



I gødningsforsøg i strandvingel og røgræs er der observeret betydelig forskel i græsarternes oprethed ved forskellig kvælstofgødskning. I strandvingel har der været stigende tendens til lejesæd med stigende kvælstofmængde, mens røgræs har stået opret og stort set uden lejesæd ved alle kvælstofmængder. På billedet, der er taget den 29. maj 2013 i forsøg 001, ses i forgrunden strandvingel, gødsket med 450 kg kvælstof pr. ha pr. år og med fosfor- og kaliumgødskning. I baggrunden ses parceller med røgræs med mere opret vækst, også ved de højeste niveauer af kvælstofgødskning. (Foto: Søren Ugilt Larsen, AgroTech).

7. oktober 2013, og som generelt er lave med værdier mellem 9 og 22 kg kvælstof pr. ha i 0 til 100 cm dybde, men dog med signifikant højere niveau i røgræs, gødsket med 450 kg kvælstof. Se tabel 3. På disse to lokaliteter med fugtig sandjord har det således været muligt at opnå en gennemsnitlig tørstofproduktion på 110 hkg pr. ha i røgræs og 100 hkg pr. ha i strandvingel over første og andet brugsår ved en årlig gødskning med 150 kg kvælstof pr. ha samt gødskning med fosfor og kalium. Samtidig har der på grund af den store fjernelse af kvælstof med afgrøden været en meget lille risiko for udvaskning af kvælstof fra rodzonen.

Foreløbige konklusioner:

- > Der er opnået store tørstofudbytter i røgræs og strandvingel på fugtig sandjord.
- > Effekten af kvælstofgødskning øges, når der også grundgødskes med fosfor og kalium.
- > Ved gødskning med moderate kvælstofmængder bortføres der mere kvælstof med afgrøden, end der tilføres med gødningen, især hvis der også grundgødskes med fosfor og kalium.

- > N-min analyser tyder på en meget begrænset risiko for udvaskning af kvælstof i produktionsperioden.
- > Det synes muligt at opnå en betydelig biomasseproduktion i røgræs og strandvingel, samtidig med at der er en meget begrænset miljøbelastning.

Forsøgene fortsætter.

Vandplanter

Vandplanter som virkemiddel til reduktion af næringsstofudledning

På Isgård Gods på Mols blev der i foråret 2012 etableret et større dyrkningssystem med vandplanter som del af projektet "Drænvand til proteinfoder og bioenergi". Projektet viser, at vandplanter er effektive til at optage overskuds-næringsstoffer fra drænvandet, som dermed fjernes, når man høster biomassen. Forsøg med høst og pelletering af vandplantebiomassen har vist et stort udbyttepotentiale samt potentiale som et værdifuldt proteinfoder.

Formålet med „Drænvand til proteinfoder og bioenergi“ er at demonstrere en offensiv løsning af landbrugets problemer med udvaskning af næringsstoffer med drænvandet og som et nyt virkemiddel til reduktion af næringsstofudvaskning. Undersøgelsen fokuserer på, om etablering af et dyrkningskoncept med vandplanter kan optage overskuds-næringsstoffer fra markdræn, og om næringsstofferne kan fjernes, når man høster biomassen. Derudover er målet at undersøge, om der kan genereres indtægter i form af produkter som foder, bioenergi og gødningsstoffer, fremstillet af vandplantebiomassen, og dermed nye forretningsområder for de involverede partnere i projektet.

I alt er der etableret otte bassiner à cirka 400 m² og godt 0,75 til 1 meters dybde. Dertil kommer en nærliggende sø på cirka 3.000 m², hvorigennem drænvand fra oplandet føres videre over i dræn, der løber gennem bassinerne. Første skridt var oprensning af søen, der var tænkt ind som en buffer med hensyn til at kunne regulere vandstanden i dyrkningsbassinerne. Drænvandet kommer fra et opland på cirka 50 ha landbrugsjord.

I løbet af vækstsæsonen 2012 samt foråret 2013 er der opformoreret forskellige typer af vandplanter, som er udsat i bassinerne. En stor del af projektet

Alternative afgrøder

Vandplanter

har drejet sig om at justere og udvikle dyrkningskonceptet og vurdere konceptets effektivitet med hensyn til næringsstofopsamling og biomassepotentiale. Der er gennemført vækstforsøg i bassinerne med løbende bestemmelse af væksten i vandplanterne, som for eksempel smalbladet mærke, brøndkarse, vandpest, andemad og pindsvineknop. Der er analyseret for indhold af fosfor og kvælstof i vandplanterne for at vurdere, hvor store mængder næringsstoffer der fjernes med den høstede biomasse. Der er gennemført foderanalyser af den høstede biomasse, og blandt andet andemad-biomassen er pelletteret for at vurdere biomassens egnethed som foderpiller. Der er endvidere gennemført forsøg med afgang af vandplantebiomassen for at vurdere biomassens gaspotentiale. I oktober 2013 er gennemført høst af vandplanterne i bassinerne i fuld skala, både for at vurdere metode til høst og bjærgning af biomasse samt for at erhverve reelle data for biomasseudbyttet i bassinerne. Det

potentielle udbytte og dermed fjernelse af kvælstof er estimeret i forhold til vandplanternes genvækst og forventede antal høst pr. sæson.

Der er i projektperioden opbygget et monitoringsystem på demo-området til online dataregistrering, såsom bestemmelse af ledningsevne, vandflow, pH og temperatur. Til kontrol af online måleudstyret er udtaget vandprøver samt gennemført manuel kontrol af ledningsevne, pH og vandflow samt temperatur hver 14. dag.

Plantearterne er udvalgt ud fra følgende parametre:

- > Gerne hjemmehørende danske arter (eller i hvert fald allerede eksisterende i den danske natur).
- > Stort potentiale for næringsoptagelse.
- > Hurtig vækst, det vil sige stort biomassepotentiale.



Dyrkningsanlægget til vandplanter, primo august 2013. I projektet "Drænvand til proteinfoder og bioenergi" har det vist sig, at vandplanter er effektive til at optage overskudsnæringsstoffer fra drænvandet, som dermed fjernes, når man høster biomassen. Dyrkningsbassin nr. 1 til højre er netop rensat for forurening med trådalger. Trådalger kvæler anden vækst på grund af kraftig skygge og er en ubehagelig konkurrent, som andemad heldigvis kan overvinde. I bassin nr. 2 ses andemad, der har udkonkurreret trådalger. Det indsatte billede viser god vækst i bassin nr. 5 i juli 2013. Vandpest trives i bunden af bassinet, brøndkarse breder sig fra brinken, og vandstjerne og pindsvineknop vokser til. (Fotos: Bodil Engberg Pallesen, AgroTech).

Table 4. Vandplanter som virkemiddel til reduktion af næringsstofudledning. Høst oktober 2013

Bassin	Arter	Udbytte, hkg friskvægt pr. bassin ¹⁾	Udbytte, hkg friskvægt pr. ha vandspejl	Tørstof, pct.	Udbytte, hkg tørstof pr. bassin ¹⁾	Udbytte, hkg tørstof pr. ha vandspejl ved en høst	Forventet udbytte, hkg tørstof pr. ha vandspejl pr. sæson ²⁾	N fjernet, kg pr. ha vandspejl pr. sæson ³⁾
2013. 1 forsøg								
1	Andemad	18	450	5,4	1,0	24,4	146	609
2	Andemad	26	650	5,4	1,4	35,3	212	880
3	Andemad	24	600	5,4	1,3	32,5	195	812
4	Andemad	24	600	5,4	1,3	32,5	195	812
5	Vandpest, pindsvineknop, brøndkarse	12	296	8,9	1,1	26,4	106	169
6	Vandpest, pindsvineknop, brøndkarse	23	574	8,9	2,0	51,2	205	328
7	Vandpest, pindsvineknop, brøndkarse	12	305	12,7	1,5	38,7	155	248
8	Vandpest, pindsvineknop, brøndkarse	12	305	13,5	1,7	41,3	165	264

¹⁾ Areal pr. bassin er 400 m².

²⁾ Bassin 1 til 4 høstes seks gange, og bassin 5 til 8 høstes fire gange pr. sæson.

³⁾ Bassin 1 til 4: Gns. 26 pct. protein af tørstof; bassin 5 til 8: Gns. 10 pct. protein af tørstof.

- > Hårdførhed over for overvintring, tidlig vækststart og konkurrence over for andre arter.
- > Både enårige og flerårige arter.
- > Mulighed for opformering.

De væsentligste arter har vist sig at være: Vandpest (*Eloдея canadensis*), liden andemad (*Lemna minor*), tykskulpet brøndkarse (*Nasturtium officinale*), smalbladet mærke (*Berula erecta*) samt grenet pindsvineknop (*Sparganium erectum*).

Vandplanterne i bassin 5 til 8 er høstet henholdsvis 14. og 25. oktober med mejekurv, hvor biomassen afskæres under vandoverfladen. Andemad (bassin 1 til 4) er bjærget ved hjælp af blandt andet en slampumpe og efterfølgende afdrænet for at øge tørstofprocenten i biomassen. Høstforsøgene har vist, at vandplanterne har et stort udbyttepotentiale. Se tabel 4. I bassin 5 til 8, hvor vandpest, brøndkarse og pindsvineknop har domineret, er der målt udbytter fra 106 til 205 kg tørstof pr. bassin pr. høst. Ved fire høsttidspunkter over en sæson, som er lavt sat, antages derfor udbytter fra 424 til 820 kg tørstof pr. bassin pr. sæson. Omregnet til 1 ha vandspejl svarer det til mellem 10 og 20 ton tørstof pr. ha, når der høstes fire gange pr. sæson. Det svarer til, at der potentielt fjernes 169 til 328 kg kvælstof pr. ha vandspejl. Vandplantebiomassen har et tørstofindhold ved høst på mellem 9 og 14 procent tørstof, afhængigt af hvilken fordeling af arterne der er ved høsttidspunktet.

I bassin 1 til 4 har det udviklet sig således i sæsonen 2013, at arterne vandpest og smalbladet mærke er blevet udkonkurreret af en forurening med trådalger, som breder sig lynhurtigt og kvæler alle øvrige arter. Løsningen er at høste trådalgerne og

etablere andemad i bassinerne. Se foto. Fra august har andemad domineret alle disse bassiner med en kraftig vækst. Der er gennemført høstforsøg i september og oktober, hvor der er målt udbytter fra 98 til 141 kg tørstof pr. bassin pr. høst. Andemad vil let kunne høstes seks til otte gange på en sæson, da "genvækst" af andemad sker i løbet af få uger, såfremt der er tilstrækkeligt med næringsstoffer til stede. Det potentielle udbytte i bassinerne ved seks høsttider er 585 til 845 kg tørstof pr. bassin pr. sæson. Det estimerede udbytte pr. ha vandspejl er 15 til 21 ton tørstof på årsbasis ved seks høsttidspunkter. En ulempe ved andemad er, at tørstofindholdet er lavt, cirka 4 til 5 procent, men ved en simpel afvanding gennem en kornpresenning, spændt ud over en container, kan man opnå mellem 10 og 15 procent tørstofindhold i andemaden.

Der fjernes mellem 169 og 880 kg kvælstof pr. ha vandspejl fra dyrkningssystemet med den biomasse, der høstes, under forudsætning af, at der er tilstrækkeligt med næringsstoffer, vand og lys, og at der er de rigtige temperaturer. Dertil kommer, at man kan forvente en reduktion af kvælstofudledningen på grund af denitrificering, som det kendes fra vådområder og søer, herunder også konstruerede vådområder. Dette vurderes af DMU til at være i størrelsesordenen 200 til 250 kg kvælstof pr. ha vådområde, men med store variationer.

Foreløbige konklusioner:

- > Det er muligt at opformere og udsætte en række vandplantearter i opgravede vandbassiner med succes. Især vandpest, andemad, brøndkarse samt pindsvineknop har klaret sig godt.
- > Vandplanterne er effektive til at optage overskudsnæringsstoffer fra drænvandet. Der fjernes

mellem 169 og 880 kg kvælstof med høstet biomasse pr. ha vandspejl. Andemad fjerner mest, formentlig på grund af hurtig genvækst samt højt proteinindhold. Derudover må forventes en reduktion af kvælstof via denitrificering i lighed med søer og vådområder, der vurderes at være i størrelsesorden 200 til 250 kg kvælstof pr. ha vådområde.

- > Udbyttepotentialet er stort, såfremt der er tilstrækkeligt med næringsstoffer til rådighed, helt op mod 21 ton tørstof pr. ha vandspejl, men med meget store variationer, som afhænger af, hvilke vandplantearter der klarer sig, samt hvor effektivt biomassen kan bjærges.
- > Væksten i de otte bassiner har over de første to sæsoner forandret sig, så visse arter har klaret sig bedre, og andre er udkonkurreret. Således har andemad, brøndkarse, vandpest samt pindsvineknop været de arter, som har klaret 2013-sæsonen bedst.
- > Den friske andemad har en høj foderværdi i form af en høj fordøjelighed og et højt indhold af råprotein, som er målt til 26 procent i tørstof. Dog er askeindholdet relativt højt (typisk 8 til 15 procent).
- > Der er fortsat udfordringer med hensyn til at høste og lagre vandplanterne og sikre en god kvalitet af biomassen, hvis man vil anvende den til foder.

Det vil være interessant at følge dyrkningssystemet over en længere periode, hvorfor der arbejdes på at opnå en fortsættelse af projektet efter 2013.