



Forsøg med høstinterval i energipil

Høstinterval har indflydelse på tørstofudbytte og biomassekvalitet i energipil. Høst hvert år giver generelt lavere udbytte og tørstofprocent end længere høstinterval, mens det er mere uklart, om høst hvert 2., 3. eller 4. år er optimalt. Promilleafgiftsfonden for landbrug

Resume

Der er udført en del forsøg med høstinterval i pil, og artiklen gennemgår resultater fra danske og udenlandske forsøg, hvor der sammenlignes forskellige høstintervaller. I alle de gennemgængede forsøg har høst hvert år givet lavere årligt tørstofudbytte sammenlignet med længere høstintervaller på mellem 2 og 4 år. Høst hvert år har givet mellem 11 og 51 pct. lavere udbytte sammenlignet med høst hvert andet år, mellem 17 og 48 pct. lavere udbytte sammenlignet med høst hvert 3. år og 26 pct. lavere udbytte end ved høst hvert 4. år. Høst hvert andet år har givet mellem 26 pct. lavere udbytte og 18 pct. højere udbytte sammenlignet med høst hvert 3. år, men de fleste af disse sammenligninger bygger på forskelligt antal vækstsæsoner, hvorfor alders- eller årsafhængige udbyttesvingninger kan have påvirket resultatet. Det udbyttmæssigt optimale høstinterval varierer i nogle forsøg mellem pilekloner, hvor enkelte kloner klarer sig relativt bedre ved kortere høstinterval. Plantetal påvirker også det optimale høstinterval, idet et kort høstinterval kan være en fordel ved meget høje plantetal, hvor der hurtigt opnås en tæt bestand. Biomassekvaliteten kan også påvirkes af høstinterval, og i flere forsøg er der målt en lidt lavere tørstofprocent og lidt lavere brændværdi ved kortere høstinterval sammenlignet med længere høstinterval, især ved høst hvert år sammenlignet med høst hvert 2. eller 3. år. Mens høst hvert år generelt giver lavere udbytte og lavere tørstofprocent end længere høstinterval, synes der at mangle dokumentation for, om det er udbyttmæssigt optimalt at høste hvert 2., 3. eller 4. år. Set fra et driftsmæssigt og økonomisk perspektiv kan det optimale høstinterval dog påvirkes af en række forhold såsom pilens tilvækst, anvendt høstteknologi og om pileavleren selv ejer høstmaskinen, markens størrelse og form, jordens bæreevne, behovet for gødskning samt kvalitetskrav ved afsætning af pileflis.

Ved dyrkning af energipil høstes der i praksis ofte med 2-4 års interval afhængig af forskellige forhold. I denne artikel gennemgås resultaterne fra danske og udenlandske forsøg ved høstinterval i pil. Desuden er der et afsnit med generelle betragtninger om optimalt høstinterval i pil. De enkelte undersøgelser er nærmere beskrevet i [denne rapport](#).

Oversigt over udbytt niveau ved forskelligt høstinterval

I tabel 1 er sammenstillet relative udbytt niveauer ved de forskellige høstintervaller i de forskellige forsøg. I alle tilfælde har høst hvert år givet lavere årligt tørstofudbytte sammenlignet med længere høstintervaller på mellem 2 og 4 år. Høst hvert år har givet mellem 11 og 51 pct. lavere udbytte sammenlignet med høst hvert andet år, mellem 17 og 48 pct. lavere udbytte sammenlignet med høst hvert 3. år og 26 pct. lavere udbytte end ved høst hvert 4. år. Høst hvert andet år har givet mellem 26 pct. lavere udbytte og 18 pct. højere udbytte sammenlignet med høst hvert 3. år, men de fleste af disse sammenligninger bygger på forskelligt antal vækstsæsoner.

Det er i et nordamerikansk forsøg fundet, at den årlige biomasseproduktion stiger fra 1. til 4. vækstsæson (Kopp et al., 2001), og en sammenligning af 2 års høstinterval over 2.-3. vækstsæson med 3 års høstinterval over 2.-4. vækstsæson kan derfor være fejlagtig. Desuden kan der være betydelige årsafhængige udbyttesvingninger (Willebrand et al., 1993), og dette kan også påvirke resultatet af sammenligninger baseret på forskelligt antal vækstsæsoner.

Det udbyttmæssigt optimale høstinterval varierer i nogle forsøg mellem pilekloner, hvor enkelte kloner klarer sig relativt bedre ved kortere høstinterval. Plantetal påvirker også det optimale høstinterval, idet et kort høstinterval kan være en fordel ved meget høje plantetal.

Biomassekvaliteten kan også påvirkes af høstinterval, og i flere forsøg er der målt en lidt lavere tørstofprocent og lavere brændværdi ved kortere høstinterval sammenlignet med længere høstinterval, især ved høst hvert år sammenlignet med høst hvert 3. år.

Tabel 1. Oversigt over danske og udenlandske forsøg med forskelligt høstinterval i pil. Årligt tørstofudbytte er angivet som procent af udbyttet ved det længste høstinterval indenfor den pågældende sammenligning

Det længste høstinterval indenfor den pågældende sammenligning

Land/ lokalitet	Vækstår 1)	Plantetal	Gødskning 2)	Årligt tørstofudbytte, relativt i forhold til længste høstinterval						Klon- forskelle	Kilde		
				pl./ha	kg N/ha/år	Høstinterval, antal år							
						1 år	2 år	3 år	4 år			5 år	6 år
Danmark, Foulum	2010- 2011	12,000	120	89	100					Kun én klon	Aarhus Universitet		
	2010- 2012	12,000	120	63		100				Kun én klon	Aarhus Universitet		
Danmark, Jyndevad	2010- 2011	12,000	138	49	100					Kun én klon	Aarhus Universitet		
	2010- 2012	12,000	138	60		100				Kun én klon	Aarhus Universitet		
Tyskland, Potsdam	1994- 2010	?	0-150		138		100			?	Pecenka, 2014		
Tyskland, Gülzow	1993- 2004	13,300	0			137			100	?	Boelcke & Kahle, 2008		
Polen, Obory	1996- 1999	40,000	40	65	74	100				Afhænger ikke af klon	Szczukowski et al., 2002		
Polen, Obory	2000- 2005	40,000	90	74			100			Afhænger af klon	Stolarski et al., 2008		
Polen, Obory	2003- 2006	24,000	90	83	97	100				Afhænger af klon	Stolarski et al., 2011		
England	1996- 1999	10,000	73-93		96- 113	100				Afhænger af klon	Bullard et al., 2002		
England	1996- 1999	15,625	73-93		99- 107	100				Afhænger af klon	Bullard et al., 2002		
England	1996- 1999	23,700	73-93		113- 118	100				Afhænger af klon	Bullard et al., 2002		
USA, New York	1990- 1994	15,000	224	69	100					Kun én klon	Kopp et al., 1997		

State											
USA, New York State	1990-1994	15,000	224		52	100				Kun én klon	Kopp et al., 1997
USA, New York State	1990-1994	37,000	224	78	100					Kun én klon	Kopp et al., 1997
USA, New York State	1990-1994	37,000	224		58	100				Kun én klon	Kopp et al., 1997

¹⁾ Første år angiver etableringsåret. Behandlinger med forskelligt høstinterval startede i nogle forsøg først i 2. eller 3. vækstsæson.

²⁾ Det gennemsnitlige gødningsniveau efter etableringsåret. Der er generelt ikke gødsket i etableringsåret.

Betragtninger om optimal høstfrekvens

Mens høst hvert år generelt giver lavere udbytte end længere høstintervaller, synes der at mangle dokumentation for, om det er udbyttømæssigt optimalt at høste hvert 2., 3. eller 4. år. Det er dog også relevant, hvilket høstinterval der er økonomisk optimalt. I en polsk/svensk undersøgelse blev der fundet et lavere dækningsbidrag ved høst hvert år fremfor høst hvert 3. år pga. antagelsen om et lavere tørstofudbytte ved høst hvert år (hhv. 7 og 9 tons pr. ha pr. år) (Krasuska & Rosenqvist, 2012). Det lavere udbytte kan derfor ikke opvejes af, at der opnås en årlig indtægt fremfor en indtægt hvert 3. år. I en tysk undersøgelse blev der fundet højere høstomkostninger pr. ton tørstof ved høst hvert 2. år fremfor høst hvert 4. år (ved et tørstofudbytte på 7 tons pr. ha pr. år), formodentlig pga. en bedre udnyttelse af høstmaskinens kapacitet ved høst hvert 4. år (Ralf Pecenka, personlig kommunikation). Det økonomisk optimale høstinterval afhænger formodentlig af den enkelte situation, men i mange tilfælde kan det afhænge af, hvor tykke skud høsteren kan høste (Håkan Rosenqvist, personlig kommunikation). Hvor vidt der bør høstes hvert 2., 3. eller 4. år eller sjældnere kan derfor afhænge af en række forhold, som evt. kan mere end opveje de udbytteforskelle, der potentielt kan være:

- **Pilens tilvækst:** I marker med høje udbytter kan det være relevant at høste oftere, bl.a. under hensyn til hvor tykke skud høstmaskinen kan høste.
- **Anvendt høstteknologi:** Kraftige høstmaskiner såsom selvkørende finsnittere og helskudshøstere kan generelt høste kraftigere pileskud end 'lettere' høstmaskiner, og ved brug af kraftige maskiner kan det være relevant med lidt længere høstintervaller. Hvilken høstteknologi der anvendes, kan bl.a. afhænge af, om pileavleren har et tilstrækkeligt stort pileareal og ledigt mandskab, så der er basis for at købe egen høstmaskine, f.eks. en mindre, traktorbugseret høstmaskine. I så fald kan det evt. være passende at høste hvert 2. eller 3. år afhængig af pilens tilvækst, hvorimod det kan være mere hensigtsmæssigt med høst hvert 3. eller 4. år, hvis en maskinstation med kraftig pilehøster udfører høsten.
- **Markens størrelse og form:** Hvis der er tale om relativt små eller ukurante marker, og en maskinstation udfører høstarbejdet, kan det være oplagt med længere høstintervaller for at udnytte maskinens kapacitet bedre og for at få startgebyr og omkostninger til ekstra vendetid m.m. fordelt på en større mængde biomasse. Hvis pileavleren høster med egen høster og til en lavere timepris, kan det være relevant at høste lidt oftere.
- **Jordtype og jordens bæreevne:** Hvis pilen er plantet på en relativt våd jordtype med begrænset bæreevne i høstsæsonen, kan det være nødvendigt at høste lidt oftere med en let høstmaskine.
- **Gødskning:** På forholdsvis næringsfattige arealer kan det være en fordel at gødskes pilen lidt oftere end på frugtbare jordtyper. Da det kan være problematisk at udbringe gødning – specielt husdyrgødning – i høje pilekulturer, kan det tale for at høste pilen lidt oftere for at kunne gødskes og opretholde et højt udbytniveau.
- **Afsætning og kvalitetskrav:** Aftagere af pileflis kan have forskellige ønsker og krav til fliskvaliteten, bl.a. vandindholdet. Hvis der er særlige krav til lavt vandindhold, så kan et længere høstinterval bidrage til en lidt højere tørstofprocent og evt. en lidt grovere flis. Høstmåte (direkte flisning eller helskudshøst) og lagringsforhold kan dog påvirke vandindholdet væsentligt mere end høstintervallet. Indholdet af næringsstoffer i pil er typisk 3-4 gange større i barken end i veddet, og barkandelen af biomassen er relativt stor i tynde skud på under 20 mm diameter (Adler et al., 2005). Hvis pilen først høstes, når de fleste skud er over 20 mm tykke, kan barkandelen og koncentration af næringsstoffer reduceres i den samlede biomasse, og dermed kan brændselskvaliteten også forbedres.

Kilder

- **Adler, A., Verwijst, T. & Aronsson, P. (2005).** Estimation and relevance of bark proportion in a willow stand. Biomass & Bioenergy, 29, 102-113.
- **Boelcke, B. & Kahle, P. (2008).** Energieholzproduktion mit Weiden und Pappeln - Ertragsbildung und Grundnährstoffbedarf. Pflanzenbauwissenschaften, 12(2), 78-85.
- **Bullard, M. J., Mustill, S. J., McMillan, S. D., Nixon, P. M. I., Carver, P., Britt, C. P. (2002).** Yield improvements through modification of planting density and harvest frequency in short rotation coppice Salix spp. - 1. Yield response in two morphologically diverse varieties. Biomass and Bioenergy, 22, 15-25.
- **Kopp, R. F., Abrahamson, L. P., White, E. H., Burns, K. F., Nowak, C. A. (1997).** Cutting cycle and spacing effects on biomass production by a willow clone in New York. Biomass & Bioenergy, 12, 313-319.
- Kopp, R.F., Abrahamson, L.P., White, E.H., Volk, T.A., Nowak, C.A. & Fillhart, R.C. (2001). Willow biomass production during ten successive annual harvests. Biomass and Bioenergy, 20, 1-7.
- **Krasuska, E. & Rosenqvist, H. (2012).** Economics of energy crops in Poland today and in the future. Biomass and Bioenergy, 38, 23-33.
- **Pecenka, Ralf.** Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, Tyskland. Personlig kommunikation, 9/1 2014.
- **Rosenqvist, Håkan.** Lunds Universitet, Sverige. Personlig kommunikation, 8/1 2014.
- **Stolarski, M., Szczukowski, S., Tworowski, J., Klasa, A. (2008).** Productivity of seven clones of willow coppice in annual and quadrennial cutting cycles. Biomass and Bioenergy, 32, 1227-1234.
- **Stolarski, M.J., Szczukowski, S., Tworowski, J., Wroblewska, H., Krzyzaniak, M. (2011).** Short rotation willow coppice biomass as an industrial and energy feedstock. Industrial Crops and Products, 33 (1), 217-223.
- **Szczukowski, S., Tworowski, J., Klasa, A. & Stolarski, M. (2002).** Productivity and chemical composition of wood tissues of short rotation willow coppice cultivated on arable land. Rostlinná Výroba, 48, 413-417.
- **Willebrand, E., Ledin, S., Verwijst, T. (1993).** Willow coppice systems in short rotation forestry: effects of plant spacing rotation length and clonal composition on biomass production
- Biomass and Bioenergy, 4, 323-331.