

Industrihamp	Ansvarlig	naso
	Oprettet	03-07-2023
Projekt: 2563 2312 Klimaeffektive efterafgrøder	Side	1 af 6

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Industrihamp

Kulturplanten hamp (*Cannabis sativa* L.) stammer fra Central og Sydvest Asien og har været dyrket siden oldtiden både til mad, fiber og medicin. Industrihamp adskilles fra cannabis på baggrund af indholdet af det psykoaktive stof tetrahydrocannabinol (THC), som i Danmark ikke må overskrive 0,2% (<https://lbst.dk/landbrug/planteavl/cannabis#c60125>; Kaur et al., 2023).

I Danmark har det siden 1998 været lovligt at dyrke industrihamp, dog skal der indhentes tilladelse fra myndighederne. I Danmark dyrkes hampen typisk med henblik på fiber, frø eller som vildtafgrøde (<https://lbst.dk/landbrug/planteavl/industrihamp#c8729>). Hampplanten er etårig med en dyb pælerod. Den har en hurtig vækst og kan blive 1-6 m høj afhængig af dyrkningspraksis og sortvalg. Det er derved en plante med stort potentiale til at binde store mængder CO₂ per hektar. Størstedelen af kulstoffet lagres i stænglen og mindre i roden og bladene (Adesina et al., 2020; Manian et al., 2021). Studier tyder på, at hamp kan dyrkes flere år i træk på samme mark. Det kan dog være fordelagtigt at have hampen til at indgå i et sædskifte med fx korn, da hampen kan forbedre jordkvaliteten, undertrykke ukrudt samt reducerer skadedyr og patogener (Adesina et al., 2020; Manian et al., 2021).

I dette projekt skal der undersøges, om det er muligt at dyrke hamp som en efterafgrødefafgrøde, der kan udnyttes. Formålet er at høste hampen senere på året eller hen i foråret og udnytte hampens fibre i industrien til fx tekstil eller isoleringsmateriale. Litteraturen og erfaringer med dyrkning af hamp som efterafgrøde er meget begrænset. Studier hvor hamp dyrkes som hovedafgrøde, vil derfor tages med i dette notat.

Reproduktion

Hampplanten er hovedsageligt tvebo, planten er altså enkønnet og hanplanterne har en tendens til at være højere. Der findes dog også sorter, der er enbo, altså hvor blomsterne er enkønnede, men den enkelte plante kan have både han- og hunblomster fx sorten Futura 75. Hvis man dyrker hamp med henblik på at producere hampefrø, er det en fordel at dyrke disse sorter, da der vil være større succes med bestøvningen. Modsat indenfor hamp til fiber, har man gået efter tvebosorter, da de høje hanplanter skulle kunne producere fiber af en højere kvalitet. Det er dog ikke helt enkelt, da han- og hunplanter ikke modnes helt ens, hvilket kan skabe problemer ved høst (Wulff et al., 2021).

Dagslængde

Hamp er fotosensitiv og har en kritisk fotoperiode på omkring 14 timer. Dette betyder, at blomstringen vil finde sted hurtigst muligt, efter at dagslængden er kortere end 14 timer. Stænglen stopper som udgangspunkt med at vokse ved blomstring. Hvis hampen dyrkes for dens fibre, er det derfor favorabelt med så sen blomstring som muligt, for at

optimere udbyttet. Der er dog betydelige sortsforskelle i fotosensitiviteten, hvor sorten Futura 75 fx er mindre fotosensitiv og vil derfor gå i blomstring senere end den meget fotosensitive sort Tiborszallasi (Wulff et al., 2021; Amaducci et al., 2008).

Amaducci et al., 2008 har lavet flere studier på forskellige sorter af hamp dyrket i Italien og undersøgt, hvordan disse påvirkes af temperatur og dagslængde i forskellige vækststadier ved forskellige såningstidspunkter. Planteudviklingen efter fremspiring og inden blomstring deles ind i to faser "temperature-dependent basic vegetative phase" (BVP) som efterfølges af "day length-dependent photoperiod induced phase" (PIP). For Futura 75 blev BVP bestemt til 510 (498-518) graddage og PIP 751 (25-1154) graddage. BVP er som navnet indikerer temperaturafhængig, modsat PIP, som påvirkes af dagslængden. Hvis dagslængden er mindre end 14 timer, vil dette vækststadium blive forkortet, og planten vil gå hurtigere i blomst og det fulde vækstpotentiale vil ikke blive udnyttet.

De samme studier fra Amaducci et al., 2008 konkluderer ydermere, at der ikke er store sortsforskelle i temperaturbehovene for de 5 undersøgte sorter, men at basis temperaturen varierer mellem vækststadiet. T_b (basis lufttemperatur for udvikling) estimeres til at være 1,9 °C i BVP, mens den er på 11,3 °C i PIP. T_o (optimal lufttemperatur, hvor udviklingen foregår med den højeste hastighed) estimeres til at være 26,4 °C for begge de nævnte vækststadier.

Tænkt scenario

Gradberegneren på landbrugsinfo er blevet brugt, til at udregne forskellige scenarier, hvis hamp blev sået som efterafgrøde d. 01-07-2022, d. 15-07-2022 eller d. 01-08-2022 i Aarhus 8200 ([Graddageberegner \(landbrugsinfo.dk\)](http://Graddageberegner.landbrugsinfo.dk)). T_b samt anslået længde i graddage er begge værdier taget fra Amaducci et al., 2008. I Danmark er dagslængden efter d. 31 august kortere end 14 timer.

	BVP	PIP	31-08-2022 [graddage]	01-11-2022 [graddage]
Såning 01-07-2022	01-07-2022	-	172,3	248,0
Såning 15-07-2022	16-08-2022	-	97,3	173,1
Såning 01-08-2022	02-09-2022	-	-	73,2

Tabel 1: Hamp sået på tre forskellige datoer i Aarhus 2022. Til udregning af graddage er basisværdien (T_b) sat til 1,9 °C for vækststadiet BVP og 11,3 °C for vækststadiet PIP. Den anslåede længde af BVP er sat til 510 graddage og PIP er sat til 751 graddage.

For alle såningsdatoerne, kan planterne nå at gennemgå BVP. Når planterne er i PIP, vil en dagslængde kortere end 14 timer starte blomstsætningen og plantevæksten vil stoppe. Ved såning den 1. august, når planten ikke ind i PIP før dagslængden er under 14 timer. Ved ingen af de valgte såningsdatoer, nås det fulde vækstpotentiale i PIP at blive udnyttet, før temperaturerne bliver for lave. Det er vigtigt at udvælge en hampe-sort, der ikke er så fotosensitiv, for at forlænge vækstperioden så meget som muligt. Desuden er tidlig såning, inden midten af juli at foretrække, for at forlænge vækststadiet PIP og derved øge biomassepotentialet.

Jordbund

Hamp vokser bedst i jorde med en pH mellem 6-7,5. For at opnå de optimale vækstforhold, er det vigtigt, at jorden er luftig, næringsrig og har en høj vandholdningskapacitet. I litteraturen beskrives den optimale jordtekstur lidt forskelligt, men generelt anbefales "sandy loam" efterfulgt af "clay loam", svarende til JB 5 og 8. Modsat frarådes det at dyrke hamp i "sandy soil" samt "heavy clay soil" svarende til JB 1+2 samt 9. Den tunge

lerjord og sandjord frarådet pga. de ofte indeholder henholdsvis for meget eller for lidt vand (Adesina et al., 2020). I forhold til, at vi i dette projekt koncentrerer os om efterårsdyrkning af hamp, vil vandmanglen på en sandjord nok ikke være et lige så udtalt problem, som hvis der var tale om hamp dyrket om sommeren og i andre lande med mindre nedbør. I forhold til nedbør står der i litteraturen, at den optimale årlige nedbør ligger mellem 630-750 mm, men at hampplanten er hårdfør og kan klare sig under mere varierende nedbør og temperaturer (Marian et al., 2021).

Fiber

Når hampen dyrkes for dens fiber, benyttes en plantetæthed på mellem 50-750 planter pr m². Intervallet er bredt, men afhænger af slutproduktet samt den ønskede fiberkvalitet. Typisk er såning i forår/sommer anhängig af sorten og en række miljøfaktorer som breddegrad, jordtype, fugtighed samt lufttemperatur (Adesina et al., 2020; Manian et al., 2021).

Fibre fra hampplanten deles ind i primære og sekundære bastfibre. De primære fibre optræder i de tidlige stadier af planteudviklingen og løber gennem plantelængden. De sekundære fibre dannes senere i vækstudviklingen og findes i de nederste dele af stænglen, de er kortere og mere lignificerede end de primære bastfibre. Efter blomstring øges andelen af de sekundære bastfibre. Høsten skal derfor helst foregå i blomstringsfasen (Manian et al., 2021).

Efter høst skal fibrene udvindes. Først skal hampestænglerne igennem processen "retting", hvor stængelstrukturen løsnes efterfulgt af en mekanisk proces, hvor fiberbundterne adskilles. Retting processen kan opnås med forskellige teknikker. Teknikkerne vil kun beskrives meget kort, da de ligger udenfor dette projekts formål.

Retting kan foregå på marken, hvor hampestænglerne skæres ved høst og derefter lægges ud på marken i bundter, hvor jordens mikroorganismer så begynder at nedbryde det yderste lag på stænglerne. En anden mulighed, kaldet pre-harvest retting, er hvor stænglerne ikke skæres ned, men nedvisnes med et herbicid og efterfølgende står på marken mens mikroorganismer starter nedbrydningsprocessen af stænglen, hvorved stængelstrukturen løsnes. Der er i dag også udviklet en række industrielle processer, til denne løsning af stængelstrukturen, som er vigtig for ikke at lave strukturelle skader på fibrene.

I den mekaniske proces adskilles fiberbundterne og slutproduktet kan fx bruges til reb. Hvis der skal laves tøj af fibrene, skal der yderligere laves en kemisk behandling, for at adskille størstedelen af bundterne i finere mere ensartede tråde. Af den resterende plantemasse kan korte fiberbundter af en acceptabel længde bruges til garnspinding og resten kan fx bruges i byggeindustrien som varmeisoleringsmateriale. Det kan også være muligt at bruge de mest lignificerede dele af plantefibrene i papirindustrien.

Bastfibre kan potentielt benyttes i stedet for træfiber, glasfiber samt bomuld. Det skal dog nævnes, at bastfibre kun udgør mellem 5-30% af plantens tørvægt (Manian et al., 2021).

De helt korte træagtige fibre kaldes hurds, de kan også udnyttes i industrien til fx fremstilling af let beton, bionedbrydelig plastic eller dyrestrøelse. For en detaljeret gennemgang af udnyttelsespotentialet for hamp, se da Crini et al., 2020.

Biomasse

I stedet for at bruge hampplanten til fiber, kan biomassen også udnyttes til foder eller biogas. I et svensk studie blev hamp dyrket som energiafgrøde. Til biogas blev den optimale høstperiode fastsat til at være fra september til oktober, hvor BEY (maximum potential energy yield) per unit area svarede til sukkerroer og majs, mens den var 14 % højere end for kløvergræs. Planterne blev sået fra april til maj, hvilket svarer til mellem

2427-2640 graddage fra såning til høst. Året med den tidligste såning, gav det højeste tørstofudbytte (Prade et al., 2011).

Studier har vist, at det kan være favorabelt med ensilering af hamp til biogas, både for at øge udbyttet men også som en velegnet metode til opbevaring. Ensilering af hamp til foder har også potentiale, men der er behov for yderligere forskning indenfor dette område (Wróbel et al., 2023).

Næringsstoffer

Af næringsstofferne er kvælstof den vigtigste. Studier har vist, at N-gødning tilført før såning har positive effekter på plantehøjden og biomassen, når hampen dyrkes for dens fiber. Kvælstofbehovet er størst i den første måned med plantevækst. Ved tilførsel af mere end 150 kg N/ha blev der ikke målt yderligere vækstudbytte. Ved for meget kvælstoftilførsel er der større risiko for lejesæd samt en reduktion i fiberkvaliteten. Faktisk tyder flere studier på, at i næringsrige jorde, er der en meget begrænset vækstrespons til N-gødsning (Adesina et al., 2020).

I forsøget fra Sverige med hamp som energiafgrøde, blev der ikke målt nogen signifikante forskelle i tørstofudbyttet ved forskellige kvælstoftilførsler. Der blev afprøvet 4 forskellige mængder, mellem 0-200 kg/ha (Prade et al., 2011).

Erfaringer fra landsforsøgene 2010 (s. 190-193)

USO31

Tilbage i 2010 blev der i landforsøgene lavet forsøg med økologisk hamp, hvor man ønskede at finde ud af, om det var muligt at dyrke hampefrø til modenhed i Danmark. Der blev testet tre sorter, hvor den ene var fibersorten USO31. Den blev sået d. 5. maj i Silkeborg på en JB 1 og høstet 30. september. På høsttidspunktet var frøene endnu ikke helt modne. Udsædsmængden var 10 kg/ha., hvilket de oplyser var det anbefalede for hamp til frø, men de oplevede lav fremspiring dette år og derved et plantetal på 23 planter/m² mod det ønskede på 150 planter/m². I det pågældende forsøg, blev der opnået en plantehøjde på 167 cm.

Hamp som efterafgrøde

I 2010 blev der også lavet forsøg med hamp som efterafgrøde, her var målet at undersøge biomassepotentialet i efterafgrøder til biogasproduktion. Forsøgene blev anlagt i Vestjylland og Sønderjylland. Forsøget i Vestjylland var på en JB 3, hvor hampen blev sået den 6. august og høstet den 8. november. I Sønderjylland var det på en JB 4, hvor der blev sået den 13. august og høstet den 1. november. På begge lokaliteter blev sorten Felina brugt, med en udsædsmængde på 30 kg/ha og ved såning blev der tilført 30 kg N/ha.

I slutningen af september kom der frost i Sønderjylland, hvilket hampen tog skade af. I Vestjylland blev der opnået en plantehøjde på 47 cm og et høstet tørstofudbytte på 9,8 Hkg, hvilket var væsentlig lavere end for fx olieræddike, hvor der kunne høstes 16,7 Hkg.

Anbefalinger fra forhandleren

Hampefrøene er købt hos BAFA neu GmbH, som har nogle generelle anbefalinger til korrekt dyrkning. I disse anbefalinger, er der ikke taget hensyn til, hvis hampen dyrkes som en efterafgrøde.

De anbefaler en såningstæthed på 45 kg/ha, hvilket skulle resultere i 250 planter/m². Frøene plantes i en dybde på 3-4 cm. De pointerer, at tilførsel af mange næringsstoffer ikke øger udbyttet, men forringer kvaliteten og gør planterne mere ranglede og derved i risiko for at vælte. Et tør-stængel udbytte på 5-8 tons/ha er estimeret til at fjerne 100-

120 kg N/ha. ([20201124 Anbautipps Hanf \(bafa-gmbh.de\)](https://20201124_Anbautipps_Hanf_(bafa-gmbh.de))). Efter en korrespondance med forhandleren, blev sorterne Finola og USO31 anbefalet, når hamp dyrkes som efterafgrøde. USO31 er en tvebosort, som både kan benyttes for dens strå og frø. Modsat er Finola en enbosort, der er udviklet for dens frø og ikke udvikler ret meget stængel. Til dette projekt, vil sorten USO31 derfor benyttes.

Hamp som efterafgrøde i Tyskland

Dyrkning af hamp som efterafgrøde er endnu ikke ret udbredt. Den tyske delstat Nordrhein-Westfalen i den vestlige del af Tyskland har dog lavet en officielle vejledning. De anbefaler såning fra midt til slutningen af juli, en udsædsmængde på 25 kg/ha samt en sådybde på 3 cm. Eventuel gødskning nævnes ikke. Der anslås en udbytteforventning på 2-4 t/ha. De anbefaler yderligere, at hampestænglerne først høstes i februar/marts det efterfølgende år. Fordelen ved at beholde afgrøden på marken over vinteren er, at den i efteråret kan binde næringsstoffer, undertrykke ukrudtet og forbedre jordstrukturen. Derudover vil stænglerne i løbet af vinteren virke erosionsbeskyttende. Den føromtaltte retting, hvor stængelstrukturen løsnes, kan nu foregå i løbet af vinteren på marken. De antyder, at finheden af fibrene er bedre, når hampen dyrkes som efterafgrøde og står på marken vinteren over.

Når hamp dyrkes som efterafgrøde, frarådes det stadig at dyrke den både på let sandjord og tung lerjord samt generelt på vandlidende og komprimeret jord ([Winterhanf außen.cdr \(landwirtschaftskammer.de\)](https://Winterhanf_aussen.cdr_(landwirtschaftskammer.de))).

Dyrkningsvejledning

Ud fra ovenstående gennemgang af litteraturen, landsforsøgene samt tyske erfaringer i dyrkning af hamp bliver anbefalingerne følgende:

Sorten er USO31, som skal sås i første halvdel af juli. Det er valgt, at frøene spredes ovenpå jorden, derfor vælges en højere udsædsmængde på 30 kg/ha.

Jorden må ikke være JB 1,2 eller 9 samt, hvis den enkelte mark er kendt for at være vandlidende i løbet af efteråret, fravælges disse.

Erfaringer fra landsforsøgene i 2010 viste, at i hvert fald sorten Felina ikke tåler frost. Frostfølsomheden af den valgte sort USO31 kendes ikke, men geografiske områder med større risiko for tidlig nattefrost i september og oktober fravælges.

Der er planlagt en gødskningstildeling på 40 kg N/ha ved såning, det er ukendt, om dette er nødvendigt.

Litteratur

Hjemmesider

[20201124 Anbautipps Hanf \(bafa-gmbh.de\)](https://20201124_Anbautipps_Hanf_(bafa-gmbh.de))

<https://lbst.dk/landbrug/planteavl/cannabis#c60125>

<https://lbst.dk/landbrug/planteavl/industrihamp#c8729>

https://www.landbrugsinfo.dk/public/d/2/c/plante_graddageberegner

[Winterhanf außen.cdr \(landwirtschaftskammer.de\)](https://Winterhanf_aussen.cdr_(landwirtschaftskammer.de))

Artikler

Adesina, I., Bhowmik, A., Sharma, H., & Shahbazi, A. (2020). A review on the current state of knowledge of growing conditions, agronomic soil health practices and utilities of hemp in the United States. *Agriculture*, 10(4), 129.

Amaducci, S., Colauzzi, M., Bellocchi, G., & Venturi, G. (2008). Modelling post-emergent hemp phenology (*Cannabis sativa* L.): theory and evaluation. *European Journal of Agronomy*, 28(2), 90-102.

Crini, G., Lichtfouse, E., Chanut, G., & Morin-Crini, N. (2020). Applications of hemp in textiles, paper industry, insulation and building materials, horticulture, animal nutrition, food and beverages, nutraceuticals, cosmetics and hygiene, medicine, agrochemistry, energy production and environment: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 18(5), 1451-1476.

Kaur, N., Brym, Z., Oyola, L. A. M., & Sharma, L. K. (2023). NITROGEN FERTILIZATION IMPACT ON HEMP (CANNABIS SATIVA L.) CROP PRODUCTION: A REVIEW. *Agronomy Journal*. <https://doi.org/10.1002/agj2.21345>

Manian, A. P., Cordin, M., & Pham, T. (2021). Extraction of cellulose fibers from flax and hemp: a review. *Cellulose*, 28(13), 8275-8294.

Prade, T., Svensson, S. E., Andersson, A., & Mattsson, J. E. (2011). Biomass and energy yield of industrial hemp grown for biogas and solid fuel. *Biomass and bioenergy*, 35(7), 3040-3049.

Wróbel, B., Hryniewicz, M., Kulkova, I., Mazur, K., Jakubowska, Z., Borek, K., Dobrzyński, J., Konieczna, A., Miecznikowski, A., Piasecka-Jóźwiak, K., & Fabiszewska, A. (2023). Fermentation Quality and Chemical Composition of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.) Silage Inoculated with Bacterial Starter Cultures-A Pilot Study. *Agronomy*, 13(5), 1371.

Wulff, H. M., Ryan-Salter, T., Andreucci, M. P., Pyke, N., Collie, M., & Moot, D. J. (2021). Growth and dry matter accumulation of three hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars sown on three dates in Canterbury. *Agronomy New Zealand* 51.