

Tørrare klima krev djupe og bratte rotsystem

«**Steeper, deeper & cheaper**» (Lynch 2013)

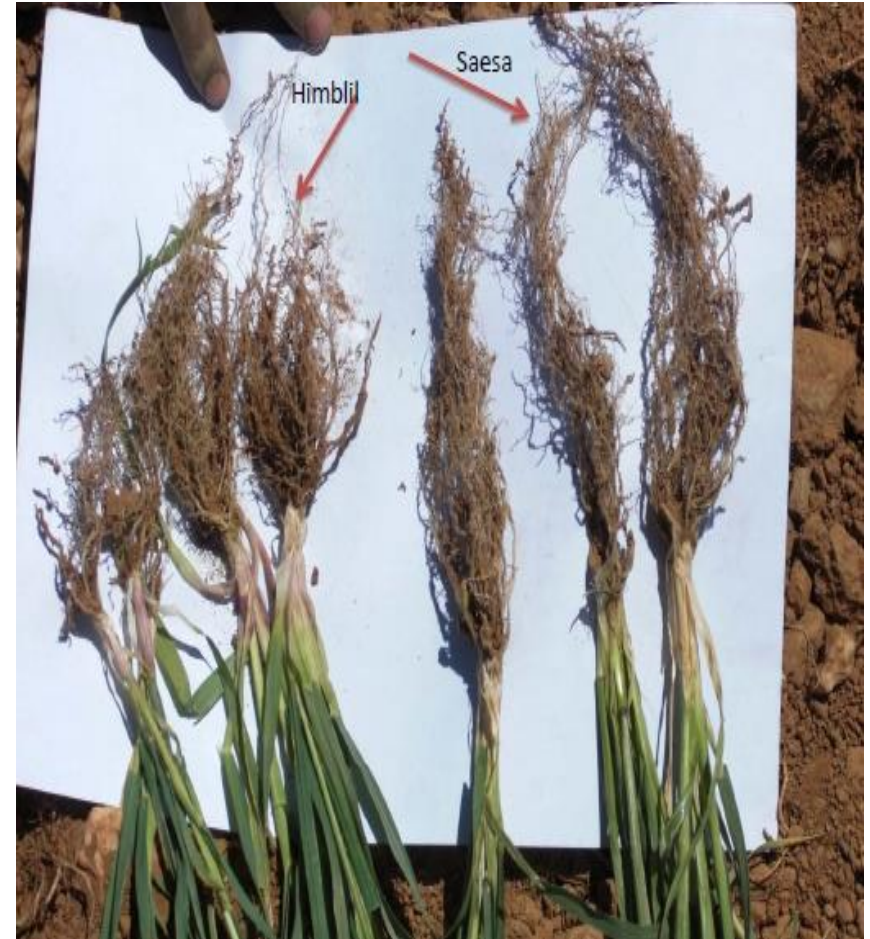
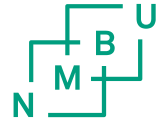
Dagens amerikanske mais



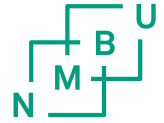
- Kan ta opp **250 mm** meir vatn frå jorda
- Vanskeleg utval
- Nå testing pluss genom

(Bildet viser kveite, ikkje mais – men det same)

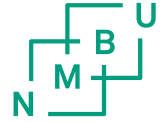
Saesa – tidleg byggsort i Tigray:
dyrka i tørketida etter brakklegging –
pga. djupe og rette røter (t.h.)?



Avkomssorten Fetina: Står godt trass 60-årstørken i 2015 – *Korleis?*



Durumkveite, tørken i Marokko 2016: sorten Faraj



Gen frå vill emmerkveite

**Bonus: Ekstra gul farge i
couscous**



Temperatur- og tørketoleranse frå ville kveiteartar

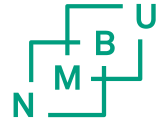
Gen frå **vill emmerkveite**

- Meir røter i djupe jordlag
- Betre fotosyntese og avling
- Brødkveite i Israel (Merchuk-Ovnat et al. 2017)
- Durumkveite opptil **37 gradar** i Senegal (Sall et al 2018)

Gen frå **bukkehorn (*T. tauschii*, brødkveitens far)**

- Nydanna «Syntetisk kveite» bidrar meir og meir
- Tolerante liner ved opptil **41 gradar** i Sudan

Oversvømmingstoleranse i bygg og ris



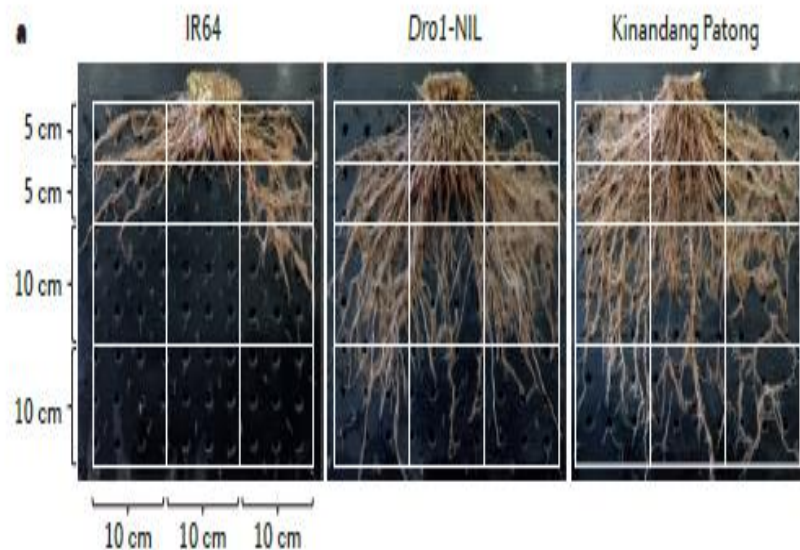
Vassmetta jord i bygg
Danning av luftvev i røtene
Gulning, gjenvekst
(Morten Lillemos forsøk)

***Sub1*-genet i ris: stoppar veksten ved oversvømming, tolerer inntil 2 veker**



Mindre bruk av vatn i ris

krev foredling for bedre rotsystem



- «**Vekslande vått og tørt**»
- Sortane må tole litt tørke!
- Venstre: Rissorten IR64, grunne røter, tørkesvak
- Har mutasjon i *Dro1*, **kjenner ikke tyngdekrafta**
- Høgre: Tolerant landsort
- Imellom: IR64 tilført genet

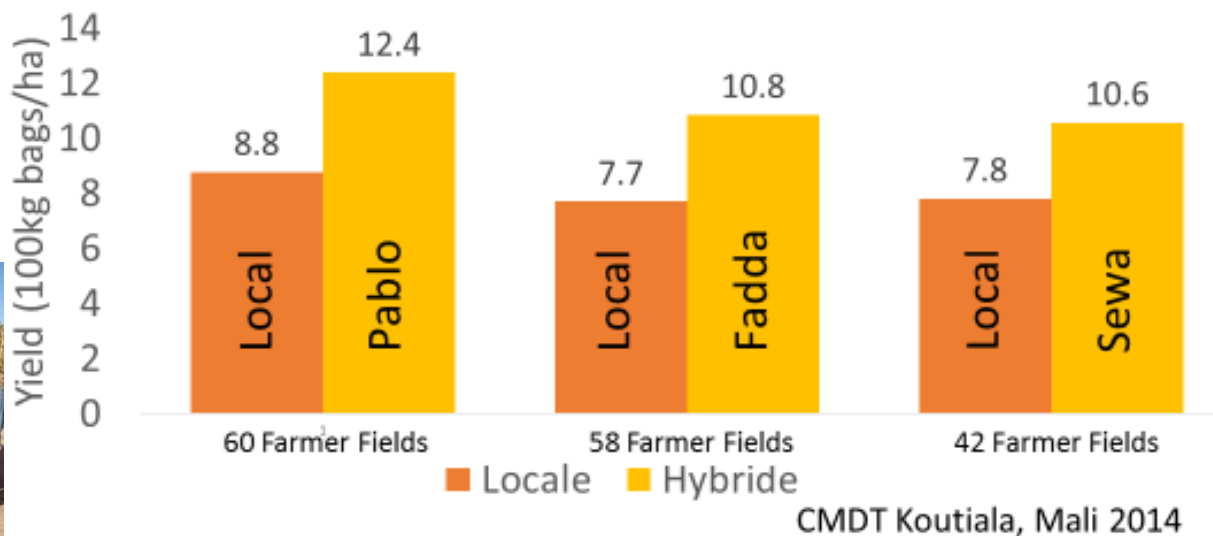
Sorghum i Vest-Afrika: bygg på bøndernes frøavlssystem! Får sortane rett ut i felten

Eva Weltzien, ICRISAT, Mali: 20 års arbeid



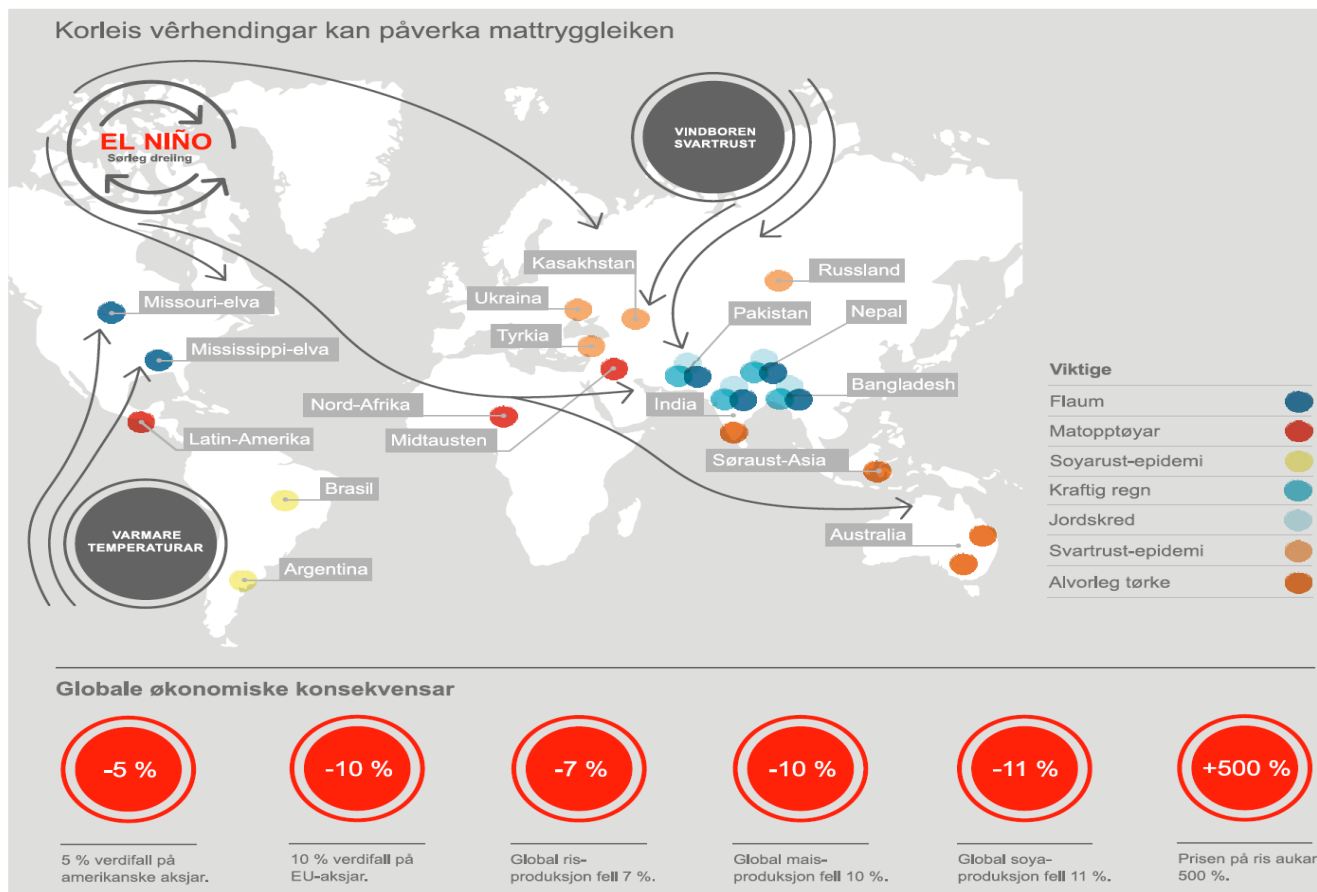
- **Langt og smakeleg strå til fôr, ikkje dvergsortar**
- **Kvinnene kan matkvalitet**

Til og med hybridforedling lokalt: 40% høgare avling enn eldre sortar – i gardsforsøk!



Kva om fleire avlingar sviktar samtidig?

Risikoanalyse (Lloyd's 2013,2015)



Illustrasjon: Lloyd's.

Lloyd's råd: Nyttige for å forstå «matsikkerhet» i praksis

- Det vil bety eit systemsjokk «frå jord til børs»
- Eksportstopp, nasjonale tiltak, prisar aukar 400-500%
- Sterk påkjenning på forsyningar i t.d. butikk- og fôrkedar - som dei bør forsikre seg mot
- Det økonomiske systemet vil kome i ulage i fleire år
- Kan bli dempa av nasjonale lager og kontroll med børs-spekulasjon
- Om FAO Outlooks statistikk syner ei romsleg «beholdning» av kveite, er 75% i Kina og India.

Planteforedlingas tvangstrøye: Ikkje lenger fritt fram å utveksle sortar og gen



- Private avlsmaterial i mais og soya
- Konvensjonen om biologisk mangfald, alt er **nasjonal eige**dom
- **Kveite og ris** i stor grad frie via internasjonale institutt og **Plantetraktaten**
- **Kina, Russland ikkje med**

Modell: Borlaug Global Rust Initiative (2008 -) har hindra epidemiar

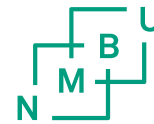
SVARTRUST



- Nye rasar av rust
- Effektivt koordinert takk vera CIMMYT, Gates Foundation og Plantetraktaten
- For det meste fri flyt av frø og resistensgen
- Kina, Tyrkia, Etiopia, Russland deler ikkje, men tar i mot
- **Sterk kontrast til pandemiar av nye virus**

Kan vi produsere 50% meir korn i 2050?

«Korleis kan **vi** fø dei ti milliardane?»



- Ikkje med det spørsmålet! Folk før seg sjølve – om dei får høve
- Ja, med effektiv foredling, tilgang på sortar og agronomiske tiltak
- Krev smidig bruk av gen og sortar
- Avlingsvariasjonar krev lager og marknadsstyring som stabiliserer forsyningane
- Heilt ulikt EATs «matsystem»

