



Høgskolen i **Hedmark**

Blæstad

Andreas Myki Beachell

Bacheloroppgave

Potensialet i norskproduserte kraftfôrråvarer

Production Potential in Norwegian Feed Raw Materials

Bachelor agronomi

2016

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA NEI

Innhold

Innhold

INNHold	3
FORORD	5
NORSK SAMMENDRAG	6
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	7
1. INNLEDNING	8
2. MATERIAL OG METODE	9
3. DAGENS FORBRUK OG IMPORT AV KRAFTFÔRRÅVARER	11
4. BEREDSKAP OG MATSIKKERHET	12
5. POTENSIALET I NORSKPRODUSERTE KRAFTFÔRRÅVARER	14
5.1 ERTER (PISUM SATIVUM)	14
5.1.1 <i>Dagens produksjon</i>	14
5.1.2 <i>Egnethet som fôrmiddel</i>	14
5.1.3 <i>Dyrkingsvilkår</i>	15
5.1.4 <i>Potensiell framtidig produksjon</i>	16
5.2 ÅKERBØNNER (VICIA FABA)	17
5.2.1 <i>Dagens produksjon</i>	17
5.2.2 <i>Egnethet som fôrmiddel</i>	18
5.2.3 <i>Dyrkingsvilkår</i>	19
5.2.4 <i>Potensiell framtidig produksjon</i>	20
5.3 RAPS/RYSB.....	21
5.3.1 <i>Dagens produksjon</i>	21
5.3.2 <i>Egnethet som fôrmiddel</i>	22
5.3.3 <i>Dyrkingsvilkår</i>	22

5.3.4	<i>Framtidig produksjon</i>	24
5.4	FISKEMEL OG FISKEENSILASJE.....	24
5.4.1	<i>Dagens produksjon</i>	25
5.4.2	<i>Egnethet som fôrmiddel</i>	25
5.4.3	<i>Framtidig produksjon</i>	26
5.5	KJØTTBEINMEL.....	27
5.5.1	<i>Dagens produksjon</i>	28
5.5.2	<i>Egnethet som fôrmiddel</i>	28
5.5.3	<i>Potensiell framtidig produksjon</i>	28
5.6	KORN	30
5.6.1	<i>Dagens produksjon</i>	30
5.6.2	<i>Egnethet som fôrmiddel</i>	30
5.6.3	<i>Vekstvilkår</i>	31
5.6.4	<i>Framtidig produksjon</i>	32
6.	DRØFTING	34
6.1	POTENSIALET I ÅKERVEKSTER.....	34
6.2	POTENSIALET I ANIMALSKE OG MARINE FÔRRÅVARER	36
7.	KONKLUSJON	38
7.1	KOMMENTAR.....	39
	LITTERATURLISTE	40
8.	VEDLEGG 1 RÅVAREFORBRUK I NORSK PRODUKSJON AV KRAFTFÔR TIL HUSDYR 2015	46
9.	VEDLEGG 2 DAGENS RÅVAREFORBRUK I KRAFTFÔRPRODUKSJONEN I RÅPROTEIN OG OMSETTELIG ENERGI	47

Forord

Med denne oppgaven avsluttes tre års skolegang ved Blæstad. Studiene har gitt meg god innsikt i både jordbruk og husdyrproduksjon, samt mange gode minner.

Da jeg skulle velge bacheloroppgave ville jeg velge et tema som både var planterelatert og samfunnsaktuelt. Etter mye fram og tilbake, landet jeg til slutt på å skrive om potensialet i norske kraftfôrråvarer. Gjennom arbeidet med oppgaven har jeg tilegnet meg mye ny kunnskap om import, beredskap, husdyrernæring og planteproduksjon. I tillegg har jeg fått tørket støv av gamle matte kunnskaper.

Det er mange som burde takkes for at denne oppgaven ser dagens lys:

Først og fremst, vil jeg takke Thomas Cottis som har vært veileder for oppgaven. Han har bidratt med gode faglige innspill, forslag til litteratur og momenter som burde være med i oppgaven.

En stor takk til Henrik Stenwig, i Sjømatnorge, og Bernt Jostein Viste, i Norsk Protein, som har bidratt med viktig informasjon til oppgaven.

Fôrutviklerne i Felleskjøpet fortjener en takk for gode og utfyllende svar på spørsmål om husdyreernæring. En takk til Pertti Pärssinen ved Boreal seed for viktig informasjon om sortsforedling, og Åsmund Langeland ved Hedmark landbruksrådgivning for informasjon om norsk erteproduksjon.

Løten, 2. juni 2016

Andreas Myki Beachell

Norsk sammendrag

Det blir i dag brukt 1 977 738 tonn råvarer i norsk kraftfôrproduksjon. Herav er omlag 45 % importert. Med en så lav selvforsyning av kraftfôrråvarer er vi svært avhengig av import, og en stabil tilgang av kraftfôrråvarer på verdensmarkedet. Det har tidligere vært flere tilfeller av prissjokk og eksportstopp for viktige kraftfôrråvarer som soya, mais og hvete. Dette er trolig hendelser som vil opptre hyppigere og kraftigere i fremtiden.

Selvforsyningen av kraftfôrråvarer kan økes ved å introdusere vekster som erter og åkerbønner i kornomløp. Erter og åkerbønner er vekster som takler norske vekstvilkår godt. Som fôrmiddel har de et høyt innhold av protein og stivelse. Dyrkingspotensialet for erter i Norge er trolig rundt 150 000 dekar. Dyrkingspotensialet for åkerbønner er ca 130 000 dekar med et tidlig sortsmateriale. Raps/rybs har et stort dyrkingspotensial i Norge, men gir liten protein og energiavling per dekar i forhold til erter og åkerbønner.

Norsk korn er en viktig bestanddel i dagens kraftfôrrasjoner, og en økning i norsk kornproduksjon vil derfor kunne bidra sterkt til en økning i selvforsyninga av kraftfôrråvarer. Skal en klare å øke kornproduksjonen i Norge må en rekke tiltak iverksettes.

Det er også et stort potensial i å ta i bruk avfallsprodukter og restråstoffer fra slakteri og fiskeindustri. Potensialet i slakteriavfall fra svin og fjørfe er stort forutsatt at dagens regelverk mot fôring av kjøttbeinmel oppheves. Marint restråstoff har et enormt potensial. Både gjennom bruk av uutnyttet restråstoff, og fiskemel som i dag blir eksportert.

Ved en importstans kan Norge produsere 54 % av råproteinet som kreves for å opprettholde dagens kraftfôrproduksjon og 66 % av energien.

Engelsk sammendrag (abstract)

Norwegian feed industry requires almost two million metric tons of raw materials and additives every year. No more than 55 % of these commodities are produced in Norway. This implies that Norway has a low level of feed self-sufficiency making us vulnerable to price shocks and export restriction on major feed commodities such as wheat, soybeans and corn. Price shocks and export restrictions are likely to occur more often and in a greater degree in the future.

Norway can potentially increase their feed self-sufficiency by including crops like peas, faba beans and canola in grain rotations. Peas and faba beans are well adapted to the Norwegian climate, and have a high protein and starch content. Peas can be grown on 15 000 hectares annually. Early varieties of faba beans have a growing potential of approximately 13 000 hectares annually. Canola has a big growing potential in Norway. However, canola yields lower than both peas and faba beans making it a less suitable crop for livestock feed.

Grain is a major commodity in livestock feed rations. In order to increase self-sufficiency Norwegian grain production has to increase.

There is a big potential in using bone meal from poultry and swine in feed production. As of today legislation prohibits the use of bone meal in livestock feed. The European Union is in the process of legalizing the use of poultry and swine meal again.

Using waste from fish industry has a great potential of increasing the self-sufficiency of crude protein.

In the case of a stop in all feed import, Norway will be able to maintain 54 % of today's production measured in crude protein and 66 % of the energy.

1. Innledning

Med en stadig økende verdensbefolkning, klimaendringer, press på naturressurser og økende råvarepriser er matsikkerhet blitt et svært aktuelt tema både nasjonalt og globalt (Landbruks- og matdepartementet, 2011-2012, s. 11).

I 2011 passerte vi 7 milliarder mennesker på jorda. FN forventer at vi når 9,6 milliarder innen 2050, og 10,9 milliarder innen 2100 (FN, 2013). Vi ser også en utvikling hvor klimaendringer fører til større årlige variasjoner i avlinger, og dermed også store prissvingninger for matvarer på verdensmarkedet. Nasjonal matsikkerhet blir derfor et veldig viktig tema i årene som kommer. Matsikkerhet er definert som når alle mennesker til enhver tid har fysisk og økonomisk tilgang til nok og trygg mat for et fullgodt kosthold som møter deres ernæringsmessige behov og matvarepreferanser, som grunnlag for et aktivt liv med god helse (Landbruks- og matdepartementet, 2011- 2012, s. 15). For å sikre matsikkerheten er vi avhengige av en nasjonal matproduksjon (Landbruks- og matdepartementet, 2011-2012).

Norge har i dag en selvforsyningsgrad på 50 %, men for varer som kjøtt, egg og melk ligger den nærmere 100 % (Landbruks- og matdepartementet, 2011- 2012, s. 17). I denne beregningen tas det ikke hensyn til at en stor andel av fôrråvarene som brukes i produksjon av husdyrprodukter er importert. Selvforsyningsgraden er derfor i virkeligheten vesentlig lavere (Landbruks- og matdepartementet, 2011- 2012). Utviklingen går også i den retningen av at importen stadig øker (Landbruks- og matdepartementet, 2011-2012).

Lav selvforsyningsgrad setter Norge i en meget sårbar situasjon hvor vi er helt avhengig av tilgang på fôrråvarer og andre matvarer på verdensmarkedet. God tilgang av varer på verdensmarkedet er ingen selvfølge i framtiden, og det er derfor viktig å finne ut hva Norge kan være i stand til å produsere selv (Botnan, 2016).

For å kartlegge hvor mye kraftfôrråvarer Norge kan være i stand til å produsere selv er det interessant å se på både åkervekster og avfallsprodukter fra industri. For å finne potensialet i norske kraftfôrråvarer og hvor stor andel av importen vi kan dekke er følgende problemstilling formulert:

Hva er potensialet i Norske kraftfôrråvarer, og hvor stor andel av dagens import kan vi erstatte med norske råvarer?

2. Material og metode

Oppgaven er et litteraturstudie. Den tar for seg ulike åkervekster og restråstoffer, for å undersøke om disse kan egne seg til kraftfôrproduksjon. Videre undersøkes det hvilke mengder det er mulig å produsere i Norge.

For å finne litteratur har jeg brukt bibliotekets databaser, google scholar og fritekstsøk i google.

Personlig kommunikasjon med både Felleskjøpet, Sjømatnorge, Fiskeridirektoratet, Norsk protein, Boreal seed og Hedmark landbruksrådgivning har vært nødvendig for å tilegne seg informasjon på områder som det var manglende publisert litteratur på. Personlig kommunikasjon ble også brukt for å få synspunkter fra eksperter.

Innhold av råprotein og energi for de ulike kraftfôrråvarene er funnet i fôrtabellen utarbeidet av institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap og daværende universitetet for miljø- og biovitenskap (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008). I fôrtabellen er det selektert for svin. For råprotein har jeg brukt verdien for løselig råprotein. For energi har jeg brukt verdien for omsettelig energi.

Alle beregninger er gjort i Microsoft Excel. Avrundinger er gjort.

Avgrensninger

Oppgaven tar kun for seg karbohydratråvarer og proteinråvarer. Det er dermed sett bort i fra fett, og vitaminer og mineraler. Grunnen til dette er at karbohydrat- og protein inngår i langt større grad enn fett i kraftfôrproduksjonen (Landbruksdirektoratet, 2016).

Det er ikke sett på nye alternative framstillingsmåter av proteinråvarer, men kun vekster som kan dyrkes i Norge i dag, og ressurser og restråstoffer som er tilgjengelig i dag.

Det er ikke spekulert i hva potensialet i norske kraftfôrråvarer vil være i den fjerne framtid. Tidshorisonten for oppgaven er fra i dag, og frem mot 2030.

Forkortelser og begreper

Enkelte forkortelser brukt i oppgava krever en forklaring.

AAT: Aminosyrer absorbert i tarmen (Grønbæk, 2010).

GJ: Gigajoule, en energienhet. Tilsvarende 10^9 joule (Hofstad, 2015).

PBV: Proteinbalansen i vomma (Grønbæk, 2010).

daa: dekar.

3. Dagens forbruk og import av kraftfôrråvarer

I 2015 ble det benyttet 1 977 738 tonn råvarer til kraftfôrproduksjon til norske husdyr. Herav var 897 649 tonn importert. Se vedlegg 1. Det innebærer at Norge kun produserer 55 % av råvarene som inngår i norsk kraftfôrproduksjon (Landbruksdirektoratet, 2016). Landbruksdirektoratet deler de ulike kraftfôrråvarene inn i Karbohydrat, fett, og protein. I tillegg kommer vitaminer og mineraler (Landbruksdirektoratet, 2016).

Karbohydratråvare er fôrråvarer som er rike på energi (Bernatek & Uggerud, 2016). Det benyttes 1 411 424 tonn karbohydratråvarer. Av norske karbohydratråvarer benyttes de vanligste kornartene. I 2015 var 73 % av karbohydratråvarene norskproduserte. For å dekke det resterende behovet for karbohydrat i kraftfôrproduksjon importeres det korn, maisprodukter og melasse (Landbruksdirektoratet, 2016).

Av norske proteinråvarer som inngår i dagens kraftfôrblandinger finner vi fiskeensilasje, fiskemel og oljefrø, samt mindre mengder av diverse andre proteinråvarer. Kun 5,4 % av proteinråvarene i dagens kraftfôrblandinger er norskproduserte. Norge er derfor svært avhengig av importerte proteinråvarer. I dag importeres det store mengder soyamel og rapspelletts. I tillegg importeres det noe maisgluten og urea. Det importeres små mengder fiskemel og diverse andre proteinråvarer (Landbruksdirektoratet, 2016).

Karbohydrat og proteinråvarene som inngår i dagens kraftfôrproduksjon inneholder 220 000 tonn løselig råprotein og 21 500 000 GJ omsettelig energi. Se vedlegg 2 (Landbruksdirektoratet, 2016).

Av karbohydrat og proteinråvarer importeres det 166 000 tonn råprotein. Importen utgjør 8 600 000 GJ. I beregningen er det sett bort i fra 109 109 tonn ”annen karbohydratråvare” og 18 569 tonn ”annet protein”. Grunnen til dette er at det er vanskelig å fastslå energi og proteininnhold når varene ikke er kjent (Landbruksdirektoratet, 2016; Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

4. Beredskap og matsikkerhet

Dagens situasjon i Norge med lav selvforsyningsgrad av kraftfôrråvarer gjør oss svært avhengige av en stabil tilgang på kraftfôrråvarer på verdensmarkedet (Botnan, 2016). Beredskap handler om å være forberedt til innsats ved uventede kritiske situasjoner (Rein, 2015). Matberedskap innebærer derfor å ha tilgang på mat under krisetider, uavhengig av om det er på grunn av krig eller lav tilgang på import fra utlandet.

Det har vært flere tilfeller av prissjokk på markedet som et resultat av blant annet produksjonssvikt og eksportstopp, samt en rekke andre faktorer som spiller inn. Prissjokkene er som regel kraftigst for mais og soya hvor produksjonen er konsentrert i svært få land (Jones & Hiller, 2015).

I de fleste tilfeller har produksjonssvikt vært en underliggende grunn til prissjokk, men blir i de fleste tilfeller akselerert av politiske virkemidler. Dette kan være restriksjoner eller stopp av eksport, restriksjoner på import og endring i subsidier og skattelegging (Jones & Hiller, 2015).

En produksjonssvikt i et land som USA, Brasil eller Argentina, som i følge WWF (s.a.) står for 80 % av verdens soyaproduksjon, vil kunne ha store konsekvenser for tilgangen av soya på verdensmarkedet. Norge importerer i dag 194 494 tonn soyamel. Dette utgjør snaut 45 % av den totale proteinimporten i tonn (Landbruksdirektoratet, 2016).

Samtidig som soyaproduksjonen er konsentrert i svært få land, er det også én svært stor importør, nemlig Kina. De står i dag for 60 % av importen av soyabønner på verdensmarkedet. Samtidig er produksjonen av soyabønner i Kina fallende, og forbruket økende. Dette fører til at de tar en stadig større bit av soyaen på verdensmarkedet. Når en så stor andel av markedet ligger hos så få aktører, kan markedet lett manipuleres ved en eksportstopp, produksjonssvikt, eller inngåelse av en handelsavtale (Botnan, 2016). Dette gjelder ikke bare soya, men også andre viktige kraftfôrråvarer. Mais er også en svært sårbar råvare. Seksti prosent av verdens maisproduksjon foregår i USA og Kina. USA står alene for 35 % av maisen på verdensmarkedet (Botnan, 2016).

I 2012 fikk vi et kraftig prissjokk hvor prisen for soya steg med 200 % og prisen for mais steg med 250 %. Hovedårsaken til prissjokket var en produksjonssvikt i de sentrale produksjonsområdene. I tillegg valgte USA å bruke mais til etanol produksjon i stedet for å

eksportere. Denne hendelsen, hvor USA valgte å produsere etanol i stedet for å eksportere mais, betegnes av mange som en slags eksport kontroll og fikk store følger for forsyningen på verdensmarkedet (Jones & Hiller, 2015). Før hendelsen i 2012 har det vært flere lignende hendelser med tilsvarende prissjokk, og det er dermed ingen sjeldenhet.

I framtiden vil trolig ekstremvær opptre hyppigere og kraftigere enn tidligere. Dette vil gjøre tilgangen på mat på verdensmarkedet mer usikker. Tørke har tidligere vært den viktigste påvirkende faktoren ved en produksjonssvikt. Ved hyppigere tilfeller av tørke vil prissjokkene opptre oftere. Tørkene vil trolig også bli kraftigere i framtiden. Dermed forsterkes prissjokket, og tilgangen på råvaren kan bli kritisk lav (Botnan, 2016).

Det blir i dag inngått handelsavtaler mellom store eksportører og importører, som gjør at mindre og fattige land havner på sidelinjen. Det er ofte også interessant for en stor eksportør å opprette en handelsavtale med et land som har et eksportprodukt å tilby (Jones & Hiller, 2015).

I tillegg til problematikken rundt produksjonssvikt, og tilgang av råvarer på verdensmarkedet har vi en økende verdensbefolkning. I perioden 2009 til 2050 forventes verdens befolkning å øke med 2,3 milliarder mennesker. For å kunne fø den økende befolkningen må verdens matproduksjon økes med 70 % (Food and Agricultural organization of the United Nations, 2009).

Når forsyningen av råvarer på verdensmarkedet er så sårbar som den er vil det være viktig for Norge å sikre seg mot en framtidig svikt i matforsyningen på verdensmarkedet. Selv om Norge har berget seg god hittil kan forsyningssituasjonen av fôrråvarer på verdensmarkedet endre seg i framtiden. En naturlig respons fra Norge sin side vil være å øke selvforsyningsgraden for at matsikkerheten skal opprettholdes (Botnan, 2016; Hohle, 2016).

5. Potensialet i norskproduserte kraftfôrråvarer

For å undersøke potensialet i norskproduserte kraftfôrråvarer kommer jeg til å se på åkervekstene erter, åkerbønner og rybs/raps. Valget falt på disse vekstene av den grunn at de allerede dyrkes i Norge, og har gitt akseptable avlingsresultater. I tillegg har de et høyt innhold av protein som er en mangelvare blant norske kraftfôrråvarer (Olberg, Strøm, Rogneby, Abrahamsen & Eltun, 2005).

Muligheten for å øke norsk kornproduksjon er også undersøkt siden dette vil kunne bidra til en økt selvforsyningsgrad av kraftfôrråvarer.

Det er også undersøkt potensialet i restråstoff fra fiskeindustrien og slakteriavfall fra svin og fjørfe. Videreforedling av restråstoff og slakteriavfall gir produkter med svært høgt proteininnhold og er med det interessante å se på potensialet i (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

5.1 Erter (*Pisum sativum*)

5.1.1 Dagens produksjon

I Norge har erter blitt dyrket siden vikingtida, men har ikke hatt noe stort dyrkingsomfang. En av grunnene til dette er at erter har veksttid på linje med vårhvete som gjør at dyrkingen begrenser seg til kornområdene med lengst veksttid (Dieseth & Uhlen, 1998). I 2012 ble det gitt produksjonstilskudd til 20 500 daa proteinvekster. Av dette anslås det at ca 10 000 daa var erter (Stabbetorp & Lundon, 2013). Ved et avlingsnivå på 400 kg/daa gir dagens areal en totalavling på 4 000 tonn. Dette gir en råproteinavling på 602 tonn og 53 820 GJ omsettelig energi (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

5.1.2 Egnethet som fôrmiddel

I et seks måneder langt foringsforsøk i Canada, ble det undersøkt om erter kunne erstatte soya og rapskaker som proteinkilde til høgtytende melkekuer. En besetning på 66 kuer, av rasen holstein ble delt i to grupper. Inndelingen ble gjort med hensyn til laktasjonsstadium og avdrått for å gi to homogene grupper. Gruppene fikk hver sin fôrblending. Den ene hadde soya og rapskaker som hovedproteinkilde, mens den andre hadde erter som hovedproteinkilde. De to fôrblendingene hadde likt innhold av råprotein og energi. Det var

ingen signifikant forskjell i ytelse mellom de to gruppene. Erter viste seg dermed å være et godt alternativ til raps og soya (Corbett, Okine & Goonewardene, 1995).

Fôringsforsøk hos slaktegris har også vist lovende resultater med tanke på å erstatte soya med erter. I forsøket ble det benyttet fasefôring, og tre forskjellige fôrslag. Det ene fôrslaget inneholdt ikke erter, men kun soya for å kontrollere opp mot ertene. Det andre fôrslaget inneholdt en liten andel soya og en stor andel erter. I det tredje fôrslaget var all soyaen erstattet med erter. Forsøket viste ingen signifikant forskjell i tilvekst eller slaktekvalitet (Stein, Everts, Sweeter, Peters, Maddock, Wulf & Pedersen, 2006).

Fjørfe har et stort behov for svovelholdige aminosyrer. Erter har et lavt innhold av de svovelholdige aminosyrene metionin og cystein. Men et høyt innhold av lysin. Ved mangel på metionin kan stress forekomme. Dette kan videre resultere i fjørhakking (Olberg et al., 2005). Det gjør at det må suppleres med andre proteinkilder som har et høyere innhold av de svovelholdige aminosyrene. I konvensjonelt kraftfôr kan syntetiske aminosyrer brukes for å øke innholdet av enkelte aminosyrer (K.K. Røflo, personlig kommunikasjon, 25. mai 2016). Andel erter i en fôrblending til fjørfe skal ikke overstige 30 %. En andel rundt 20 % er anbefalt (Frantzen & Johansen, 2004).

5.1.3 Dyrkingsvilkår

Ertene foretrekker et relativt kjølig klima. Den optimale veksttemperaturen er 23°C om dagen og 10°C om natta. Dette gjør den godt skikket i Norge. De er følsomme for tørke fra spiring, gjennom hele den vegetative perioden og ut blomstringa. Det vil si at forsommertørke vil ha en negativ effekt på avlinga. For høye temperaturer under blomstringa kan føre til abortering av blomster, og dermed lavere frøavling. Etter blomstring og fram mot modning trives ertene best med varmt og tørt vær (Park & Lopetinsky, 1999).

Ertene trives best på leir- eller siltjord. Den kan også trives på sandjord, forutsatt at det er nok nyttbart vann tilstede. Selv om erter krever jord med god vannhusholdning er det viktig at jorda ikke er vassjuk. Det vil kunne føre til at frøet råtner, og dermed gi en dårlig etablering av feltet. Det er derfor viktig at dreneringstilstanden er god. (Park & Lopetinsky, 1999). pH burde ligge over 6,0. Lavere pH vil kunne begrense etablering av bakterieknoller på røttene, som sørger for nitrogenfiksering. Lavere pH enn seks vil også hemme opptak av enkelte næringsstoffer. (Rostad, 2014).

Erter er utsatt for en del vekstfølgesjukdommer og en er derfor avhengig av et langt opphold mellom hver gang en dyrker erter (Rostad, 2014). Ertevisnesjuke er en av disse. Den fører først til at røttene råtner. Deretter visner bladene, planten gulner og dør. Størst skade vil man få i søkk på jordet hvor jorda er vannmettet. Drenering er derfor et viktig tiltak mot denne sjukdommen. Sporene fra soppen som forårsaker sjukdommen kan overleve i jord opp til 8 år. Det anbefales derfor ikke å dyrke erter oftere enn hvert 6-8år (Sundheim, 2013) Storknollet råtesopp kan også angripe erter. Soppen etablerer seg ved fuktig vær før og under blomstring. Symptomene er et hvitt belegg på plantedelene som er angrepet. I tillegg dannes det svarte hvileknoller som overlever minst 4 år i jord. Det innebærer at erter må ha et opphold på 4 år mellom andre vekster som er mottagelige for storknollet råtesopp (Hermansen, 2011).

Angrep av ertetrips, ertesnutebille og ertebladlus kan forekomme. Det kan da bli aktuelt med kjemisk bekjemping, men hittil har ikke skadedyr vært et stort problem i Norge. Dette kan skyldes at erter per nå har et svært lite dyrkingsomfang, og en vil mest sannsynlig få en økning i antall angrep ettersom dyrkingsomfanget øker (Rostad, 2014).

5.1.4 Potensiell framtidig produksjon

En rapport utarbeidet av tidligere Planteforsk på Apelsvoll og NLH på Ås viser at det i teorien kan dyrkes 250 000 daa med erter i Norge. I denne beregningen er det tatt hensyn til vekstfølgesjukdommer, og de har dermed regnet med et opphold på 6 år mellom hver gang det dyrkes erter på et skifte. Rapporten uthever imidlertid at det er lite sannsynlig at det norske ertearealet overstiger 150 000 daa. Dette vil allikevel være en signifikant økning fra dagens areal (Abrahamsen, Åssveen, Uhlen & Olberg, 2005a).

Sortsprøving fra 2009-2013 viser en gjennomsnittsavling for sortene Ingrid og Tinker på henholdsvis 459kg/daa og 390kg/daa (Abrahamsen, s.a.). En god erteavling ligger mellom 400-450kg/daa (Rostad, 2014). Ved et dyrkingsareal på 150 000 daa og en gjennomsnittsavling på 400 kg/daa får vi en totalavling på 60 000 tonn erter i Norge. Et råproteininnhold på 167,9 g/kg tørrstoff gir en råproteinavling på 9 000 tonn og 807 000 GJ energi (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

Åsmund Langeland, kornrådgiver i Hedmark Landbruksrådgivning, hevder ertedyrkingen i Norge i dag står overfor mange praktiske utfordringer. Sortene som er tilgjengelige i dag er svært utsatt for legde. Dette fører til fukt, råte og spiring i den høstemodne åkeren. Det fører

videre til høye tørkekostnader, dårlig kvalitet og potensielle skader på innhøstingsutstyr, som en følge av at man drar inn jord og stein i treskeren. Disse problemene forsterkes ytterligere ved sen modning. Mange av disse problemene kan begrenses ved å foredle fram nye sorter som har kortere veksttid og bedre stengelstyrke (personlig kommunikasjon, 17. mars 2016).

Modningstiden for erter varierer i stor grad. I år med gunstige modningsforhold har de tidligste ertesortene veksttid på lik linje med halvsene til sene havresorter. I år med lave temperaturer under modningsfasen vil erter kunne ha veksttid på linje med vårhvete. Veksttid vil derfor være en begrensende faktor for dyrking i Norge (Abrahamsen, Waalen & Brodal, 2016).

Per i dag er det ingen sortsforedling på erter i Norge. Boreal, et sortsforedlingsselskap i Finland, er en av få aktører som driver sortsforedling på erter i Norden. Pertti Pärssinen, ansvarlig for foredling av erter og åkerbønner, sier det legges stor vekt på både tidlighet, legderesistens og proteininnhold ved framforedling av nye ertesorter (personlig kommunikasjon, 5. april 2016). Nye sorter som er bedre tilpasset norsk klima og har bedre legderesistens vil kunne bidra til å øke dyrkingsomfang av erter ytterligere.

Innføring av erter i vekstskifte kan ha en positiv innvirkning på kornavlingen i året som følger. Dette vil være en motivasjonsfaktor for å øke dyrkingsomfanget. Vekstskifteforsøk med hvete og erter har vist at en kan få en avlingsøkning på 13 % med erter som forgrøde i stedet for hvete. Erter som forgrøde ga også en økning i proteininnhold på 0,5 % i den etterfølgende hveteavlingen. Økningen i avling og proteininnhold skyldes hovedsakelig sanering av sjukdommer og nitrogenrike planterester (Abrahamsen et al., 2016).

5.2 Åkerbønner (*Vicia faba*)

5.2.1 Dagens produksjon

Tradisjonelt sett har åkerbønner vært dyrket i liten utstrekning i Norge. I hovedsak har åkerbønnyrkingen her i landet foregått på økologiske gårder for å bedre vekstskiftet, produsere proteinfôr og fiksere nitrogen. I 2010 ble det dyrket ca. 3000 dekar med åkerbønner i Norge (Stabbetorp & Lundon, 2011). En av årsakene til det marginale dyrkingsomfanget er at sortsmaterialet som er tilgjengelig krever svært lang veksttid, og dyrkingen begrenser seg derfor kun til områdene med lengst vekstsesong. Mesteparten av

produksjonen foregår i dag i Vestfold. Arealet er imidlertid økende og i 2012 ble åkerbønnearealet i Norge anslått til drøyt 10 000 dekar. (Stabbetorp & Lundon, 2013). Ved et avlingsnivå på 325 kg/daa får man en totalavling på 3 250 tonn åkerbønner. Det gir en råproteinavling på 730 tonn og 40 000 GJ omsettelig energi (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

5.2.2 Egnethet som fôrmiddel

Åkerbønner har et høyt innhold av både stivelse og protein. Det er selvsagt sortsvariasjoner, men råproteininnholdet utgjør som regel mellom 25 og 33 % av tørrstoffet. Åkerbønner er også svært stivelsesrike og har et stivelsesinnhold mellom 40 og 48 %. Åkerbønner har et lavt fettinnhold (Bertelsen, Pedersen, Jørgensen, Johansen & Serup, 2015).

Energiinnholdet i åkerbønner er vurdert lavere enn soya i forvurderingssystemene for svin og ku, men er vurdert til å ha et høyere energiinnhold enn soya i forvurderingssystemet til verpehøns. Innholdet av fordøyelig protein i åkerbønner er lavere enn hos soya til fjørfe og svin. Andelen åkerbønner i fôrrasjonen må derfor økes i forhold til soya for å oppnå samme proteintildeling (Bertelsen et al., 2015).

Proteinkvaliteten i fôret til drøvtyggere bestemmes ut i fra PBV og AAT. Åkerbønner som ikke blir varmebehandlet vil ha en høy oppløselighet i vomma og dermed gi et høyt innhold av PBV og et lavt innhold av AAT. Det er derfor fordelaktig å varmebehandle åkerbønnene for å begrense nedbrytninga av proteinet i vomma og øke opptaket i tarmen. Bønnene må varmes til en kjernetemperatur mellom 120 og 130°C for å oppnå denne effekten (Bertelsen et al., 2015).

Åkerbønner inneholder noen uønskede stoffer. Herunder vicin, convicin og tannin. Disse kan by på ulike ernæringsmessige problemer samt fruktbarhetsproblemer hos enmagede dyr. Av ernæringsmessige problemer kan en oppleve nedsatt fôrutnyttelse og fôropptak. (Bertelsen et al., 2015). Det har også oppstått fruktbarhetsproblemer hos gris og fjørfe fra vicin og convicin (Olberg et al., 2005). Drøvtyggere blir ikke nevneverdig påvirket av de overnevnte uønskede stoffene. Svært høyt innhold av tannin har imidlertid gitt nedsatt fôropptak. Det er blitt lagt vekt på å redusere innholdet av disse uønskede stoffene i sortsforedlingsarbeidet på åkerbønner. Dette har lyktes godt og det er i dag tanninfrie sorter tilgjengelige, samt sorter med lavt innhold av vicin og convicin (Bertelsen et al., 2015).

Det har tidligere vært en oppfatning at åkerbønner har vært uegnet som fôr til enmagede dyr. Nyere fôringsforsøk, utført i Danmark, har vist at åkerbønner egner seg svært godt som proteinkilde i kraftfôr til smågris. Smågrisen som ble tildelt en rasjon med 25 % åkerbønner hadde signifikant høyere tilvekst, og mindre sjanse for å få diaré (Møller, 2014).

Det var lenge en myte at fjørfe ikke kunne ete åkerbønner grunnet problemer med convicin, vicin og tanniner. Nyere fôringsforsøk i Danmark viser at verpehøns kan tåle opp til 12 % åkerbønner i fôrblendingen uten at det oppstår problemer med fruktbarhet, fôropptak eller fôrutnyttelse. Det er imidlertid viktig å påpeke at åkerbønner ikke oppfyller fjørfes behov for aminosyrene metionin og cystein. Det må derfor suppleres med disse aminosyrene (Bertelsen et al., 2015)

Åkerbønner egner seg godt som fôrmiddel til ku, men de må, som tidligere nevnt, varmebehandles for at PBV ikke skal bli for høy. Dette vil selvsagt variere ut i fra grovfôret som blir brukt. Er PBV lav i grovfôret kan varmebehandling av åkerbønner gi en for lav PBV. På grunn av det lave innholdet av fett i åkerbønner kan de ikke fullt ut erstatte soya i en fôrrasjon. Hvis en bruker havre, som er rikt på fett, i fôrrasjonen sammen med åkerbønner vil en kunne erstatte all soya, og dekke normer for energi, fett og protein for et ytelsesnivå på 10 000 kg energikorrigert melk. En kilo med åkerbønner kan erstatte 0,5kg soyakake + 0,2kg korn (Bertelsen et al., 2015).

5.2.3 Dyrkingsvilkår

Åkerbønner foretrekker et kjølig og fuktig klima som gjør den godt egnet for dyrking i Norge. Begrensningen ligger som tidligere nevnt i lengden på vekstsesongen. Åkerbønner burde sås så fort jorda er lagelig. Spira er svært frost tolerant, og det er svært sjeldent at spira får frostskafer. Tidlig såing er også en forutsetning for å unngå frost av frøene på høsten, og for å sikre at den går fram til modning. Under blomstringsperioden er planta svært sensitiv for varme. Temperaturer over 28°C under blomstringen fører til redusert frøsetting og i de fleste tilfeller dermed lavere avling. Det er heller ikke ønskelig med for kalde temperaturer. Det gjør at modningen går svært sakte og dermed forsinket innhøsting (Park & Lopetinsky, 1999).

Åkerbønner foretrekker tørkesterke jordarter som leire og silt, men kan gi gode avlinger på mindre tørkesterke jordarter, forutsatt at de har tilstrekkelig råmetilgang. De er svært sensitive for jordpakking, og trives best på jord med et dypt jordsmonn, og hvor strukturen er

god (Park & Lopetinsky, 1999). Åkerbønner har en høyere toleranse for vassjuk jord enn det erter har, men det øker mottageligheten for bladflekksjukdommer som sjokoladeflekk. Det er derfor en fordel at dreneringstilstanden er god. pH burde ligge fra 6,0-7,0. Lavere pH fører til nedsatt vekst, og kan hindre dannelse av bakterieknoller på røttene som fikserer nitrogen (Jensen, Peoples & Hauggaard-Nielsen, 2010; Øverland, 2014).

Det anbefales et vekstskifte på 6-7 år for åkerbønner (Øverland, 2014). Men de kan fint inngå i et vekstskifte med enten erter eller oljefrø siden de i svært liten grad angripes av storknolla råtesopp. Men det burde være et opphold på et år mellom dyrking av erter og rybs/raps, og åkerbønner. I Sverige har det de siste åra vært en oppblomstring av *Phytophthora rythroseptica* var. pisi, som tidligere kun har angrepet erter. Dette har ført til at de i Sverige nå anbefaler et åtteårig vekstskifte mellom mottagelige vekster. Det er mest sannsynlig bare et spørsmål om tid før denne sykdommen angriper åkerbønner i Norge også (Øverland, 2014).

Sjokoladeflekk og bønnebladflekk er de vanligste og mest skadelige bladflekksjukdommene i åkerbønner. Sjokoladeflekk smitter fra såfrø eller planterester. Smittefare for sjokoladeflekk er størst ved temperaturer over 20°C. Bladfekkene utvikles hurtigst ved 15-22°C (Øverland, 2014).

Bønnebladflekk smittes først og fremst fra såfrø, men også fra planterester. Denne sykdommen utvikler seg hurtigst ved temperaturer rundt 20°C. Sjukdommene kan bekjempes kjemisk, og en er derfor ikke avhengig av et opphold på flere år mellom hver gang en dyrker åkerbønner med hensyn til disse sykdommene (Øverland, 2014).

5.2.4 Potensiell framtidig produksjon

Den mest begrensende faktoren for dyrking av åkerbønner i Norge er veksttid. I enkelte år går ikke åkerbønner helt fram til modning i Norge (Olberg et al., 2005). Dagens sortsmateriale i Norge er begrenset og krever en veksttid på 130-135 dager (Norgesfôr, 2016).

I følge Olberg (2005) er det lite trolig at dyrkingsomfanget for åkerbønner blir betydelig større med dagens tilgjengelige sortsmateriale. For å øke produksjonen av åkerbønner i Norge må det komme nye og tidligere sorter på markedet.

Pertti Pärssinen, ansvarlig for foredling av erter og åkerbønner i Boreal Seed forteller om en ny sort åkerbønner, Sampo, som nettopp har blitt foredlet i Finland. Denne har veksttid på lik linje med halvseine ertesorter, og har et lavt innhold av vicin/convicin og tannin (personlig kommunikasjon, 5. april 2016). Sorter som krever veksttid som Sampo har et langt større dyrkingspotensial enn dagens sorter Columbo og Isabell (Norgesfôr, 2016). Ved å benytte seg av tidlige sorter som Sampo vil veksttiden være noe kortere enn for vårhvete (Abrahamsen et al., 2016). Hvis en tar utgangspunkt i dagens hveteareal på 791 699 daa og regner med et seksårig vekstskifte får man et teoretisk dyrkingspotensiale på 130 000 dekar (Statistisk sentralbyrå, 2015a). Hvis en så tar utgangspunkt i gjennomsnittsavlingen for åkerbønner i 2015 på 325 kg per daa og et areal på 130 000 dekar får vi en totalavling på 42 250 tonn. Dette gir en råproteinavling på 9 500 tonn og 525 000 GJ omsettelig energi (Stabbetorp, 2015; Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

5.3 Raps/rybs

5.3.1 Dagens produksjon

I 2001 nådde oljevekstproduksjonen i Norge en topp på 109 000 dekar. Grunnen til den høye produksjonen var signaler fra kraftfôrindustrien om mulig overproduksjon på fôrkorn, og at det var økt interesse for bruk av oljevekster i kraftfôrproduksjonen. Interessen for å dyrke oljevekster har siden gått ned og i 2014 var arealet nede i 41 000 dekar. Mesteparten av dagens produksjon foregår i Østfold og Akershus, som står for 50 % av oljevekstarealet (Stabbetorp, 2015). Ved et avlingsnivå på 200 kg/dekar får man en total avling på 8 200 tonn. Dette gir en råproteinavling på 1 350 tonn og 163 500 GJ omsettelig energi (Abrahamsen, Åssveen, Uhlen & Olberg, 2005b; Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

Det har de siste årene skjedd en overgang fra rybsdyrking til rapsdyrking. I dag er 70 % av oljevekstarealet vårraps. Dette skyldes tilgang på et tidligere og mer yterikt sortsmateriale. Overgangen har gitt noe høyere avlinger. (U. Abrahamsen, personlig kommunikasjon, 29. mars 2016). I 2014 ble det sådd en del høstraps, takket være tidlig innhøsting. Høstraps produksjon kan ved god overvintring gi svært gode avlingsmessige resultater (Stabbetorp, 2015).

5.3.2 Egnethet som fôrmiddel

Raps/rybs brukes i dag i stor utstrekning som proteinråvare til kraftfôr. En liten andel hele oljefrø brukes for å øke fettinnholdet i fôrrasjonen, siden disse inneholder en stor andel umetta fett. Det er imidlertid hovedsakelig presskake av rybs/raps som inngår i dagens kraftfôrblandinger. Oljen er da ekstrahert, og man sitter igjen med en pressrest som har et svært høyt innhold av både AAT og PBV (Olberg et al., 2005).

Raps/rybs har en svært gunstig aminosyresammensetning, og et høyt innhold av de svovelholdige aminosyrene metionin og cystein. Dette gjør at det egner seg spesielt godt til fjørfe. Raps/rybs burde allikevel ikke utgjøre mer enn 15 % av fôrrasjonen til fjørfe (Olberg et al., 2005).

Rybs/raps er også godt egnet til gris takket være gunstig aminosyresammensetning, men det er viktig at fettet er pressa ut, hvis ikke kan spekket få dårlig kvalitet (Olberg et al., 2005).

Rybs/raps er også velegnet til storfe (Olberg et al., 2005).

Siden det brukes en stor andel importerte presskaker av raps/rybs i dagens kraftfôrblandinger vil den norskproduserte rapsen ha til hensikt å erstatte den importerte (Landbruksdirektoratet, 2016).

5.3.3 Dyrkingsvilkår

Det finnes både sommerrettårige og vinterrettårige typer av rybs og raps. I Norge har den sommerrettårige typen vært mest brukt. Dette skyldes hovedsakelig utfordringer med overvintring. Høstraps og høstrybs er avhengige av tidlig etablering, helst i første halvdel av august. En er derfor avhengig av en svært tidlig forgrøde for å etablere vinterrettårige varianter (Dieseth & Uhlen, 1998).

Vårrybs krever en veksttid på om lag 100-110 vekstdøgn, tilsvarende sene byggsorter. Vårraps krever 120-130 vekstdøgn for å modnes. Den er altså noe seinere en vårhvete (Dieseth & Uhlen, 1998).

Raps og rybs er tofrøbladete planter. Det impliserer at vekstpunktet ligger i toppen av planta. Den er derfor svært ømfintlig for frost. Frost fører som regel ikke til at planta dør, men det

dannes som regel et nytt sideskudd. Dette gir nedsatt avling og ujevn modning (Dieseth & Uhlen, 1998).

Oljevekster vokser godt på de fleste jordtyper, men responderer spesielt godt på god råmetilgang tidlig i vekstsesongen. Skarp og tørkesvak sandjord er derfor dårlig egnet. Dårlig råmetilgang under den vegetative fasen fører til at planta fort går over i generativ fase. Dette gir en tynn åker, og som regel lavere avling (Dieseth & Uhlen, 1998). Når det kommer til pH krav, er oljevekstene lite krevende. pH gir ingen store begrensinger i avling før den er under 5,5. Optimal pH for oljevekster er mellom 6 og 7. Høy pH vil være en fordel for å forebygge klumprot (Canola Council of Canada, 2015).

Ved dyrking av raps og rybs er det fordelaktig at skiftet de dyrkes på har lavt ugraspress. Dette skyldes at mange av ugrasmidlene til bruk i raps/rybs er svært kostbare, og har begrenset effekt på frøgras med mindre en bruker jordherbicer. Mekanisk bekjempelse er ikke aktuelt ved bruk av ugrasharv på grunn av raps og rybs sås svært grunt. Radrensing er mulig ved å øke radavstand, men dette har som regel negativ avlingsvirkning (Dieseth & Uhlen, 1998).

Klumprot er sjukdommen som byr på mest problemer i oljevekstdyrkinga (Dieseth & Uhlen, 1998). Klumprot er utbredt over hele Norge, bortsett fra Finnmark. Klumprot angriper de fleste planteslag som er korsblomstra. Angrepet utvikler seg først i rotsonen, og planten får svulstaktige utvekster på røttene. I begynnelsen vil ikke den overjordiske delen av planta vise symptomer, men etter hvert som væsketransporten fra røttene stagnerer på grunn av svulstene som dannes vil planta rammes av tørkestress. De eldre bladene gulner først. Ved kraftige klumprotangrep kan hele planta dø. Forebyggende tiltak for å unngå klumprotangrep er god dreneringstilstand, høy pH/kalking og vekstskifte. Et vekstskifte på 6-8 år anbefales på grunn av hvilesporer i jorda (Hermansen & Brodal, 2013). Storknolla råtesopp, som tidligere omtalt under erter, og gråskimmel er også viktige sjukdommer i rybs og raps. Det burde derfor være et opphold på fire år mellom hver gang man dyrker erter og rybs/raps på samme skifte. Gråskimmel kan også gjøre skade i raps og rybs. Sjukdommen kan bekjempes kjemisk, men dette er kostbart. Vekstskifte vil derfor være beste forebyggende tiltak (Dieseth & Uhlen, 1998).

Raps og rybs er også utsatt for angrep fra skadedyr. Jordloppe er en viktig skadegjører som gnager på frøbladene. Angrep er som regel størst under varme og tørre forhold. Disse kan

bekjempes kjemisk (Dieseth & Uhlen, 1998). Glansbiller kan også gjøre stor skade i raps og rybs. Disse gnager på blomsterknoppene som fører til nedsatt skulpesetting. Glansbiller kan bekjempes kjemisk. Det gjøres også forsøk med biologisk bekjempelse, men dette er hittil lite utprøvd (Klingen, 2010).

5.3.4 Framtidig produksjon

Som for erter og åkerbønner er krav til veksttid en begrensende faktor. Vårrybs kan dyrkes de fleste plasser det kan dyrkes bygg, men vårraps som har litt lengre veksttid enn vårhvete, kan kun dyrkes i de beste områder. En rapport utarbeidet av Bioforsk og UMB hevder det i teorien kan dyrkes 450 000 daa med raps/rybs i Norge. Det er da tatt med vekstskifte i beregningen, for å unngå de viktigste skadegjørerne i raps og rybs. Rapporten konkluderer allikevel med at arealet trolig ikke vil nå mer enn 250 000 daa (Abrahamsen, Uhlen, Åssveen & Olberg, 2005b). Ved et avlingsnivå på 200kg/daa kan vi oppnå en produksjon på 50 000 tonn oljefrø i Norge (Abrahamsen, Åssveen, Uhlen & Olberg, 2005a). Frø av raps og rybs har et gjennomsnittsinhold av råprotein på 173,5 g/kg tørrstoff. Det gir en råproteinavling på 8 100 tonn, og 996 000 GJ omsettelig energi (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

Avlingsnivået vil være svært vanskelig å forutsi fremtiden siden det varierer mellom de vinterrettårige og sommerrettårige variantene, og mellom raps og rybs. Fortsetter utviklingen med overgang fra rybs til raps, og fra vårvarianter til høstvarianter, vil man trolig kunne se en økning i produksjon per arealenhet, men det potensielle dyrkingsarealet er ikke like stort for raps og høst varianter

Svenske forsøk har vist at høstraps som regel gir høyest avling, etterfulgt av høstrybs, vårraps og vårrybs (Larsson, 2007). Med en lengre vekstsesong vil en kunne se en økning i dyrking av høstvarianter noe som vil kunne øke totalproduksjonen av oljefrø forutsatt at overvintringen er god (Hanssen-Bauer et al., 2015).

5.4 Fiskemel og fiskeensilasje

Fiskemel framstilles hovedsakelig av fiskehoder, rygger, avfall og overskuddsfisk som tørkes og males til mel (Hallenstvedt, 2009). Fiskeensilasje produseres ved at biprodukter fra fisk kvernes, for så og konserveres ved å tilsette maursyre for å senke pH. Produktet ansees

som lagringsstabil når det har en pH på cirka 4. For at dette skal kunne tilsettes kraftfôr må en del vann og fett fjernes for å gi et mer holdbart produkt. Dette produktet kalles konsentrert fiskeensilasje (Skrede & Kjos, 1996).

5.4.1 Dagens produksjon

Den 1. januar 2001 ble det opprettet et forbud mot bruk av fiskemel i fôrblandinger til drøvtyggere. Samme år, den 22. mars, ble det også opprettet et forbud mot bruk av fiskeensilasje til drøvtyggere (Grønæk, 2010).

I 2015 ble det produsert 191 000 tonn fiskemel i Norge, samt foredlet 258 000 tonn fiskeensilasje (H. Stenwig, personlig kommunikasjon 29. april 2016). Fiskeensilasje har et tørrstoffinnhold på om lag 20 % (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008). I kraftfôr må en del av vannet og oljen fjernes for å øke holdbarheten på produktet. Konsentrert fiskeensilasje har et TS innhold på om lag 50 % tørrstoff. Den foredlede fiskeensilasjen som produseres i Norge tilsvarer 180 705 tonn konsentrert fiskeensilasje (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

I dagens kraftfôrblandinger til husdyr inngår 3 378 tonn norsk fiskemel, samt 4 326 tonn konsentrert fiskeensilasje (Landbruksdirektoratet, 2016).

5.4.2 Egnethet som fôrmiddel

Fiskemel og konsentrert fiskeensilasje har lignende næringsverdi og behandles heretter under ett (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008)

Konsentrert fiskeensilasje og fiskemel egner seg svært godt som proteinkilder til fjørfe, og har gitt gode produksjonsresultater i forsøk. Det finnes imidlertid begrensninger for hvilke mengder som kan inngå i fôrrasjonen. Hvis innholdet av fiskefett i fôret blir for høyt kan det ha innvirkning på den sensoriske kvaliteten på slakt og egg. Slaktekylling er noe mer sensitiv enn verpehøns for innhold av fiskefett i rasjonen. Det er derfor anbefalt at innhold av fiskefett i fôrrasjonen ikke overstiger 8g per kg fôr til slaktekylling. For verpehøns er den øvre grensen for å unngå fiskesmak på eggene 10g per kg fôr (Skrede & Kjos, 1996).

Bruk av konsentrert fiskeensilasje og fiskemel til slaktegris har i forsøk gjort av Skrede og Kjos (1996) gitt gode produksjonsresultater, og hevdes å være en god proteinkilde for slaktegris. I likhet med fjørfe, påvirkes også den sensoriske kvaliteten av kjøttet hos gris av

mengden fiskefett i fôrrasjonen. Det anbefales ikke mer enn 3g fiskefett per kg kraftfôr til slaktegris. Det kan brukes inntil 5 g fiskefett per kg kraftfôr inntil 60 kg levendevekt, uten fare for fiskesmak på kjøttet. Til purker kan en fint bruke samme mengde (Skrede & Kjos, 1996).

Melkekyr har også vist gode produksjonsresultater ved bruk av fiskemel og fiskeensilasje som proteinkilde, i følge Skrede & Kjos (1996). Det har ikke blitt funnet signifikant endring i verken melkeytelse, sammensetning eller kvalitet ved bruk av fiskemel og fiskeensilasje ved 75 g fiskefett pr dag. Ut i fra forsøkene som ble gjort anbefales maksimalt 50 g fiskefett per dag per ku for å ha en god sikkerhetsmargin. Fiskemel og fiskeensilasje er lett nedbrytbare i vomma. Det innebærer at det hovedsakelig er en PBV kilde (Skrede & Kjos, 1996).

Aminosyresammensetningen er svært god, og dekker mye av behovene for både fjørfe og svin. Fiskemel har noe høyere innhold av enkelte essensielle aminosyrer enn det konsentrert fiskeensilasje har (Bertelsen et al., 2015; Skrede & Kjos, 1996).

5.4.3 Framtidig produksjon

Det er i dag et stort uutnyttet potensial i marint restråstoff fra norsk fiskeri- og havbruksnæring. Restråstoff er det som er til overs etter framstilling av et hovedprodukt. Eksempler på marint restråstoff er fiskeslo, hoder, ryggbein, rogn, skinn, og annet avskjær fra hovedproduktet. I 2014 var det en restråstofftilgang på 885 000 tonn. Av dette ble cirka 71 % utnyttet, og resten gikk til spille. Det ligger derfor en uutnyttet ressurs med marint restråstoff på 257 000 tonn som kan inngå i produksjon av fiskemel og fiskeensilasje (Richardsen & Nystøyl, 2015).

I 2014 ble 75 % av det utnyttede restråstoffet brukt til produksjon av fôr. Den resterende andelen gikk til energiproduksjon og konsumprodukter. Av restråstoffet som inngikk i fôrproduksjon ble 56 % brukt til fiskefôr, 15 % til pelsdyrfôr, 25 % til husdyrfôr og 4 % til kjæledyrfôr (Richardsen & Nystøyl, 2015). Forutsatt at fordelingen mellom de ulike bruksformålene forblir den samme vil det være 192 750 tonn restråstoff tilgjengelig for fôrproduksjon. Herav snaut 50 000 tonn til husdyrfôrproduksjon. Det er vanskelig å si noe presist om hvor mye dette kan utgjøre i konsentrert fiskeensilasje eller fiskemel siden kvaliteten på restråstoffet varierer, men et grovt overslag er på sin plass. Siden mesteparten av det uutnyttede restråstoffet kommer fra hvitfisksektoren kan en ta utgangspunkt i et

tørrestoffinnhold tilsvarende fiskeensilasje av hvitfisk på 20 %. Fra det uutnyttede restråstoffet kan en da hente om lag 20 000 tonn konsentrert fiskeensilasje ved et tørrestoffinnhold på 50 %. Ved bruk av tabellverdien for konsentrert fiskeensilasje, og en forutsetning om at ensilasjen har et tørrestoffinnhold på 50 %, får man en tilgang på 6740 tonn råprotein og 182 000 GJ omsettelig energi fra fiskeensilasje (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

Det er høyst sannsynlig at tilgangen på restråstoff vil øke i framtiden. Dette skyldes en stadig økning i sløying av fisk på land som hindrer dumping av fiskeavfall på havet. I tillegg er det flere fiskefartøy som nå har fiskeensilasje/fiskemel/fiskeolje anlegg om bord på båten. Dette vil også hindre at avfall blir dumpet på havet (H. Stenwig, personlig kommunikasjon, 29. april 2016).

Av de 191 973 tonnene med fiskemel som produseres i Norge i dag, eksporteres 65 426 tonn (H. Stenwig, personlig kommunikasjon, 29. april 2016). Dette er trolig en ressurs Norge kunne tatt i bruk selv. Bruker man tabellverdien for fiskemel av LT kvalitet, som gir et råproteininnhold på 760g/kg tørrestoff, får en 46 000 tonn råprotein og 1 200 000 GJ omsettelig energi fra fiskemel. (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

I 1996 var potensialet for bruk av konsentrert fiskeensilasje i norsk kraftfôrproduksjon 194 000 tonn, uten å overstige verdiene som kan gi smaksfeil på husdyrproduktene. Siden brukspotensialet ikke kan nås med tilgangen vi har på fiskemel og fiskeensilasje i Norge vil trolig alt av fiskemel og fiskeensilasje som blir tilgjengelig kunne brukes til kraftfôrproduksjon (Skrede & Kjos, 1996).

5.5 Kjøttbeinmel

Kjøttbeinmel er et tørt pulver som blir framstilt ved å kverne, sterilisere og tørke slakteriavfall. Pulveret er rikt på protein og mineraler (Hageberg & Bungler, 2012).

5.5.1 Dagens produksjon

Norsk Protein er Norges eneste produsent av kjøttbeinmel. I 2015 ble det produsert 31 000 tonn kjøttbeinmel av kategori 3. Dette er kjøttbeinmel som er produsert av slakteriavfall fra dyr godkjent til human konsum. Melet ble brukt til gjødsel, pelsdyrfôr og kjæledyrfôr (B.J. Viste, personlig kommunikasjon, 29. april 2016).

5.5.2 Egnethet som fôrmiddel

Norge er underlagt regelverket til EU ved bruk og framstilling av kjøttbeinmel. Per i dag er det ikke tillatt å fôre produksjonsdyr med kjøttbeinmel i Norge. Det er imidlertid i ferd med å skje noen endringer i dette regelverket. Et forbud som ikke kommer til å oppheves er bruk av drøvtyggermel i fôr til matproduserende dyr. Dette er for å begrense faren for smitte av bovin spongiform encefalopati, bedre kjent som kugalskap (Animalia, 2015; Hageberg & Bungler, 2012).

Det er stor sannsynlighet for at beinmel fra fjørfe blir tillatt til svin, og beinmel fra svin blir tillatt til fjørfe. Kannibalisme er ikke tillatt, som gjør at foring med beinmel fra samme art ikke er aktuelt (Hageberg & Bungler, 2012).

Fjørffemjølet som produseres av Norsk Protein i dag har et råproteininnhold på om lag 66 %. Aminosyresammensetningen er gunstig, men dekker ikke svins behov for alle de essensielle aminosyrene. Fjørffemjølet dekker ikke hele behovet for aminosyrer til svin (Norsk protein, 2013; Bertelsen et al., 2015).

Svinemelet Norsk Protein produserer inneholder ca 48 % protein. Aminosyresammensetningen er noe ugunstig og dekker dermed ikke behovene for fjørfe (B.J. Viste, personlig kommunikasjon 12. mai 2016; Bertelsen et al., 2015).

5.5.3 Potensiell framtidig produksjon

Norsk protein tar i mot mesteparten av sitt fjørfeavfall på Grødalaland. Her har de en separat linje for produksjon av rent fjørffemjøl. Denne har en kapasitet på mellom 1500 og 1700 tonn fjørffemjøl per år.

Ved å investere i en ny separat produksjonslinje på Hamar, og opprettelse av en avtale om å motta alt slakteriavfall fra fjørfeslakteriene på Støren, i Elverum og i Rakkestad kan Norsk Protein produsere mellom 7500 og 8500 tonn rent fjørfemjøl årlig (Hageberg & Bungler, 2012). Hvis en bruker tabellverdien for kjøttbeinmel < 27 % aske, får man en tilgang av råprotein på 3 500 tonn og 91 250 GJ omsettelig energi, ved en produksjon på 8 500 tonn fjørfemjøl (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

I 2010 ble det produsert 39 198 tonn svineråstoff ved norske slakterier. Én av disse slakteriene har en leveringsavtale på slakteriavfallet sitt utenfor Norsk protein. Forutsatt at Norsk protein får en avtale med de ni største slakteriene i Norge, vil de ha en råstoff tilgang på 31 811 tonn. Norsk protein regner med en utnyttelsesgrad på 22- 25 % ved framstilling av svinemjøl. For å kunne framstille rent svinemjøl av overnevnte mengde råstoff må det bygges to nye produksjonslinjer. Det må også gjøres noe med produksjonslinjene på enkelte slakterier som sørger for separat håndtering av svineråstoffet. Dette medfører store investeringskostnader. Gjennomføres disse investeringene kan en oppnå en svinemjølproduksjon på mellom 6998 tonn og 7953 tonn (Hageberg & Bungler, 2012). Ved bruk av tabellverdien for kjøttbeinmel > 27 % aske, får man en råproteinproduksjon på 3 000 tonn og 79 000 GJ omsettelig energi (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).

Hvis det skjer en oppheving av EU regelverket mot å føre kjøttbeinmjøl til fjørfe og gris vil det samtidig innføres nokså strenge retningslinjer. Slakteriavfall fra fjørfe, gris og drøvtyggere må holdes separat i alle ledd fra slakteri til og med utføring av ferdig kraftfôrprodukt. Dette medfører investeringer hos både slakteri, kjøttbeinmjølprodusent og kraftfôrprodusent. Spørsmålet er om dette er investeringer som næringen er villig til å ta for å ta i bruk kjøttbeinmjølet til husdyr (Hageberg & Bungler, 2012).

Det er også viktig å nevne at det vil være konkurranse om kjøttbeinmjølet som produseres. Pelsdyrnæringa, fiskeoppdrettsnæringa og kjæledyrførnæringa er bruker av kjøttbeinmjølproduktene i dag, og vil dermed konkurrere med husdyrene om produktet i framtiden hvis forbudet mot bruk av kjøttbeinmjøl til fjørfe og gris oppheves (Hageberg & Bungler, 2012).

5.6 Korn

5.6.1 Dagens produksjon

Norges kornareal utgjorde i 2014 2 837 500 daa. Herav 791 699 daa hvete, 60 900 daa rug og rughvete, 1 265 100 daa bygg og 719 800 daa havre (Statistisk sentralbyrå, 2015a). Avlingen var i samme periode 492 kg/daa for hvete, 417 kg/daa for bygg, 393 kg/daa for havre og 626 kg/daa for rug og rughvete (Statistisk sentralbyrå, 2015b). En andel av kornet som produseres i Norge går til menneskeføde. Hvete er mest brukt til dette formålet forutsatt at kornet møter kvalitetskravene. Havre, bygg og rug brukes også til en viss grad til humant konsum, men volumene til humant konsum for disse kornartene er langt mer beskjedne (Thuen & Eldby, 2015).

Det norske kornet som inngår i dagens kraftfôrblandinger utgjør 12 350 000 GJ omsettelig energi og 80 000 tonn råprotein. (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008; Landbruksdirektoratet, 2016).

5.6.2 Egnethet som fôrmiddel

Korn er et energirikt fôrmiddel som har et høyt innhold av stivelse, samt protein og fett. Det er forskjeller mellom de ulike kornslagene når det kommer til næringsinnhold og fôrverdi (Grønbæk, 2010).

Drøvtyggere er avhengig av stivelse i rasjonen for å få tilført nok energi. Det er også av stor betydning hvor fort stivelsen brytes ned. Kornartene bygg, hvete, havre, triticale og rug har en høy andel oppløselig stivelse som brytes raskt ned i vomma. Den andre halvdel av stivelsen i kornet er potensielt nedbrytbar. Denne parten har også en rask nedbrytningshastighet på ca. 40 % i timen. Dette er høyt i forhold til andre stivelseskilder som mais. Hurtig nedbrytbar stivelse gir en høy vombelastning hvis fôrmidler med lett nedbrytbar stivelse brukes i store mengder. I noen tilfeller kan det utløse vomacidose (Grønbæk, 2010). Linda Karlsson, produktutvikler for drøvtyggerfôr i felleskjøpet, sier kraftfôrslagene beregnet på høgtytende kyr inneholder noe mais for å senke vombelastningen. Et godt grovfôr vil senke behovet for kraftfôr i rasjonen. Dermed vil behovet for mais i kraftfôrrasjonen bli mindre (personlig kommunikasjon, 20. april 2016).

Korn er en viktig bestanddel i fôrrasjonen til fjôrfe. I tillegg til å være en viktig energikilde er det viktig å huske at korn er en proteinkilde også. Korn har imidlertid lavt innhold av aminosyrene metionin og lysin. Bygg har god proteinkvalitet, men inneholder stoffer som gir klebrig avføring om andelen bygg i rasjonen overgår 20 %. Dette kan gi skitne egg hos verpehøns. Kyllinger kan få bløt avføring av for mye bygg i rasjonen. Dette reduserer strøkkvaliteten. Havre har i likhet med bygg god proteinkvalitet, men har lavere energiverdi enn bygg. Havre bidrar med god struktur i fôret, samt fett og fettsyrer. Hvete er et energirikt fôrmiddel til høns, men proteinkvaliteten er lav i forhold til bygg og havre. Rug egner seg dårlig til høner og kylling, men 5-10 % kan blandes inn i fôret (Gjetne, 2012).

Karbohydratråvaren i en gjennomsnittlig kraftfôrresept til gris består i all hovedsak av korn. Først og fremst bygg. Grisen er med andre ord ikke ernæringsmessig avhengig av importerte karbohydratråvarer. Bruk av importerte kraftfôrvarer gjøres først og fremst på grunn av praktiske årsaker ved framstilling av kraftfôr (Nyeng, s.a.)

5.6.3 Vekstvilkår

De artene vårkorn vi dyrker i Norge i dag krever en varmesum på cirka 1200 til 1600 døgngrader. Bygg krever lavest varmesum, mens vårhete krever mest. Dette gjør at hvetedyrking kun er egnet i kornområdene med lengst veksttid. Høstkorn har høyere krav til varmesum, men henter naturligvis noen døgngrader om høsten, samt om våren før vårkornet kommer i bakken (Dieseth & Uhlen, 1998).

Kornplanta er svært tolerant for frost den første tida etter spiring. Nattetemperaturer ned mot -8°C gjør sjelden skade siden vekstpunktet ligger under bakken. Ved aksskyting og blomstring er kornplanta mer ømtålig for frost. Temperaturer på $2-3^{\circ}\text{C}$ kan føre til pollensterilitet, og dermed nedsatt avling. Bygg er særlig ømfintlig for lave temperaturer på dette stadiet. I modningstida burde døgnmiddeltemperaturen ligge over 10°C for å sikre fullstendig overføring av assimilater fra blad og strå til kornet. Når fuktighetsinnholdet i kornkjernene synker under 25 % tåler planta alle aktuelle temperaturer uten at den tar skade (Dieseth & Uhlen, 1998).

Kornartene har ulike vannbehov. Størst vannbehov har havre. Deretter kommer henholdsvis hvete, bygg og rug (Dieseth & Uhlen, 1998).

Når det kommer til plantesjukdommer er det hvete og bygg som blir hardest rammet når korn dyrkes som monokultur. Fotsjuka, som er en fellesbetegnelse for soppsjukdommer som angriper nedre stengeldeler og rotsystem oppformerer ved dyrking av korn i monokultur. Disse sjukdommene overvintrer på døde planterester eller høstkorn. Ugras som kveke, og eng holder smitten ved like i jorda. Angrepene er sterkest hos hvete, men bygg kan også ta stor skade. Blant fotsjukene finner vi stråknækker, rotdreper, fusarium og bipolaris brunfleck. Felles for disse er at fungicider ikke har effekt på dem. Havre, som er lite mottagelig, vil redusere smittepresset. Vekstskifte med oljevekster eller belgvekster vil være en bedre løsning (Dieseth & Uhlen, 1998).

Sjukdommer som grå øyefleck og byggbrunfleck oppformerer sterkere ved ensidig korndyrking. Havrecystenematode kan også bli et problem ved ensidig korndyrking (Dieseth & Uhlen, 1998).

Det er små problemer med skadedyr i korn i Norge. Etter oppspiring kan hvetespireflue og frittflue skade spiren hos hvete og havre, men angrepene er som regel ubetydelige. Bladlus er nok den skadegjøreren som kan gjøre størst skade i korn. Bladminerflue og trips kan også gjøre noe skade. Det er etablert skadeterskler for disse artene (Dieseth & Uhlen, 1998).

5.6.4 Framtidig produksjon

Det er satt et mål om 20 % økning i norsk kornproduksjon. For å kunne oppnå en slik økning i norsk kornproduksjon må det iverksettes en rekke tiltak (Landbruks- og matdepartementet, 2011-2012).

En ekspertgruppe ble satt sammen av Landbruksdepartementet for å komme med en utredning om hvilke utfordringer en stod overfor om en skulle øke kornproduksjonen med 20 %, og hvilke tiltak som kunne iverksettes for å oppnå en økning på 20 %. Både det totale kornarealet og avlinga per arealenhet må økes for å kunne oppnå 20 prosent økt norsk kornproduksjon innen 2030 (Vagstad et al., 2013).

For å sikre tilstrekkelige kornarealer må både jordvern og nydyrking økes (Vagstad et al, 2013). I 2014 ble det bygd ned nærmere 6000 daa dyrka mark, samt drøyt 4000 daa dyrkbar jord (Statistisk sentralbyrå, s.a.). Dette er en trend som må stoppe om man skal klare å øke kornproduksjonen. Det er også viktig at det benyttes virkemidler som hindrer at arealer som kan brukes til kornproduksjon, går over til grasproduksjon. Slik det er i dag vil det ofte være

mer lønnsomt å produsere gras for salg enn korn. Mye av dagens kornproduksjon foregår på skifter under 20 daa. Det er viktig med gode insentiver for å sikre fortsatt kornproduksjon også på disse arealene. Sist, men ikke minst, burde det etableres tilskuddsordninger som gjør det lønnsomt med nydyrking. Dette er kanskje det viktigste tiltaket for å sikre økt kornareal og kornproduksjon (Vagstad et al, 2013).

Arealproduktiviteten har stagnert de siste årene. For å nå målet om 20 prosent økt norsk kornproduksjon må denne økes. Et viktig moment i å få til dette er økt lønnsomhet, som gjør at en kan foreta investeringer i driftapparat, som bidrar til økte avlinger. Det burde også opprettes en tilskuddsordning som stimulerer til høye avlinger (Vagstad et al., 2013).

Drenering er et område som krever oppmerksomhet skal en klare å øke kornavlingene. Med dagens tilskuddsordninger for drenering kreves det en usannsynlig avlingsøkning for å dekke investeringskostnaden. Staten må derfor sørge for insentiver som kan gjøre drenering mer attraktivt og lønnsomt for bonden. Jordpakking er også et tema som må bevisstgjøres: hvorfor vi må unngå jordpakking, og hvordan vi kan redusere det. Av andre agronomiske tiltak må det legges økt vekt på plantevern, gjødsling og kalking. Det må også gjøres en innsats på planteforedlingssiden for å sikre tilgang på et godt sortsmateriale. Miljøordninger som RMP og SMIL burde ta sikte på å ivareta produktivitetshensyn, og unngå avlingsbegrensende tiltak (Vagstad et al., 2013).

Kunnskap og god driftsledelse er også viktige for å øke kornproduksjonen. Det er viktig med god kunnskapsformidling fra forskningsmiljøet til bonden, samt kunnskapsutveksling blant aktørene i bransjen. Det er også viktig at utdanningsinstitusjoner sørger for å heve agronomisk kunnskap hos kommende bønder og rådgivere (Vagstad et al., 2013).

Forutsatt at Norge klarer å øke kornproduksjonen med 20 prosent, og fordelingen mellom de ulike kornartene forblir den samme vil Norge ha følgende totalproduksjon med utgangspunkt i gjennomsnittsavlingen fra 2005-2014: 1 396 000 tonn korn i alt, 405 000 tonn hvete, 635 000 tonn bygg, 321 000 tonn havre og 34 000 tonn rug og rughvete (Statistisk sentralbyrå, 2015b). Hvis en regner med at hele produksjonsøkningen på 20 % går til kraftfôrproduksjon vil man få en økning på 189 481 tonn korn, 16 024 tonn råprotein og 2 500 000 GJ omsettelig energi. Det er her tatt utgangspunkt i mengden korn som inngår i dagens kraftfôrproduksjon, og forutsatt at fordelingen mellom kornartene forblir den samme (Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008; Landbruksdirektoratet, 2016).

6. Drøfting

Dagens import på 166 000 tonn råprotein og 8 600 000 GJ omsettelig energi kan reduseres gjennom økt bruk av proteinrike vekster, og utnytting av avfallsprodukter/restråstoff fra fiske og slakteriindustri. Dette vil bidra til en mer forutsigbar tilgang på kraftfôrråvarer, og dermed øke matvareberedskapen i Norge.

6.1 Potensialet i åkervekster

Åkervekstene vil konkurrere om de samme arealene. Det er derfor interessant å se på hvilket vekstskifte som vil kunne gi den største potensielle avlingen. Både erter, åkerbønner og rybs/raps er vekster som kan inngå i kornomløp, og som er rike på protein

I et vekstskifte med korn vil erter kreve et vekstskifte på minst seks år for å unngå angrep av ertevisnesjuke. Erter kan imidlertid inngå i vekstskifte med både oljevekster og åkerbønner, men her finnes det enkelte begrensninger med tanke på vekstskifte.

For å finne det vekstskiftet som gir høyest energi og proteinavling er det interessant å se på hva de ulike vekstene kan produsere per dekar. Ut fra tidligere arealberegninger og avlingsberegninger gir erter 60 kg råprotein per dekar, åkerbønner 73 kg råprotein per dekar og rybs/raps 32 kg råprotein per dekar. På energibasis gir erter 5,4 GJ omsettelig energi per dekar, åkerbønner 4,0 GJ omsettelig energi per dekar og raps/rybs gir 3,9 GJ omsettelig energi per dekar. Ut fra dette vil åkerbønner og erter i vekstskifte med korn kunne gi høyere råproteinavling og energiavling per dekar enn med oljevekster. Raps/rybs har imidlertid et større potensielt dyrkingsareal, men en økning i oljevekstareal vil føre til en ytterligere reduksjon av kornareal, og da spesielt hveteareal som gir et produkt som kan gå direkte til menneskeføde. En annen grunn til å se bort fra oljevekster er at det er størst mangel på norske proteinkilder. Her kommer oljevekster svært dårlig ut i forhold til erter og åkerbønner med tanke på råproteinavling per dekar. Aminosyresammensetningen for raps/rybs er gunstigere enn for åkerbønner og erter, men dette kan kompenseres for med syntetiske aminosyrer.

I et vekstskifte med korn, erter og åkerbønner vil man kunne dyrke erter med seks års mellomrom, og åkerbønner med seks års mellomrom. Erter og åkerbønner er begge utsatt for angrep av storknolla råtesopp, men åkerbønner tar ubetydelig skade av et angrep. Hvor ofte

erter og åkerbønner kommer igjen i et vekstskifte er derfor begrenset av hvor langt opphold en må ha mellom dyrking av samme vekst, og at de ikke kan dyrkes rett etter hverandre. Det vil være mulig å dyrke 130 000 dekar åkerbønner og 150 000 dekar erter i Norge. Et vekstskifte med korn, erter og åkerbønner vil til sammen gi en råproteinavling på 17 000 tonn, og en avling av 1 250 000 GJ omsettelig energi fra erter og åkerbønner per år. I denne beregningen er dagens areal trukket i fra. Dette utgjør om lag 10 000 dekar erter og 10 000 dekar åkerbønner.

Problemet med å innføre erter og åkerbønner i vekstskiftet er at dette tar en stor bit av kornarealet, og da hovedsakelig hvetearalet. Det er et tankekors å redusere det vesle arealet Norge har som er egnet til hvetedyrking ved å innføre vekster som først og fremst kommer til å bli brukt til fôrproduksjon. I en krisesituasjon er det lite aktuelt å dyrke noe annet enn hvete på arealene som er egnet for det, for å sikre forsyningen av mathvete. I enkelte tilfeller vil tilgangen av hvete på verdensmarkedet være god, mens forsyningen av proteinråvarer som pressrest av raps, soya og maisgluten kan bli knapp. Samtidig vil introduksjon av vekster som erter og åkerbønner i ensidige kornomløp gi en avlingsøkning i påfølgende år for kornet, men denne avlingsøkningen veier ikke opp for et tapt kornår. Hvis en innfører erter og åkerbønner i vekstskiftet vil det gå tapt ca 260 000 dekar kornareal årlig. Dagens areal for erter og åkerbønner er da trukket i fra. Det er vanskelig å si akkurat hvor mye dette vil stjele av areal fra de ulike kornartene. Hvis en trekker 85 000 dekar hver fra bygg, hvete og havre som inngår i norsk kraftfôrproduksjon i dag, får man en reduksjon i råprotein på 10 000 tonn, og en reduksjon i omsettelig energi på 1 500 000 GJ. Ved innføring av erter og åkerbønner får man dermed en netto økning på 7 000 tonn råprotein, og en reduksjon på drøyt 250 000 GJ omsettelig energi. Det er gjort en forenkling i denne beregningen ved å se bort i fra avlingsøkningen man vil kunne få i korn som et resultat av at en inkluderer belgvekster i vekstskiftet. Grunnen til dette er at det er vanskelig å forutsi hva denne avlingsøkningen vil bli siden den mest sannsynlig vil variere fra år til år, og fra gård til gård.

Hvis vi klarer å øke norsk kornproduksjon med 20 % vil vi få en økning i råprotein på 16 000 tonn og 2 500 000 GJ økning i omsettelig energi. Spørsmålet er om dette er en økning som er realistisk å få til. For å oppnå en slik økning må tiltak som bedre plantevern, kalking, gjødsling og vekstskifte til. I tillegg må det legges ned mye ressurser i drenering og redusering av jordpakking. Dagens kornareal er under press fra nedbygging. I tillegg er det en trend at arealer egnet for kornproduksjon brukes til grasproduksjon. Disse trendene må snus, og kornarealet må øke hvis en 20 % økning i norsk kornproduksjon skal være

realistisk. En økning på 20 % vil ikke skje med det første, men kan være et mål fram mot 2030. Dette gjør at andelen korn i kraftfôrproduksjonen mest sannsynlig vil holde seg på samme nivå som nå i noen år framover.

Skulle det oppstå et matforsyningsproblem i Norge vil trolig mer av hveten som i dag går til fôr bli klassifisert som mathvete. Grunnen til dette er at utnyttelsesgraden av maten er større ved å konsumere planteprodukter, enn ved å spise husdyrprodukter som er fôret på planteprodukter. Kraftfôrindustrien vil dermed potensielt kunne miste en viktig energi og proteinkilde som senker selvforsyningsgraden på kraftfôrråvarer ytterligere.

6.2 Potensialet i animalske og marine fôrråvarer

Det er store ressurser å hente i restråstoffer fra både landdyr, og fisk og marine dyr.

Gjennom foredling av slakteriavfall fra svin og fjørfe til kjøttbeinmel kan vi hente nærmere 6 500 tonn råprotein og 170 000 GJ omsettelig energi. For at dette skal realiseres er det mange brikker som må falle på plass. Først og fremst må reglementet mot fôring av kjøttbeinmel til gris og fjørfe oppheves. Ved en forsyningssvikt er dette et grep som vil gjøres for å kunne øke matproduksjonen. Prosessen med å oppheve reglementet er allerede i gang. Den innebærer at fôring av kjøttbeinmel til fjørfe og gris snart vil være en realitet. I tillegg er det en rekke investeringer som kreves for å komme opp i et produksjonsnivå som er nevnt over. Det må derfor være vilje blant foredlingsfabrikkene til å investere penger i nye produksjonslinjer som kan håndtere slakteriavfall fra ulike dyr separat. Kjøttbeinmel til husdyrfôr møter konkurranse fra pelsdyrfôrindustrien og kjæledyrfôrindustrien. I tillegg kan kjøttbeinmel brukes til gjødsel. Salg til disse formålene krever ikke en investering i fabrikklinjer for å sørge for adskilt håndtering av slakteriavfallet. Det står derfor og faller på pris. Ved en forsyningssvikt vil det imidlertid være mest fornuftig å bruke kjøttbeinmelet til å produsere mat. Da vil kun bruk som gjødsel eller husdyrfôr være aktuelt. Siden norsk protein er en knapp ressurs i kraftfôrindustrien vil det være riktig å bruke kjøttbeinmel her.

Fiskeindustrien bugner av restråstoff. Per i dag er ikke alt utnyttet, og dette er derfor en ressurs som fint kan benyttes i kraftfôrindustrien. Fra det uutnyttede restråstoffet er det mulig å hente 6 740 tonn råprotein og 182 000 GJ omsettelig energi. Tilgangen på marint restråstoff vil trolig bare øke i framtiden som et resultat av økt prosessering av fisk på land. Avfallet kan dermed ikke lenger dumpes på havet.

Det produseres store mengder fiskemel i Norge som i dag går til eksportformål. Dette er en ressurs som kan brukes i norsk kraftfôrproduksjon. Det eneste argumentet for ikke å ta i bruk denne ressursen i kraftfôr er pris. Får vi imidlertid et forsyningsproblem vil det trolig være mer interessant å bruke fiskemel til egen matproduksjon. Tas denne ressursen i bruk vil den kunne bidra med 46 000 tonn råprotein og 1 210 381 GJ omsettelig energi.

7. Konklusjon

Fra åkervekster vil det være mulig å hente 7 000 tonn mer råprotein ved å innføre åkerbønner og erter i kornomløp. Samtidig vil det føre til en reduksjon i produksjon av omsettelig energi på 250 000 GJ som en følge av redusert kornareal.

Fra landdyr vil det være mulig å hente ut 6 500 tonn råprotein og 170 000 GJ omsettelig energi. Det er i dag ikke tillat bruk av kjøttbeinmel i kraftfôret. Dette vil derfor være en netto økning.

Fra fisk og marinedyr vil det være mulig å hente ut 53 000 tonn mer råprotein og 1 400 000 GJ mer omsettelig energi.

Til sammen kan vi, per nå, klare å øke produksjonen med 66 500 tonn råprotein og 1 320 000 GJ omsettelig energi. Med dagens import på 166 000 tonn råprotein vil vi klare å erstatte 40 % av råproteinet. Regnet i energi vil vi med dagens import på 8 589 386 GJ omsettelig energi klare å erstatte 15 % av dagens import.

Fram mot 2030 vil en klare å produsere 23 000 tonn mer råprotein og 2 250 000 GJ mer omsettelig energi ved en økning av norsk kornproduksjon på 20 %.

Klarer vi en økning i norsk kornproduksjonen på 20 % blir bildet noe annerledes. Vi vil da klare å øke dagens produksjon 3 570 000 GJ omsettelig energi, som tilsvarer om lag 42 % av importen. Av råprotein ville vi fått en økning på 90 000 tonn råprotein fra dagens nivå. Det tilsvarer 54 % av dagens import.

Norge vil dermed ikke være i stand til å være selvforsynt med kraftfôrråvarer hvis import blir umuliggjort. Uten dagens import vil Norge kun ha tilgang på 54 % av råproteinet, og 66 % av energien som brukes i dagens kraftfôrproduksjon. Det vil si bortimot en halvering av dagens kraftfôrtilgang. Klarer vi å øke kornproduksjonen med 20 % vil vi ha tilgang på 65 % av råproteinet som vi har i dag og 77 % av den omsettelige energien. I begge tilfeller vil en importstopp få katastrofale følger for norsk husdyrproduksjon.

7.1 Kommentar

I en situasjon hvor Norge ikke får importert kraftfôrråvarer vil vi ikke være i stand til å fortsette med husdyrproduksjon som vi gjør i dag. Det vil trolig bli behov for å ta i bruk ressurser som utmark til drøvtyggere, og dermed gå over til en mer ekstensiv produksjon hvor det brukes mindre kraftfôr. Husdyrproduksjonen vil reduseres, og det vil føre til endringer i norsk kosthold med en overgang til en mer plantebasert diett.

Litteraturliste

Abrahamsen, U. (s.a.). *Sortsforsøk i erter*. Lokalisert på

http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/111826/023_SortsforsokErter.pdf

Abrahamsen, U., Waalen, W. & Brodal, G. (2016). *Vekstskifte I korndyrkingen*. Lokalisert på

http://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2380479/NIBIO_POP_2016_2_5.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Abrahamsen, U., Åssveen, M., Uhlen, A.K. & Olberg, E. (2005a). *Dyrkings- og avlingspotensial av rybs, raps og erter i Norge*. Lokalisert på

<http://www.umb.no/statisk/husdyrforsoksmoter/2005/093.pdf>

Abrahamsen, U., Åssveen, M., Uhlen, A.K. & Olberg, E. (2005b). *Kvaliteten og dyrkingspotensialet for norske proteinrike kraftfôrråvarer*. Lokalisert på

<http://www.umb.no/statisk/husdyrforsoksmoter/2005/093.pdf>

Animalia. (2015). *Fakta om BSE*. Lokalisert på

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj7-JK5gcbMAhUO8WMKH3uDQwQFgghMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.animalia.no%2Fupload%2FFiler%2520til%2520nedlasting%2FDyrevelferd%2520og%2520dyrehelse%2FFaktaark%2520BSE_v1.pdf&usq=AFQjCNEY9O-05N1D5SUEWdt9J-WY4NZC4Q&sig2=yMgzqXXM_19jrxdd7mpRqw

Bernatek, E.R. & Uggerud, E. (2016). *Karbohydrater*. Lokalisert 11. mai 2016, på

<https://snl.no/karbohydrater>

Bertelsen, I., Pedersen, T.M., Jørgensen, K., Johansen, N.F. & Serup, T. (2015). *Økologiske hestebønner i mark og stald*. Lokalisert på

http://www.hflc.dk/media/2959/oeko_hesteboenner_lille.pdf

Botnan, J.I. (2016). *Matsikkerhet i et klimaperspektiv*. Lokalisert på

<https://www.ffi.no/no/Rapporter/15-02223.pdf>

-
- Canola Council of Canada. (2015). *Effect of Soil Characteristics*. Lokalisert på <http://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/field-characteristics/effects-of-soil-characteristics/>
- Dieseth, J.A., Uhlen, K.U. (1998). *Jordbruksvekster til frømodning*. Ås: Landbruksbokhandelen
- FN. (2013). *Verdens befolkning*. Lokalisert på <http://www.fn.no/Tema/Befolkning/Verdens-befolkning>
- Food and Agricultural Organization of the United Nations. (2009). *Global agriculture towards 2050*. Lokalisert på http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf
- Frantzen, C. & Johansen, N.F. (2004). *Fodermidler til økologiske høns*. Lokalisert på https://www.google.ca/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjce_oMvLAhVE0WMKHbtCAqAQFggbMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.landbrugsinfo.dk%2Ffjerkrae%2Ffiler%2Fodermidler_hons.doc&usg=AFQjCNFr4sw6PXccb19bYs6A2Ej0dJt8bQ
- Gjefsen, T. (2012). *Fôrmidler og praktisk fôring*. Lokalisert på <http://www.agropub.no/id/10753>
- Grønbæk, T. (2010). *Kvægets fodring*. Århus: Landbrugsforlaget.
- Hageberg, E. & Bungler, A. (2012). *Reint mjøl i forsekken? Regelverk for bruk av kjøttbeinmjøl*. Lokalisert på <http://agrianalyse.no/file=1633>
- Hallenstvedt, A. (2009). *Fiskemel*. Lokalisert 5. april 2016, på [file:///C:/Users/Andreas/Downloads/APA%202016.01.05%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/Andreas/Downloads/APA%202016.01.05%20(5).pdf)
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., ... Ådlandsvik, B. (Red.). (2015). *Klima i Norge 2100*. Lokalisert på <https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/rapporter-og-publikasjoner/attachment/6617?ts=14ff3d845d6>

Hermansen, A. (2011). Storknolla råtesopp. *Plantevernleksikonet*. Lokalisert på http://leksikon.nibio.no/vieworganism.php?organismId=1_473&showMacroOrganisms=false

Hermansen, A. & Brodal, G. (2013). Klumprot (*Plasmodiophora brassicae*). *Plantevernleksikonet*. Lokalisert på http://leksikon.nibio.no/vieworganism.php?organismId=1_484&showMacroOrganisms=false#10

Hofstad, K. (2015). *Joule*. Lokalisert på <https://snl.no/joule>

Hohle, E.E. (2016). *Landbruk og klimaendringer*. Lokalisert på <https://www.regjeringen.no/contentassets/416c222bde624f938710ff36751ef4d6/rapport-landbruk-og-klimaendringer---rapport-fra-arbeidsgruppe-190216.pdf>

Index mundi. (2014). *GDP (purchasing power parity)*. Lokalisert på <http://www.indexmundi.com/g/r.aspx?t=0&v=65&l=en>

Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap. (2008). *Fôrtabell-2008*. Lokalisert på <http://statisk.umb.no/iha/fortabell/index.php>

Jensen, E.S., Peoples, M.B. & Hauggaard-Nielsen, H. (2010). *Faba bean in cropping systems*. Lokalisert på <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.hihm.no/science/article/pii/S0378429009002755?np=y>

Jones, A. & Hiller, B. (2015). *Review of the responses to food production shocks*. Lokalisert på <http://www.foodsecurity.ac.uk/assets/pdfs/review-of-responses-to-food-production-shocks.pdf>

Klingen, I. (2010). Rapsglansbiller (*Meligethes* spp). *Plantevernleksikonet*. Lokalisert på http://leksikon.nibio.no/vieworganism.php?organismId=1_73&showMacroOrganisms=false

Landbruks- og matdepartementet. (2011- 2012) *Landbruks- og matpolitikken: velkommen til bords*. (Meld. St. 9, 2011- 2012). Lokalisert på <https://www.regjeringen.no/contentassets/adb6bd7b2dd84c299aa9bd540569e836/no/pdfs/stm201120120009000dddpdfs.pdf>

Landbruksdirektoratet. (2016). *Råvareforbruk i norsk produksjon av kraftfôr til husdyr 2015*. Lokalisert på https://www.slf.dep.no/no/produksjon-og-marked/korn-og-kraftfor/marked-og-pris/statistikk/_attachment/51224?ts=152cf33bf08&download=true

Larsson, S. (2007). *Oljev xter sortval 2007. Resultat 2002- 2006*. Lokalisert på [http://www.ffe.slu.se/Pdf/\\$serie/0700R2006Sortval_2007_Oljevaexter_\(sorttabeller_foer_sk_oerdeareet_2006\).pdf](http://www.ffe.slu.se/Pdf/$serie/0700R2006Sortval_2007_Oljevaexter_(sorttabeller_foer_sk_oerdeareet_2006).pdf)

M ller, S. (2014). *Hesteb nner til sm grise  ger produktiviteten*. Lokalisert på http://vsp.lf.dk/~media/Files/PDF%20-%20Publikationer/Meddelelser%202014/Meddelelse_1002.pdf

Norgesfôr. (2016). *Erter og åkerbønner*. Lokalisert på <http://plantekultur.no/savarer/erter-og-akerbonner/>

Norsk protein. (2013). *Product data sheet poultry meal*. Lokalisert på <http://www.norskprotein.no/Admin/Public/DWSDownload.aspx?File=%2fFiles%2fFiler%2fPDF+filer%2fDatablad%2fEngelsk%2fProduct+data+sheet+Poultry+meal+jan+13.pdf>

Nyeng, P. (s.a.). *Norsk gris på norske fôrråvarer*. Lokalisert på <https://www.felleskjopet.no/kraftfor/artikler/norsk-gris-pa-norske-forravarer/>

Nyhus, L.T. (2011, 2. februar). *Slaktevekt og fett* [Bloggpost]. Lokalisert på <https://kuforing.wordpress.com/2011/02/02/slaktevekt-og-fett/>

Park, B. & Lopetinsky, K. (1999). *Pulse Crops in Alberta*. Edmonton: Alberta Agriculture.

Rein, T. (2015). *Beredskap*. Lokalisert på <https://snl.no/beredskap>

Rostad, B.I. (2014). *Dyrkingsveiledning erter til modning*. Lokalisert på <http://sorost.nlr.no/media/ring/1195/Fagartikler%20og%20foredrag/Fr%C3%B8,%20erter,%20oljevekster/Dyrkningsveiledning%20erter2014.pdf>

Sundheim, L. (2013). Ertevisnesjuke. *Plantevernleksikonet*. Lokalisert på http://leksikon.nibio.no/vieworganism.php?organismId=1_950&showMacroOrganisms=false

Stabbetorp, H. & Lundon, A.R. (2011). Dyrkingsomfang og avling i kornproduksjon. *Bioforsk FOKUS*, 8(1). Lokalisert på http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/84292/002_DyrkingsomfangOgAvling_i_kornprroduksjonen.pdf

Stabbetorp, H. & Lundon, A.R. (2013). Dyrkingsomfang og avling i kornproduksjon. *Bioforsk FOKUS*, 8(1). Lokalisert på http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/103838/004_Korn_Dyrkingsomfang%20og%20avling%20i%20kornproduksjon.pdf

Stabbetorp, H. (2015). Dyrkingsomfang og avling i kornproduksjonen. *Bioforsk FOKUS*, 10(1). Lokalisert på http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/122936/4_KornDyrkingsomfangOgAvlingKornprod.pdf

Statistisk sentralbyrå. (2015a). *Jordbruksbedrifter med areal av korn- og oljevekster. Areal av de ulike kornslaga. Fylke*. Lokalisert på <http://ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/korn/aar/2015-11-26?fane=tabell&sort=nummer&tabell=247553>

Statistisk sentralbyrå. (2015b). *Totalavling og avling i kilo per dekar av ulike kornslag. Fylke*. Lokalisert på <http://ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/korn/aar/2015-11-26?fane=tabell&sort=nummer&tabell=247554#tab-tabell>

Statistisk sentralbyrå. (s.a.). *Kommunal forvaltning av landbruksarealer, 2014*. Lokalisert på <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/kofola/aar/2015-06-17?fane=tabell&sort=nummer&tabell=231409#tab-tabell>

Skrede, A. & Kjos, N.P. (1996). *Fiskeensilasje i kraftfôr til husdyr*. Lokalisert på http://www.rubin.no/Rapporter/301_50.PDF

Thuen, A.E. & Eldby, H. (2015). *Korn og konjunktur2015*. Lokalisert på <http://www.agrianalyse.no/file=3447>

Vagstad, N., Abrahamsen, U., Lund, H.J., Stabbetorp, E.M.H., Strand, E., Rognlien, A. ... Solberg, H. (2013). *Økt norsk kornproduksjon Utfordringer og tiltak*. Lokalisert på https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/LMD/Vedlegg/Brosjyrer_veiledere_rapporter/Korn_Rapp_030213.pdf

WWF. (s.a.). *Soy*. Lokalisert på <http://www.worldwildlife.org/industries/soy>

Øverland, J.I. (2014). *Dyrkingsveiledning for åkerbønner*. Lokalisert på <http://viken.nlr.no/media/ring/1212/ji/dyrkingsveiledning-%C3%A5kerb%C3%B8nner%202015.pdf>

8. Vedlegg 1 Råvareforbruk i norsk produksjon av kraftfôr til husdyr 2015

Vareslag	Totalt (tonn)	Opprinnelse (tonn)		% norsk
		Importert	Norsk	
Mais	71 232	71 232	-	0
Durra	-	-	-	0
Maisgrits	31 222	31 222	-	0
Hvete	265 369	59 579	205 790	78
Rug/ rughvete	19 823	-	19 823	100
Bygg	495 274	21 037	474 237	96
Havre	251 135	3 582	247 553	99
Kli	71 457	15 212	56 245 (1)	79
Melasse	68 275	68 275	-	0
Annet karbohydrat	137 638	109 109	28 529	21
Sum karbohydrat	1 411 424	379 248	1 032 177	73
Destruksjonsfett	15 830	-	15 561	98
Annet fett	33 479	24 776	8 702	26
Sum fett	49 309	24 776	24 263	49
Maisgluten	33 734	33 734	-	0
Soyamel	194 494	45 443	149 051 (2)	77
Rapspellets	153 140	153 140	-	0
Oljefrø	13 514	6 942	6 572	49
Fiskemel	3 695	317	3 378	91
Fiskeensilasje	4 326	-	4 326	100
Urea	2 922	2 922	-	0
Annet protein	27 672	18 569	9 103	33
Sum protein	433 497	261 067	172 430	40
Vitaminer/mineraler	83 507	83 507	- (3)	0
Totalsum	1 977 738	748 598	1 228 870	62

¹kli av norsk og importert korn ²norskprodusert mel av importerte soyabønner ³primært import, men noe mineraler norsk, angitt i tabellen som import.

(Landbruksdirektoratet, 2016)

9. Vedlegg 2 Dagens råvareforbruk i kraftfôrproduksjonen i råprotein og omsettelig energi

Vareslag	Norsk			Import		
	Kg TS	Råprotein	GJ energi	Kg TS	Råprotein	GJ energi
Mais				61972	4561	997747
Durra						
Maisgrits				26976	1772	450496
Hvete	179037	20947	2828789	52489	6141	829328
Rug/ rughvete	17841	1374	274747			
Bygg	412586	1891	6188793	18576	1891	278635
Havre	215371	19146	2842899	3209	285	42365
Kli	48933	4835	572518	13539	1338	158403
Melasse				50524	4663	646701
Maisgluten				30327	18945	558014
Soyamel				172127	75822	2719610
Rapspellets				137826	40755	1764173
Oljefrø	5718	992	121786	6491	1126	138253
Fiskemel	2939	2219	57308	290	219	5662
Fiskeensilasje	2163	1666	40448			
Urea				2899	8348	
Totalsum	884588	53070	12927287	577244	165868	8589386

(Landbruksdirektoratet, 2016; Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, 2008).