TEKNOLOGISK INSTITUT

SEGES

Højværdiprodukter i græs og kløvergræs

Teknologisk Institut

Titel:
Højværdiprodukter i græs og kløvergræs

Udarbejdet for:
SEGES Planteproduktion som led i projektet Det Biobaserede Samfund.

Udarbejdet af:
Teknologisk Institut
Agro Food Park 15, Skejby
8200 Aarhus N
Bioressourcer og Bioraffinering

Og

SEGES Landbrug & Fødevarer F.m.b.A.
Agro Food Park 15, Skejby
8200 Aarhus N

Oktober 2017
Forfattere:
Sebastian Skipper Ravn, TI
og
Anna Marie Thierry, SEGES

Indholdsfortegnelse

1. Baggrund og formål 4
2. Værdistoffer i friskhøstet græs og rødkløver 5
3. I hvilke koncentrationer findes værdistofferne normalt 6
3.1. Isoflavoner 6
3.2. Pigmenter 8
3.3. Protein 9
4. Hvilke formål kan værdistofferne bruges til 9
5. Erfaringer med at ekstrahere enkelte værdistoffer på kommercielle anlæg 10
6. Samlet vurdering 11
7. Litteratur 12

1. Baggrund og formål

Bioraffinering af græs og kløver til protein og kvægfoder har været kendt siden 70'erne hvor bl.a. Houseman & Connell (1976) beskrev den gode aminosyresammensætning i græsprotein til svin. Siden har forskning og udvikling indenfor området sikret flere og bedre teknologier i bioraffineringen.

Hvor der i 1990'erne var fokus på udviklingen af nonfood produkter inden for bioraffinering har de seneste års EU politik, og en stigende erkendelse af, at den globale befolkningstilvækst på sigt vil afføde proteinmangel, bevæget forskningen i retning af øget fokus på alternative proteinkilder til foder og fødevarer. Dette ses bl.a. i Europakommissionens strategi for intelligent, bæredygtig og inklusiv vækst fra 2010 og senest konklusionerne fra det danske Advisory Boards for cirkulær økonomi.

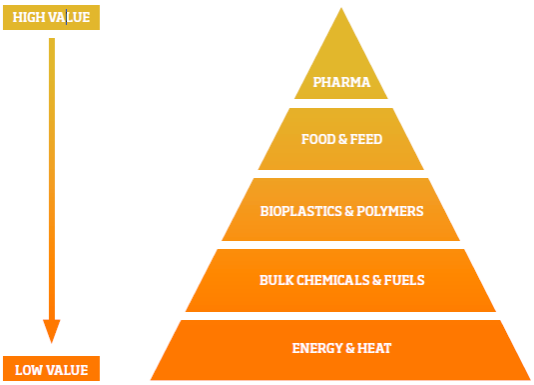
I dag er det blevet et mål at udvikle en kommerciel produktion af proteinfoder baseret på grøn biomasse dyrket i Danmark. Dette lokalt producerede protein skal helt eller delvist erstatte importeret sojaprotein, som bruges til især svin og fjerkræ. Særligt kan det være en løsning på det akutte behov for økologisk protein, der lige nu erstattes af det konventionelle protein, der på dispensation anvendes til økologiske svin og fjerkræ.

En øget produktion af kløvergræs og græs på det danske landbrugsareal kan, ved den rette managementpraksis, tilmed medføre en række samfundsmæssige fordele i forhold til biodiversitet og reduceret udvaskning af nærrigsstoffer. Det kan potentielt øge proteinudbyttet sammenlignet med korn og give mere robuste sædskifter. I de økologiske dyrkningssystemer kan den øgede N fiksering sikre mere kvælstof til systemet og endelig bidrager græsafgrøder generelt positivt til kulstofpuljen i jorden.

Således har bioraffinering af græs og kløver til svin og fjerkræ har fået meget opmærksomhed i flere projekter indenfor de seneste år. Teknologien til udvinding er udviklet og kører i pilotskala og fodringsforsøg med svin og kvæg er gennemført og viser gode resultater. Raffinering af græs er tilmed afprøvet i stor skala på Nybro Tørreri i 2016.

Der er stor usikkerhed omkring det økonomiske aspekt i etableringen af kommercielle fuldskala anlæg til bioraffinering af græs og kløvergræs. Der er stadig store udfordringer med bl.a. transportomkostninger og driftsomkostninger (Hermansen et al., 2017). Der er derfor et stort incitament for enten at sænke omkostningerne eller øge produktiviteten i form af højere udbytter eller sidestrøms-produkter med højere værdi.

Separation på aminosyreniveau eller udvinding af saponiner, mælkesyre og andre biobaserede kemikalier eller medikamenter vil øge kompleksiteten og omkostningerne betydeligt, afhængig af krav til kvalitet og renhed, men udvindingen af de rette højværdiprodukter er samtidig et afgørende skridt for at opnå en sund økonomi i den grønne bioraffinering (figur 1).



Figur 1: Lange, 2016

2. Værdistoffer i friskhøstet græs og rødkløver

Der findes adskillige produkter, der kan udvindes fra grøn biomasse. Der findes adskillige eksempler på grøn bioraffinering forskellige biomasse input og produkter. Eksempelvis kan nævnes:

- Raffinering af græs, kløver, lucerne og rester fra grønsagsproduktion til protein til foder og fødevarer
- Raffinering af græs biopolymer
- Isoleringsmateriale fra græs
- Raffinering af ensilage til mælkesyre og aminosyre
- Forskning i udvinding af adskillige højværdiprodukter til life science industrien

I Tabel 1 er listet en række mulige højværdiprodukter rettet mod life science industrien.

Tabel 1 Mulige højværdi produkter i græs og kløvergræs (Kiel et al., 2015).

Fibre	Pigmenter	Phytosterols	Esters	Triterpenoid saponin	Isoflavoner
Cellulose	Chlorophyll	a- and β-sitosterol	Coumarins	medicagosides	Tricin
Hemicellulose	Xanthophyll	Campesterol	Medicagol	Medicagenic acid	Biocanin
Lignin	B-carotene	a- and β-spinasterol	Coumestrol	Soyasapogenols	Diadzein
Protein (bundet sammen med fibrene i celle-væggene)	Anthocynins	Stigmasterol	Savitol	Hederagenin	Formononetin
	Cryptoxanthin	cycloartenol	Trifoliol	Flavonoids	Genistein
	Violaxanthin		Lucernol	isoflavonoids	Coumesterol
	Zea xanthin				Sativan
	neoxanthin				5'methoxysativan

Udvinding af naturlige **pigmenter** fra biomasse er et område med flere kommercielle spillere. Forskningen på området arbejder med et bredt udvalgt af kilder til pigmenter.

Christensen, K.V. (2017) præsenterede på Dansk Bioøkonomi Konference (2017) eksempler på ekstraktion, separation og opkoncentrering af naturstoffer som eksempelvis phycocyanin fra algen Spirulina, anthocyaniner fra solbærtræsker, Aroniabær og kirsebær som pigmenter til fødevareindustrien. Anthocyaniner, xantofyl og carotener er også stoffer der potentielt kan udvindes fra andre planter.

Planter indeholder mere end 200 forskellige typer af **phytosteroler**. Phytosteroler er interessante som kosttilskud og medicinske formål bl.a. pga. af deres kolesterolsænkende effekt. Udvinding og oprensning af plantesteroler er en udfordring da de findes i meget små koncentrationer – 0,5 – 2 pct. i udvalgte planteolier.

Proteinerne kan ekstraheres og anvendes som proteinkilde til dyrefoder, men kan også yderligere forædles og anvendes i forskellige fødevare til mennesker.

Phytokemikalier er aktivstoffer i planter, der bl.a. fungerer som transmitterstof, værn mod patogener og skadevoldere og findes i særligt høje mængder i bælgplanter som rødkløver og soja. Isoflavonernes negative effekt på fertiliteten hos græssende husdyr har været kendt længe, men senere års forskning har indikeret at isoflavonerne i rødkløver reducerer generne for kvinder i overgangsalderen ligesom et dagligt indtag af rødkløverekstrakt over længere tid, har vist sig at kunne bremse nedbrydningen af knoglevæv hos nogle patienter med osteoporose (Lambert, 2017 og Thorup, 2015). Effekten er testet i kliniske forsøg og der forhandles og markedsføres allerede produkter som består af fermenteret rødkløverekstrakt og som er målrettet kvinder i overgangsalderen.

3. I hvilke koncentrationer findes værdistofferne normalt

3.1. Isoflavoner

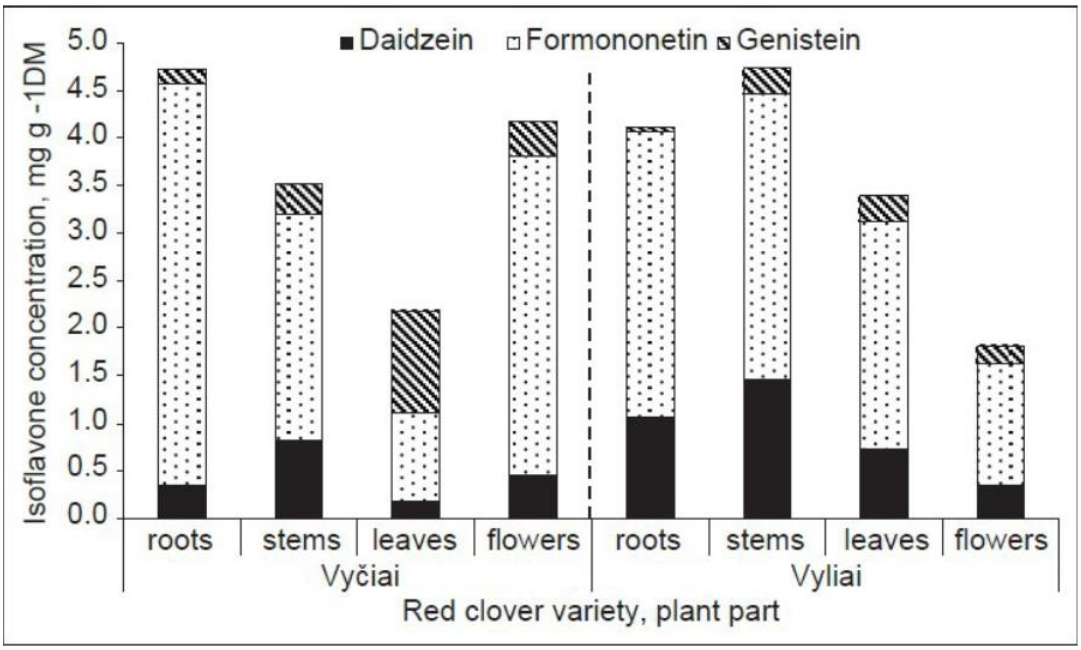
Den negative effekt på fertiliteten hos græssende husdyr grundet indholdet af isoflavoner har betydet at mange års forædling har sigtet mod et lavt indhold af isoflavoner i rødkløver sorter (Bernes et al., 2017). Indholdet af isoflavoner i rødkløver varierer dog betydeligt mellem sorter, klimatiske forhold og modenhed (Lambert, 2017 og Bernes et al., 2017 og Saviranta et al., 2008).

Der er foretaget flere studier og forsøg som har haft til hensigt at dokumentere indholdet af isoflavoner i friskhøstet græs og kløvergræs i flere forskellige sorter og forskellige steder i planten. I Saviranta (2008) er der påvist koncentrationer af daidzein, genistein, formononetin og biochanin A som vist i tabel 3.

Tabel 2: Indhold af isoflavonerne daidzein, genistein, formononetin og biochanin A i rødkløver (Saviranta 2008 og Hoerger et al., 2011).

Isoflavoner i rødkløver	Plantedel med største koncentrationer		Indhold i rødkløver (Saviranta et al., 2008
Biochanin A	Største koncentrationer i unge blade (høst juni)	Findes i særligt høje mængder i rødkløver	0.14–9.69 mg/g tørvægt
Formononetin	Største koncentrationer i unge blade og rødder (høst juni)	Findes i særligt høje mængder i rødkløver	0.09–7.47 mg/g tørvægt
Daidzein	Største koncentrationer i unge stængler og blade (høst august)	Findes i særligt høje mængder i soja	0–0.24 mg/g tørvægt
Genistein	Største koncentrationer i unge stængler og blade (høst august)	Findes i særligt høje mængder i soja	0.06–0.55 mg/g tørvægt

Lignende resultater fra to store undersøgelser er præsenteret i Figur 2 og tabel 4 og viser koncentrationen af daidzein, formononetin og genistein fra to rødkløver sorter i hhv. rødderne, stokken, bladene og blomsten (Butkuté et al., 2014 og Berned et al., 2017). Figur 2 tydeliggør at de forskellige Isoflavoner findes i forskellige koncentrationer i de forskellige plantedele, men også sorter imellem.



Figur 2 Koncentrationen af daidzein, genistein, formononetin i plantedele for 2 rødkløverarter (Butkuté et al., 2014).

I 4 ses der forskelle i koncentrationen i de forskellige sorter. Der fremgår ligeledes forskel i koncentrationen for sorten Ilte de to høstår i mellem.

4 ses resultaterne for indhold af isoflavoner fra flere forskellige friskhøstede kløversorter for to høstår i hhv. 2012 og 2014 (Berned et al., 2017). Som det fremgår af Tabel 34 ses der forskelle i koncentrationen i de forskellige sorter. Der fremgår ligeledes forskel i koncentrationen for sorten Ilte de to høstår i mellem.

Tabel 3: Koncentrationen af isoflavoner for flere rødkløversorter opgivet i g/kg tørstof (Berned et al., 2017). Isoflavonerne secoisolariciresinol, matairesinol, enterodiol, enterolactone og equol er ligeledes analyseret, men har alle været under detektionsgrænsen.

Sort	Daidzein	Genistein	Formo-nonetin	Prunetin	Biochanin A	Coumestrol		Summa FÖ
2012						*23 juli*	*14 augusti*	
Amanda	0,10	0,36	7,3^{ab}	0,80^{ef}	7,1^{abc}	0,08^{a}	0,04^{ab}	15,6^{abc}
Ilte	0,14	0,38	8,9^{b}	0,37^{abcd}	7,5^{abc}	0,16^{b}	0,04^{ab}	17,4^{bc}
LÖ RK9735	0,10	0,45	8,1^{ab}	0,96^{f}	10,1^{c}	0,14^{ab}	0,04^{ab}	19,7^{c}
Peggy	0,10	0,26	9,4^{b}	0,75^{bcdef}	6,3^{ab}	0,16^{b}	0,05^{ab}	16,9^{abc}
SW Ares	0,07	0,36	6,9^{ab}	0,30^{a}	8,5^{bc}	0,12^{ab}	0,05^{ab}	16,3^{abc}
SW Torun Vall I	0,13	0,37	9,2^{b}	0,36^{abc}	5,8^{ab}	0,13^{ab}	0,06^{b}	15,9^{abc}
SWTorun Vall II	0,12	0,32	8,5^{ab}	0,36^{abc}	5,3^{ab}	0,13^{ab}	0,04^{ab}	14,6^{abc}
SW Yngve	0,11	0,29	7,3^{ab}	0,59^{abcdef}	3,9^{a}	0,08^{a}	0,04^{ab}	12,3^{ab}
SWÅ RK95097	0,09	0,33	5,3^{a}	0,47^{abcde}	5,0^{ab}	0,10^{ab}	0,03^{a}	11,3^{a}
Sort	Daidzein	Genistein	Formo-nonetin	Prunetin	Biochanin A	Coumestrol		Summa FÖ
2014								
Atlantis	0,06^{ab}	0,48^{abc}	14,8^{de}	0,48^{a}	19,2^{bc}	0,19^{def}		35,3^{bcd}
Callisto	0,06^{ab}	0,40^{abc}	11,9^{b}	0,30^{a}	15,2^{ab}	0,15^{b}		28,0^{ab}
Dafila	0,07^{ab}	0,52^{bc}	12,6^{bcd}	0,54^{ab}	23,8^{c}	0,16^{bcd}		37,7^{cd}
Fregata	0,05^{ab}	0,59^{c}	8,7^{a}	0,76^{abc}	32,7^{d}	0,11^{a}		42,9^{d}
Harmonie	0,05^{ab}	0,40^{abc}	12,5^{bcd}	0,33^{a}	15,8^{ab}	0,16^{bcd}		29,3^{abc}
Ilte	0,04^{ab}	0,32^{ab}	16,1^{e}	0,56^{abc}	16,6^{abc}	0,20^{f}		33,8^{abcd}
Larus	0,08^{b}	0,39^{abc}	14,7^{de}	0,45^{a}	18,6^{bc}	0,18^{cdef}		34,3^{abcd}
Lasang	0,05^{ab}	0,33^{ab}	14,2^{bcde}	1,11^{bc}	12,1^{ab}	0,18^{bcdef}		28,0^{ab}
Lea	0,03^{a}	0,27^{a}	11,9^{bc}	0,33^{a}	13,2^{ab}	0,15b^{c}		25,8^{a}
SW Betty	0,03^{a}	0,32^{ab}	15,7^{e}	1,26^{c}	9,9^{a}	0,20^{f}		27,4^{ab}
SW Torun	0,04^{ab}	0,25^{a}	14,5^{cde}	0,38^{a}	12,1^{ab}	0,19^{ef}		27,5^{ab}
Vesna	0,07^{ab}	0,34^{ab}	12,4^{bc}	0,40^{a}	14,4^{ab}	0,16^{bcde}		27,8^{ab}

3.2. Pigmenter

Litteraturen tilbyder meget lidt om ekstraktion af f.eks. pigmenter fra kløver. Et studie fra 1968 så på variationerne i indholdet af xantofyl og carotener i en række græsser og kløvere (Tabel 2).

Tabel 4: Indholdet af xantofyl og carotener i rødkløver (Trifolium pratense L.) Livingston et al. 1968.

Afgrøde	Plantedel	Carotene Mg/kg DM	Xanthophyl Mg/kg DM	pct. af total xanthophyl		
				Lutein	Neoxanthin	Violaxanthin
Rødkløver	Blade	724	1724	61	17	22
	Stængler	66	176	67	18	15

3.3. Protein

Indholdet af protein i græs afhænger af art, dyrkningspraksis og klima. Bjergmark et al., 2009 opgiver følgende indhold i kendte græsarter til foder og ensilage:

Tabel 5: Protein indhold i forskellige græsarter. Bjermark et al., 2009.

Græsart	Råprotein pct. af tørstof
Alm. Rajgræs	14,7
Engsvingel	16,2
Timothe	15,8
Hundegræs	9,8

Indholdet af det hvide protein RuBisCo kan i grønne planter være op til 50 pct. af det samlede proteinindhold. Indholdet af RuBisCo i planten påvirkes af flere faktorer, så som plantens alder, arten, vækstmiljøet (lys og gødning). Derudover spiller tiden der går fra høst af planten til proteinet ekstraheres samt metoden for ekstraktionen ligeledes en stor rolle for mængden af RuBisCo som kan ekstraheres fra planten (van de Velde, 2011).

4. Hvilke formål kan værdistofferne bruges til

I Danmark er det estimeret, at 21 pct. af kvinder over 50 år har osteoporose (knogleskørhed). Rødkløverens indhold af **isoflavoner**, der har østrogen-lignende egenskaber kan i nogle tilfælde bremse tabet af knoglemasse. Under overgangsalderen reduceres mængden af østrogen i kroppen og heraf kan følge tab af knoglemasse. Isoflavoner, og særligt formononetin og Biochanin A, der findes i særligt store mængder i rødkløver, har vist at have en positiv effekt på knoglesundheden fordi isoflavonerne 'opfører' sig som østrogen (Lambert, 2017 og Thorup, 2015). Hidtil har hormonbehandling været den foretrukne behandling til patienter med osteoporose, men en øget risiko for udviklingen af flere kræftformer har begrænset brugen af hormonbehandling betydeligt. Derfor anbefales kvinder med generer som følge af symptomer fra overgangsalderen at indtage et kosttilskud baseret på udtræk fra soja (Thomsen, 2017). Det er ikke kendt hvorvidt aktivstoffet DT56a også kan udvindes fra rødkløver, men studier viser altså at rødkløver har en lignende effekt.

Produkter baseret på rødkløverekstrakt til behandling af gener ved overgangsalder er allerede på hylderne i diverse helsekostbutikker, og markedet for rødkløverekstraktet er allerede relativt stort i Danmark. Den danske producent og forhandler af rødkløverekstrakt, Herrens Mark, arbejder i projekter finansieret af Future Food Innovation med midler fra EU's Regionalfond og Region Midtjylland, på at forædle rødkløverplanten, ligesom også forarbejdsprocessen skal gennemgås for at se, om der kan laves en mere skånsom opkoncentrering af ekstraktet, så flere af de vigtige stoffer kan bibeholdes helt til slutproduktet. Dette for at det bliver mere koncentreret, og forbrugeren kan nøjes med at indtage en mindre mængde (Det Nationale Bioøkonomipanel, 2015).

Markedsmulighederne for produktet kan blive påvirket af resultater fra forsøg som de der er præsenteret i Lambert (2017) og Thorup (2015). I første omgang er Danmark og

Tyskland oplagte markeder for producenten, men lande som Italien, Island, Taiwan, Hongkong m.fl. har også vist interesse for produktet. Kina, som i forvejen har tradition for at benytte planteekstrakt i deres behandlingsregi, er også et marked af interesse for fremtiden (Det Nationale Bioøkonomipanel, 2015). Godkendelse af stoffer udvundet fra rødkløver som lægemiddel kræver meget store investeringer, kliniske forsøg og omfattende dokumentation og er en meget kompliceret proces. Hvis stoffer udvundet fra rødkløver kunne godkendes som lægemiddel ville det have stor betydning for økonomien i at ekstraherer produkterne.

Pigmenterne kan anvendes som naturlige farvestoffer i fødevareindustrien. Området er interessant da efterspørgslen på fødevarer uden syntetiske farvestoffer er stigende.

Phytosteroler kan bl.a. anvendes i madvare, som kan være med til at sænke kolesterolindholdet.

Nogle af **esterne** danner grundlaget for flere stoffer med antikoagulerende virkning (også kaldet "anti k-vitamin"). Derudover er der ligeledes mulighed for at anvende stofferne i f.eks. kosmetikprodukter, hårprodukter, anti-aging produkter, aromastoffer samt i produkter med antibiotiske og inflammatoriske egenskaber (Kiel et al., 2015)

Det hvide **protein** så som RuBisCO kan for eksempel anvendes som vegetabilsk alternativ til æggehvide eller i proteinbarer til sportsfolk og motionister og i en stor række andre fødevare.

5. Erfaringer med at ekstrahere enkelte værdistoffer på kommercielle anlæg

I et hollandsk firma, NIZO Protein Centre, har de udviklet en metode til ekstraktion af RuBisCo fra grønne planter. Metoden gør at proteinets fysiske/kemiske egenskaber beholdes så som dets opløselighed og stivningsevne. Metoden er patenteret og er ydermere undersøgt under semi-industriel skala, hvor der blev opnået fornuftige udbytter (van de Velde, 2015).

Ekstraktionen af RuBisCo på industriel skala, sammen med anlæg til produktion af foder er ikke afprøvet. Derudover mangler der viden om teksturen og smagen ved tilsætning til fødevare i stor skala (van de Velde, 2015).

Der findes dog en del litteratur om demonstrationsanlægget i Havelland (Tyskland) til bioraffinering af lucerne, græs og kløver. Anlægget blev anlagt i forbindelse med et eksisterende tørreri og i en region med 29.000 ha græs. Anlægget skulle have haft en kapacitet pr. år 20.000 tons.

På anlægget skulle friskhøstet grøn biomasse fraktioneres i en skruepresse. Pressekagen presses til grønpiller og solgt som fodermiddel, - indeholdende 140g protein /kg - nok til at opfylde de gældende krav til fuldfoder. Pressejuicen skulle føres gennem en af anlæggets to proceslinjer: Størstedelen af pressejuicen (ca. 99 %) skulle raffineres til grøn protein og fermenteringsmedium vha. termisk koagulering. Men formålet med demonstrationsanlægget var desuden at udvikle teknologien til membranudvinding af højværdi proteiner til fødevareindustrien. En mindre del af pressejuicen (ca. 1 %) skulle derfor gennemgå følgende membran og oprensningsprocesser med henblik på at opnå en kvalitet,

der egnede sig til konsum (Kamm et al., 2010). Teknologien til fremstilling af hvidt protein skulle i denne demonstration leveres af biorefinery.de GmbH, der har patenteret deres teknologi.

Som tidligere beskrevet laver Herrens Mark et rødkløverekstrakt og sælger det som et naturligt mælkesyregæret kosttilskud. Rødkløverekstraktet består af pressesaften fra rødkløveren – blade og blomster. **Isoflavonerne** er i naturlig form bundet til sukkermolekyler (glykonform). Gennem mælkesyregæringsprocessen fraspaltes sukkeret, så isoflavonerne hovedsagelig forekommer i den aglykone form (Herrens Mark).

Rødkløver ekstrakt sælges i dag ved nethandel til ca. 300 kr. for 2 L svarende til 16 dages forbrug (Herrens Mark).

Umildbart ses der lyst på muligheden for at ekstrahere højværdiprodukter i de nødvendige mængder og at dette vil forbedre rentabiliteten af anlæg til raffinering af grønne biomasser. Der er dog fortsat behov for udvikling og optimering af bioraffineringsprocesserne. Det største problem ligger formentlig i at få etableret en proces til ekstraktion af højværdiprodukterne som er i sammenspil med produktion af protein til foder.

6. Samlet vurdering

Der er stor fokus på at gøre processen med at udvinde protein fra grøn biomasse mere rentabel og dette kunne gøres ved at udvinde udvalgte højværdiprodukter. Der er et stort potentiale i højværdiprodukterne. Udfordringerne ligger i at udvikle teknologier til separation og ekstraktion, der kan anvendes i industriel skala. Samt at opnå den kvalitet og renhed af produkterne, der er nødvendig for at kunne levere til fødevare og pharmaindustrien.

Ingredienser til fødevareindustrien er underlagt en omfattende regulering. Novel food og godkendelser af fødevareingredienser hører under EU og skal ansøges via den danske fødevarestyrelse. Det er en krævende proces der kræver resurser til gennemførelse af de nødvendige forsøg- og dokumentationsprogrammer.

Højværdistoffer til f.eks. den farmaceutiske industri kan have stort økonomisk potentiale. Hvis der er tale om bioaktive stoffer, som ikke er godkendte til brug i dag, skal der foretages en række studier før et evt. produkt kan godkendes. Til den farmaceutiske industri er der tale om kliniske studier. Hvis man som producent vil levere til lægemiddelbranchen kræver det investeringer i millionklassen.

Højværdistoffer fra græs og kløver, som f.eks. rødkløverekstrakt fra Herrens Mark, udvindes i dag med fokus på selve højværdiproduktet og ikke som et biprodukt i en storskala proteinproduktion til foder. Om det kan integreres som en sidestrøms-produktion på et anlæg til foderprotein er endnu uvis.

7. Litteratur

Christensen, K.V. 2017. Ekstraktion, separation og opkoncentrering af naturstoffer fra planter, frugt, tang og alger. Dansk Bioøkonomi Konference. URL: http://www.bioguldborgsund.dk/konferencedok/r%C3%B8dt%20spor/Ekstraktion.pdf

Bronislava Butkutė, Nijolė Lemežienė, Giedrė Dabkevičienė, Valdas Jakštas, Egidijus Vilčinskas, and Valdimaras, Pharmacogn Mag. Source of variation of isoflavone concentrations in perennial clover species. 2014 Jan-Feb; 10(Suppl 1): S181–S188.

Det Nationale Bioøkonomipanel, 2015. Grøn biomasse i Danmark – Udpluk af case beskrivelser for bioøkonomi i Danmark, baseret på grøn biomasse.

John E. Hermansen, Uffe Jørgensen, Poul Erik Lærke, Kiril Manevski, Birte Boelt, Søren Krogh Jensen, Martin R. Weisbjerg, Trine K. Dalsgaard, Marianne Danielsen, Torben Asp, Morten Amby-Jensen, Claus Aage Grøn Sørensen, Mikkel Vestby Jensen, Morten Gylling, Jane Lindedam, Mette Lübeck Og Erik Fog. Green Biomass – Protein production though bio-rafining. Aarhus Universitet - DCA - DANISH CENTRE FOR FOOD AND AGRICULTURE, DCA REPORT NO. 093 · FEBRUARY 2017.

Fred van de Velde, Arno Alting and Laurice Pouvreau, 13 maj 2011. From waste product to food ingredient: The extraction of abundant plant protein RuBisCo. URL: https://www.newfoodmagazine.com/article/4461/from-waste-product-to-food-ingredient-the-extraction-of-abundant-plant-protein-rubisco/, Besøgt 16 aug. 2017.

Germinal. The Value of Grass, A guide to the nutritional composition of grazed and ensiled grass.

Gun Berned, Annika Höjer, Anne-Maj Gustavsson. Rapport 2017:1. Innehåll av fytoöstrogen I olika rödklöversorter – Content of phytoestrogens en red clover varieties. Sveriges lantbruksuniversitet, Institution för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå.

Herrens Mark, Netbutik, besøgt 29-08-2017, URL: http://www.herrens-mark.dk/

Kamm, B., Hille, C., Schönicke, P. og Dautzenberg, G. Green biorefi nery demonstration plant in Havelland (Germany). Wiley InterScience Biofuels, Bioprod. Bioref. 4:253–262 (2010)

Kiel, P., Andersen, M. og Lübeck, M. 2015. A method of providing functional proteins from a plant material, Patentansøgning, (WO2015197078). A method of providing functional proteins from a plant material.

Lange, L. Vi smider værdier ud med affaldet. Ktc. URL: http://www.ktc.dk/artikel/vi-smider-vaerdier-ud-med-affaldet

Niina MM Saviranta, Mikko J Anttonen, Atte von Wright and Reijo o Karjalainen. 2008. Red clover (Trifolium pratense L.) isoflavones: determination of concentrations by plant stage, flower colour, plant part and cultivar. Journal of the Science of Food and Agriculture.

Thomsen, Signe. Kosttilskud i overgangsalderen virker lige så godt som hormoner. Politiken 27. okt. 2017. https://politiken.dk/forbrugogliv/art6179249/Kosttilskud-i-overgangsalderen-virker-lige-s%C3%A5-godt-som-hormoner