

Fakultetet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi (ALB)

Mona Elisabeth Fløtten

Bacheloroppgave

Hampefrøet –  
Klimatiske forutsetninger for dyrking i Norge

Climatic prerequisites for hemp seed production in Norway

Bachelor i agronomi

2021

---

## Forord

Denne litteraturstudien markerer slutten på tre utfordrende og lærerike år på Blæstad. Jeg har lært hvor mangfoldig landbruk og matproduksjonen er, og sett at det rommer mye og mange. Skoleåret avslutter jeg på «hjemmekontor» i Kristiansand, i en spesiell tid hvor store deler av livene våre dikteres av et virus. Likevel har studieløpet gått som planlagt, takket være rask omveltning fra Høgskolen i Innlandet, og innsats fra både faglærere og oss studenter.

Min interesse for kosthold, helse og plantebasert mat har ledet meg inn i en verden av ny og spennende mat. Slik oppdaget jeg hampefrøet, et «superfrø», som nå er en fast del av kostholdet mitt. Jeg funderte på hvorfor dette næringsrike frøet, som både kan spises av oss og husdyrene våre, ikke blir dyrket her til lands. Denne nysgjerrigheten ledet meg til temaet hampefrødyrking i norsk klima. Å skrive denne bacheloroppgaven har vært en utrolig lærerik prosess, hvor jeg har lært om både meg selv og hampen.

Jeg vil gi en spesiell takk til Hans Christian Endrerud, for veiledning, åpenhet og oppmuntring underveis i hele prosessen. Takk til kollokviegruppa mi, som har vært et viktig støtteapparat digitalt, i tiden når vi ikke har hatt mulighet til å møtes ansikt til ansikt. Sist vil jeg takke min samboer, og alle som ellers har hjulpet med idemyldring, korrekturlesing og tilbakemeldinger. Prosessen hadde ikke vært den samme uten!

Kristiansand, 1. juni 2021



---

Mona Elisabeth Fløtten

---

## Sammendrag

Hampen har vært en del av menneskets historie i årtusener. Fiberne ble brukt til klær og tau, frøene til olje, og mat til folk og dyr. Planten har vært lite aktuell siste halvdel av 1900-tallet, grunnet lovgivning og konkurranse fra andre materialer. Siden da har hampen og hampefrøet blitt gjenoppdaget. Frøet takket være sin unike sammensetning: proteinet er fullverdig, og fettene i stor grad flerumettet. Ellers inneholder frøet fiber, vitaminer, mineraler og flere bioaktive stoffer. Dette er utmerket mat til alle våre vanligste produksjonsdyr, og oss mennesker.

I denne litteraturstudien har jeg undersøkt hampefrødyrkings aktualitet her i Norge ved å besvare problemstillingen «**Kan det være mulig å dyrke hampefrø i Norges klima og breddegrad?**». For å svare på dette har jeg brukt utenlandsk litteratur for å lage tre temaer knyttet til hampens evne til klimatilpasning, som jeg så har sammenliknet med Norges klima i et drøftingskapittel. De tre temaene er:

*1: Temperatur, nedbør, frost, tørke og fotoperiodens innvirkning på hampen*

*2: Hampefrøets fett- og proteinsammensetning i ulike klimatiske regioner og vekstmiljø*

*3: Hampens frøavlingsnivåer ved breddegrader >50°N*

Mine funn viser at de fleste hampesorter er tilpasset et varmere klima og kortere fotoperiode enn vi har, men det finnes sorter som kan dyrkes og sette frø i Norges klima og breddegrad. Disse sortene må være tilpasset et kjøligere klima, frost og lange fotoperioder, slik som visse nordlige hampesorter er.

Hampefrøets proteininnhold, fettinnhold og sammensetning av disse, samt avlingskvaliteten, påvirkes av vekstmiljøet og klima. Stressorer, som høy nedbør og kulde, kan påvirke proteinnivå og -kvalitet negativt. Videre kan dyrking av hampefrø her nord gi fettene høyere grad av umettethet, og muligens andre interessante kvaliteter. Sortsvalget påvirker også protein- og fettsammensetning i stor grad.

Avlingspotensialet varierer stort med sort og dyrkingsmiljø, men den nordlige frøsorten Finola kan gi 1000-1700 kg/ha i klima og breddegrader likt Norges. Denne blomstrer i lange fotoperioder, og tåler frost og lave temperaturer. Denne, og sorter med lignende egenskaper,

---

bør forskes på under norske forhold. Vi bør også undersøke hvilke lokalklima og regionene i Norge som gir hampen de beste forutsetninger. Videre kan klimaendringene gi ulemper for hampefrødyrking på grunn av endringer som mer tørke, og ustabil, økt nedbør. På den andre siden kan lengre og varmere vekstsesong gi nye muligheter.

## Abstract

Hemp has been part of human history for millennia. The fibers were used for clothing and rope, the seeds for oil, as well as food for us and our livestock. The plant was hardly grown the latter part of the 20<sup>th</sup> century, due to legislation and competition from other materials. Since then, hemp and its seed has been rediscovered. The seed thanks to its unique composition of complete protein, highly unsaturated fatty acids, fiber, vitamins, and minerals. In addition, it contains several bioactive compounds. This is excellent food for humans and livestock alike.

I have taken a closer look at the potential for hemp seed growing in Norway in this literature study by answering «**Could it be possible to grow hemp seed in Norway's climate and latitude?**». To answer this, I have used foreign literature to give an overview of three subjects related to the hemp plants ability to adapt to climate. Then I have compared these subjects to the Norwegian climatic conditions, in a discussion. The three subjects are:

*1: Temperature, precipitation, frost, drought, and the photoperiods effect on hemp*

*2: The hemp seeds fat and protein composition in differing climatic regions and growth environments*

*3: The yield potential of hempseed at latitudes >50°N*

The results indicate that most hemp varieties are adapted to a warmer climate and shorter photoperiod, but there are varieties that may grow and set seed Norwegian climate and latitude. These varieties must be adapted to a cooler climate, frost, and long photoperiods, as some northern varieties are.

The hemp protein and fat content of the seed, the fatty acid composition, and the yield quality are affected by growth environments and the climate. Stressors, like high precipitation and cold, can affect the protein levels and quality negatively. Furthermore, growing in Norwegian latitude could give higher levels of highly unsaturated fatty acids, as well as other interesting qualities. The selected variety also affects protein and fatty acid composition significantly.

The yield potential greatly depends on the selected variety and growth environment, but the northern Finola variety can give 1000 – 1700 kg/ha in Norwegian climate and latitude. This variety will bloom in long photoperiods and has resistance to frost and cold. This variety, and similar ones, should be tested under Norwegian conditions. We should also investigate what

---

local climates and regions are best suited for hemp seed cultivation. Furthermore, climate change may present new challenges due to more frequent droughts, and unstable precipitation. It could also give opportunities, as the growing season will be longer and warmer.

---

# Innhold

<b>FORORD .....</b>	<b>1</b>
<b>SAMMENDRAG.....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>4</b>
<b>INNHOLD .....</b>	<b>6</b>
<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>8</b>
1.1 EN OVERSIKT OVER HAMPEN .....	8
1.2 HAMPEFRØET .....	11
1.3 HAMPEFRØET KAN HA EN Plass I NORSK LANDBRUK OG KLIMA .....	12
1.4 PROBLEMSTILLING OG AVGRENSNINGER .....	14
<b>2. METODE .....</b>	<b>15</b>
<b>3. KLIMAOVERSIKT .....</b>	<b>16</b>
3.1 NORGES KLIMA .....	16
3.2 KÖPPENS KLIMAKLASSIFIKASJON .....	17
<b>4. RESULTATER .....</b>	<b>19</b>
4.1 TEMPERATUR, NEDBØR, FROST, TØRKE OG FOTOPERIODENS INNVIRKNING PÅ HAMPEN .....	19
4.1.1 <i>Temperaturens påvirkning på spiring .....</i>	<i>19</i>
4.1.2 <i>Temperaturens påvirkning på vekstfasen, blomstring og frødannelse .....</i>	<i>20</i>
4.1.3 <i>Hampens kulde- og frosttoleranse.....</i>	<i>21</i>
4.1.4 <i>Nedbøren, jordhydrologien og tørkens påvirkning på hampen.....</i>	<i>22</i>
4.1.5 <i>Fotoperiodens påvirkning på hampen.....</i>	<i>23</i>
4.2 HAMPEFRØETS FETT- OG PROTEINSAMMENSETNING I ULIKE KLIMATISKE REGIONER OG VEKSTMILJØ	24
4.3 HAMPENS FRØAVLINGSNIVÅER VED BREDDEGRADER >50°N .....	26

---

<b>5. DRØFTING: KAN DET VÆRE MULIG Å DYRKE HAMPEFRØ I NORGES KLIMA OG BREDDEGRAD? .....</b>	<b>28</b>
5.1 DRØFTING 1: TEMPERATUR, NEDBØR, TØRKE, FROST, OG FOTOPERIODENS INNVIRKNING PÅ INDUSTRIHAMPEN.....	28
5.1.1 <i>Drøfting av temperatur</i> .....	28
5.1.2 <i>Drøfting av nedbør, jordhydrologi og tørke</i> .....	29
5.1.3 <i>Drøfting av hampens kulde- og frosttoleranse</i> .....	31
5.1.4 <i>Drøfting av fotoperiode</i> .....	32
5.2 DRØFTING 2: HAMPEFRØETS FETT- OG PROTEINSAMMENSETNING I ULIKE KLIMATISKE REGIONER OG VEKSTMILJØ .....	32
5.3 DRØFTING 3: HAMPENS FRØAVLINGSNIVÅER VED BREDDEGRADER >50°N .....	33
<b>6. KONKLUSJON .....</b>	<b>35</b>
<b>LITTERATURLISTE .....</b>	<b>36</b>



# 1. Innledning

## 1.1 En oversikt over hampen

Hampen, *Cannabis sativa* L. er en av de tidligst kultiverte plantearter vi kjenner til, og har vært en del av menneskets historie i tusenvis av år. Blant de tidligste bruksområdene var tau, tekstiler, papir og medisin. Hampefrøet ble utnyttet for olje, og mat (Fleming og Clarke, 1998, s. 2) til mennesker og dyr. Oljen ble brukt i maling, lysolje og grønnsåpe (Vindheim, 2000, s. 11). Sistnevnte fikk navnet fra hampeoljens grønne farge (Vindheim, 2000, s. 155). Hampen ble først domestisert i Nordøst-Asia, omtrent seks tusen år før vår tidsregning (Fleming og Clarke, 1998, s. 9). Herfra spredte planten seg langs sjørutene (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 38 og 39) til store deler av Europa, Russland og Nord-Amerika (Crini, *et al.*, 2020, s. 1451-1452).

Hampelanten kom til Norge med vikingene (Fleming og Clarke, 1998, s. 14 og 17). De brukte blant annet hampens som råmateriale for sterke seil (Crini, *et al.*, 2020, s. 1451-1452). Hampen forble viktig for Europas sjøfart gjennom middelalderen (fra ca. år 500) og gjennom seilskutetiden (slutt ca. 1850) (Vindheim, 2000, s. 116; «Middelalderen», 2020; «Age of sail», 2021). Planten var det viktigste råmaterialet for fiberproduksjon globalt frem til godt ut på 1900-tallet. Da skipsfarten ble mindre viktig, mistet hempfibrene mye av sin verdi og ble gradvis erstattet av bomull, lin og syntetiske fibermaterialer (Adesina, *et al.*, 2020, s. 3; Crini, *et al.*, 2020, s. 1452). Fiberhamp ble dyrket i Skandinavia og Norge til omtrent midt på 1900-tallet, (Vindheim, 2000, s. 27) så langt nord som 65°N og 66°N (Pahkala *et al.*, 2008, s. 105). Hampen er med andre ord ingen ny kulturplante, men har dype røtter hos oss.

Hampen er en ettårig, vindpollinerende, tofrøbladet plante som tilhører *Rosales*-ordenen, familien *Cannabaceae* og arten *Cannabis* (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 38). Planten har naturlig særbu (diøsiske sorter), men sorter med sambu (monøsiske sorter) er dyrket frem for å gi bedre fiber- og frøavling (Cattaneo *et al.*, 2021, s. 1; Aubin, 2016, s. 1972 og 1973). Hampen er opprinnelig en kortdagsplante, men sorter som ikke er fotosensitive er også avlet frem (Zanetti *et al.*, 2013, s. 585 og 587). Sortene deles gjerne inn i fibersorter, frøsorter og «dual purpose»-sorter. Sistnevnte gir både fiber og frø (Adesina *et al.*, 2020 s. 2). Hampen trives i et temperert klima, men den har spredt seg og tilpasset seg en rekke klimatyper. Etter opprinnelse kan sortene deles inn fra nordlige til sørlige sorter. Den vegetative perioden

strekker seg fra 60-75 dager hos de nordligste dvergsortene, mens sørlige, langstrakte hampesorter trenger 140-160 dager (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 38). Hampens genotype bør være tilpasset til stedet den dyrkes geografisk og klimatisk (Pavlovic *et al.*, 2019, s. 3).



Bilde 1: Slik kan Industrihampen se ut i åker. (u.å.).  
Av leverandør #68222. ([URL](#))



Hampesorter med lavt innhold av THC (0,2%-0,3%) kalles *Cannabis sativa* L. var. *sativa*, industrihamp eller bare hamp. Disse sortene kan ikke brukes til å fremstille narkotika (Crini *et al.*, 2020, s. 1452; Cattaneo *et al.*, 2021, s. 1; Pavlovic, 2019, s. 2; Poniatowska *et al.*, 2019, s. 38), men har en rekke andre bruksområder som jeg skal komme tilbake til. I oppgaven bruker jeg begrepet «hamp» for industrihampen.

Dette nære slektskapet mellom marijuana og hampen har gitt opphav til kontrovers rundt hampen. Fra 1900-tallet ble lovverket rundt marijuana gradvis innstrammet (Crini *et al.*, 2020, s. 1452; Cattaneo *et al.*, 2021, s. 1; Pavlovic, *et al.*, 2019, s. 2), noe som til slutt skulle ramme hampedyrking for andre formål. I Norge ble hampen totalforbudt på 1960-tallet, som

Blomstringen kan bli uforutsigbar om hampesorter dyrkes på andre steder enn deres nisje (Cosentino *et al.*, 2011, s. 29).

*Cannabis*-plantens taksonomi er debattert i litteraturen, men en avgjørende forskjell er nivået av den psykoaktive cannabinoiden THC (delta-9-tetrahydrocannabinol), som alle *Cannabis*-sorter inneholder i noen grad. Er nivået høyt (10-30%), omtales sorten som *Cannabis Sativa* L. var. *indica*, marijuana, medisinsk cannabis eller bare cannabis. Disse sortene brukes for å fremstille narkotika og visse farmasøytiske midler.

---

konsekvens av internasjonal lovgivning (Bretteville-Jensen og Bramnes, 2019, s. 35). Dette gjorde at vi så lite til hampen i Norden og Europa frem til 1990-tallet, da den igjen ble legalisert i de fleste EU-land (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 38).

Siden da har agroindustrien igjen fattet interesse for hampelanten, mye på grunn av dens brede anvendelsesområde og bærekraftige egenskaper. Hampen er bestanddel i mer enn 25,000 produkter innen industri, kosmetikk, farmasi og matvareindustri. Blant disse er plantevernmidler, hudkremer, papir, mat- og drikkevarer, biokompositt og hamp-betong (Crini, *et al.*, 2020, s. 1451 og 1453). Hampen har også «bioremedierende» egenskaper, som gjør at den kan ta opp skadelige tungmetaller. Denne egenskapen ble utnyttet etter Chernobyl-ulykken, for å rense noe av cesiumet fra jorden rundt ulykkesstedet (Crini *et al.*, 2020, s. 1468). Hampen inneholder også cannabidiol (CBD), en cannabinoide (stoff funnet i *Cannabis*) som har medisinsk verdi (Crini, *et al.*, 2020, s. 1466). Sist, men ikke minst, har hampefrøene en særegen nærings sammensetning (Callaway, 2002, s. 105), som jeg kommer tilbake til.

Hampen regnes for å være en bærekraftig lavinnputtsplante, som klarer seg i et bredt spekter av klima og geografiske områder (Adesina *et al.*, s. 7, 2020; Cattaneo *et al.* 2021, s. 1). Planten er spesielt tolerant for ulike klimaer i den vegetative fasen (Poniatowska *et al.*, s. 38, 2019). Den trives på drenert, moldrik jord, med god vannlagringsevne, men tåler andre jordforhold. Unntaket er vassjuk eller vannmettet jord over tid (Adesina *et al.*, 2020, s. 1, 2 og 6). Hampen er nitrogenkrevende, men kan dyrkes økologisk så vel som konvensjonelt, da den er godt tilpasset husdyrgjødsel. I mange tilfeller kan den dyrkes uten plantevernmidler (Adesina *et al.*, 2020, s. 10), spesielt i nordlige breddegrader (Callaway, 2002, s. 108). Videre har forskning vist at hampen kan senke nivået av visse nematoder og patogene sopparter i jorda (Adesina *et al.*, 2020, s. 9). Hampen konkurrerer også bra med ugras når plantene etableres godt. Mellom såing og høsting er kulturen lite arbeidskrevende (Callaway, 2004, s. 100 og 101). Planten har dyptgående pålerot, og kan hente vann og næring fra 40 cm ned mot 2-3 m, så sant jorda ikke er pakket. Pålerota er med å forbedre jordstrukturen ved å gjøre jorden mer luftig og bygge opp jordaggregatene. Dette er forebyggende mot erosjon (Adesina, *et al.*, 2020, s. 5, 7 og 9).

Disse er noen av egenskapene som har gitt hampen sin renessanse, og planten dyrkes i dag i mer enn 30 land, med Kina som største produsent og eksportør (Crini *et al.*, 2020, s. 1451). Andre store produsenter er Nord-Korea, Chile, Russland, Canada, Frankrike, Nederland, de Baltiske statene, og Romania. Produksjonen er sterkt regulert, og i EUs lovverk regnes

---

råprodukter av hamp med THC-verdi over 0,2% som marijuana, og omfattes av narkotikalovgivningen. I USA og Canada er grensen på 0,3% THC (Crini *et al.*, 2020, s. 1453; Poniatowska *et al.*, 2019, s. 38). I Norge er grensen på 0% THC, noe over dette og produktet er å regne som narkotika, og er ulovlig med få unntak. Grunnet sin status som narkotika, er industrihamp ulovlig å dyrke her til lands. Det finnes noen hampeprodukter på det norske markedet, som kosmetiske produkter, hampeolje og avskallede hampefrø. Man må søke Mattilsynet for å få godkjent import og omsetting av disse, og de må ikke inneholde THC (Mattilsynet 2019; Mattilsynet, 2020; Statens legemiddelverk, 2018).

## 1.2 Hampefrøet

Hampefrøet har fått voksende oppmerksomhet siden hampens reintroduksjon i Europa (Adesina, *et al.*, s. 4, 2020). Det næringsrike frøet, egentlig en akene (nøttelignende frukt) (Fleming og Clarke, 1998, s. 6), ble tidligere sett som et biprodukt av fiberindustrien, men



Bilde 2. Hampefrø med skallet på. I Norge kan kun avskallede hampefrø importeres. (u.å.) Dark Light Photography. ([URL](#))

frøets nytte har blitt tydeligere de seneste tiårene. I Europa er de siste årenes økning i hampedyrking hovedsakelig dedikert til frøproduksjon (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 40).

---

Hampefrøene brukes hele, avskallede, presset til olje og hampefrøkake (rester etter oljeutvinning), eller brukes sammen med resten av hampeplanten som fôr. Hampefrøkaken og frøene kan benyttes som mat til alle våre vanligste produksjonsdyr, inkludert fisk (Crini *et al.*, 2020, s. 1460).

For oss mennesker er hampefrøet utmerket mat, og regelmessig inntak kan gi positiv effekt på helsen, deriblant på metabolismen (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 38). Proteinmengden er 20-25%, tilsvarende soya, og består av alle de essensielle aminosyrene vi mennesker trenger i ernæringsmessig betydelig andel (Callaway, 2002, s. 105). Dette er en sjeldenhet i planteriket. Fettmengden i frøet er 25-35% med høy andel flerumettede, og essensielle fettsyrer. De sistnevnte i form av linolsyre (omega-6) og *alfa*-linolensyre (omega-3). Disse opptrer i balansert forhold for menneskelig konsum, omkring 2:1-5:1 (det er noe uenighet i litteraturen om den eksakte ratioen) (Crini *et al.*, 2020, s. 1461; Callaway, 2002, s. 109-111). I vestlige land er det vanlig at dietten inneholder for høye mengder omega-6 til omega-3, som gir negative utslag på folkehelsen. Økt inntak av planteoljer med bedre ratio mellom disse omegafettsyrene, som hampeolje, kan derfor være positivt (Irakli *et al.*, 2019, s.7; Callaway, 2002, s. 112). Videre inneholder ikke hampefrøet «antinæringsstoffer» som hemmer næringsopptaket i tarmen, og er derfor lett fordøyelig også i rå tilstand, sammenliknet med eksempelvis soya (Callaway, 2002, s. 105). Hampefrøet inneholder også betydelige mengder vitaminer (som E), fiber, antioksidanter, som polyfenoler, og mange ulike mineraler (Crini *et al.*, 2020, s. 1462 og 1464). Polyfenoler er fytokjemikalier (plantekjemikalier) hvorav mange har antioksiderende, antibakterielle og/eller betennelsesdempende egenskaper («Polyfenoler», 2019).

Oljen er det viktigste produktet som utvinnes fra hampefrøet, og næringsverdien utkonkurrerer olje fra soyabønna (Crini, *et al.*, 2020, s. 1461 og 1462). Ved siden av verdien som næringsmiddel, nyttes frøet også i maling, møbelolje, og i vaske- og løsemidler (Crini, *et al.*, 2020, s. 1451 og 1455).

### 1.3 Hampefrøet kan ha en plass i norsk landbruk og klima

Av landbrukspolitiske årsaker som bærekraft, miljø og selvforsyningsgrad, er det ønskelig å øke andelen norskproduserte proteinråvarer. I dag er både norsk landbruk og fiskeoppdrett

---

avhengig av soyaimport (Rainforest Foundation Norway/Future in Our Hands, 2018, s. 8). Ifølge felleskjøpet importeres 19% av fôrråvarene til norske husdyr. Til tross for at soyaen Norge importerer er bærekraftssertifisert (Felleskjøpet, u.å.), bidrar industrien som helhet fremdeles til ulovlig avskoging i store deler av Latin-Amerika og Brasil, og er opphav til er rekke, dødelige konflikter (Rainforest Foundation Norway/Future in Our Hands, 2018, s. 8 og 17). Callaway, som har undersøkt hampefrøets muligheter som mat i nordiske land, mener frøet kan være med å dekke en del av Nordens behov for protein, og dermed erstatte deler av soyaimporten (Callaway, 2002, s. 10). Slik kan norsk hampefrødyrking bidra til å øke Norges selvforsyningsgrad, og gjøre landbruket mer bærekraftig. Dette er i tråd med de landbrukspolitiske målene om et mer bærekraftig landbruk, og matsikkerhet, vedtatt av stortinget (Meld. St. 11 (2016-2017), s. 9).

Norskproduserte hampefrøproteiner kan også dekke noe av etterspørselen for plantekost (veganske) og kjøttfrie (vegetariske) alternativer. Dette markedet har vokst, og er antatt å øke ytterligere de kommende årene (Fylling-Jensen/Nofima 08:00-14:00). Videre vil forbrukeren ha norske råvarer i de vegetariske produktene de kjøper, en andel i markedet norsk landbruk i større grad kan fylle (Landbruk.no, 2019). Blant produktene hampefrøet brukes til i dag er snacks, energibarer, mel, melkealternativer, müsli, pasta, sjokolade og iskrem (Crini *et al.*, 2020, s. 1462 og 1464; Pavlovic *et al.*, 2019, s. 18). Hampebaserte kjøttalternativer har også kommet på det Europeiske markedet (Vegconomist, 2020).

Hampefrø har vært dyrket i begrenset omfang i det Skandinaviske klimaet, men det har vært forsket på sørlige fiberhampsorter i Finland, Sverige (Pahkala *et al.*, 2008, s. 105) og Danmark (Deleuran og Flengmark, 2005, s. 19). På frøfronten finnes det noe forskning fra Finland på den nordlige, finske frøsorten Finola, som blomstrer og setter frø i 60°N og over. Planten er kortvokst og mindre næringskrevende variant enn de sørligere hampesortene (Callaway, 2002, s. 107). Det virker sannsynlig at hampefrø også kan dyrkes hos oss, dette ønsker jeg å undersøke nærmere.

---

## 1.4 Problemstilling og avgrensninger

I oppgaven tar jeg for meg hampefrøets aktualitet i Norge ved å besvare problemstillingen:

### **Kan det være mulig å dyrke hampefrø i Norges klima og breddegrad?**

For å besvare dette sammenlikner jeg forskning og funn fra utlandet, med norske klimaforutsetninger. For å danne et sammenlikningsgrunnlag, har jeg laget kapittelet «3. Klimaoversikt», som kort går inn på Norges klima og Köppens klimaklassifikasjon. Videre utdyper jeg tre temaer knyttet til hampens evne til klimatilpasning i kapittelet «4. Resultater».

Temaene er:

*1: Temperatur, nedbør, frost, tørke og fotoperiodens innvirkning på hamp*

*2: Hampefrøets fett- og proteinsammensetning i ulike klimatiske regioner og vekstmiljø*

*3: Hampens frøavlingsnivåer ved breddegrader  $>50^{\circ}N$*

Tema 1 er relevant for de klimatiske dyrkingsmulighetene Norge. Tema 2 har jeg valgt å ta med fordi en av hampefrøets sterkeste fordeler er den unike sammensetningen av proteiner og fett. Å undersøke hvordan ulike klimaer og miljøer påvirker disse faktorene er derfor av interesse. Tema 3 kan gi en idé av hvilket avlingsnivå som kan forventes nær våre breddegrader. Sammen er disse temaene ment å gi et overblikk over litteraturen jeg har funnet på temaene.

I kapittelet «5. Drøfting: Kan det være mulig å dyrke hampefrø i Norges klima og breddegrad», knytter jeg Norges klima sammen med funn og resultater fra kapittel 4. Her besvares problemstillingen min.

### **Avgrensninger**

Jeg har i hovedsak valgt informasjon fra områder som ligger geografisk og klimatisk nær Norge (etter Köppens klimaklassifikasjon). Besvarelsen er rettet mot frilandsproduksjon. Funnene inkluderer både frø-, fiber- og «dual purpose»-sorter.

## 2. Metode

Jeg har valgt å skrive en tradisjonell litteraturstudie (NTNU Lectures/Geir Andre Pedersen, 2018, 1:00-2:15). Dette fordi jeg vil danne et bredt og oversiktlig bilde over temaet, med frihet til å bygge opp studien etter egen kreativitet, og velge kilder etter eget skjønn i større grad enn det som ville vært mulig i en systematisk litteraturstudie.

Artiklene jeg har brukt er hovedsakelig fagfelleverderte, med visse unntak. De fleste er funnet i databasene «Oria» og «Scopus» (Se Tabell 1). Jeg har brukt Oria som et startpunkt for å gjøre meg kjent med bibliotekets kilder i emnet, mens Scopus ble valgt fordi den dekker det naturvitenskapelige feltet. Noen artikler er funnet ved å se på referansene til artiklene fra søkene under. Jeg har søkt etter engelske artikler, fra land i geografisk og klimatisk nærhet til Norge, for å finne informasjon som i større grad var oversettbar til norske forhold. Jeg har forsøkt å velge så litteratur fra de siste 10 årene, men jeg måtte noe lengre tilbake i tid for å finne relevant litteratur fra Norden.

Jeg har brukt tekstbehandlingsprogrammet Microsoft Word ® Versjon 2008 (bygg 13127.21506 Klikk og bruk).

Tabell 1: Søketablell		
Dato	Database	Søkeord
05.03.2021	Oria	Hemp seed Finola growing* fagfelleverdert
05.03.2021	Scopus	TITLE-ABS-KEY ( hempseed AND human AND nutrition ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ) 15 resultater
05.03.2021	Scopus	TITLE-ABS-KEY ( hempseed AND feed ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) )
12.03.2021	Scopus	TITLE-ABS-KEY ( industrial AND hemp AND seed AND latitude ).
12.03.2021	Scopus	TITLE-ABS-KEY ( growing AND industrial AND hemp AND seed ) AND ( LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Italy" ) OR LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Germany" ) OR LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Poland" ) OR LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Russian Federation" ) OR LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Canada" ) OR LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Finland" ) OR LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Latvia" ) OR LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Estonia" ) OR LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Lithuania" ) )
17.03.2021	Scopus	TITLE-ABS-KEY ( cannabis AND oilseed )

Tabell 1: Oversikt over søkeord og databaser brukt for å finne artiklene brukt i oppgaven. Søkene er foretatt i perioden 05.03-12.03.2021 i [Oria](#) og [Scopus](#).



---

### 3. Klimaoversikt

I denne klimaoversikten gir jeg først en kort oversikt over noen hovedtrekk i Norges klima, og hvordan dette defineres i Köppens klimaklassifisering. Deretter går jeg nærmere inn på hva Köppens klimaklassifisering er.

#### 3.1 Norges klima

Etter Köppens klimaklassifisering ligger Norge i tre soner: i C (varmtemperert klima), D (kaldtemperert klima) og E (polarklima), med hoveddelen i D (Se Bilde 3 s. 16). Helt enkelt kan vi si at mesteparten av jordbruksområdene ligger i sone Dfc (kaldtemperert, fuktig hele året, kjølige somre) og Dfb (kaldtemperert, fuktig hele året, varme somre), eller langs kysten i sone Cfb (Varmtemperert, fuktig hele året, varme somre) («Köppens klimaklassifisering», 2021).

Norges klima varierer stort mellom landsdelene. Det gjør også nedbørsmønsteret, men fra 500 til 1000 mm årlig er vanligst i de viktigste jordbruksstrøkene. I innlandsstrøk kommer det mest regn i juli og august, mens det ellers faller mest nedbør om høsten, samt minst på våren og ettervinteren («Klima i Norge», 2021). Norge har et forholdsvis mildt klima til hvor langt nord landet ligger, takket være havstrømmer og vind som bringer varme. («Klima i Norge», 2021.), men det er ikke uvanlig med frost både tidlig og sent i vekstperioden i nordlige breddegrader (Amaducci *et al.*, 2012. s. 103).

Det meste av Norges areal ligger i områder med vekstsesong fra 105 til 210 dager, selv om dette varierer stort fra år til år. Varmesummen i vekstsesongen varierer fra 1000 til 2500°C, i størsteparten av Norges landbruksområder (NIBIO, 2021). Varmesummen er dagens maksimumstemperatur, pluss dagens minimumstemperatur delt på to, minus basetemperaturen hvor planteveksten stopper opp («Growin degree-day», 2021). Det meste av Norge ligger nær 60°N eller lengre nord. For referanse ligger Norges sørligste by Lindesnes nær 58°N («Lindesnes», 2021) og Trondheim på omtrent 63°N («Trondheim breddegrad», 2021). Den nordlige breddegraden gir oss lange dager (lang fotoperiode) i sommerhalvåret.

Det norske klimaet, så vel som klimaet ellers på kloden, er i endring. NIBIO v. Uleberg og Dalmannsdottir (2018) oppsummerer hvordan forskerne estimerer at klimaet vil påvirke norsk

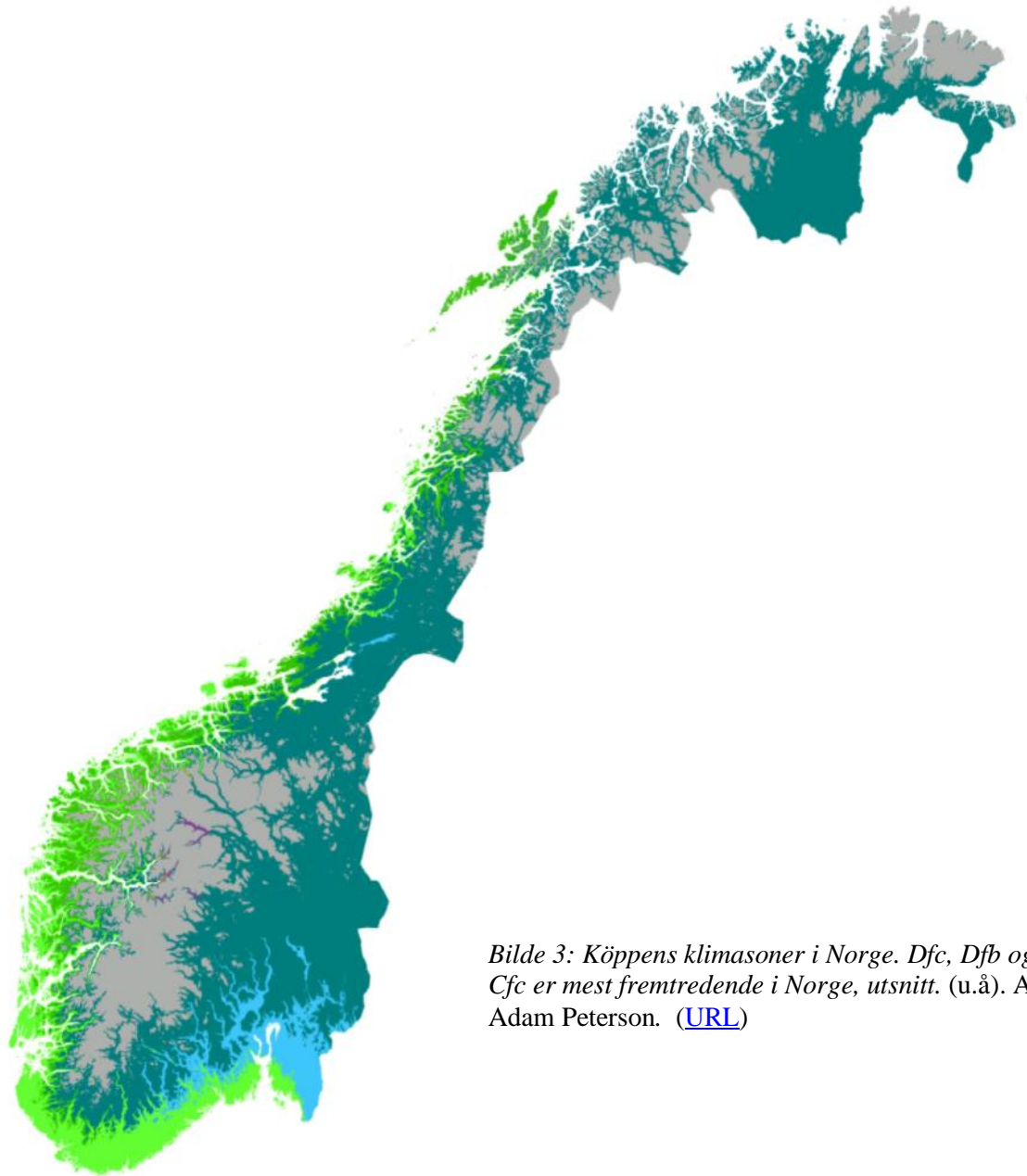
jordbruk (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 3). Vi vil få en lengre vekstsesong, preget av høyere temperaturer (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 19). Videre kan økt nedbør og ustabile nedbørsmønstre gi utfordringer med avrenning og flom. Tørke vil mest sannsynlig også bli mer vanlig (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 20). Økt og ustabil nedbør kan gi erosjon, dårligere jordstruktur og -kvalitet, økte tidsrom med vannmetta jord og problemer gi med innhøsting. Tørke kan gi hyppigere avlingssvikt (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 22).

## 3.2 Köppens klimaklassifikasjon

Köppens klimaklassifikasjon består av klimasoner A-E, hvorav Norge og stedene jeg har undersøkt ligger i C og D. Disse to er beskrevet nærmere i Tabell 2. En klimatype beskrives med en kode bestående av tre bokstaver (Abc), hvor A = klimasone, b = klimatype og c = klimaundertype. Se for eksempel klimatype Dfc (Se Tabell 2 og Bilde 3, s. 16.) hvor D = varmt temperert, f = fuktig hele året og c = kjølig og kort sommer. Norges største landbruksområder på Østlandet, Innlandet og langs kysten faller for det meste i klimakategoriene Dfc, Cfb og Dfb (se Bilde 3, s. 16). Tabell 2 er ment som en referanse for å forstå klimakodene brukt videre i oppgaven.










Tabell 2: Köppens klimaklassifikasjon, soner, typer og undertyper		
1: klimasoner	2: klimatyper	3: klimaundertyper
C (temperert/kaldtemperert)	w – vintertørke	
	f – fuktig hele året	
	s – sommertørke	
		a – svært varm sommer
		b – mild/varm sommer
		c – kjølig og kort sommer
D (kontinentalt/varmt temperert)	w – vintertørke	
	f – fuktig hele året	
	s – sommertørke	
		a – svært varm sommer
		b – mild/varm sommer
		c – kald sommer
	d – kjølig og kort sommer	

Tabell 2: Köppens klimasoner, klimatyper og klimaundertyper relevant for oppgaven. Laget etter [Köppen climate classification](#). (2021). Wikipedia; [Köppens klimaklassifikasjon](#). (2020). Store norske leksikon.



Bilde 3: Köppens klimasoner i Norge. Dfc, Dfb og Cfc er mest fremtredende i Norge, utsnitt. (u.å). Av Adam Peterson. ([URL](#))

## Köppen climate type

 ET (Tundra)	 Cfc (Subpolar oceanic)
 Dfc (Subarctic)	 Cfb (Oceanic)
 Dfb (Warm-summer humid continental)	 Csc (Cold-summer mediterranean)
 Dsc (Dry-summer subarctic)	 Csb (Warm-summer mediterranean)
 Dsb (Warm-summer mediterranean continental)	

---

## 4. Resultater

I dette kapittelet vil jeg gi en oversikt over funnene mine knyttet til temaene

*1: Temperatur, nedbør, frost, tørke og fotoperiodens innvirkning på hampen*

*2: Hampefrøets fett- og proteinsammensetning i ulike klimatiske regioner og vekstmiljø*

*3: Hampens frøavlingsnivåer ved breddegrader >50°N*

### 4.1 Temperatur, nedbør, frost, tørke og fotoperiodens innvirkning på hampen

#### 4.1.1 Temperaturens påvirkning på spiring

Anbefalingene og temperaturoptimumene for spiring av hampefrøet varierer i litteraturen jeg har undersøkt. I Zanetti *et al.* (2013) sin oversiktsartikkel over oljefrøproduksjon i Europa, står det at hampeplantens optimale spiretemperatur er rundt 25°C (Zanetti *et al.*, 2013, s. 585). I oversiktsartikkel over hampens agronomi i USA, av Adesina *et al.* (2020), står det at ved lavere temperaturer, tar det lengre tid før frøet klarer å spire (Adesina, *et al.*, 2020, s. 7).

Basert på polsk forskning foreslår Poniatowska *et al.* (2019) at lufttemperaturen bør ligge stabilt på 8-10°C ved såing i polsk klima (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 45 og 46). Polen ligger i klimasone Dfb («Geography of Poland», 2021). De bekrefter at kald jord forsinker spiringen, samt øker antallet skadde planter. Dette gir plantene dårligere konkurranse mot ugras. Sen såing fører i sin tur til kortere vekstsesong, og påfølgende lav avling med dårligere kvalitet. Videre viste en polsk studie at høy temperatur ved såing og spiring var positivt korrelert med høyere frøavling (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 45 og 46).

Finske erfaringer med sør-europeisk fiberhamp, Pahkala *et al.* (2008), fra Jokioinen 60°N i 2003 og 2004, tilsier at lav temperatur hindrer raskt etablering av kulturen (Pahkala *et al.*, 2008, s. 114). De undersøkte elleve fiberhampvarianter og deres avlingsnivå (Pahkala *et al.*, 2008, s. 104). Finland, med Helsinki som eksempel, ligger i klimasone Dfc («Köppen climate classification», 2021).

---

For frøvarianten Finola anbefaler Finola OY (finsk foredler og omsetter av Finola-sorten) at jordtemperaturen bør være over 15°C ved såing. Blir frøene sådd mens nattetemperaturene enda er lave, er det større sjanse for mislykket etablering (Finola OY, u.å., s. 1). Nær 50°N vil såtidspunktet da ligge sent i mai til tidlig juni, og rundt midten av mai ved 60°N (Finola OY, u.å., s. 2).

I et sør-italiensk forsøk fra 2003 og 2004, Cosentino, *et al.* (2011), undersøkte de såtidspunkt og blomstring for å lage en modell for å forutsi blomstring i fiberhamp. De studerte også hvordan temperaturen påvirket frøspiringen. Forsøksstedet var Catania plane, 37°N (Cosentino, *et al.*, 2011, s. 21), klimasone Csa («Climate of Italy», 2021). De så på de sør- og sentral-europeiske fibersortene Felina 34, Futura 75, Tiborszallasi og Fibranova. De bekreftet at spiringen var temperaturpåvirket (Cosentino, *et al.*, 2011, s. 21). Plantene kom raskere opp av jorda når minimumstemperaturen lå mellom 13,5 og 18,5 °C. Temperaturer under 10°C og over 24°C kunne forsinke utviklingsraten og spiringen betraktelig (Cosentino *et al.*, 2011, s. 24).

#### **4.1.2 Temperaturens påvirkning på vekstfasen, blomstring og frødannelse**

Temperaturens påvirkning på hampens vekstfase, blomstring og frødannelse varierer også. Den vegetative fasen er delvis temperaturstyrt (Pahkala, *et al.*, 2008, s. 106). Generelt bør temperaturen i vekstfasen ligge mellom 16-27 °C, men planten tåler både høyere og lavere temperaturer (Adesina, *et al.*, 2020, s. 7). Zanetti *et al.* foreslår noe høyere temperatur, 20-27°C (Zanetti *et al.*, 2013, s. 585). Polske erfaringer (Poniatowska *et al.*, 2019), tilsier at hamp trives med høye temperaturer, men at planten får mest igjen for den høye temperaturen i den mest intense vekstfasen. Stabilt varmt vær i denne perioden sikrer god frøavling (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46). I den sør-italienske studien av Cosentino *et al.* (2011), fant de at temperaturoptimumene var sortavhengig. De fire hampesortene de undersøkte trivdes fra 21-26 °C (Cosentino *et al.*, 2011, s. 28).

I forsøket av Pahkala *et al.* (2008), Jokioinen 60°N (Pahkala *et al.*, 2008, s. 104), klimasone Dfb («Köppen climate classification», 2021), var temperaturer en av de begrensende faktorene. De konkluderte med at lave temperaturer (og frost) kan hemme planteveksten hvis sorten som dyrkes ikke er tilpasset det nordlige klimaet. Plantene kom sjelden til blomstring og frøsetting (Pahkala, *et al.*, 2008, s. 105). Tidligere forsøk fra Sverige og Finland viser også

---

fiberhampvarianter tilpasset sørligere strøk modnet for seint for å produsere frø (Pahkala *et al.*, 2008, s. 105). Når det gjelder blomstring, er tidspunktet generelt påvirket av temperatur, varmesummen og daglengde. Plantenes respons til disse faktorene kan også være sortsavhengig (Pahkala *et al.*, 2008, s. 106).

For frømodning trenger hampen fra 1500 til 2500°C varmesum (Zanetti *et al.*, 2013, s. 585). Adesina *et al.* (2020) skriver at hampen i middelhavsregionen (dominert av Csa og Csb) («Mediterranean climate», 2021) trenger 2700 – 3000°C i varmesum for å produsere frø (Adesina *et al.* 2020, s. 7). Poniatowska *et al.* (2019) skriver at hampen i sentral-europeiske strøk (hovedklima Dfb) («Climate of Europe», 2021) trenger 2000-3000°C varmesum for å nå frømodning (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46).

### 4.1.3 Hampens kulde- og frosttoleranse

Hampeplantens evne til å tilpasse seg kulde (kuldeakklimatisering) er fremdeles lite studert, men forskning så langt viser at det er en kompleks mekanisme. Både genetikk, epigenetikk og miljøfaktorer spiller inn (Mayer *et al.*, 2014, s. 281). Ifølge oversiktsartikkelen av Adesina *et al.*, er unge hampeplanter mest sensitive for frost, men tåler temperaturer ned mot -5 °C (Adesina *et al.*, 2020, s. 7). Poniatowska *et al.*, skriver at hampeplanten kan overleve korte frostperioder ned mot -7 når den har fått 4-5 blader, men at dette hemmer plantes utvikling frem til forholdene bedres (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46).

I forsøket fra Finland i 2013 og 2014 (Pahkala *et al.*, 2008) noterte de seg hvordan den sørlige fiberhamp reagerte på frost. I 2004 ble plantene utsatt for frost både vår og høst. Alle de 12 sortene tålte -2°C, både de unge og de voksne individene. Høstfrost på -4°C skadet blomster og løv på enkelte planter, -5°C drepte hannplantene i diøsiske sorter, og -9°C tok livet av alle plantene uavhengig av sort og vekststadium. En frostnatt i en varm periode i 2003 drepte alle plantene (Pahkala *et al.*, 2008, s. 114).

I et Canadisk forsøk ble kuldetoleransen til ni ulike frø- eller «dual purpose»- sorter undersøkt i kontrollerte forhold, ved hjelp av et lavtemperaturkammer (Mayer *et al.*, 2014, s. 291). Forfatterne definerte kuldetoleranse som plantens evne til å bygge opp toleranse mot frost, etter å ha blitt utsatt for lave temperaturer og kortere fotoperiode (Mayer *et al.*, 2014, s. 282). Hampesortene som ble testet var Alyssa, Anka, Canma, CFX-1, CFX-2, CRS-1, Finola, X-59 og Yvonne. Forskerne ønsket å undersøke de molekylære og genetiske responsene knyttet til

---

frost- og kuldetoleranse. I forsøket fikk plantene vokse 14 dager i en planteinkubator, før det ble utført en frysetest. Tre grupper ble kuldeakklimatisert på  $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$  i henholdsvis 7, 14 og 28 dager før frysetesten. Kontrollgruppen ble ikke kuldeakklimatisert. I frysetestene ble plantene plassert i et lavtemperaturkammer i én time, på henholdsvis  $-3$ ,  $-5$ ,  $-7$  og  $-9^{\circ}\text{C}$ . Overlevelsesraten ble målt etter en 14 dagers gjenvekstperiode i planteinkubatoren. (Mayer *et al.*, 2014, s. 282 og 283). For å måle plantenes evne til kuldeakklimatisering studerte forskerne plantecellenes elektrolytter, klorofyll, og karbohydratinnhold. De ble også gjort flere ulike genteknologiske tester for å isolere og studere fire spesifikke, kuldeaktiverte gener (COR) (Mayer *et al.*, 2014, s. 283 og 284).

Resultatene fra forsøket viser at evnen til kuldeakklimatisering er sortsavhengig (Mayer *et al.*, 2014, s. 284). De fleste hampesortene i forsøket viste best sjanse til å overleve frysetesten hvis de var kuldeakklimatiserte først (Mayer *et al.*, 2014, s. 285). Sortene Finola- og Yvonneplantene viste best evne til å overleve frysetesten etter at de var kuldeakklimatisert, mens sortene CRS-1 og Alyssa hadde lavere evne til overlevelse etter kuldeakklimatisering. På den andre siden hadde Finola lav evne til å tåle frost når den ikke var kuldeakklimatisert. Forskerne påpeker også at planters evne til å tåle sporadisk frost, uten tilvenning til kulde, er lite studert (Mayer *et al.*, 2014, s. 185 og 291).

#### **4.1.4 Nedbøren, jordhydrologien og tørkens påvirkning på hamp**

Adesina *et al.* (2020) skriver at mange faktorer spiller inn i hampeplantens behov for nedbør, som jordart, sort og dyrkingssystem, men gjennomsnittlig ideell årsnedbør regnes for 630-750 mm (Adesina *et al.*, 2020, s. 7). Poniatowska *et al.* skriver at 250-300 mm trengs i vekstperioden (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46). Den dype pålerota i en veletablert kultur vil kunne kompensere noe for lav nedbør, sett at jorda ikke er pakket eller vassjuk. Unge planter, som ikke har så dyp rot, er mer avhengige av nedbør (Adesina *et al.*, 2020, s. 7). Poniatowska *et al.* skriver at nedbør også er viktig i den mest intense stengelstrekkingen. Lav nedbør i denne perioden kan gi dårligere avling og kvalitet. I motsatt ende viste forsøk fra Polen en negativ korrelasjon mellom høy nedbør ved såing og i den vegetative fasen, og tusenfrøvekta (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46).

Hampen trives godt i jord med god vannlagringsevne, så sant jorda er godt drenert. Plantene trenger ganske høy fuktighet i jorda, spesielt de første ukene når plantebestanden etablerer seg.

---

Pakket og vassjuk jord er ugunstig (Adesina, *et al.*, 2020, s. 6 og 7). Dybden til grunnvannsspeilet bør være 80 cm eller mer, da hampen dårlig tåler vannmettet jord over lengre tidsrom (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 44 og 46). Polske forsøk viser at nivået av plantetilgjengelig vann spiller en større rolle enn nedbørmengden (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46).

Hampeplanten er sårbar for tørke, spesielt tidlig i vekstsesongen. Når kulturen er etablert, kan den tåle noe tørke, grunnet den dyptgående pålerota. Sterkt tørkestress er veldig skadelig, og fører til tvangsmodning og avbrutt vekst (Adesina, *et al.*, 2020, s. 6 og 7). Det kan også fremskynde eller forsinke blomstringen så mye som 50% (Amaducci *et al.*, 2012, s. 101). I fiberhamp viser forsøk at tørke i tidlige utviklingsstadier er mindre skadelig enn korte tørkeperioder i den vegetative fasen (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46).

#### **4.1.5 Fotoperiodens påvirkning på hamp**

Hamp er fra naturens side en fotosensitiv kortdagsplante (Adesina *et al.*, 2020 s. 6), som betyr at den blomstrer når fotoperioden (daglengden) er under en viss varighet («Blomstring», 2011). Når blomstringen og modning inntreffer er en viktig faktor for avlingspotensialet (Aubin *et al.*, 2016, s. 1973). Det finnes sorter som ikke er fotosensitive, eller har en meget kort kritisk fotoperiode før de går i blomst (Zanetti *et al.*, 2013, s. 585 og 587), som frøsorten Finola (Callaway, 2004, s. 98) som blomster og setter frø i skandinaviske, lange dager.

Så langt er det forsket lite på hvor mange timer lys hamp generelt trenger per dag, men den kritiske daglengden for å nå blomstring er omkring 14 t for de fotosensitive sortene. For disse vil daglengder utover 16 timer forsinke blomstringen, og dermed frøsettingen, betraktelig (Adesina *et al.*, 2020, s. 6). I breddegrader mellom 60°N og 65°N vil ikke tilstrekkelig daglengde (14 timer) inntreffe før første uke i september. Dette vil gi veldig kort tid for blomstring og frøsetting for de fleste fotosensitive sorter (Pahkala *et al.*, 2008, s. 106). Dette betyr at blomstring vanligvis skjer senere når hamp dyrkes lengre nord (Cosentino *et al.*, 2011, s. 30), så sant man ikke har valgt sorter tilpasset denne korte fotoperioden.

Amaducci *et al.* (2012) bekreftet dette. De evaluerte en modell for blomstringstidspunkt i hamp. En av forsøkslokasjonene var Jokioinen i Finland 60°N (se også resultater herfra av Pahkala *et al.*, 2008). Her blomstret de sør-europeiske sortene sjelden. Unntaket var tidlig plantede og tidlig blomstrende sorter (Amaducci *et al.*, 2012, s. 104). De fant også at



---

blomstringstidpunktet varierte mellom sorter (Amaducci *et al.*, 2012, s. 101). Videre så de at sorten har mindre betydning på varigheten av perioden fra spiring til blomstring, jo høyere mot nord man kommer (Amaducci *et al.*, 2012, s. 106).

Cosentino *et al.* (2011), som lagde en modell for prediksjon av blomstring i fiberhamp etter forsøk i Sør-Italia, fant at optimal daglengde for de fire hampesortene de undersøkte var 14-14,9 timer (Cosentino *et al.*, 2011, s. 28). De fant også at fotoperioden påvirket hvordan temperaturen virket inn på plantene. Temperaturen påvirket plantene i høyere grad når fotoperioden lå nær plantens optimum, og dette gav rask blomstring. Hvis fotoperioden var lengre enn optimal, hadde temperaturen minimal effekt. Forsøket deres viste at daglengde var mer bestemmende enn temperatur for hvor raskt plantene kom i blomst. Samtidig viste forsøket variasjon mellom de ulike sortene (Cosentino *et al.*, 2011, s. 26 og 28). De trekker også frem at blomstring foregår senere i nordlige breddegrader (Cosentino *et al.*, 2011, s. 30).

I det finske forsøket fra 2003 og 2004, Pahkala *et al.* (2008), hadde også daglengden en kritisk effekt på de sørlige fiberhampsortene. Den lange daglengde stoppet blomstringen ved fotoinhibering (Pahkala *et al.*, 2008, s. 105). Frømengden ble sjekket ett av årene (Pahkala, *et al.*, 2008, s. 109). Av de 12 fiberhampsortene som ble dyrket, var det kun to av de tidligste sortene hvor flere enn 10% av plantene fikk frø (Pahkala *et al.*, 2008, s. 111).

## 4.2 Hampefrøets fett- og proteinsammensetning i ulike klimatiske regioner og vekstmiljø

Klimaet og dyrkingsmiljøet kan ha en effekt på frøenes næringssammensetning (Cattaneo *et al.*, 2021, s. 2). Et italiensk forsøkt omtalt av Cattaneo *et al.* (2021) så de på de biokjemiske kvalitetene i hampefrø dyrket i de italienske alpene, i provinsen Vercelli i Cusio Ossola. Forsøksstedene var Crodo (47°N) og Viganella (46°N). Klimaet der er definert som «temperert semikontinentalt» (Cattaneo, 2021, *et al.*, s. 15.). Områdene ligger i skjæringspunkt mellom C (temperert) og D (kontinentalt) («Climate of Italy», 2021). Sortene Futura 45 og Finola ble undersøkt. Resultatene viste at proteinnivået var lavere på hampefrøene høstet fra forsøksfeltet i Viganella, hvor det regnet mest og var kaldest. Proteinsammensetningen i Finola-frøene var også forandret, og flere proteiner relatert til dvale og spirehemming var redusert, som gir frøene egenskaper for tidligere spiring. Forfatterne av studien antyder at høy nedbør og lav

---

temperatur kan ha påvirket proteininnholdet i frøene fra Viganella negativt (Cattaneo *et al.*, 2021, s. 2 og 15). Studien går også inn på fettsyresammensetningen i frøene. Noen aspekter ved den i Finola-frøene ble påvirket. De hadde et høyere innhold av enumettede fettsyrer enn Futura 75-frøene fra forsøksfeltet, og kontrollgruppene for begge sortene. Videre hadde Finola-frøene fra forsøksfeltene lavere andel omega-3-fettsyrer til fordel gondoin-syre (cis-11-eikosen), en omega-9 syre. Denne fettsyren er sjelden i det høyere planteriket og har industriell verdi. Forfatterne konkluderte med at fettsyresammensetningen er temperaturavhengig. Resultatene viser at Finola muligens har plastiske egenskaper for tilpasning til vekstmiljøet (Cattaneo *et al.*, 2021, s. 3).

Irakli *et al.* (2019) studerte sammenhengen mellom vekstår, genotyper og hampefrøets kjemiske sammensetning. De undersøkte blant annet proteininnholdet og fettsyresammensetning. Forsøket gikk over tre år i Hellas i Themi, 40°N. Syv ulike hampesorter ble undersøkt: Santhica 27, Fedora 32, Felina 32, Futura 75, Tygra, Bialobrzski og Finola (Irakli *et al.*, 2019, s. 1-3). De fant at genotypen var den mest utslagsgivende faktoren på proteininnholdet i frøene, og at vekståret hadde lavere, men signifikant innvirkning. Forfatterne knytter klimatiske faktorer, så vel som geografi og agronomi, inn mot variasjoner i hampefrøets komposisjon i både protein og fettsyresammensetning (Irakli *et al.*, 2019, s. 6). De studerte også fettsyresammensetningen. De fant at genotypen til hampesorten stod for 80% av variasjonen på fettsyrekomposisjonen i hampefrøene. Vekståret gav lavere, men signifikant påvirkning (Irakli *et al.*, 2019, s. 6).

I et canadisk forsøk (Aubin *et al.*, 2016), fra Québec, undersøkte de protein og fettinnhold, samt nivået av tørrstoff (TS)-avling på fiber og frø, for 11 ulike frø- og «dualpurpose»-sorter (Aubin *et al.*, 2016, s. 1972). Største deler av Québec ligger i hovedsakelig i klimasone Dfb og Dfc («Quebec», 2020). Hampeplantene ble dyrket i tre ulike miljøer i 2012, og fire miljøer i 2013. Sortene i forsøket var Alyssa, Ankla, CanMa, CFX-1, CFX-2, CRS-1, Delores, Ferimon, Finola, Jutta og Yvonne. Forsøksområdene lå mellom 45 - 47°N (Aubin *et al.*, 2016, s. 1973-1975). De fant at proteinnivået i frøene dyrket i de ulike miljøene var sammenliknbare med tidligere forskning, med et gjennomsnitt på 23,7% av TS-vekta. Proteininnholdet varierte fra 12 til 18% mellom lokasjonene. Både lokasjonen og sort hadde signifikant innvirkning på proteinnivået, men sorten var mest utslagsgivende. Frøsortene CanMa, CFX-2 og Finola hadde høyest proteininnhold, men med store variasjoner fra miljø til miljø og generelt lavt

---

avlingsnivå (Aubin *et al.*, 2016, s. 1978). Fettinnholdet lå gjennomsnittlig på 28,8% av TS-vekten. Dette var signifikant påvirket av sort og miljøets interaksjoner (sort x miljø). Sortene gav store forskjeller i fettinnhold innad i samme miljø, med gjennomsnitt fra 6 til 63% av TS-vekten som fett. Finola og CRS-1 hadde veldig ujevne resultater mellom miljøene. Eksempelvis var Finola sorten med høyeste fettinnhold på to av lokasjonene, og dårligst på en av dem. På den andre siden hadde CanMa, CFX-2 og Ferimon høyest fettkonsentrasjon gjennomsnittlig, med jevnere resultater. Fettnivået er sammenliknbart med tidligere forskning. Forfatterne konkluderte med at det er muligheter for å lykkes med hampefrøproduksjon i Québec, men at enkelte sorter har bedre evner til lokale tilpasninger enn andre (Aubin *et al.*, 2016, s. 1978).

Callaways (2002) artikkel «Hemp as Food at High Latitudes» går inn på hampefrøets potensial som mat i nordligere breddegrader. Han skriver at hampefrø dyrket i høyere breddegrader har høyere nivå av umettede fettsyrer, spesielt GLA (*gamma*-linolensyre, omega-6) og stearidonsyre (omega-3), som er begge er essensielle og biokjemisk viktige (Callaway, 2002, s. 106).

### 4.3 Hampens frøavlingsnivåer ved breddegrader >50°N

I oversiktsartikkelen av Poniatowska, med sikte på å beskrive polske erfaringer med hampefrøet, står det at frøavlinger i Polen kan ligge fra 300 til 1500 kg/ha (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 37). Polen ligger omtrent 50°N («Polen breddegrad», 2020) i klimasone Dfb («Geography of Poland», 2021). De høyeste avlingsnivåene oppnås med den eldste Polske sorten Białobrzeskia, og den nyere Henola, begge selektert frem spesielt for Polen (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 38 og 41). Poniatowska *et al.*, 2019 skriver at klimatiske faktorer og værvariasjoner er en av de største påvirkningene på avlingsnivået hos hampen, både for frø og fiber (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 37).

I Finland har de gjort forsøk med Finola-sorten. Resultatene gav et gjennomsnittlig avlingsnivå på 1 700 kg/ha (Callaway, 2004, s. 99) i det Finske klimaet Dfb («Köppen climate classification», 2021). I en oversikt over Finola-sortens agronomi, utgitt av finske selskapet Finola OY, står det at ved breddegrader nær 60°N er det mulig å få avlinger opp mot 1000

---

kg/ha. Videre trekkes det frem at dryking i nordlige strøk  $>50^{\circ}\text{N}$  gir mindre frøstørrelse for denne sorten (Finola OY, u.å., s. 1).

Et treårig forsøk fra 1998-2000 i Danmark, Deleuran og Flengmark (2005), viste hvilke avlingsnivåer fiberhampen gav under danske forhold, med ulike såmengder og radavstander. Biomasse, stamme-, fiber- og frøavling ble målt. Forsøksstedene hvor frøavlingen ble målt var Flakkebjerg,  $55^{\circ}\text{N}$  (Deleuran og Flengmark, 2005, s. 19 og 21), som ligger forholdsvis nærme København hvor klimasonen er Cfb («Köppen climate classification», 2021). Fem sør-europeiske sorter ble testet: Fedora, Fedrina, Felina, Futura og Fasamo (Deleuran og Flengmark, 2005, s. 21). Nivået på avlingen var gjennomsnittlig 500 kg/ha de tre forsøksårene (Deleuran og Flengmark, 2005, s. 19-21). Avlingsnivået var kun signifikant ulikt på to sorter, Futura med laveste avling (ca. 450 kg/ha) og Fasamo, en tidlig modnende sort, som hadde høyest avling (675 kg/ha). Forfatterne trekker frem at frøavlingen er sammenliknbare med forsøk fra Sverige (2001) og Irland (1998) (Deleuran og Flengmark, 2005, s. 29 og 24). Forfatterne konkluderer med at det er potensial for hampefrødyrking i Danmark (Deleuran og Flengmark, 2005, s. 30).

Det er verdt å trekke frem resultater fra Canada, Québec, fordi klimasonene er lik Norges. Forsøksområdene fra studien av Aubin *et al.* (2016) ligger i klimasonene Dfb og Dfc («Quebec», 2020), breddegrad  $45-47^{\circ}\text{N}$ , (Aubin et al, 2016, s. 1). Blant de elleve undersøkte sortene varierte TS-vekt i frøavlinga fra 47 – 3781 kg/ha, gjennomsnittlig 1302 TS kg/ha. Sortene Anka, Ferimon og Jutta presterte jevnere enn de andre sortene på tvers av dyrkingsmiljøene, med henholdsvis 1878, 4096 og 1408 kg TS/ha (Aubin, 2016, s. 1972, 1977 og 1979). De fant at interaksjonen mellom miljøet og sortene (sort x miljø) var signifikant, men at sorten hadde mest innvirkning på resultatet. Enkelte sorter hadde dårligere tilpasningsevne til ulike miljøer enn andre (Aubin, 2016, s. 1978). Eksempelvis hadde Finola ustabil og lav TS-frøavlingene gjennomsnittlig (Aubin *et al.*, 2016, s. 1975). De trekker frem at avlingspotensialet varierer også mellom de Canadiske regionene, og sortene bør tilpasses etter stedet de skal dyrkes (Aubin et al, 2016, s. 1977).

---

## 5. Drøfting: Kan det være mulig å dyrke hampefrø i Norges klima og breddegrad?

Formålet med drøftingen min er å knytte de norske klimaforutsetninger inn mot funnene fra litteraturen jeg har lest for å besvare problemstillingen:

### **Kan det være mulig å dyrke hampefrø i Norges klima og breddegrad?**

Drøftingen er delt inn i tre hoveddeler:

*Drøfting 1: Temperatur, nedbør, frost, tørke og fotoperiodens innvirkning på hampen,*

*Drøfting 2: Hampefrøets fett- og proteinsammensetning i ulike klimatiske regioner og vekstmiljø*

*Drøfting 3: Hampen frøavlingsnivåer ved breddegrader >50°N*

### 5.1 Drøfting 1: temperatur, nedbør, tørke, frost, og fotoperiodens innvirkning på industrihampen

#### 5.1.1 Drøfting av temperatur

Mine funn viser at hampeplanten i hovedsak er varmekjær (Adesina *et al.*, 2020, s. 7), og at det kan være utfordring med spiring i et kjøligere klima, men at det er mulig å lykkes. Litteraturens anbefalte temperaturer for spiring varierer fra 25°C (Zanetti *et al.*, 2013, s. 585), til lufttemperaturen på 8-10°C i sentraleuropeiske strøk (Poniatowska, 2019, s. 45), til en jordtemperatur på minst 15°C. Sistnevnte er spesielt for sorten Finola, og såtidspunkt da er i midten av mai rundt 60°N (Finola OY, u.å., s. 2). Som vi ser spriker anbefalingene, men at hampen kan spire under nokså kjølige forhold også. Det er likevel flere utfordringer knyttet til lav spiretemperatur, som forsinket utviklingsrate og spiring (Cosentino *et al.*, 2011, s. 24; Adesina *et al.*, 2020 s. 7), dårligere og saktere etablering (Pahkala *et al.*, 2008, s. 144), svakere konkurranse mot ugras, flere skadde planter og mulig lavere avling (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 45 og 46). Det vil derfor være viktig å velge områder hvor jordtemperaturen raskt øker om våren, og vente tilstrekkelig lenge før såing for å lykkes med hampefrødyrking i Norge.

Videre kan temperatur være en begrensende faktor også senere i vekstfasen, men det finnes sorter som trives ved lavere temperaturoptimum. Både hampens vegetative fase, blomstring og evne til frøsetting påvirket av temperatur (Pahkala *et al.*, 2008, s. 106). I mine funn var

---

laveste verdi for frøsetting 1500°C varmesum (Zanetti *et al.*, 2013, s. s. 585), og laveste temperaturoptimum i vekstfasen er 16°C (Adesina *et al.*, 2020, s. 7). Disse temperaturene viser at det er hampesorter som er mer herdige og muligens kan passe norske forhold bedre. I Norge er mulig å oppnå en varmesum på 2500°C i visse deler av landet (NIBIO, 2021), som vil være godt over det nevnte minimumsbehovet.

Blomstring og frøsetting er også påvirket av varmesummen i vekstfasen. Lave temperaturer kan begrense plantevekst, blomstring og frøsetting, ifølge Pahkala *et al.* (2008). Spesielt hvis sorten ikke er rett for området den dyrkes i (Pahkala *et al.*, 2008, s. 105). Funnet demonstrerer begrensningene ved dyrking av hampen i våre breddegrader, og understreker viktigheten av sorter som ikke bare tåler, men trives og setter frø i temperaturene i den norske vekstsesongen.

Flere av forsøkene og informasjonen jeg har sett på, er fra områder i klimasoner som ligner Norges. Norge ligger hovedsaklig i klimasone Dfc, Cfb og Dfb (Se Tabell 2, s. 15 og Bilde 3, s. 16). Regionen Québec i Canada domineres av Dfb og Dfc («Quebec», 2020). I Polen er klimaet Dfb («Geography of Poland», 2021). Finland, Helsinki, er i klimasone Dfc. Danmarks klima ligner Norges kystklima, med klimasone Cfb («Köppen climate classification», 2021) og de Italienske Alpene ligger i skjæring mellom C og D («Climate of Italy», 2021). På grunn av de lignende klimaklassifikasjonene, vil temperaturmønstrene på disse stedene grovt sett være sammenliknbare med norske temperaturer. Dette indikerer at det er mulig å dyrke hampefrø i temperaturer som ligner Norges. Klimasonene er uansett en forenkling av virkeligheten, og vi må se på de lokale temperaturvariasjonene når vi avgjør hvorvidt det er aktuelt med hampefrødyrking.

Vekstsesongen i Norge vil også bli både lengre og varmere (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 19), noe som kan gi nye muligheter for dyrking av et bredere sortsmateriale enn det som ville vært mulig i dag. Dette kan også gi økt vekstpotensial for ettårige vekster, men temperaturøkningen vil også gagne enkelte skadegjørere (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 19).

### **5.1.2 Drøfting av nedbør, jordhydrologi og tørke**

Så sant nedbøren kommer til noenlunde rett tid i vekstsesongen, vil nedbørnivået i Norge sannsynligvis være tilstrekkelig. Flere av de klimatiske sonene jeg har hentet funn fra, har

---

nedbørsmønster som er sammenliknbart med Norges, slik også temperaturen er (se forrige avsnitt), og det grunn til å tro at hampen kan dyrkes i Norges nedbørsmønster.

Hampeplanten trives i fuktig jord, og trenger en del nedbør. Gjennomsnittlig trenger den 630-750 i årsnedbør (Adesina *et al.*, 2002, s. 7), og 250-300 mm i vekstfasen. Spesielt under stengelstrekkingen trengs dette (Poniatowska *et al.*, s. 46). Norges klima er ganske nedbørsrikt, og både sone Dfc, Dfb og Cfb er nedbørsrikt (f=fuktig hele året) (Se Tabell 2, s. 15 og Bilde 3, s. 16). Årsnedbøren innenfor de største jordbruksområdene er vanligvis mellom 500-1000 mm årlig («Klima i Norge», 2019), noe som stemmer overens med det gjennomsnittlige behovet til hampen.

Generelt faller det minst regn på våren i Norge («Klima i Norge», 2021), noe som kan være en fordel ved såingen siden hampen er sensitiv til høy nedbør ved såing, så vel som i den vegetative fasen. Dette er korrelert med lavere tusenfrøvekt (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46). På den andre siden vil klimaendringer gi oss stadig mer ustabile nedbørsmønster (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 20), som vil gjøre det vanskeligere å forutse hvordan nedbørsmønsteret vil bli. Blant annet er det forutsett hyppigere og kraftigere nedbør i årene som kommer, noe som gjør jorden mer erosjonsutsatt. Sjansen for vannmetting over lengre perioder øker òg (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 20), noe hampen er svak mot (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 44 og 46). Hampedyrking kan kanskje brukes som et verktøy for å forebygge erosjon, ved å forbedre jordstrukturen (Adesina *et al.*, 2020, s. 9). Uavhengig av disse faktorene vil nedbørsmønsteret i Norge variere stort, og det er nødvendig å se på lokale variasjoner når man velger hvor hampen dyrkes.

I den andre enden av skalaen, vil lav nedbør og tørke være ugunstig for hampen. Lav nedbør i stengelstrekkingen kan gi dårlig frøkvalitet og lavere avling (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46). Tørke påvirker blomstringssyklusen negativt, og kan fremskynde eller utsette den (Amaducci *et al.*, 2012, s. 101). Sterk tørke kan føre til avbrutt vekst og tvangsmodning (Adesina, *et al.*, 6 og 7, 2020). I Norges klimasoner Dfc, Cfb og Dfb er sommertørke ikke vanlig, da alle disse klimatypene har «f- fuktig hele året» (Se Tabell 2, s. 15 og Bilde 3, s. 16). Tørke kan likevel oppstå, og vil ifølge klimaforskning bli stadig mer vanlig (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 20). Dette kan bli et problem for ettårige vekster (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 22), som hampen. I tilfeller hvor tørke og lav nedbør inntreffer, vil planter i tidlige utviklingsstadium være mest sårbare (Adesina, 2020, *et al.*, s. 6). Hampeplanter i veletablerte

---

kulturer vil muligens ha en fordel i tørke grunnet pålerota som strekker seg dypt etter vann (Adesina *et al.*, 2020, s. 7), men avlingssvikt på grunn av tørke kan bli vanligere (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 22).

Oppsummert vil det sannsynligvis være mulig å dyrke hamp i Norges nedbørsmønster, og det dyrkes i dag hamp i klimaer med nedbørsmønster lignende Norges. Dyrking i Norge forutsetter at vi velger områder hvor det er tilstrekkelig, men ikke for høy nedbør. Klimaendringene vil gi utfordringer, men hamp kan kanskje brukes erosjonsforebyggende, og er tørkesterk i etablerte kulturer.

### **5.1.3 Drøfting av hampens kulde- og frosttoleranse**

Kulde- og frosttoleranse er en viktig egenskap ved dyrking i det Norske klimaet. Flere av mine funn viser at hampeplanten er frosttolerant, men i varierende grad. Unge individer kan ifølge Adesina *et al.* tåle  $-5^{\circ}\text{C}$  (Adesina *et al.*, 2020, s. 7) og korte perioder ned mot  $-7^{\circ}\text{C}$  på 4-5-bladsstadiet, etter polske erfaringer (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 46).

Mayer *et al.* (2014) viste at industrihamp bærer kuldeaktiverede gener, som viser at hamp har gener for å takle frost, men dette var sortsavhengig. Det var også av betydning om frosten kom spontant eller om plantene var kuldeakklimatisert først. Finola tålte spontan frost dårlig (Mayer *et al.*, 2014 s. 284). På den andre siden har noen sorter svært dårlig evne til å tåle kjølige perioder og frost, selv ved tilvenning til kulda, som sortene CSR-1 og Alyssa (Mayer *et al.*, 2014, s. 291).

Pahkala *et al.*, Finland, observerte også forskjeller i frosttoleranse mellom sorter. Alle de elleve søreuropeiske fibersortene tålte  $-2^{\circ}\text{C}$  i forsøket (Pahkala *et al.* s. 2008, s. 114). Frost i en varm periode var dødelig for plantene (Pahkala *et al.*, 2008, s. 114). Generelt er frosttoleransen i hamp lite studert, spesielt vet vi lite om evnen til å tåle sporadiske frost uten foregående kjølige perioder (Mayer *et al.*, s. 185). Dyrking i Norge forutsetter at vi velger de sortene som har frosttoleranse. Vi bør også undersøke frosttoleranse nærmere, for å forstå mekanismene som ligger bak bedre.



---

### 5.1.4 Drøfting av fotoperiode

Resultatene mine viser at de fleste hampesorter er fotosensitive, men med noen få unntak. Fotosensitive kortdagsplanter går i blomst når fotoperioden når en kritisk kort lengde, som vanligvis ligger rundt 14 t (Adesina *et al.*, 2020, s. 6; Cosentino *et al.*, 2011, s. 28). Dette er utfordrende, siden fotoperioden i Norge er lang i vekstsesongen. Dette betyr at mange sorter ikke vil blomstre i Norge på grunn av fenomenet fotoinhibering (fotosyntesen stoppes av for mye lys), som i forsøket fra Finland (Pahkala *et al.*, 2008, s. 106). Fotoperioden avgjør i stor grad blomstringstidspunktet, som igjen er med på å avgjøre frøavlingsnivået (Aubin *et al.*, 2016, s. 1973). Fotoperiodens innvirkning på hampen vi skal dyrke, er derfor en faktor vi må ha kontroll på.

I tillegg indikerer Cosentino *et al.* (2011) sine funn at fotoperioden er mer bestemmende enn temperaturen. Dette betyr at selv ved rimelig varme perioder vil hampen ikke gå i blomst når fotoperioden ikke er rett for sorten (Cosentino *et al.*, 2011, s. 26). Pavlovic *et al.* (2019) påpeker viktigheten å velge rett genotype for både bruksområdet og miljøet det skal dyrkes i, (Pavlovic *et al.*, 2019, s. 3) som nordlige sorter dyrket i sin rette nisje og lange fotoperiode i nord.

Sorter som ikke er fotosensitive, eller har en svært kort kritisk daglengde for å gå i blomst (Zanetti *et al.*, 2013, s. 585 og 587) finnes. Et eksempel er den nordlige Finola-sorten (Callaway, 2004, s. 98), som kan blomstre i Norge. Sorter som dyrkes her må nødvendigvis ha en kritisk fotoperiode tilpasset våre daglengder, eller gå i blomst uavhengig av daglengde. Fotoperiode er derfor et område som bør forskes nærmere på, dersom vi skal dyrke frøhamp i Norge.

## 5.2 Drøfting 2: Hampefrøets fett- og proteinsammensetning i ulike klimatiske regioner og vekstmiljø

Mine funn indikerer at hampefrøets proteinnivå og kvalitet kan bli påvirket av klima og dyrkingsmiljø. Fettsyresammensetningen kan også bli endret, som i visse tilfeller kan være en fordel ved dyrking i norsk klima. I tillegg har sortsvalg stor innvirkning på både protein og fettsyrene i frøet. Proteinnivået kan variere med dyrkingsmiljø (Aubin *et al.*, 2016, s. 1978) og klima. Lave temperaturer og nedbør kan ha en negativ effekt på proteinnivå og -kvalitet,

---

og påvirke frøets dvale og spireevne (Cattaneo *et al.*, 2021, s. 2). Store deler av Norge ligger i Dfc, spesielt innlandsområdene. Denne klimasonen kjennetegnes av kjølig og kort sommer, som betyr at lave temperaturer kan slå til både vår og høst. I tillegg er Dfc, Dfb og Cfb karakterisert av nedbør gjennom hele året (Se Tabell 2, s. 15 og Bilde 3, s. 16). Dette kan være negativt i tilfeller hvor nedbørnivået blir så høyt at det skader proteinkvaliteten frøene og avlingsnivået. Vi kan også forvente økt nedbørnivået i årene som kommer (Uleberg og Dalmannsdottir/NIBIO, 2018, s. 22) noe som kan gi ytterligere utfordringer med avlingskvaliteten i hampefrøet.

Når det gjelder fettinnhold i hampefrøet, kan dyrking ved høyere breddegrader gi høyere nivå av umettede fettsyrer, som GLA (Callaway, 2002, s. 106). Forsøk fra alpine viste også endring i fettsyresammensetning i Finola-sorten, med lavere andel omega-3 til fordel for gondoin-syre, en omega-9-syre med industriell verdi (Cattaneo *et al.*, 2021, s. 3). Funnene kan bety at hampesorter dyrket i mer påkjennende miljø kan få interessante og gunstige fettsyresammensetninger. Dette bør undersøkes i Norge.

Selv om vekstmiljøet har stor betydning for næringssammensetningen, indikerer mine funn at sortsvalget også har stor innvirkning. Irakli *et al.* fant at vekstmiljø hadde signifikant påvirkning på proteinnivået og fettsyresammensetningen, men at sortsvalget hadde mest å bety (Irakli *et al.*, 2019, s. 6). Aubin *et al.*, 2016 fant at proteininnhold var signifikant påvirket av vekstmiljø (Aubin *et al.*, 2016, s. 1978). For fettinnholdet hadde enkelte sorter, som Finola og CRS-1, store variasjoner på tvers av miljøene, mens noen som CanMa og Ferimon presterte jevnere (Aubin *et al.*, 2016, s. 1978). Det bør undersøkes nærmere hvilke sorter som gir gunstig næringssammensetning i vårt klima, og om hampefrø dyrket i Norge kan gi spesielle og ettertraktede kvaliteter. Vi bør også undersøke hvilke regioner i Norge kan gi best mulig avlingskvalitet, klimatisk sett.

### 5.3 Drøfting 3: Hampens frøavlingsnivåer ved breddegrader >50°N

Mine funn viser at avlingsnivået er avhengig av mange faktorer, men at det er mulig å få relativt høye avlinger i breddegrader nær Norges. I Polens breddegrader, rundt 50°N, er det

---

vanlig med frøavling fra 300 til 1500 kg/ha. De beste resultatene kommer fra polske sorter utviklet for frødyrking (Poniatowska *et al.*, 2019, s. 37).

Québec i Canada noe under 50°N, men regionen er lignende Norge klimatisk. I forsøket varierte resultatet stort, fra 47-3781 kg TS/ha. Noen sorter presterte jevnt og godt i flere ulike vekstmiljøer, Anka, Ferimon og Jutta (Aubin *et al.*, 2016, s. 1978). Disse sortenes evne til å produsere frø i et bredt spekter av vekstmiljøer kan bety at noen av dem har bedre tilpasningsevner. Sorter med bred evne til tilpasning bør undersøkes også i Norge.

Forsøk nærmest oss viser ulike resultater, som i hovedsak varierer med sort og dyrkingsformål. Studien av Deleuran og Flengmark, Danmark, viste avlingsnivåer på omtrent 500 kg/ha. Disse sortene var beregnet for Sør-Europa (Deleuran og Flengmark, 2005, s. 21). I Finland viste forsøk gjennomsnittlig frøavling på 1 700 kg/ha på Finola-sorten (Callaway, 2004, s. 99). Finola OY gir derimot mer moderate avlingsestimater når vi nærmer oss 60°N på rundt 1000 kg/ha (Finola OY, u.å., s. 1). Vi ser at avlingspotensialet til hamp i breddegrader <50°N vil variere stort med sortsvalg og region, men at det er mulig å få brukbare avlinger også i nord. Funnene viser at de beste resultatene oppnås med sorter som er tilpasset regionen og breddegraden.

---

## 6. Konklusjon

I denne oppgaven har jeg undersøkt trekk ved Norges klima, og utenlandsk litteratur om hampen, for å besvare problemstillingen «**Kan det være mulig å dyrke hampefrø i Norges klima og breddegrad?**». Mine funn indikerer at dette er mulig. Dette forutsetter at hampesorten som velges er tilpasset vårt nedbørsmønster, temperaturer, fotoperiode og klima ellers. Vi bør også velge de klimatiske regionene og delene av Norge som gir hampen best mulig forutsetninger, for å få god avlingskvalitet og -mengde.

Hampesorten som dyrkes her må være tilpasset et lavere temperaturoptimum, og for å klare å spire og vokse godt i norske temperaturer. Kulde og nedbør i vekstsesongen, som vil være typisk flere steder i Norge, kan gi utfordringer for proteinnivå og -kvalitet i hampefrøet. På den andre siden kan muligens fettsyresammensetningen i frøene påvirkes positivt ved dyrking i norsk klima, som høyere nivå av umettede fettsyrer. Flere hampesorter har også gener for frost- og kuldetoleranse, som er viktig både tidlig og sent i vekstsesongen i Norge.

Når det gjelder nedbør, er det sannsynligvis tilstrekkelig nivåer for hampens behov i store deler av Norge. På den andre siden kan for høy nedbørsmengde kan være skadelig. Tørke er også sjeldent i Norge, som er positivt da hampen er tørkesvak i tidlige vekststadier.

Godt avlingsnivå i Norge forutsetter rette sorter for vår lange fotoperiode, ellers vil våre lange dager hemme blomstring og frøsetting. Mine funn viser at avlingsmulighetene vil variere med sort, klima og vekstmiljø. Funn nærmest Norge peker på avlingsnivå fra 1,000-1,700 kg/ha, dette med frøsorten Finola. Denne er en nordisk frøsort som er tilpasset nordiske temperaturer, tåler frost og kulde, og blomstrer i fotoperioder over 60°N. Denne, og sorter med lignende egenskaper, bør undersøkes for frødyrking i Norges klima.

Sist kan klimaendringene gi nye muligheter, som lengre og varmere vekstsesong, som betyr at nye hampefrøsorter muligens kan dyrkes i fremtiden. Endringene vil videre gi utfordringer med tørke, ustabil og kraftig nedbør, som kan gjøre hampedyrkingen vanskeligere på nye vis. På den andre siden har hampen egenskaper vi muligens kan utnytte i et klima i endring, som erosjonsforebygging, og evne til å tåle tørke i etablerte kulturer. Hampefrødyrking kan derfor ha en plass i Norges klima i dag og i fremtiden.

---

## Litteraturliste

*OBS: Ved problemer med å åpne arkivversjoner (lenker starter med <https://archive>), kopier lenken og lim den direkte inn i nettleseren.*

Adesina, I., Bhowmik, A., Sharma, H. og Shahbazi, A. (2020). A Review on the Current State of Knowledge of Growing Conditions, Agronomic Soil Health Practices and Utilities of Hemp in the United States. *MDPI Agriculture*, 10 (129), doi:10.3390/agriculture10040129

Age of Sail. (2021, 27. 05). *Wikipedia*. Arkivversjon: <https://archive.ph/0iQjN>

Amaducci, S., Colauzzi, M., Bellocchi, G., Cosentino, S. L., Pahkala, K., Stomph, T. J., Westerhuis, W., Zatta, A. og Venturi, G. (2012). Evaluation of a phenological model for strategic decisions for hemp (*Cannabis Sativa* L.) biomass production across European sites. *Elsevier: Industrial Crops and Products*, 37 (2012), 100-110.  
doi:10.1016/j.indcrop.2011.11.012

Aubin, M.-P., Seguin, P., Vanasse, A., Lalonde, O., Tremblay, G. F., Mustafa, A. F. og Charron, J.-B. (2016). *Agronomy Journal: Crop economics, production & management*, 108 (5), 1972-1980. doi:10.2134/agronj2016.04.0217

Blomstring. (2011). *Institutt for biovitenskap*. Arkivversjon  
<https://archive.ph/JyQrV>

Bretteville-Jensen, A. L. og Bramnes, J. G. (Red.) (2019). *Cannabisboka*. Universitetsforlaget.

Callaway, J. C. (2002). Hemp as Food at High Latitudes. *Journal of Industrial Hemp*, 7(2), 105-117. DOI: 10.1300/J237v07n01\_09

Callaway, J. C. (2004). Hemp Seed Production in Finland. *Journal of Industrial Hemp*, 9(1), 97-103. DOI: 10.1300/J237v09n01\_11

Cattaneo, C., Givonetti, A., Leoni, V., Guerrieri, N., Manfredi, M., Giorgi, A., & Cavaletto, M. (2021). Biochemical aspects of seed from *Cannabis Sativa* L. plants grown in a mountain environment. *Nature portfolio scientific reports*, 11, 3927 (2021).  
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-83290-1>

---

Climate of Europe. (2021, 02.05.). *Wikipedia*. Arkivversjon <https://archive.ph/uceqD>

Climate of Italy. (2021, 26.04.). *Wikipedia*. Arkivversjon: <https://archive.ph/M7kcr>

Cosentino, S. L., Testa, G., Scordia, D., og Copani, V. (2011). Sowing time and prediction of flowering of different hemp (*Cannabis sativa* L.) genotypes in southern Europe. *Elsevier: Industrial Crops and Products*, 37 (2012), 20-33. doi:10.1016/j.indcrop.2011.11.017

Crini, G., Lichtfouse, E., Chanet, G. og Morin-Crini, N. (2020). Application of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: a review. *Springer: Environmental Chemistry Letters*, 18, 1451-1476. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01029-2>

Deleuran, L. C. og Flengmark, P. K. (2005). Yield Potential of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Cultivars in Denmark. *Journal of industrial hemp*, 10 (2), 19-31. [https://doi.org/10.1300/J237v10n02\\_03](https://doi.org/10.1300/J237v10n02_03)

Felleskjøpet (u.å.). *Bruk av norsk soya i norsk landbruk*. Hentet 26.05.2021 <https://www.felleskjopet.no/om-felleskjopet/bruk-av-soya-i-norsk-landbruk/>

Finola OY. (u.å.). *Basic information on FINOLA Agronomy*. [https://finola.fi/wp-content/uploads/2020/02/FINOLA\\_basic\\_farming\\_info.pdf](https://finola.fi/wp-content/uploads/2020/02/FINOLA_basic_farming_info.pdf)

Fotoinhibering. (2015). *Institutt for biovitenskap*. Arkivversjon: <https://archive.ph/zbLhb>

Fleming, M. P og Clarke, R. C. (1998). Physical evidence for the antiquity of *Cannabis sativa* L. *Journal of the International Hemp Association*, 5(2), 80-92. [https://www.researchgate.net/publication/228603981\\_Physical\\_evidence\\_for\\_the\\_antiquity\\_of\\_Cannabis\\_sativa\\_L](https://www.researchgate.net/publication/228603981_Physical_evidence_for_the_antiquity_of_Cannabis_sativa_L)

Fylling-Jensen, Ø./ Nofima [Norges Vel]. (2020, 29.11.). *Fremtidens matproduksjon*. [Videoklipp]. Vimeo. [https://vimeo.com/484369737?fbclid=IwAR3JwLemE6cAgBJT\\_HngKCZYf2LOEPcfh4\\_141x8xqG4evH0b3qsJMTowGU](https://vimeo.com/484369737?fbclid=IwAR3JwLemE6cAgBJT_HngKCZYf2LOEPcfh4_141x8xqG4evH0b3qsJMTowGU)

Geography of Poland. (2021, 17.04.). *Wikipedia*. Arkivversjon: <https://archive.ph/OmH6v>

---

Growing degree-day. (2021, 01.02.). *Wikipedia*. Arkivversjon <https://archive.ph/rfUAw>

Irakli, M., Tsaliki, E., Kalivas, A., Kleisiaris, F., Sarrou, E. og Cook, C. M. (2019). Effect of Genotype and Growing Year on the Nutritional, Phytochemical, and Antioxidant Properties of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) Seeds. *MDPI: Antioxidants*, 8(491). doi:10.3390/antiox8100491

Karlsson, J., Röö, E., Sjunnestrand, T., Pira, K., Larsson, M., Andersen, B. H., Sørensen, J., Veistola, T., Rantakokko, J., Manninen, S. og Brubæk, S./Nordic Council of Ministers. (2017). *Future Nordic Diets: Exploring ways for sustainably feeding the Nordics*. (TemaNord 2017:566). <https://doi.org/10.6027/TN2017-566>

Köppen climate classification. (2021, 12.02.). *Wikipedia*. Arkivversjon: <https://archive.ph/myh1w>

Klima i Norge. (2021, 19.03). Dannevig, P. *Store norske leksikon*. Arkivversjon <https://archive.ph/BbMTh>

Köppens klimaklassifisering. (2020, 18.05). Mamen, J. *Store norske leksikon*. Arkivversjon: <https://archive.ph/OrEXW>

Landbruk.no. (2019). *Norske råvarer er ettertraktet i vegetariske produkter*. <https://www.landbruk.no/samvirke/norske-ravarer-er-ettertraktet-i-vegetariske-produkter/>

Lindesnes: (halvøy). (2020). *Store norske leksikon*. Arkivversjon: <https://archive.ph/uCkvq>

Mattilsynet: Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler. (2019, 02.04). *Hamp (Cannabis Sativa), cannabidiol (CBD) og andre cannabinoider*. Mattilsynet.no [https://www.mattilsynet.no/mat\\_og\\_vann/produksjon\\_av\\_mat/ny\\_mat/hamp\\_cannabis\\_sativa\\_cannabidiol\\_cbd\\_og\\_andre\\_cannabinoider.34397](https://www.mattilsynet.no/mat_og_vann/produksjon_av_mat/ny_mat/hamp_cannabis_sativa_cannabidiol_cbd_og_andre_cannabinoider.34397)

Mattilsynet: Statens tilsyn for planter, fisk, dyr og næringsmidler. (2020, 20.08). *Import av CBD-oljer og andre hampprodukter til Norge*. [https://www.mattilsynet.no/kosmetikk/kosmetiske\\_produkter/import\\_av\\_cbdoljer\\_og\\_andre\\_hampprodukter\\_til\\_norge.40118](https://www.mattilsynet.no/kosmetikk/kosmetiske_produkter/import_av_cbdoljer_og_andre_hampprodukter_til_norge.40118)

---

Mayer, B. F., Ali-Benali, M. A., Demone, J., Bertrand, A., & Charron, J.-B. (2014). Cold acclimation induces distinctive changes in the chromatin state and transcript levels of *COR* genes in *Cannabis sativa* varieties with contrasting cold acclimation capacities. *Physiologia Plantarum: An International Journal for Plant Biology*, 155(3), 281–295. DOI: 10.1111/ppl.12318

Mediterranean climate. (2021, 05.02.) *Wikipedia*. Arkivversjon: <https://archive.ph/OgWsg>

Meld. St. 11. (2016-2017). *Endring og utvikling: En fremtidsrettet jordbruksproduksjon*. Det kongelige Landbruks- og matdepartementet.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/37566c89c95f410e9bbec04265a7145f/no/pdfs/stm201620170011000dddpdfs.pdf>

Middelalderen. (20220, 13.06). Brégaint, D. *Store norske leksikon*. Arkivversjon:

<https://archive.ph/QUTdy>

NIBIO. (2021, 21.04). *Statistikk for vekstsesongen i perioden 1981 – 2015*.

<https://www.nibio.no/tema/jord/jordkartlegging/jordsmonnkart/statistikk-for-vekstsesongen-i-perioden-1981--2015>

NTNU Lectures/Geir Andre Pedersen [NTNU Lectures]. (2018, 19.12). *Litteraturstudie som metode* [Video]. Youtube.

[https://www.youtube.com/watch?v=KF3PtpaDsm8&ab\\_channel=NTNUUndervisning](https://www.youtube.com/watch?v=KF3PtpaDsm8&ab_channel=NTNUUndervisning)

Pahkala, K., Pahkala, E., og Syrjälä, H. (2008). Northern Limits to Fiber Hemp. *Journal of industrial hemp*, vol 13(2), 104-116. DOI:10.1080/15377880802391084

Pavlovic, R., Panseri, S., Giupponi, L., Leoni, V., Citti, C., Cattaneo, C., Cavaletto, M. og Giorgi, A. (2019). Phytochemical and Ecological Analysis of Two Varieties of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Grown in a Mountain Environment of Italian Alps. *Frontiers: In Plant Science*, 10, 1265. doi: 10.3389/fpls.2019.01265

Polen breddegrad. (Søkt 16.05.2021.). *Google*.

[https://www.google.com/search?q=polen+breddegrad&rlz=1C1GCEA\\_enNO920NO920&oeq=polen+breddegrad&aqs=chrome..69i57j0i22i30i2.1952j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=polen+breddegrad&rlz=1C1GCEA_enNO920NO920&oeq=polen+breddegrad&aqs=chrome..69i57j0i22i30i2.1952j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)



---

Polyfenoler. (2019). *Institutt for biovitenskap*. Arkivversjon: <https://archive.ph/QM7bC>

Poniatowska, J., Wielgus, K., Szalata, M., Szalata, M., Ożarowski, M., og Panasiewicz, K. (2019). Contribution of Polish agrotechnical studies on *Cannabis sativa* L. to the global industrial hemp cultivation and processing economy. *Sciendo: Herba polonica*, 65 (2), 37-50. DOI: 10.2478/hepo-2019-0012

Quebec (2020, 21.05.). *Wikipedia*. Arkivversjon: <https://archive.ph/uxNlt>

Rainforest Foundation Norway og Future in our Hands. (2018). *Salmon on soy beans: deforestation and land conflict in Brazil*. <https://www.framtiden.no/aktuelle-rapporter/849-salmon-on-soy-beans-deforestation-and-land-conflict-in-brazil/file.html#page=8&zoom=100,109,94>

Statens legemiddelverk (2018, 12.06.). *Informasjon om cannabidiol (CBD) for virksomheter*. Legemiddelverket.no <https://legemiddelverket.no/godkjenning/klassifisering/informasjon-om-cannabidiol-cbd-for-virksomheter#hva-er-cbd?>

Trondheim breddegrad. (Søkt 24.05.2021). *Google*. [URL](#)

Uleberg, E. og Dalmannsdottir, S./NIBIO (2018). *Klimaendringenes påvirkning på landbruket i Norge innenfor ulike klimasoner* (4/75/2018). [https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/bitstream/handle/11250/2501387/NIBIO\\_RAPPORT\\_2018\\_4\\_75.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmloi/bitstream/handle/11250/2501387/NIBIO_RAPPORT_2018_4_75.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vegconomist. (2020). *Hemp-based Plant Meat to be Produced in Europe*. <https://vegconomist.com/food-and-beverage/hemp-based-plant-meat-to-be-produced-in-europe/>

Vindheim, J. B. (2000). *Inn i hampen: historien om en mangfoldig urt*. Futurum Forlag. <https://www.nb.no/items/3e2c41fcae5c9c323373dc47f566d403?page=0&searchText=Hamp>

Zanetti, F., Monti, A., og Berti, M. T. (2013). Challenges and opportunities for new industrial oilseed crops in EU-27: A review. *Industrial Crops and Products*, 50, 580-595. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.030>

---

## Bilder og illustrasjoner:

Bilde 1: Av leverandør #68222. (u.å.) *Cannabis for industrial purposes, Stock image*. [Fotografi]. Colourbox.com. <https://www.colourbox.com/image/industrial-hemp-image-11169791>

Bilde 2. Av Dark Light Photography. (u.å.). *Hemp seeds macro background texture. Top view, Stock image*. [Fotografi]. Fra Colourbox.com  
<https://www.colourbox.com/image/hemp-seeds-macro-background-image-30535840>

Bilde 3: Adam Peterson. (u.å.) *Köppen climate types of Norway* [Illustrasjon].  
[https://no.wikipedia.org/wiki/Norges\\_klima#/media/Fil:Norway\\_K%C3%B6ppen.svg](https://no.wikipedia.org/wiki/Norges_klima#/media/Fil:Norway_K%C3%B6ppen.svg)

## Tabeller:

Tabell 1: Søketablell. Oversikt over søkeord og databaser brukt for å finne artiklene brukt i oppgaven. Søkene er foretatt i perioden 05.03-12.03.2021 i Oria <https://bibsys-almaprimo-hosted-exlibrisgroup-com.ezproxy.inn.no/prim-explore/search?vid=HH> og Scopus <https://www-scopus-com.ezproxy.inn.no/search/form.uri?display=basic#basic>

Tabell 2: Köppens klimasoner, klimatyper og klimaundertyper. Laget etter Köppen climate classification. (u.å). *Wikipedia* [https://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen\\_climate\\_classification](https://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen_climate_classification) og Köppens klimaklassifikasjon. (2021). *Store norske leksikon* [https://snl.no/K%C3%B6ppens\\_klimaklassifikasjon](https://snl.no/K%C3%B6ppens_klimaklassifikasjon)