



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Dyrking og bruk av korn i Nord-Norge

Kunnskap fra det Nord-Atlantiske prosjektet Northern Cereals 2015-2018

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 86 | 2018



Hilde Halland, Mette Thomsen og Sigridur Dalmannsdottir  
Divisjon for matproduksjon og samfunn/Frukt og grønt

## TITTEL/TITLE

Dyrking og bruk av korn i Nord-Norge

## FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Hilde Halland, Mette Thomsen og Sigridur Dalmannsdottir

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
02.07.2018	4/86/2018	Åpen	650015	17/00244
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02135-3		2464-1162	39	

## OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Finansiert av Northern Periphery and Arctic Program, Troms Fylkeskommune og Finnmark Fylkeskommune.

## KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Hilde Halland

## STIKKORD/KEYWORDS:

Nord-Norge, byggdyrking, bygg til mat, malting

Northern Norway, growing barley, barley for food, malting barley.

## FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Korn, lokal mat og drikke

Cereals, local food and drinks

## SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten har fokus på dyrking og bruk av bygg i Nord-Norge. Innholdet er basert på kunnskapen som er generert gjennom det Nord-Atlantiske samarbeidsprosjektet Northern Cereals 2015-2018. I tillegg til kunnskap om hvordan man dyrker bygg i nord og bruker bygg til mat og malt omhandler rapporten dyrking og bruk av bygg i Nord-Norge i historisk sammenheng, samt et avsluttende kapittel om nye muligheter for denne næringen.

## LAND/COUNTRY:

Norge

## GODKJENT /APPROVED

Inger Martinusen

NAVN/NAME

## PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Hilde Halland

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Forord

Prosjektet Northern Cereals har vært et treårig prosjekt fra 2015 til 2018 der målet har vært å øke kornproduksjonen og verdien av korn og kornprodukter i den Nord-Atlantiske region. Prosjektet ble ledet av Matis på Island og har i tillegg til NIBIO prosjektpartnere på Orknøyene, Færøyene og New Foundland. Prosjektet har også hatt en rekke bedrifter i hele verdikjeden med som samarbeidspartnere. Prosjektet er finansiert gjennom EU-fondet Northern Periphery and Arctic Program (NPA) samt regionalt fra Troms Fylkeskommune og Finnmark Fylkeskommune.

Det viktigste arbeidet fra norsk side har dreid seg om aktiviteter knyttet til dyrking av bygg i Nord-Norge, bruk av lokalt dyrket bygg i matprodukter og bruk av lokalt bygg via lokalt malt til øl. Det er utviklet produkter av mat og øl av nordlig bygg i en rekke bedrifter, og råvaren har fått gode skussmål. En produsent skriver: «Vi opplever at byggrynene fra Holt er mer smakfulle og har en bedre konsistens enn det vi har brukt tidligere. Personlig synes jeg disse er de beste vi har jobbet med».

Kunnskap som er generert i prosjektet er samlet i denne rapporten der målgruppen er bønder, bryggere, bakere og andre interessenter. Rapporten beskriver også historisk dyrking og bruk av korn i nord. En historie som strekker seg 3000 år tilbake i tid.

Mye arbeid gjenstår for å få opp kornproduksjon og bruk av lokalt korn i Nord-Norge, tilsvarende produksjonen en ser på Island, men med dette prosjektet mener vi at vi har lagt et godt grunnlag for videre arbeid.

Tromsø, 02.07.18

Hilde Halland

# Innhold

1	Dyrking av korn i Nord-Norge.....	5
1.1	Korndyrking i nord.....	5
1.2	Jordarbeiding.....	6
1.3	Såing.....	6
1.4	Gjødsling.....	8
1.5	Vekst og modning.....	9
1.6	Høsting.....	12
1.7	Avling.....	13
1.8	Tørking.....	13
1.9	Lagring.....	13
2	Bygg til øl.....	14
2.1	Høsting og behandling av maltbygg.....	14
2.2	Kvalitetskriterier for maltbygg.....	15
2.3	Malteprosessen.....	16
2.3.1	Rensing og sortering.....	16
2.3.2	Bløtlegging (Støpingen).....	17
2.3.3	Spiringen (Kjøllingen).....	17
2.3.4	Tørkingen.....	18
2.4	Malte kvalitet og tilpassing til bryggeprosessen.....	20
3	Bygg til mat.....	22
3.1	Bygg som råvare.....	22
3.2	Kornkvalitet i matbygg.....	22
	<b>Matprodukter av bygg.....</b>	<b>23</b>
3.3	Videreforedling av korn til gryn og mel.....	24
3.3.1	Rensing og sortering.....	24
3.3.2	Avskalling og polering.....	25
3.3.3	Maling.....	25
3.3.4	Annen videreforedling.....	25
3.3.5	Pakking.....	25
4	Korndyrking i Nord-Norge gjennom historien.....	26
4.1	Lokalt korn – en viktig del av matgrunnlaget i nord i 3000 år.....	26
4.2	Bruk av kornet i nord.....	28
4.3	Nordlige kornsorter.....	29
4.4	Dramatisk reduksjon av kornarealet i Nord-Norge etter 1945.....	29
5	Muligheter for økt dyrking og bruk.....	31
5.1	Markedet for nordlig korn.....	31
5.2	Klima i endring.....	32
5.2.1	Varme.....	32
5.2.2	Nedbør.....	34
5.3	Bærekraftig produksjon.....	34
	<b>Referanser.....</b>	<b>36</b>

# 1 Dyrking av korn i Nord-Norge

## 1.1 Korndyrking i nord

Bygg er den kornarten som er mest herdig, har lavest krav til veksttemperatur og kortest veksttid frem til modning. Derfor er bygg den viktigste kornarten i nordlige strøk hvor vekstsesongen er kort og kjølig. I Nord-Norge er det dyrket bygg siden sein steinalder, og helt opp til andre verdenskrig var det relativt mye korndyrking i nord. Stort sett dyrket alle gårdene korn som gikk til mat til både mennesker og dyr. I de siste femti årene har korndyrkingen i Nord-Norge gått sterkt tilbake, mest av politiske og økonomiske årsaker. På grunn av dette er foredlingsarbeidet på nordlige kornsorter i Norge avsluttet, gårdbrukerne har ikke nødvendig maskinpark samt at mellomleddet i form av mottak og møller er borte.

Denne rapporten vil fokusere på dyrking av bygg, spesielt vårbygg som såes på våren og høstes før vinteren og dermed ikke er avhengig av overvintring. Bygg er mest brukt som dyrefôr, men også til ølbrygging/destillering og som mat til mennesker, for eksempel i brød og grøt. Økende temperatur og lengre vekstsesong gir større muligheter for å dyrke korn til modning i Nord-Norge (Martin m.fl. 2017) med potensiale for å bruke bygg til mat og øl. Mattrendene spiller også på lag med en slik satsing der folk vil ha sunn mat samt bærekraftig og lokalt produsert mat og drikke (Martin m.fl. 2016b).



Figur 1. Byggdyrking i Lofoten i 2014.

Foto: Sigridur Dalmannsdottir.

## 1.2 Jordarbeiding

Først må jorden pløyes før den skal brukes til dyrking av bygg. Det som tidligere har vokst i åkeren må pløyes godt ned slik at byggplanten ikke får for stor konkurranse fra andre vekster. Tidspunkt for pløying er avhenging av jordtype. Lettere sandjord kan lett bli tatt av vinden og den bør derfor pløyes om våren, dette gjelder spesielt områdene langs kysten av Nordland. Tyngre morenejord som en finner mye av i Troms og i Vest-Finnmark er mer vannholdig, og pløying på høsten anbefales fordi våren kommer seint i disse områdene. Høstpløying gjør at man kan så tidligere. Etter pløying er det som regel tilstrekkelig med sladding for å bryte ned plogfurene og deretter harving, før jorden er klar til såing. NIBIO har utarbeidet 7 temaark som en guide for å oppnå bedre kornavlinger (Hoel m.fl. 2013). De forskjellige temaarkene beskriver korndyrkingen fra planlegging av vekstsesongen og fram til kornet er klart for levering.



Figur 2. Værforholdene i nord kan overraske. Selv 31. mai i 2017 begynte det å snø under jordarbeiding på Holt i Tromsø.

Foto: Sigridur Dalmannsdottir.

## 1.3 Såing

I marginale strøk er det spesielt viktig å få sådd så tidlig som mulig for ikke å miste deler av den dyrebare vekstsesongen og for at jorden ikke blir for tørr under spiring. Likevel er det viktig at jorden er lagelig, det vil si at overflatevannet er tørket opp slik at maskinarbeidet ikke fører til skader i jordstrukturen og pakking av jord (se Hoel m.fl. 2013 temaark nr.2). For å teste om jorden er lagelig kan man ta en neve med jord og presse den sammen med fingrene. Hvis jorden danner klumper og vann renner ut av den, da er den ikke lagelig for jordarbeid ennå, hvis jorden ikke danner klumper så er den lagelig. Ved pløying på våren er det viktig å fullføre jordarbeidet i løpet av kort tid for å beholde fuktighet i såbeddet.



Figur 3. Såing av bygg på Holt i Tromsø 2018.

Foto: Sigridur Dalmannsdottir.

Man bør vurdere risiko for nattefrost før man sår. Frø tåler litt frost under spiring, men første bladet er følsomt mot frost og derfor er det viktig å unngå frostnetter når planten er på frøbladstadiet. I Nord-Norge sår man som regel korn i mai, men lengst sør i Nordland kan en ofte så sist i april. Hver tidligere dag sådd teller mye for både avling og modning av kornet om høsten (Tabell 1). Anbefalt såmengde er 20 kg/daa og sådypde ca 2-3 cm. Hvis frøet såes dypere kan vi risikere saktere spiring, men ved såing nærmere overflaten kan frøene være følsomme for tørke, samt at frøene kan bli spist opp av fugl. En av de viktigste faktorene for vellykket dyrking er å velge den best tilpassete sorten til området den skal dyrkes i. Forskningsinstitutter og foredlingsfirma tar seg av foredling av nye sorter.

Tabell 1. Effekt av såtid i Nord-Norge (Nordreisa og Tranøy) på avling av korn og halm, samt effekt på legde (Fjærvoll 1938). Forsøket ble utført i 1924.

	Såings- dag	Korn i kg pr. dekar	Halm i kg pr. dekar	Legde %
Første såtid .....	22/5	235	454	11
Andre » .....	27/5	216	473	19
Tredje » .....	3/6	168	383	26
Fjerde » .....	9/6	134	362	43

Det er en kontinuerlig prosess å foredle nye sorter siden klimaet er i stadig endring. Derfor kommer det stadig nye sorter på markedet og eldre sorter går ut. De tidligste sortene som er på det norske markedet i dag (2018), er de norske sortene Heder og Tyra. Tiril er gått ut siden den er blitt svakere for sykdomsangrep. Sortsforsøk i Nord-Norge i de siste 5 årene viser at de islandske sortene er godt egnet til bruk i Nord-Norge pga av sin tidlighet. Noen finske sorter er også lovende for denne landsdelen. Det har vært lettere å foredle fram tidlige sorter av 6-rads bygg, og derfor er det mer vanlig å dyrke 6-rads sorter nord i Skandinavia. Derimot dominerer dyrking av 2-rads bygg i Sør-Skandinavia fordi de gir mer avling enn 6-rads bygg. Der hvor det dyrkes 2-rads sorter i nord er dette i hovedsak i kystnære strøk, og 2-rads sorter er ofte å foretrekke i malting siden de som regel har større korn med mer stivelse.



Figur 4. Testing av byggsorter i Alta.

Foto: Sigridur Dalmannsdottir.

## 1.4 Gjødsling

Bygg er meget følsom for pH i jorden og det er derfor viktig å måle pH verdien før gjødsling. Surhetsgraden i jorden kan være mellom 5,3 - 6,8 for byggdyrking, hvor pH 6,0 - 6,3 er ideell. Når en skal estimere gjødselbehov er det jordtypen og kjemiske egenskaper i jorden som er viktigst. Basert på forsøk på Island, er det beregnet at omtrent 20 kg nitrogen (N), 4 kg fosfor (P) og 13 kg kalium (K) tas opp fra åkeren ved dyrking av 1 tonn av 100% tørr bygg (Hermannsson 2017). I Nord-Norge er det stor variasjon i jordsmonnet og alt fra elvesletter til myr er dyrket jord (Ulfeng 2018). Kyststrøkene i Nord-Norge har stor andel myrjord og til dels også skjellførende avleiringer og skjellsand. I fjordene og dalene består dyrket mark av leirjord, sandjord og morenejord, i tillegg til myrjord (Bjørlykke 1940). Jordene er vanligvis rik på nitrogen og kalk, men fattig på kalium. Kysten av Helgeland er karakterisert av humusjord og skjellsand med pH rundt 6,6. Typisk myrjord i Lofoten har pH ned mot 5,3. Store deler i Øst-Finnmark har sandjord, spesielt rundt Tana hvor pH er målt ned mot 5 (Bjørlykke 1940).



Det er viktig at planten har god tilgang på mineraler i tidlig utviklingsfase, ettersom optimal tilgang på N, P og K sørger for dannelse av sideskudd. Men, man må også være forsiktig å ikke gjødsle med for mye N siden det kan føre til mer bladvekst og forsinket modningsprosess på sensommeren. Dette er spesielt viktig i nordlige strøk hvor vekstsesongen er marginal for modning og veksttemperaturen er lav. For mye nitrogen kan også føre til dannelse av nye sideskudd senere i vekstsesongen. Om disse ikke blir modne ved høsting kan de øke vanninnholdet i avlingen. I Norge anbefales det 6-11 kg/daa nitrogen, 1-2 kg/daa fosfor og 6-8 kg/daa kalium (se Hoel m.fl. 2013 temaark nr.1). Ved bruk av husdyrgjødsel er det viktig med jevn spredning og at den pløyes raskt ned om våren. Mengde husdyrgjødsel må justeres basert på erfaring. I økologisk dyrking er effekten av forgrøde viktig. Vekstskifte med bruk av belgvekster kan en med fordel praktisere også i konvensjonelt landbruk for å redusere gjødselbehovet.

## 1.5 Vekst og modning

Byggplanten strekker seg opp til jordoverflaten etter rundt 120 døgngader (GDD: Growing degree days) fra såing (Hermannsson 2017). I en gjennomsnittlig mai måned i arktiske områder vil det bety ca. 3 uker etter såing, men dette varierer mellom lokaliteter. Antall døgngader (GDD) er den mest vanlige måten å estimere varmebehovet for dyrking av bygg. Døgngader regnes ut ved å multiplisere gjennomsnittlig døgntemperatur med antall dager i vekstsesongen (altså antall dager mellom såing og høsting). Her beregner vi døgngader med basistemperatur på 0°C (det er også vanlig å regne døgngader fra basistemperatur på 5°C).

Tidlige sorter blomstrer etter ca. 650 GDD, mens seinere sorter blomstrer ca. 100 GDD senere. Lysforholdene påvirker også utviklingen, derfor kreves det færre døgngader lenger nord hvor dagene er lengre og lyset delvis kan erstatte den lave temperaturen (Åssveen og Abrahamsen 1999). Til tross for at bygg som er dyrket i lett sandjord trenger færre døgngader til modning sammenlignet med bygg som er dyrket i tyngre organiske jordtyper, så anbefales det ikke å dyrke bygg i rein sandjord, siden den krever mer gjødsling og har mye lavere kapasitet for å holde vann.

Ved spiring er det først kun et blad (kimblad, frøblad) som stikker opp av jorden, men kort tid etter kommer det tre blad til. Ved 4-blad stadiet stopper veksten litt opp. Dette er vanligvis rundt 240 GDD fra såing. Zadok skala er ofte brukt for å beskrive de forskjellige utviklingsstadier fra spiring av korn (Zadok m.fl. 1974). Etter 4-bladsstadiet kommer neste vekstfase som kalles busking (Fig. 5), da produseres det flere sideskudd. Hver plante produserer vanligvis opp til tre nye sideskudd. Bygg har lange røtter og kan trekke opp vann fra dypt nede i jorden.



Figur 5. Buskingstadiet hos bygg.

Foto: Sigridur Dalmannsdottir.

Antall nye skudd varierer sterkt mellom sorter og er miljøbettinget. Totalt antall skudd som blir utviklet vil ha mye å si for avlingen, ettersom hvert skudd gir opphav til aksbærende strå. Det er derfor meget viktig at planten har god tilgang på vann og næring under denne fasen.

Kornet fylles gradvis av stivelse fra ca. 3-10 uker fra blomstring. Dette er en periode på ca. 50 dager under islandske klimaforhold (Hermannsson 2017). Mens kornet fylles, begynner strået og bladene å bli gule, det starter nederst på strået og brer seg oppover. Senere i prosessen blir den øverste delen av stilken gul og til slutt selve kornet (Fig. 7). Da er kornet blitt gult og transport av karbohydrater til kornet avsluttes. Planten har nådd gulmodning (fysiologisk modning) og vanninnholdet i kornet er ca. 40-45%. Samtidig mister kornet forbindelse med det vaskulære vevet i planten og deretter er tørking av kornet kun avhengig av værforholdene. Etter det foregår det ytterligere tørking av kornet inntil det er fullmodnet, med vannprosent på ca. 20. Klima og vekstforhold kan påvirke utviklingen av kornmodningen. Tørke og frost kan føre til at transport av karbohydrater opp til kornet stopper opp og veksten av kornet stanser, noe som fører til redusert avling. Sterk vind kan også gi samme effekt hvis stilken knekkes.



**Figur 6. Bygg og havre på Holt i Tromsø, 19. august 2016.**

**Foto: Sigridur Dalmannsdottir.**



**Figur 7. Bygg og havre på Holt i Tromsø, 17. september 2016.**

**Foto: Sigridur Dalmannsdottir.**

## 1.6 Høsting

I Nord-Norge er det vanlig å høste kornet i september, og ut i oktober i de nordligste delene av regionen. Det er viktig å vurdere det beste høstetidspunktet på hvert enkelt sted. Det er anbefalt å høste litt tidlig for å unngå tap av korn på grunn av vind eller fugler, selv om kornet da vil være noe mindre modent. Dette gjelder også for områder som har mye nedbør eller fuktig klima på høsten, siden det kan gjøre innhøstingen vanskelig. I fuktig vær kan også mugg utvikle seg og danne mykotoksiner som er giftige for dyr og mennesker (se Hoel m.fl. 2013 temaark nr.5). Sykdommer hos korn er derimot ikke et stort problem i Nord-Norge ennå, men kan øke med varmere og lengre vekstsesong og økt korndyrking. I tørrere områder kan det være lurt å vente med tresking hvis temperaturen fortsatt er relativt høy, for å øke modningsgraden i kornet ved høsting. Korn med under 20% vannprosent er lettest å høste. I Nord-Norge er det sjelden at kornet er såpass tørt ved høsting. Når kornet har høyere vannprosent ved høsting og skal brukes til malting eller til såfrø, må det treskes meget skånsom for ikke å skade kimen slik at frøet mister spiredyktigheten. Når kornet skal brukes til fôr behøver man ikke å ta hensyn til det. Det er viktig å ha treskeren klar og i orden når treskingen starter. Det anbefales å gå igjennom utstyret allerede på våren slik at det er i god stand når det skal brukes.

Både kjørehastighet og rotasjonshastighet på tresker må justeres etter behov. Rotasjonshastigheten på trommelen bør være 1,3-1,4 ganger høyere enn kjørehastigheten. Hvis kjørehastigheten er for stor, mister den for mye korn. Det er normalt å tape ca. 3-5% av kornet (Hermannsson 2017).



Figur 8. Tresking på Holt i Tromsø.

Foto: Sigridur Dalmannsdottir.

## 1.7 Avling

Størrelsen på kornavlingen er avhengig av fire faktorer: 1) antall planter per areal, 2) antall aks og sideskudd per plante, 3) antall korn per aks og 4) kornvekt. Punkt 1 og 2 har vært diskutert, disse er svært avhengig av klima og vekstforhold. Ugunstige forhold ved såing og busking kan forårsake redusert antall planter og skudd per arealenhet. Antall korn per aks (punkt 3) er mest avhengig av genetikk som gjenspeiles i forskjellen mellom sorter. Klima og vekstforhold påvirker også utformingen av akset siden det skjer på buskingstadiet. Kornstørrelse (punkt 4) er også avhengig av genetikken, og 2-rads sorter har vanligvis større korn enn 6-rads sorter, men det finnes unntak. Et unntak er den islandske 2-rads sorten Iskria som har mye mindre korn enn de fleste andre 2-rads sorter. Klima og vekstforhold kan også forårsake at kornet ikke oppnår sin optimale størrelse. Det er først og fremst tørke i løpet av vekstsesongen og frost under kornmodning som kan føre til at kornstørrelsen blir mindre, i tillegg til at kald og kort vekstsesong kan føre til at potensiell kornstørrelse ikke blir oppnådd.

Den optimale vannprosenten i fullmodent korn ved høsting er rundt 20%, men det er sjeldent at det rekkes å bli så tørt så langt nord i landet på grunn av kort vekstsesonge og en fuktig høst.

## 1.8 Tørking

Korn som skal brukes til såkorn, malt eller mat til mennesker bør tørkes. Etter tresking, bør kornet tørkes hurtigst mulig for å unngå dannelsen av mykotoksiner. Temperaturen må stilles inn i forhold til vannprosent i kornet og luftfuktigheten (se Hoel m.fl. 2013 temaark nr.6). Sikker oppbevaringsperiode fra høsting til tørking kan være så kort som 2-3 timer siden degraderingen av kornet starter raskt. Lagringstiden kan forlenges med 2-3 dager, og gjør videre tørking enklere, dersom en bruker kald luft for lufting av kornet. Gårdbrukere bør ha tilgang på håndholdte fuktmålere for å måle vanninnhold i kornet. Etter tørking bør vanninnholdet i kornet være under 15%, og med det vanninnholdet kan kornet lagres lenge.

Det er viktig å tørke korn beregnet til malting, såkorn, baking eller matlaging ved relativt lav temperatur, optimalt 38°C for korn til malting mens bygg til matkorn kan tørkes ved 43 °C. Dette på grunn av risikoen for overoppheting som vil ødelegge kimen slik at malting blir umulig. Fôrkorn bør ikke varmes opp til over 60 °C. For å måle korntemperaturen tas det ut en kornprøve fra tørka regelmessig.

## 1.9 Lagring

Når kornet er tresket, skal det lagres. Det er viktig å være klar over at kornet er levende og kjernen inni kornet respirerer (puster) som andre levende organismer og danner varme. Det kan gi gode forhold for utvikling av bakterier og mikroorganismer, spesielt under fuktige forhold.

Lagring av korn til fôr kan gjøres på flere måter. Den billigste metoden er å plassere kornet i lufttett emballasje, dvs. i plast eller liknende. Problemet er at denne metoden ikke er helt trygg, fordi hvis det dannes hull i emballasjen, kan kornet mugne og avlinga er ødelagt. Man kan også behandle kornet med propionsyre, og da kan det lagres i åpne beholdere eller i hauger på låvegulvet. Det er også mulig å tørke kornet. Dersom kornet treskes mens det er vått vil denne metoden være kostbar, men kornet vil være lett håndterlig og ha lang lagringstid etterpå. I tillegg er det en del som krosser kornet, det vil si at kornet blandes med melasse og lagres i storsekker.

## 2 Bygg til øl

Malt er en av de viktigste ingrediensene i øl. Malting er kontrollert spiring av kornet, og gjennom malteprosessen får ølet mye av sin karakteristiske smak, farge og aroma. Lokal malting gir også nye muligheter for verdiskaping på gårder som produserer korn, og det gir mikrobryggeri muligheten til å differensiere sine produkter i markedet.

### 2.1 Høsting og behandling av maltbygg

For å dyrke korn til modning av god kvalitet kreves kunnskap og planlegging. Sortsvalget må først og fremst velges ut fra klima på vokseplassen for å sikre god modning slik at en kan høste modent korn med lavt vanninnhold. Deretter bør en velge sorter som er gode for malting og gir et godt utbytte i bryggingen. Standardkriteriene for korn og malt er basert på å oppnå optimal avkastning i brygget (Martin 2015). Det er likevel viktig å huske på at det ikke utelukker bruk av kornpartier eller malt som ikke oppfyller disse, til dels strenge, kravene. Da det per dags dato ikke kan forventes at bygg dyrket i Nord-Norge, og i tilsvarende klimatiske områder, oppnår stabil «høy» maltekkvalitet vil bakgrunnen for økt bygg produksjon og malting være basert på andre faktorer. Dette kan være et ønske om lokal malt, høyere selvforsyningsgrad, korte distribusjon kjeder og sist men ikke minst de spesielle kvalitetene man får i disse områdene.

Bygg er den kornarten som blir brukt mest til malting. Det er flere grunner til dette. Blant annet har bygg en god balanse av de enzymene som trengs i byggeprosessen samt at det har et hardt skall som beskytter maltet og som fungerer som et naturlig filter i bryggingen. I tillegg er bygg den kornarten vi har mest tradisjon for å bruke og dermed gir den smaken som flest forbinder med øl (Delcour og Hosene 2010).

På det internasjonale markedet, er det satt definerte standarder for kvaliteten på maltbygg. Generelt ønsker man store korn av jevn kvalitet (to-rads sorter er større og mere jevnstore enn 6-rads sorter), passe proteininnhold (optimalt er 10,5 %), god spireevne og at det er fritt for sopp eller andre sykdommer (Sungren m.fl. 2014). Bruk av sorter som er utviklet for malting samt dyrking under de rette vekstbetingelsene blir viktig for å oppnå disse standardene og få en høy avkastning. Lengst vekstsesong oppnås ved såing av høstbygg, men på grunn av den korte vekstsesongen og lange vinteren i Nord-Norge, er det ikke aktuelt å dyrke høstbygg her. Det har også primært vært utviklet 2-rads sorter til maltbygg, men tidligsortene som er mest aktuelle å dyrke i nord er i hovedsak sorter av 6-rad bygg. Vi vet at kornkvaliteten påvirkes av sesongens værforhold (Åssveen og Eltun 2016). Klimaet påvirker blant annet innhold av protein, kjernestørrelse og spiring. I nordlige områder kan sommertemperaturen variere en del, eller være stabilt lave. Dette i kombinasjon med ustabile og/eller lange regnfulle perioder gjør at kornkvaliteten kan bli svært variabel. På grunn av at kjernestørrelse og jevnhet i størrelse har stor betydning for maltutbyttet ønsker man at størst mulig andel av kjernene er større enn 2,5 mm.



Fig 9. Den tidlige islandske 2-rads sorten Iskria er interessant for nordnorske forhold.

Foto: Sigridur Dalmannsdottir.

I innhøstingen bør en tilstrebe å høste separat det kornet som er av best kvalitet. Skånsom tresking er viktig, spesielt om kornet høstes mens det ennå har høyt vanninnhold. Optimalt burde kornet høstes ved vanninnhold under 20 % for å unngå høsteskader. Dette er sjeldent mulig i nordlige strøk av landet. En kjølig og våt høst kan forårsake en reduksjon i kornets spireevne. Mellom annet kan tresking av korn med for høyt vanninnhold redusere kornets spireevne. Raskt etter høsting må kornet tørkes ned til 13 % fuktighet, for å sikre god lagring fri for mugg og dannelse av mykotoksiner. En bør ikke tørke kornet ved for høy varme, helst ikke over ca 38° C for å sikre at spiredyktigheten beholdes. Kornet vi dyrker i Norge kan ikke maltes direkte. Dette er fordi det er en iboende spiretreghet i kornet som er utviklet for å hindre at kornet spirer i åkeren om høsten. Som en tommelfingerregel kan en ikke malte kornet før etter jul. Fjerning av spiretregheten går raskere jo høyere lagringstemperatur en har (se også Åssveen og Eltun, 2016).

## 2.2 Kvalitetskriterier for maltbygg

For å undersøke kornkvaliteten måler man hektolitevekt (HL-vekt), 1000-kornvekt, proteininnhold og vanninnhold. Når kornet leveres til kommersielle aktører er det flere kriterier som avgjør prissettingen (The Maltster Association of Great Britain, <http://www.ukmalt.com/home>; Canada Malting [http://www.canadamalting.com/canada\\_malting](http://www.canadamalting.com/canada_malting)):

Kvalitetskriterier for malkorn er:

- Spireprosent > 95%
- Protein, 10.0% - 10.9% (UK), 11% - 12,5 (Canada)
- Vanninnhold 12% - 19%. Avhenger av tidspunkt for levering på malteri
- Kjerner, jevn størrelse og lubne, > 90% større enn 2,5mm
- Skadede kjerne < 5% uten skall og knekte kjerne

- Ingen pesticidrester
- Sorts renhet

Etter maltingen vurderes matkvaliteten også ut fra standard kriterier. Disse varierer med malttype. Beskrivelse kan blant annet finnes hos Castle Malting [www.castlemalting.com](http://www.castlemalting.com) og Scandinavian Brewery-Laboratory, Valby, Denmark (Tabell 2).

Tabell 2. Spesifikasjoner for generell vurdering av maltkvalitet

Vann i malt, %	<4,5
Ekstrakt innhold m/m %	>80
Forsukringstid (minutter)	<15
Lukt	Aromatisk
Filtrering	Normal
Klarhet i vørter	Klar
Farge vørter, EBC	<4,5
pH, vørter	<5,8
Friabilitet (%)	80-85%
Protein, %	9.7 – 10.9

Prosent friabilitet angir hvor stor andel av kjernens cellevegger som er modifisert og dermed hvor mye av stivelsen i kornet som kan bidra i meskeprosessen, og den definerer derfor også ekstraktutbyttet (%). Lavt ekstraktutbytte kan være et resultat av både lav modifiseringsgrad av stivelsen, høyt innhold av betaglukaner og høyt innhold av proteiner. Dette vil da resultere i et lavere utbytte av ferdig brygg.

## 2.3 Malteprosessen

I maltningsprosessen er målet å gjøre stivelse om til sukker for å fremme gjæring i bryggeprosessen. Disse drives av enzymatiske prosesser, og påvirkes blant annet av sortenes egenskaper og temperatur under malting.

### 2.3.1 Rensing og sortering

Det første steget i maltingen er rensing og sortering. Fremmedlegemer, rusk, rask og sprukne korn må bort. Sortering i størrelse er deretter viktig for å sikre jevn kvalitet. Man kan malte alt korn som spirer, men jo jevnere kornet er i størrelse jo sikrere er man på at kornet tar opp noenlunde lik mengde vann på lik tid og spirer omlagt på likt. Slik kan en sikre god kvalitet ved at alt kornet er kommet like langt i spiringen når spireprosessen avsluttes. Sorteringsgraden i maltbygg defineres som den andelen av kornpartiet som er større enn 2,5 mm, og et kvalitetskriterium er at sorteringsgraden er over 90 % (Åssveen og Eltun 2016). Generelt er det også en høyere andel stivelse i store korn og det er dette som skal omdannes til sukker og videre til alkohol i bryggeprosessen.





Fig 10. Korn til spiring ved Nibio Holt.

Foto: Sigridur Dalmannsdottir.

### 2.3.2 Bløtlegging (Støpingen)

Det neste steget i malteprosessen er støpingen. I dette steget legges kornet i bløt, vanligvis i en tank, for å ta opp vann som kornet trenger for å spire. For å sikre at kornet ikke «drukner» er det viktig å skifte vannet flere ganger, og man bør helst også sende luft gjennom vannet i bløyteprosessen. Grunnen til dette er at kornet «puster», kornet forbruker oksygen og sender ut karbondioksid (Lewis and Young 2002). I tradisjonell gårdsmalting i Norge var regelen «tre dager i bekken, tre dager i sekken» (Garshol 2016). Ved kontinuerlig gjennomstrømming med friskt vann sikret man at vannet stadig ble skiftet ut. I store malteri følger en gjerne fastlagte rutiner i bløyteprosessen med hensyn til bløtlegging, tørrlegging og gjennomlufting. Det anbefales å bruke rent vann som holder 10-20 grader. Programmet varierer noe fra malteri til malteri, men alle starter med bløytlegging, gjerne i store tanker med konisk form og tappekran i bunnen. Luft kjøres kontinuerlig inn i vannet. Vanligvis tar bløyteprosessen fra 40 til 50 timer. Bløyteprosessen er kortere i varmt vann og med små tynne korn. Bløyteprosessen er ferdig når rotspirene så vidt trenger igjennom skallet og blir synlig som en hvit «dott» og har tatt opp ca 40-45% vann.

### 2.3.3 Spiringen (Kjøllingen)

Spiring (kjøllingen) er neste steg i malteprosessen. Her fortsetter spiringen som har startet i støpingen. Kornet inneholder nå omlag 45 % vann og spiringen fortsettes til bladspiren er cirka  $\frac{3}{4}$  av kornets lengde (Delcour og Hosenev 2002).



Fig 11. Ferdig spirte korn (uten skall).

Foto: Mette Thomsen.

Tabell 3. Tre ulike støpeprogram beskrevet i prosjektet Northern cereals (Martin m.fl. 2016a)

Highland park, Orkenøyene Sort: Golden promise			Barony mill, Orkenøyene Sort: Bere		NMBU, Ås Sort: 7 ulike nordlige varianter		
Program	Tid	Temp	Program	Tid	Program	Tid	Temp
Bløyting	8 t	11-14° C	Bløyting*	24-48 t	Bløyting	8	16°C
Tørrlegging	12 t	11-14° C	Tørrlegging**	noen dager	Tørrlegging	16	16°C
Bløyting	10 t	11-14° C			Bløyting	8	16°C
Tørrlegging	12,75 t	11-14° C			Tørrlegging	16	16°C
Bløyting	4 t	11-14° C			Bløyting	2	16°C

\*bløyting i sekker lagt i bekken  
 \*\*lagt på gulvet i 10-15 cm lag som snus daglig. Kornet sprayes med vann slik at det holder fuktigheten.  
 Avsluttes når rotspiren er 5 mm lang

I store malteri bruker en egne spirekamre hvor det spirende maltet får optimalt med luft, temperatur og fuktighet. I mindre malteri er det vanlig å spire direkte på gulvet eller i en pallekarm. Gjennom å snu kornet ofte sikrer en at temperaturen ikke øker betraktelig i midten av kornpartiet og at rotspirene ikke vokser inn i hverandre i spireprosessen. Man må også sikre at kornet ikke tørker ut og fuktigheten bør holdes på nært 100 % luftfuktighet rundt kornet. En spiretemperatur på rundt 15°C anbefales, da tar spiringen normalt 3-5 dager. Ved tradisjonell gulvmalting følger derimot spiretemperaturen utetemperaturer siden man ikke benytter ekstra varme. Ved slik malting bruker en tid som faktor for å kompensere for temperatur (Martin m.fl. 2016a). Resultatet av spireprosessen er at når den nye planten vokser, utvikles og aktiveres en rekke enzymer som bryter ned celleveggene i kornet og omdanner stivelsen. Når rot- og bladspiren vokser forbrukes stivelsen som energikilde. Malterens oppgave er da å avbryte spiringen på rett tidspunkt slik at nok enzymer er dannet og kjernen har oppnådd høy modifieringsgrad. Det vil si at den har tatt opp vann for oppmyking av stivelsen og en del av proteinet er brutt ned. Da kan stivelsen omdannes til sukker som videre skal bli til alkohol i bryggingen (Lewis og Young 2002). Kornet er nå blitt til grønnmalt.

### 2.3.4 Tørkingen

For å stoppe spiringen blir grønnmaltet tørket. I denne tørkeprosessen går vannprosenten i kornet fra cirka 45 til 4 % (Lewis og Young 2002). I tillegg til at spiringen stoppes, gir lavt vanninnhold et lagringsdyktig malt. Også mye av fargen og smaken i maltet blir utviklet i denne prosessen.

Tabell 4. To ulike tørkeprosesser brukt i prosjektet Northern Cereals (Martin m.fl., 2016a)

Highland park, Orknøyene Sort: Golden promise			NMBU, Ås Sort: 7 ulike nordlige varianter	
Temperatur	Tid (timer)	Vann%	Temperatur	Tid (timer)
45-50° C	12,5	43,9	65° C	16
65° C	19	3,8	85° C	2
			90° C	2
			95° C	2

I starten har kornet svært høyt vanninnhold og dette må tørkes bort før en kan utvikle smak/farge på kornet. I denne første fasen tørkes kornet på relativt lav temperatur. Temperaturer på 50-65° C anbefales. Mange enzymer er varmesensitive ved høy fuktighet (Delcour and Hosenev 2010). I denne fasen av tørkingen, som kan ta cirka 21 timer, reduseres vanninnholdet til 25 %. I den andre fasen økes temperaturen til 70-75° C, og tar om lag 7 timer. På slutten av denne andre fasen vil maltet ha en vannprosent på om lag 10 %. Vannet som nå er igjen i kornet er i såkalt bundet form, og temperaturen må økes ytterligere for å senke vanninnholdet ned mot 4 %. Ved høye temperaturer skjer det en bruningsreaksjon (Maillard prosess) som gir maltet dens karakteristiske smak og farge. Det er likevel viktig å være klar over at jo høyere temperatur en benytter jo flere enzymer blir ødelagt. Rundt 80 % av verdens malt er derfor pilsner malt hvor en relativt høy andel av enzymene fortsatt er aktive, mens maltet er lysere i farge og har mindre utpreget smak. American pale ale blir tørket på 80-85° C og British ale malts på 110° C. I store malteri skjer tørkingen i spesialiserte tørkekammer med ett eller flere «gulv». I mindre malteri og i tradisjonell gårdsmalting benyttes ulike metoder for tørking. Dette kan være alt fra soltørking, til tørking i traue eller i pallekarm med perforert bunn med varme fra bål, badstue eller fra en elektrisk varmlufts tørke. En har ofte mindre temperaturkontroll i slike system og erfaring spiller inn for å sikre kvalitet i det ferdige produktet. Varme fra fyring med ved eller torv gir en egen røyksmak på maltet. Røykmalt er ofte benyttet i whisky produksjon, men også i tradisjonelt røykøl fra Trøndelag og Voss. Maltet er her produsert i tradisjonelle «såinnhus» (Garshol 2016). Spesialmalt er viktige ingredienser som gir karakteristisk smak og farge til ølet. Dette er malt som er tørket ved til dels svært høye temperaturer og som dermed i liten grad inneholder enzymer. Det vanlige er derfor kun å tilsette en liten andel av denne typen malt. For å produsere karamellisert malt må en opp i temperaturer på 225° C i 2 timer.

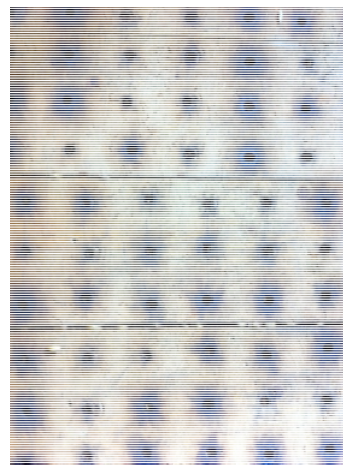


Fig 12. og 13. Perforert plate til tørking av maltet i et tradisjonelt malteri, et såkalt «Såinnhus».

Foto Morten Granås.

Siste steg før maltet er klart og kan pakkes og lagres er å fjerne rotspirene. Noen av rotspirene forsvinner i tørkeprosessen. De store malteriene har egnet utstyr til dette, mens en del mindre malteri har utviklet egne tromler med kraftige vifter for å fjerne rotspirene fra maltet. Maltet er nå svært lagringsstabil på grunn av det lave vanninnholdet.

## 2.4 Maltekkvalitet og tilpassing til bryggeprosessen

Bygg til malt dyrket i nordlige områder har ofte ujevn kvalitet, eller annen kvalitet enn standard kommersielle maltekriterier krever. Man kan likevel malte dette kornet, men malteprosessen må tilpasses den kvaliteten man har. I prosjektet Northern cereals har vi startet arbeidet med å se på hvordan malteprosessen påvirker maltutbyttet. Vi har sett på hvordan tre ulike malteprosesser påvirker maltutbytte i fire ulike byggsorter som representerer fire ulike kvaliteter (Thomsen m.fl. 2018). Sortene var Iskria dyrket på Island (2-rads sort), Tiril dyrket i Troms, Nord-Norge (6-rads sort), Bere dyrket på Orknøyene (6-rads sort) og en kommersiell maltbyggsort, Salome (2-rads sort) dyrket i sørøst Norge (Tabell 5).

Tabell 5. Kornkvalitet av de fire ulike sortene

Sort	Vann %	HI-v, kg	1000-kv, g	Protein, %	Stivelse % av tørr prøve	Spiring, %
Salome	12.3	67,2	47,9	10,1	56.6	97
Tiril	9.7	71,6	40,6	9	58.8	97
Bere	11.8	68,6	34,4	11,6	53.4	94
Iskria		69,6	42	9,5		96

For å se hvordan de ulike kvalitetene slår ut ved ulike malteprosesser testet vi fire metoder (Tabell 6). Metodene varierte en del i forhold til lengden på bløtleggingen; A: 16 timer, B: 18 timer og C: 8 timer + dusjing. Det samme for lengden på de «tørre» periodene.

Tabell 6. Fire ulike malteprosesser

Malteprosess	A	B	C	Alle
Støpning	Timer			Temp °C
Vått	4	8	5	16
Tørt	8	16	16	
Vått	4	8	3	
Tørt	8	16	8	
Vått	4	2	+ dusjing 3x om dagen i 2døgn	
Tørt	8			
Vått	4			
Spiring/kjølling	Ca. 50 timer ved 16°C			
Tørking	55°C i 16 timer, 72° i 4 timer			

Resultatene fra forsøket viser at valg av maltemetode kan ha stor innflytelse på utbytte under malting (Tabell 7).

Tabell 7. Ekstraktutbytte, % ved malting ved tre ulike malteprosessor.

Malte prosess	A	B	C
Ekstraktutbytte, %	74,8	77,9	70,3
Friabilitet, %	69,8	68	45,6

Generelt var friabiliteten lavere enn optimalt for alle behandlingene men betydelig lavest med metode C. E-malt, [www.e-malt.com](http://www.e-malt.com), rapporterer at en friabilitet på 80% er veldig bra, 71 – 80% er bra, 65-70% gjennomsnittlig og < 65% utilfredsstillende. For eksempel oppnådde Salome den høyeste friabilitet med metode B og A, mens metode C gav nesten 30% lavere verdier. Ut fra den relativt lave friabiliteten og ekstrakt utbyttet kan det se ut som spiringen/kjølingen har gått for langt. Samtidig tyder ikke måling av hypokotylen (bladspiren) etter spiringen på dette. Det er mulig at utbyttet kunne blitt høyere om prosessen hadde blitt avsluttet tidligere. I rapporten Thomsen m.fl. (2018), «Malting process and malt quality - Brewing from local grain», kan man finne tall på alle de ulike kvalitetsparameterne ved bruk av de tre ulike metodene.

Generelt var konklusjonen at de ulike maltemetodene ga ulike kvaliteter til malten. Vi kan derimot ikke ensidig konkludere med hvilken av de tre metodene som var best, siden det var forskjeller på de ulike kvalitets-parameterne hvilken metode som ga de beste resultatene.



Fig 14. Maltetromler i prøvemalteriet ved NMBU på Ås. Her er kornet ferdig spiret.

Foto: Mette Thomsen.

## 3 Bygg til mat

### 3.1 Bygg som råvare

For å lage gode produkter av bygg er kjennskap til råvaren avgjørende. Bygg inneholder karbohydrater, protein og fett, og er spesielt kjent for å ha et høyt innhold av vannløselig fiber; betaglukan. Innholdsstoffene er fordelt ulikt i kornet og det er viktig å kjenne til kornets fysiologi og innhold for å lage et produkt som er optimalt både i forhold til bakeegenskaper, smak og sunnhet.

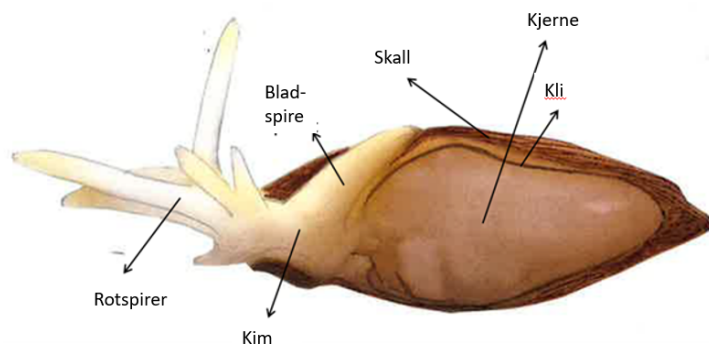


Fig. 15. Illustrasjon av et spiret korn.

Illustrasjon av Hilde Halland.

De ytre lagene, inkludert skall og kli, er rik på vannløselig fiber, vitaminer, mineraler og antioksidanter, samt at mye av det vi forbinder med «smaken av bygg» sitter her. Det ytre skallet er for øvrig tungt fordøyelig for mennesker, slik at dette fjernes før videre foredling. Hvor mye av skallet som fjernes vil ha mye å si for mengden vitaminer, mineraler, antioksidanter og fiber i det ferdige produktet. Kimet har et høyt innhold av oljer og kan føre til at melet harskner. Kimet blir derfor ofte fjernet i foredlingsprosessen (Delcour and Hoseney 2010). Selv om en fjerner mye av de ytre delene er bygg likevel sunt på grunn av at mesteparten av betaglukanene (vannløselig fiber) befinner seg i kjernen (Wrigley m.fl. 2016). Kjernen utgjør om lag 75 % av byggkornet og betaglukanene som man finner her er årsaken til at EU har tillatt bruk av helsepåstander på produkter av bygg (Halland m.fl. 2016). Disse helsepåstandene er forøvrig avhengig av den totale mengden av betaglukaner i produktet. Betaglukan fra bygg har vist seg å senke/reducere blodkolesterolet, bidrar til å begrense blodsukkerøkningen etter måltid samt at fiber fra byggryn har en positiv effekt på tarmfunksjonen (Mattilsynet).<sup>1</sup>

### 3.2 Kornkvalitet i matbygg

Bygg er en gammel kornart som dyrkes over hele verden. Det finnes derfor et utall antall sorter av arten, som dyrkes til ulike bruksformål, og som alle er litt ulike i forhold til innholdsstoffer. I tillegg har dyrkingsmåte og dyrkingssted stor innvirkning på innholdet (Halland m.fl. 2016). I Norge brukes det meste av den byggen som dyrkes til fôr, og under 1 % går til mat til mennesker. Foredlingen har derfor i hovedsak vært rettet mot kvalitet i fôret, gode agronomiske egenskaper samt store avlinger, og mindre mot bygg med god kvalitet til mat eller til malt. Det er heller ikke utarbeidet egne kriterier for matbygg, som vil si at byggmelet vi kjøper i butikk vil være litt forskjellig for hver pose vi

<sup>1</sup> [www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/merking\\_av\\_mat/ernarings\\_og\\_helsepastander/](http://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/merking_av_mat/ernarings_og_helsepastander/)

kjøper. Dette har innvirkning på bakekvaliteten og ikke minst for bakeren å kunne oppnå et stabilt produkt.



Fig 16. I prosjektet Northern Cereals ble det holdt to produktutviklingskurs på bygg hos Nofima. Bakere og kokker fra Nord-Norge, Island og Færøyene deltok. Nofima har tidligere hatt flere prosjekter som går på produktutvikling på bygg, blant annet EU prosjektene BarleyBread og BarleyBoost.

#### Matprodukter av bygg

Bygg skiller seg vesentlig i bakeevne fra hvete, slik at en kan ikke direkte bytte ut hvetemel med byggmel i oppskriftene. På grunn av det høye fiberinnholdet i bygg er rett vanntilsetning avgjørende for et godt resultat. Kvaliteten på byggmelet varierer fra sekk til sekk. Det er derfor avgjørende at en tilpasser vannmengden som tilsettes mellom hver deig. Bygg har også en særegen smak som vil sette preg på produktene. For å forbedre kvaliteten på produktene er det også mulig å benytte ulike baketeknikker. En mulighet er å pre-heve selve byggdeigen. Denne deigen blandes inn i hvetedeigen ved slutten av eltingen, for å sikre bedre gluten bindinger. Det er også mulig å lage byggbrød med kokte gryn (Halland m.fl. 2016).



Fig 17. Byggotto med nordnorsk byggryn hos Mathallen AS i Tromsø



Fig 18. Flatbrød av nordnorsk byggmel fra Kjerringøy gård



Fig 19. Byggrynsgrøt av nordnorsk bygg fra Dyrøy Mat AS i Troms.



Fig 20. Byggbrød fra Eldhusbakeriet på Sortland

### 3.3 Videreforedling av korn til gryn og mel

For å bruke kornet til mat må det først foredles til et bedre fordøyelig og smakfullt råstoff. (Delcour and Hosney 2010). Før kornet er klart for bakeriet eller kjøkkenet er det en rekke steg det må igjennom. For den som ønsker å sette opp en egen møllelinje er det viktig å planlegge slik at alt utstyret matcher hverandre i kapasitet. Det er ofte vanlig å ta utgangspunkt i møllens kapasitet (kg/time), i nordlige strøk er foreløpig største utfordring å få stor nok kornleveranse til møllen slik at investeringene kan svare seg.

#### 3.3.1 Rensing og sortering

Det første steget i videreforedlingen er å rense kornet og få bort urenheter, stein, ugress mm samt knekte kjerner. Møllene og mottakene bruker ulike metoder for rensing, for eksempel magneter, for å få bort eventuelle metallbiter, ulike sletter og separatorer samt viftesystemer. Sortering kan også gi et bedre resultat, spesielt om kornet senere skal poleres til hele gryn (Wrigley m.fl. 2016).



Figur 21. Rensemåskinn for korn, Orknøyene.

Foto Peter Martin.



### 3.3.2 Avskalling og polering

Før kornet går i møllen må skallet fjernes. I bygg er skallet hardt festet til frøet og fjernes før maling. Hvor mye av skallet som fjernes bestemmer mye av råvarens smakelighet, sunnhet og fysiske egenskaper. Avskallings/poleringsgraden beregnes i prosent av vekten. Ved en 10 % avskallingsgrad fjernes det ytre skallet og ved 30 % avskallingsgrad fjernes alle de ytre lagene og det er bare frøhviten igjen (Wringley m.fl. 2016). Generelt kan en si at jo hvitere frøet er jo mer av de ytre lagene er fjernet.

### 3.3.3 Maling

Etter rensing og avskalling kan kornet males. Det finnes mange ulike typer møller på markedet. Mange større møller er såkalte «roller mills». Her blir kli og kjernen først skilt og kornet siktet i siver med åpninger av ulik størrelse. Det som tilslutt passerer gjennom åpninger av 132 µm blir til mel (Delcour and Hosney 2010). Steinmøller var det tradisjonelle møllesystemet, og mange, også ny mølleanlegg, bruker dette. På steinmøllen blir hele det avskallede kornet malt sammen (sammalt) og presset mellom steinene bestemmer hvor fint eller grovt melet er. Hammermøller er også vanlig å bruke, også i mindre mølleanlegg. I slike anlegg er det ulike hammere i møllen som knuser kornet.



Figure 22. Steinmølle fra Engsko, Dyrk mølle, Norway

Foto Ingrid Garseth.



Figure 23. Kistefossen mølle in Øvre Salangen, Troms. Møllen ble drevet av en franchise turbin, og ble lagt ned i 1950

Foto Rune Muladal.

### 3.3.4 Annen videreføring

Når kornet er avskallet er det også mulig å lage andre råmaterialer av det; eksempelvis ved knekking i mindre biter eller å kutte kornet på langs for å få et råstoff som ligner ris (Baik and Ullrich 2008). En kan også bløtlegge kornet og presse det til byggflak som siden tørkes (Wringley m.fl. 2016). Om kornet maltes kan det deretter males til maltmel.

### 3.3.5 Pakking

Siste steg før kornet går til bakeri eller butikk er pakking i ulike forpakninger tilpasset produktet som pakkes og avhengig av hvilken målgruppe råstoffet er ment for. Forbrukerpakninger er vanligvis mindre enn forpakninger til bakeri eller storkjøkken.

## 4 Korndyrking i Nord-Norge gjennom historien



Fig 24. «Korn på staur» ca 70°N. Sorten Fløya. Holt, Tromsø, 1938

### 4.1 Lokalt korn – en viktig del av matgrunnlaget i nord i 3000 år

Kornproduksjon er intet nytt i Nord-Norge. Arkeologiske funn viser at det har vært korndyrking her i mer enn 3000 år. Pollenanalyser fra Junkerdal, Vestvågøy, Andøya og Sør-Senja viser korndyrking i bronsealderen omkring 1400 -1100 F.K. (Mikkelsen 1979). Også i de nordligste områdene av Troms, i Karlsøy kommune, er det funnet pollen av bygg så tidlig som 300 F.K. I Vikingetiden var Nord-Norge selvforsynt med korn både til såkorn og til mat (Fjærvoll 1961). Fra Snorre Sagaen kan en lese om kornets betydning i nord: I år 1020 hadde Asbjørn Selsbane, nevøen til Tore Hund på Bjarkøy, vansker med å holde sine årlige gjestebud grunnet at kornet slo feil flere år på rad. Fra Finnmark er eldste dokumentasjon på korndyrking fra 1694, da det er skrevet at bygg ble dyrket til modning i Alta (Guttormsen 2000).

Korndyrking i nord har svingt i takt med klimaet. 500-års perioden fra midten av 1300 tallet til midten av 1800 tallet er ofte omtalt som «den lille istid», hvor den siste perioden fra slutten av 1500 tallet var den kaldeste (Tunstad 2007). Bratrein (1989-1994) skriver at korndyrkingen forsvant i Karlsøy kommune rundt år 1600 på grunn av dette kalde klimaet. På 1700 tallet økte korndyrkingen i nord igjen, både på grunn av kvensk innflytting fra Finland og iherdig innsats fra blant annet kirken slik at snart dyrket alle gårdene korn (Bratrein 1989-1994).

Tidligere leder av Forsøkgården Holt i Tromsø (nå NIBIO Holt), Karl Fjærvoll (1961), estimerte totalproduksjonen av korn i Hålogaland på 1600 tallet. Han fant at totalt ble det produsert 800 tonn modent og tørt korn hvert år. Med sine da drøyt 34000 innbyggere i regionen ville det si at hver person hadde om lag 23,5 kg korn per år, og at dette ville utgjøre 11 % av kaloribehovet. Det var for øvrig ulikt hvor stor andel av gårdene som produserte korn, men etter hans beregninger var det i 1665 98 % av gårdene som dyrket korn i Salten, 64 % i Kvæfjord og 38 % på Senja. I disse beregningene manglet Fjærvoll tall for Helgeland, som var det største kornproduserende området i Nord-Norge, slik at gjennomsnittstallene ville vært høyere om disse ble inkludert.

Fjærvoll konkluderer med å si (s 99): «Når vi tek omsyn til at dei på 1600-tallet var langt meir varsame i bruken av mjølmat enn no, er det grunn til å rekne med at mange greidde seg med det matkornet dei sjølv avla, og serleg i gode år.»



Fig. 25. Den gamle mølla på Dyrstad i lbestad kommune i Sør-Troms er restaurert.

Foto: Hilde Halland.

Et annet bevis på hvor stor kornproduksjonen var i nord er de mange møllene og kvernene som fantes. Om en ser på topografiske kart fra Ofoten og Sør-Troms i skalaen 1:50.000 vil en finne 3-5 navn på elver eller bekker med navnet mølle eller kvern i seg på hvert kartblad (Lindahl 2009).

Lokale forhold og efaringsbasert kunnskap preget korndyrkingen, og kornet ble dyrket på de beste jordene. Digre (2007) skriver at det meste av korndyrkingen i Nord-Troms lå innerst i fjordene ved havet siden det var her snøen forsvant raskest. Grøttland (2001) beskriver korndyrkingen i Sør-Troms. Hun skriver at den beste jorda med mest solinnstråling ble brukt til korn og poteter. Vekstskifte mellom korn og potet var også vanlig, hvor sauegjødsel og kompost ble pløyd ned i potetåkeren første året og neste år dyrket en korn uten bruk av gjødsel på samme arealet. Hun skriver også at 16. mai var vanlig sådato, men om våren kom tidlig, da sådde man i starten av mai og om våren kom sent fikk en ikke kornet i jorda før mot slutten av måneden. Høsting med sigd startet vanligvis i midten av august, siden nattefrost ikke var uvanlig mot slutten av måneden. Tørkingen ble gjort på hersjer på jordet. Etter tørking ble kornet fraktet til låven hvor tresking og rensing ble gjort ved at en slo på kornet med en sloga/sliul til kornet løsnet fra akset. Kornet ble tørket igjen og kunne nå lagres i tre år uten å ta skade av det. Hun forteller at såkornet ble bytte hvert år, men at alle gårdene hadde såkorn for tre år fremover lagret.



Fig 26. Høsting på Holt i Tromsø i 1934



Fig 27. Slåttonn på Holt i Tromsø i 1946

## 4.2 Bruk av kornet i nord

Kornet ble i all hovedsak brukt til mat. Byggbrød er ifølge Grøttland (2001) en av de eldste brødtypene man kjenner i Nord-Norge.

Grøttland skriver at: (byggbrødet) «*måtte ikke lages av kjøpebygg, for da ble den ikke god, men av hjemmeavlet byggmel, malt på mølna borte i elva. Da holdt den seg myk og smakte godt. Melet var grovt og sået og næringsrikt, for det var malt av hele kornet slik som det var, både med skall og kjerne. Både kornet og melet var ferskt, ikke gammelt og livløst.*»

Byggbrødet Grøttland beskriver var rundt og passe flatt, omlag 15 cm i diameter og laget av 100 % byggmel. Flatbrød og lefse laget man av henholdsvis 2/3 og 1/3 bygg (resten var rug fra Russland). I tillegg var byggmels grøt en viktig del av kostholdet.

Garshol (2016) har undersøkt bryggetradisjoner Norge, og han skriver at det også var brygging i nord, men langt mindre enn i sør. Han spekulerer også i at malten brukt i Finnmark og i store deler av Troms var innkjøpt siden egenprodusert korn ble brukt til mat. Lange tradisjoner for brygging finner han for øvrig i Nordland og i Sør-Troms, og nevner spesielt områdene Astafjord, Bardufoss, Beiarn og Utskarpen.



Fig. 28. Landsorten Dønnesbygg dyrket på NIBIO Holt høsten 2017. Foto: Hilde Halland.

### 4.3 Nordlige kornsorter

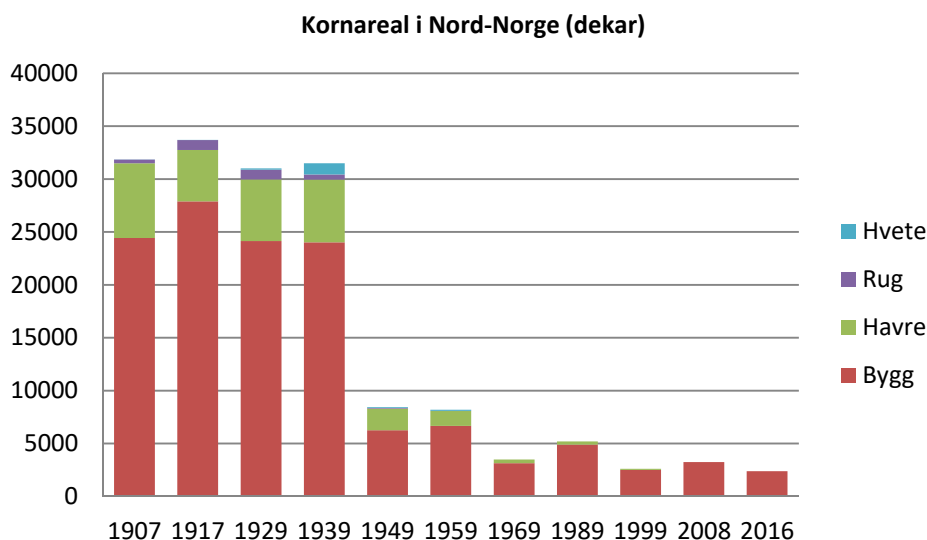
Gjennom historien tok bonden vare på det beste kornet fra årets avling til neste års såkorn. Gjennom et slikt utvalg bedret kornmaterialet seg gradvis. På denne måten ble også kornmaterialet formet av naturen og produksjonsteknikken, samt at de ble tilpasset de lokale forholdene. Disse landsortene hadde ikke spesielle sortsnavn, men fikk navn etter stedet eller gården de kom fra (Strand 1984). I Nord-Norge kjenner vi blant annet til Tennahavre fra Herøy, Tilrumhavre fra Brønnøy, Norumhavre fra Reipå, Beiarnhavre, Korgenhavre, Bardujordbygg, Dønnesbygg (se figur 28), Øyrnesbygg fra Balsfjord og Bjarkøybygg (Rasmussen 1922-1930).

Da forsøksgårdene i landbruket ble etablert i nord, Vågønes forskningsgård i Bodø (etablert i 1920) og Holt Forskningsgård i Tromsø (etablert i 1923), startet også et omfattende arbeid med å samle inn landsorter og velge ut de beste linjene. I første halvdel av 1900-tallet ble det drevet foredling og kryssing både på landsortene og med innblanding av sørligere sorter. Resultatet av dette arbeidet var at forskningsgårdene foredlet frem seks ulike kornsorter for Nord-Norge: Vågønes vårrug, Pol havre (1967), Nordlys bygg (1962), Bode bygg (1978) fra Vågønes samt Polar bygg (1933) og Fløya bygg (1939) fra Holt (Skarstad 2010).

Foredlingsprogrammet i Nord-Norge stoppet tidlig på 80-tallet, i hovedsak grunnet den store nedgangen i korndyrkingen i landsdelen. Ti år senere stanset også de ordinære testingene av byggsorter i Nord-Norge.

### 4.4 Dramatisk reduksjon av kornarealet i Nord-Norge etter 1945

Etter 1945 ble kornarealet i nord kraftig redusert (Fig. 26.). Valberg og Retvedt (1974) skriver at dette ikke kan være på grunn av klimatiske forhold, siden klimaet var bedret. Heller ikke kunne grunnen være sortsutvalget siden man gjennom foredling hadde fått frem flere forbedrede sorter for nordlige forhold.



Figur 29. Tallene er hentet fra Statistisk sentralbyrå Jordbrukstellingene fra 1907, 1917, 1929, 1939, 1949, 1959 og 1969, samt Landbruksstatistikk for 1989, 1999 and 2008. I tillegg til Landbruksdirektoratet PT-912 31.07.2016. Merk at for 2008 og 2016 er totalt kornareal inntegnet.

Grunnen til denne raske nedgangen var sammensatt av politiske og økonomiske grunner. Tidligere var det selvhusholdet med mangesysleriet som karakteriserte landbruket i nord hvor fiskerbonden var den mest vanlige vei å livnære seg på. De produserte det meste av det de trengte av råvarer til mat, klær og byggematerialer, og det var lite penger i omløp (Brox 2016). Mangel på penger til investeringer var en av grunnen til at mekaniseringen og effektiviseringen av landbruket på 40-tallet gjorde at få hadde råd til å kjøpe seg tresker som nå ble den vanlige metoden å høste kornet på. I tillegg estimerer Valberg og Retvedt (1974) at kornet må høstes tørrere, og derfor omlag tre uker senere med tresker enn det som var vanlig med sigd hvor en da lettere kunne tørke kornet etter høsting. Treskere krevde også at en hadde mer sammenhengende flate jorder, som ikke var så lette å finne på gårdene i nord. I tillegg førte kanaliseringspolitikken, som startet på begynnelsen av 50-tallet, til at det ble mer lønnsomt å dyrke korn på flatbygdene på Østlandet og i Trøndelag og mer lønnsomt med grasproduksjon og dyrehold i nord og i vest. Å sikre Norges totalproduksjon var (og er) begrunnelsen for denne aktive kanaliseringspolitikken (Bunger og Tufte 2016).

På Island har utviklingen derimot gått i helt motsatt retning i forhold til Nord-Norge. De siste 25 årene har det der vært drevet et aktivt foredlingsarbeid for å få frem nye tidlige sorter av bygg, bønder har satset på dyrking og gått til innkjøp av treskere og tørker samt at det er bygd opp to møller på øya. Kornarealet har økt fra omtrent 2000 dekar i 1991 til 47000 dekar i 2009 og så ned til 28000 dekar i 2016. Kornproduksjonen er blitt betegnet som den mest lovende landbruksproduksjonen på Island.

## 5 Muligheter for økt dyrking og bruk

### 5.1 Markedet for nordlig korn

Interessen for lokal mat øker, og salget i butikkene i Norge har økt tre ganger så raskt som det totale matsalget i dagligvarebutikkene. Omsetningen for lokal mat i Norge i 2016 var på 4,8 milliarder kroner (Nielsen Scan Track, 2016). Regjeringens mål er at denne summen skal øke til 10 milliarder kroner innen 2025 (Melding til Stortinget 31 (2014 - 2015)).

Turistmarkedet har også hatt en enorm økning. Den totale omsetningen i Nord-Norge i denne bransjen ble beregnet til 18,3 milliarder kroner i 2016 (Nordnorsk reiselivsstatistikk 2016). Turister kommer hit for å oppleve ren og vill natur og turistbransjen registrerer et økt krav om lokal mat fra disse (Turistundersøkelsen 2016).

Nåværende forbrukertrender er lokal, bærekraftig og sunn mat (Martin m.fl. 2016). Det medfører at folk velger brød og kornprodukter som er laget av sunnere kornarter og kornsorter. Verden over har trenden for sunn mat utløst en ny interesse for bygg på grunn av næringsverdien i dette kornslaget (Baik og Ullrich, 2008).

I 2016 var det bare 24 bønder som produserte korn i Nord-Norge, og de fleste av disse bøndene er lokalisert sør i Nordland. Kornet som produseres i Nord-Norge i dag, brukes som fôr enten på egen gård eller at det leveres til kornmottak i Trøndelag. I dag er det ingen infrastruktur i verdikjeden mellom bonden og mikrobryggeri eller bakeri. Det er flere utfordringer knyttet til å øke kornproduksjonen i Nord-Norge, bl.a. mangel på spesialutstyr som tresker, korntørker og kornlager. Siden produksjonen har vært fraværende i så mange år er kunnskap om korndyrking mangelfull. Det finnes heller ingen malterier i Norge, og ingen kornmottak eller møller i Nord-Norge.

I Norge har det vært en stor økning i antall mikrobryggeri de siste årene. Kompetansenettverket for lokalmat i nord har registrert 35 mikrobryggerier i Nord-Norge. Statistikk fra Bryggeri- og drikkevareforeningen viser at salget fra mikrobryggerier økte med 20% fra oktober 2016 til september 2017. I samme periode produserte mikrobryggeriene 3,5% av totalt antall liter øl solgt i Norge. Bryggeri- og drikkevareforeningen forventer en fortsatt økning i salget fra mikrobryggeriene i de kommende årene og har anslått at denne typen øl vil utgjøre 8-10% av markedet i 2020. Interessen for bruk av lokalt dyrket bygg til malt øker og har resultert i flere øltyper laget av lokal malt på det norske markedet.

Melding til Stortinget 11 (2016-2017) understreker at økt landbruksproduksjon skal baseres på norske ressurser. Det fokuseres på at produksjon av kjøtt og melk skal være basert på norsk råvare; gress og andre fôrressurser, inkludert korn. Nasjonalt er ca. 80% av fôrressursene norske, og stortingsmeldingen viser til at det er en mulighet for å øke denne andelen gjennom økt produksjon av korn til dyrefôr. I Nord-Norge var det på starten av 2000 tallet en satsing på korn til krossing. Denne var spesielt rettet mot økologiske produsenter som ønsket å redusere kostnadene ved økologiske kraftfôr (Vink, 2003).

Merverdi av produkter som øl av lokal malt, mat av lokalt dyrket bygg eller kjøtt og melk med lokale fôrkilder kan oppnås ved å produsere unike produkter samt å bruke historiefortelling i markedsføringen. Bærekraftig produksjon vil også legges til positivitetene knyttet til slike produkt.

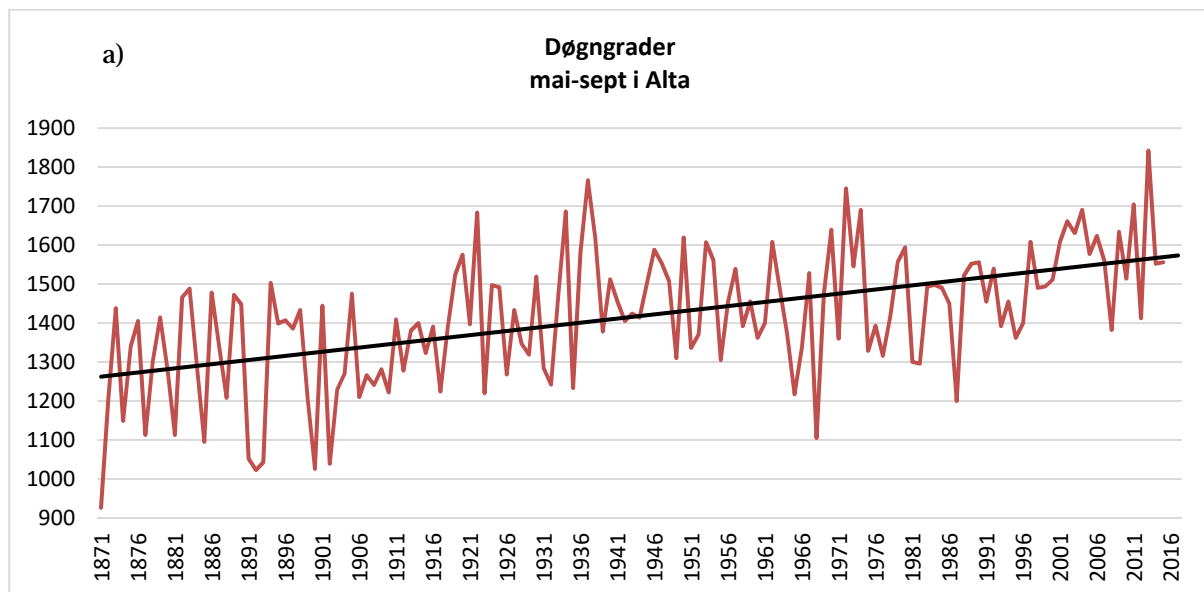
## 5.2 Klima i endring

Nord-Norge strekker seg hele 1500 km i lengde, over flere lengde- og breddegrader; fra Bindal på 65°N til Nordkapp på 71°N og fra ytre Helgeland på 11°E til Kiberg i Varanger på 31°E, og utgjør 35 % av fastlands Norge med sine 107128 km<sup>2</sup>. Dette gir store variasjoner i klima, både fra nord til sør og fra kyst til innland. I tillegg har lokale forhold alltid spilt en stor rolle med hensyn til muligheten for å kunne produsere korn.

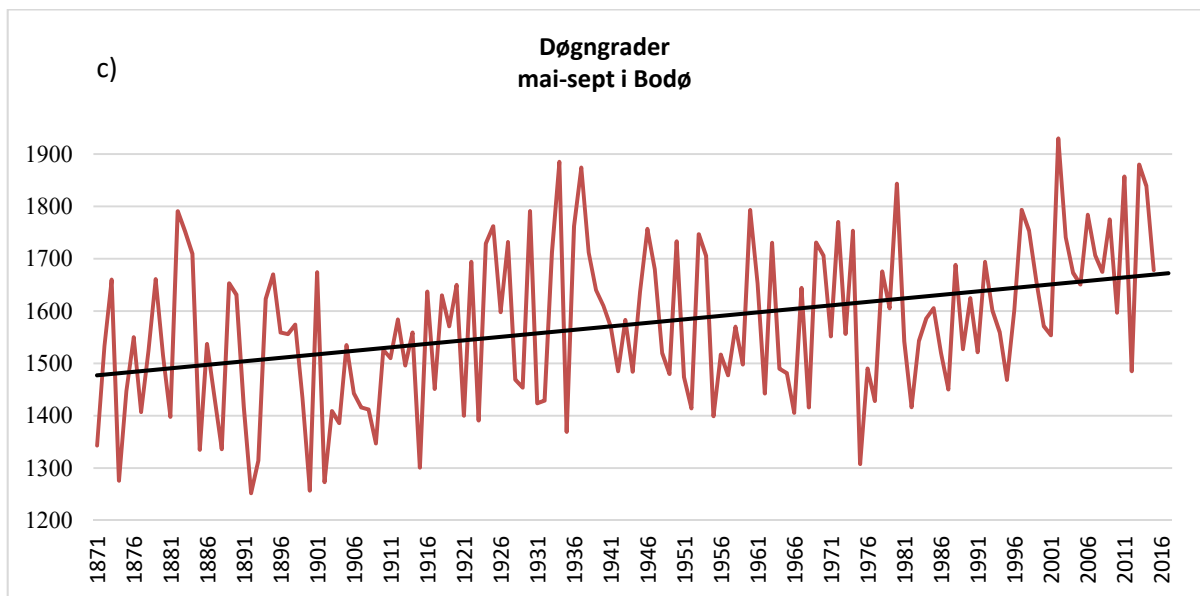
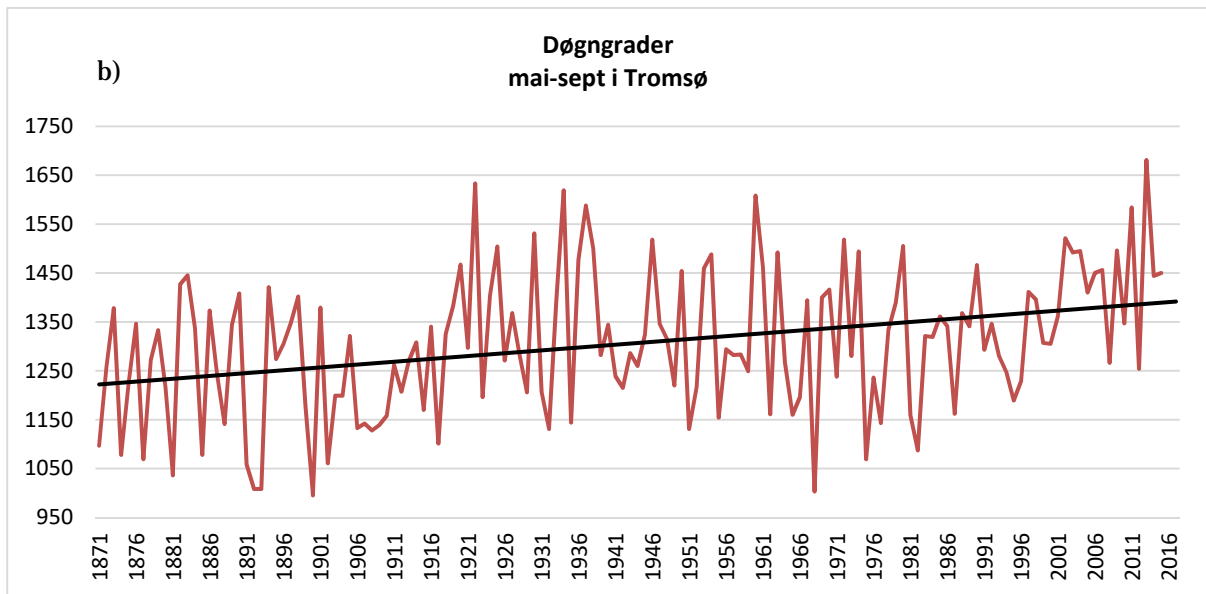
Forskning på klimaendringer viser at en kan forvente lengre dyrkingssesong i nord med høyere gjennomsnittstemperaturer (Uleberg m.fl. 2014). Det er i tillegg forventet at det vil bli mer nedbør om høsten. Økt temperatur og forlenget vekstsesong gir nye muligheter for å dyrke ettårige vekster i nord, i et tidligere marginalt område. Det vil bety at vi vil i økende grad vil kunne dyrke bygg til modning slik at det kan brukes til mat eller malting. Samtidig vil korndyrking være med på å forbedre agronomien på gården ved å gi mulighet for et mer aktivt og variert vekstskifte.

### 5.2.1 Varme

Vi har sammenstilt data over tilgjengelige døgngreder fra mai til september i perioden 1871-2016 fra Alta, Tromsø og Bodø (se figur 30.). Døgngreder er regnet ut ved å multiplisere gjennomsnittlig døgntemperatur med antall dager i måneden (her er det brukt basistemperaturen på 0°C).







**Fig 30.** Døgngnader i mai-sept fra 1871-2016 i a) Alta, b) Tromsø og c) Bodø. Data fra 1871-1955 er hentet fra Fjærvoll (1965) og nyere data er hentet fra Meteorologisk institutt (eKlima). Den røde linjen viser døgngnadene per år og den svarte linjen viser trendlinjen for alle disse årene.

Trendlinjen for døgngnader stiger for alle de tre stedene, som vil si at tilgjengelig varme for plantevekst øker, samtidig som det er store årsforskjeller. Døgngnader på det aktuelle voksestedet, lokale forhold og å velge en byggsort som er tilpasset de lokale dyrkingsforholdene, er svært viktig for å oppfylle varmekravet for korndyrking i nord. De store forskjellene i antall døgngnader mellom år fører til at en ikke kan dyrke korn til modning i alle år. Alternative bruksområder for avlingen vil kunne være en løsning, der en i gode år dyrker korn til modning som kan selges til en høyere pris til matkorn eller malkorn, og i dårlige år vil en kunne bruke kornet til dyrefôr. Lønnsomheten i kornproduksjonen vil dermed være avhengig av hyppigheten av "gode" og "dårlige" dyrkingsår.

## 5.2.2 Nedbør

Selv om vekstsesongen utvides og antall døgngrader øker, er det ikke selvsagt at det vil være så mye å hente på å høste senere på grunn av økt nedbør om høsten (Reykdal m.fl. 2016). Fig. 31. viser nedbøren i august og september i Alta, Tromsø og Bodø i perioden 1907 – 2015. Nedbøren har ikke økt i løpet av det siste århundret på disse stedene, men det er imidlertid store års forskjeller i nedbørmengde og store lokale forskjeller med om lag dobbelt så mye nedbør i Bodø sammenlignet med Alta.

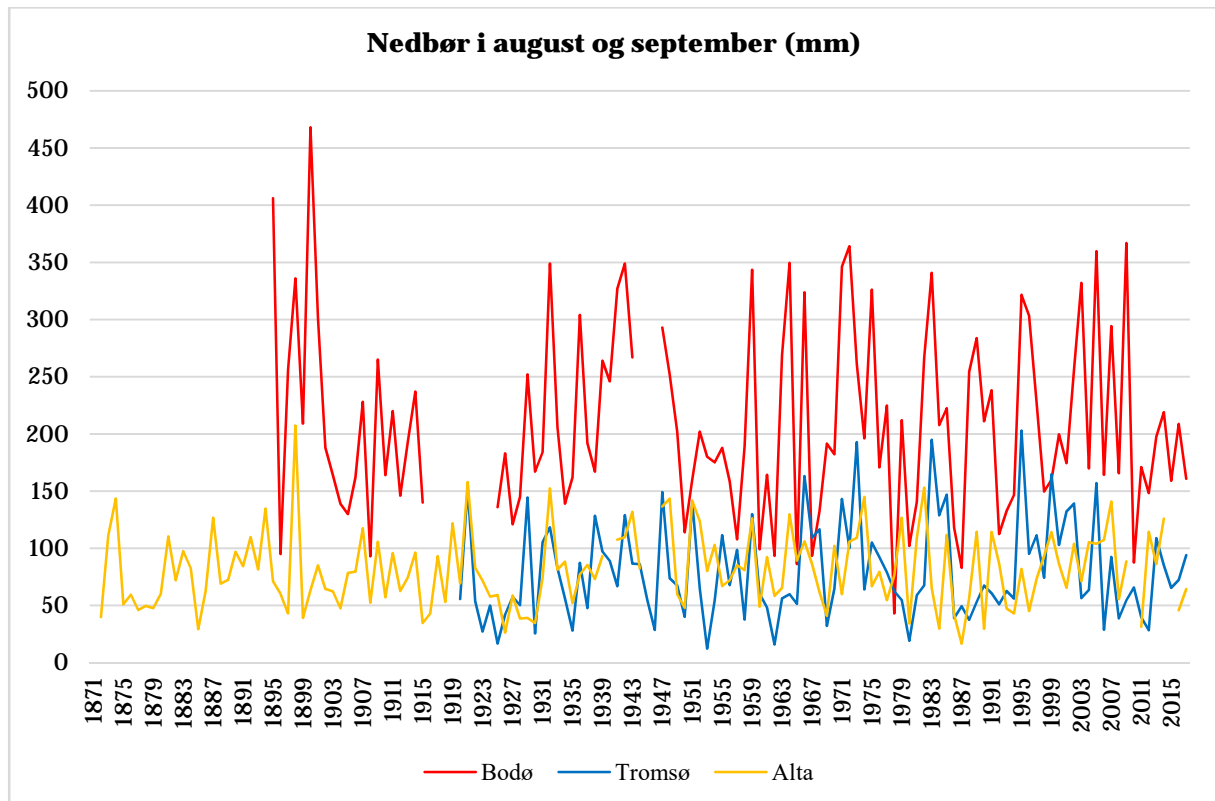


Fig 31. Nedbør i august og september i Bodø, Tromsø og Alta fra 1907 - 2015. Data fra Metrologisk institutt. (eKlima).

## 5.3 Bærekraftig produksjon

Bærekraftig utvikling ble definert av Brundtland (1987) som "utvikling som imøtekommer dagens behov uten å forringe mulighetene for kommende generasjoner til å få dekket sine behov". I FNs definisjon av bærekraftig utvikling står det at: "for å oppnå en bærekraftig utvikling må man harmonisere de tre elementene: økonomi, samfunnsutvikling og miljø".

Regjeringen understreker at norsk landbruk og matproduksjon skal gjennomføres på en klimavennlig måte (Melding til Stortinget 39 (2008-2009)). Dette betyr at primærprodusenter, matvareprodusenter, grossister, dagligvarebutikkene og kunden må sørge for at varene produseres, brukes og transporteres på en effektiv måte slik at miljøpåvirkningen i verdikjeden reduseres.

Nord-Norge er heldig stilt i forhold til mengden av biologiske ressurser som fisk og andre marine dyr og plantearter, skog og fjellbeite samt med ressurser for fornybar energi som vann, vind og bølger. Tilreisende besøker landsdelen for å oppleve ren og vill natur, nordlys, hval, fjorder og fjell. For

matprodusenter i nord er det derfor ekstra viktig å ligge i fremste rekke innen bærekraftig utvikling for å kunne tilby mat og drikke som harmonerer med den rene naturen vi assosierer regionen med.

En slik utvikling krever en helhetlig tenkning. Ressurser fra én produksjon/prosess benyttes som innsatsfaktorer i en ny, med mål om full ressursutnyttelse av råvarer og restråstoffer. Dette danner en «sirkulær økonomi» der ressursene utnyttes maksimalt. Slik tar vi vare på de biologiske ressursene som forblir i økonomien, også etter at et produkt ikke lenger brukes til sitt opprinnelige formål. Til forskjell fra en mer lineær «bruk og kast-økonomi», som forutsetter at ressurser er ubegrensede og lett håndterbare som avfall. En må utvikle produkter og utnytte ressursene på en smartere og bedre måte enn i dag.

Det er penger å spare på en grundig gjennomgang av virksomhetens energiforbruk. Det er også bedriftsøkonomisk lønnsomt å redusere avfallsmengden og å øke graden av gjenvinning og gjenbruk.

Ved å bli enda bedre på å gi miljøinformasjon om produkter og tjenester kan en vinne flere kunder. En av de fremste forbrukstrender er mat som «gir god samvittighet». Det er en økende bevissthet om hvor maten kommer fra, hvordan den er produsert og etter hvilke standarder, gjennom hele verdikjeden. Næringen selv må innlede samarbeid på tvers av etablerte sektorer, og å se verdien av samhandling i nye og utradisjonelle konstellasjoner. Slik nyteknning vil kunne skape nye forretningsmodeller og gi grunnlag for nye nettverk som bedre reflekterer morgendagens bærekraftige produksjon i den sirkulære økonomien.



Fig 32. Prosjektgruppen fra Norge, Island, Færøene og Orknøyene samt nordnorske gårdbrukere, bryggere og bakere på Island under avslutningsseminaret til Northern Cereals i mars 2018.

# Referanser

- Prosjektets hjemmeside: Northern Cereals, <http://cereal.interreg-npa.eu/>
- Baik B.-K. og Ullrich S. 2008. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest, *Journal of Cereal Science* 48 (2008) 233-242.
- Bjørlykke K.O. 1940. Utsyn over Norges jord og jordsmonn. Norges Geologiske undersøkelser nr. 156. H. Aschenhoug og co.
- Bratrein H. D. 1989-1994. Karlsøy og Helgøy bygdebok. Folkeliv, næringsliv, samfunnsliv. Utg. Karlsøy kommune.
- Brox O. 2016. På vei mot et post-industrielt klasse-samfunn? Om vi vil unngå for store forskjeller i våre barns Norge, er det mye å lære av våre forfedre. Pax forlag AS, Oslo.
- Brundtland G. H. 1987. Our Common Future, Repport fra The World Commission on Environment and Development, FN Dokument.
- Bunger A. and Tufte T. 2016. Den norske landbruksmodellen, Agri Analyse, Rapport 6 – 2016, Oslo.
- Delcour J. A. og Hosney C. 2010. Principles of Cereal Science and Technology 3rd edition, AACC International Press, ISBN: 978-1-891127-63-2
- Digre K. 2007. Seterdrift og kornkverner. Første del av prosjektet: bruk av skog og utmark i Kvæningen og Nordreisa. Nord-Tromsø museum (NTRM).
- Fjærvoll K. 1938. Melding fra Statens forsøksgård på Holt for 1938. Grøndahl & Sønns boktrykkeri, Oslo 1939.
- Fjærvoll K. 1961. Korndyrkinga i Hålogaland i gammal tid 1500- og 1600-åra. Tilleggsbok til Håloygminnet. Svorkmo Prenteverk.
- Fjærvoll K. 1965. Korndyrkinga i tromsfylke i 1700-åra med tilknytning til nyare tid (Sennien og Tromsen Fogderi). Tilleggsbok til Håloygminne nr. 3 1965. Nordland Boktrykkeri AS. Bodø.
- Garshol L. M. 2016. Gårdsøl, Cappelen Damm
- Grøttland K. L. 2001. Daglig brød – daglig dont, frå Nordnorsk husstell og hverdagsliv. Angelica Forlag AS.
- Guttormsen, H. 2000. Kvenene – innovatører innen jordbruket i fjordene i Vest-Finnmark og Nord-Troms? Myte eller historisk realitet? Rapport fra seminar i Vadsø 5.-6. oktober 1998. "Jordbruk og torvtaking i kven-områder og skogfinske områder". ss 25-43. Vadsø museum – Ruija kvenmuseum 2000. Skriftserie nr. 2
- Halland H., Gonera A., Løvaas A. and Holtekjølen A. K. 2016. Barley food product development, report from Northern Periphery and Arctic Program; Northern Cereals – New Markets for a Changing Environment.
- Hermannsson J. 2017. Upplýsingar um kornrækt (på islandsk) (eng. A Farmer´s Handbook for Cereal Cultivation in the Northern Periphery and Arctic region), Northern Periphery and Arctic Programme (NPA) CAV Diary Number 304-8673-2014.
- Hoel B, Abrahamsen U, Strand E og Sundgren T. 2013. Temaark for økt norsk kornproduksjon nr. 1-7, NIBIO
- Lewis M. J. og Young T. W. 2002. Brewing 2nd edition, Springer.
- Lindahl I. 2009. Kvernsteinsbrudd og kornkverner i Ofoten og Sør-Troms). NGU Rapport 2009.076.

- Martin, P. 2015. Grain Quality Criteria for Malting Barley - A Project Report, Northern Periphery and Arctic Programme Northern Cereals – New Markets for a Changing Environment. Report Deliverable T2.4.3 ii
- Martin P., Dalmannsdottir S., i Gerdinum J.I., Halland H., Hermannsson J., Kavanagh V., MacKenzie K., Reykdal O., Russell J., Sveinsson S., Thomsen M., Wishart J. 2017. Climatic Change. Recent warming across the North Atlantic region may be contributing to an expansion in barley cultivation. *Climatic Change*, 145(3):351-365.
- Martin P., Wishard J. og Thomsen M. G. 2016. Methods used within the project for malting small grain quantities, *Northern Cereals*,
- Martin P., Reykdal O. og Halland H. 2016. Current cereal growing situation in five northern regions and the potential for using local cereals in food and drink products. Project Report in the Northern Cereals Project.
- Meld. St. nr. 39 (2008-2009). Klimautfordringene – landbruket en del av løsningen.
- Meld. St. 31 (2014–2015). Garden som ressurs – marknaden som mål – Vekst og gründerskap innan landbruksbaserte næringer.
- Meld. St. 11 (2016–2017). Endring og utvikling – En fremtidsrettet jordbruksproduksjon.
- Mikkelsen, E. 1979. Kornets eldste historie i Norge (s 9-56). Korn er liv. Statens Kornforretning 50 år 1929-1979.
- Nielsen Scan Track, 52 rullerende uker per uke 39, 2016. Omsetning av lokalmat i dagligvarehandelen. <http://norskmat.no/lokalmat-1/salget>
- Nordnorsk reiselivsstatistikk, 2016. NHO reiseliv <http://nho.mediabok.no/reiseliv2016/>
- Rasmussen F. K. (1922-1930) Beretning frå Forsøkgården Vågønes for 1920-1929. Grøndahl & Søn's Boktrykkeri, Oslo.
- Reykdal O., Sveinsson S., Dalmannsdottir S., Martin P., i Gerdinum J. I., Kavanagh V., Fredriksen A., Hermannsson J. 2016. Northern Cereals – New Opportunities. Final report.
- Skarstad H. J. 2010. Landsvernplan for Bioforsk. Del 1 Forsøkshistorie 1889-2006. Del 2. verna bygningar og kulturmiljø. *Bioforsk Fokus* 5(4)
- Solbø E. 1992. Det dyrebare bygget, fra åkeren til mølne. Årbok for Senja, vol 21.
- Strand E. 1984. Korn og korndyrking. Landbruksforlaget 1984, 126 s.
- Sundgren T., Thomsen M. G., Åssveen M., Stubbhaug E., Bergjord A. K., Mordal R. and Eldtun R. 2014. Norsk malt, humle og urter – smaken av norsk øl. *Bioforsk Fokus* 9(1). pp. 99-110.
- Thomsen M. G., Wicklund T., Andreassen R. L., Halland H., Göransson M., Martin P. og Rasmussen M. 2018. Malting process and malt quality - Brewing from local grain. report from Northern Periphery and Arctic Program; Northern Cereals – New Markets for a Changing Environment.
- Tunstad E. 2009. Den lille istid. [www.forskning.no](http://www.forskning.no)
- Turistundersøkelsen 2016. Innovasjon Norge <http://www.innovasjon Norge.no/contentassets/f142acacb4f944d88d3384c7e5bbf0b2/turistundersokelsen--oppsummering-aret-2016--bakgrunnsrapport.pdf>
- Uleberg E., Hanssen-Bauer I., Oort B, Dalmannsdottir S. 2014. Impact of climate change on agriculture in Northern Norway and potential strategies for adaptation, *Climatic Change*, Vol.122(1), pp.27-39.
- Ulfeng H. 2018. Jorda i Troms. NIBIO pop, 4 (12) 2018.

Valberg E. and Retvedt K. 1974. Statens forsøksgård Vågønes gjennom 50 år 1920-1969. Nordland Boktrykkeri AS, Bodø.

Vink H. 2003. Økologisk og konvensjonell korndyrking i Nordland. Økologisk landbruk nr 2, april 2003, Årgang 22, s 19-23.

Wrigley C. W, Corke H., Seetharman K. and Faubion J. M. 2016. Malting, Milling and Processing, Encyclopedia of food grains Vol 3, pp 423-445.

Zadoks JC, Chang TT , Konzak CF. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14:415-421.

Åssveen M. og Abrahamsen U. 1999. Varmesum for sorter og arter av korn. Grønn forskning 2, 1999.

Åssveen M. og Eltun R. 2016. Dyrkingsveiledning for maltbygg, NIBIO rapport Vol 2, nr 96.



Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.