

Rapport vezelhennep

Vezelhennep als gewas
voor de bouw



Verantwoording

In dit rapport is de kennis en ervaring van henneptelers uit de verschillende regio's in Nederland gebundeld en willen we dit delen met agrariërs, loonwerkers en andere geïnteresseerden. Dit rapport richt zich op de ervaringen met de hennepteelt in de Stedendriehoek (Zutphen, Apeldoorn en Deventer). In 2023 zijn op verschillende landbouwgronden in Gelderland percelen ingezaaid met vezelhennep ten behoeve van de bouw. De meeste hectares werden in de Stedendriehoek en de Achterhoek verbouwd. In de Stedendriehoek is 60 hectare vezelhennep ingezaaid op 15 verschillende locaties. De vezelhennep is op verschillende grondsoorten verbouwd met verschillende teeltwijzen en een variatie aan opbrengsten. Per locatie is er vooraf bewust gekeken naar de bodemtoestand. Van elk perceel is de grondmonster vooraf geanalyseerd, om te zorgen dat er inzichtelijk wordt gemaakt of de bodem geschikt is voor de hennepteelt. Dit heeft veel relevante data opgeleverd dat middels dit rapport zal worden gedeeld.

Deze uitgave is onder leiding van Building Balance geschreven in samenwerking met partijen die in de Stedendriehoek hebben bijgedragen aan het tot stand brengen van dit rapport. Deze partijen zijn RAACC-adviesbureau, Hofmeijer Voorst en Wageningen University.

Inhoud

Verantwoording.....	1
1. Inleiding	3
1.1 Afbakening.....	3
1.3 Leeswijzer.....	3
2. Vezelhennep in het bouwplan	4
2.1 Plant en bouw	4
3. Bewegredenen voor hennep	6
3.1 Nutriëntenefficiëntie	6
4. Teelt.....	10
4.1 Bodem	10
4.2 Bemestingsrichtlijnen	12
4.3 Zaaibed bereiding	14
4.4 Zaaïen	14
4.5 Gewasbescherming en onkruidbestrijding	15
4.6 Maaïen	15
5. Groeiseizoen	16
6. Economische aspecten	20
7. Conclusie.....	21
Verwijzingen	22

1. Inleiding

Door een afname aan agrarische ondernemers in de Stedendriehoek, is Loonbedrijf Hofmeijer uit Voorst samen met agrariërs gestart met de zoektocht naar nieuwe perspectieven en verdienmodellen met nieuwe teelten. Hofmeijer is daarnaast partner van de regionale ketensamenwerking Boeren voor Biobased Bouwen in de Stedendriehoek. Het ketenproject wekt in de volle breedte aan het opzetten van een ketensamenwerking voor biobased bouwmaterialen. Hierbij gaat het om het verbouwen van vezelgewassen, het verwerken van deze gewassen tot biobased bouwmaterialen en de toepassing van deze producten in Regio Stedendriehoek. Dit was voor Hofmeijer de aanleiding om 60 hectare vezelhennepe te verbouwen, om de regio kennis te laten maken met de teelt.

In 2023 zijn op verschillende landbouwgronden in Gelderland percelen ingezaaid met vezelhennepe. De teelt vond voornamelijk plaats in de regio's de Stedendriehoek en de Achterhoek. In de Stedendriehoek is 60 hectare vezelhennepe ingezaaid op 15 verschillende locaties. Hofmeijer Loonwerkbedrijf BV heeft samen met 11 agrariërs onderzoek gedaan naar de inpasbaarheid van vezelhennepe in de Stedendriehoek. De vezelhennepe is op verschillende grondsoorten verbouwd met verschillende teeltwijzen en een variatie aan opbrengsten. Per locatie is er vooraf bewust gekeken naar de bodemtoestand. Van elk perceel is de grondmonster vooraf geanalyseerd, om te zorgen dat er inzichtelijk wordt gemaakt of de bodem geschikt is voor de hennepteelt. Dit heeft relevante data opgeleverd dat breder kan worden gedeeld met henneptelers en agrariërs die de hennepteelt willen integreren in het bouwplan. Vanuit Building Balance is de wens om zoveel mogelijk naar een soort landelijke blauwdruk toe te werken.

1.1 Afbakening

De teelt van vezelhennepe zal flink opschalen in de verschillende regio's in Nederland. In het afgelopen jaar zijn er veel ervaringen opgedaan met deze teelt. Dit heeft relevante resultaten en data opgeleverd die inzichtelijk maken onder welke omstandigheden de vezelhennepteelt het beste rendeert en onder welke omstandigheden niet. Vanuit Building Balance is de vraag ontstaan om deze data en resultaten te bundelen en te koppelen aan wetenschappelijke literatuur. De producten die worden opgeleverd dienen ter ondersteuning bij het formuleren van een heldere propositie voor een boer die de vezelhennepteelt wil integreren in het businessmodel. Omdat het initiatief van dit rapport bij Building Balance ligt en de financiële bijdrage voor dit rapport hebben geleverd, ligt de focus duidelijk op de hennepteelt dat in de regionale ketens is uitgevoerd. Dit rapport zal via de website van Building Balance openbaar worden gemaakt en zodoende ook beschikbaar komen voor andere regioketens.

1.3 Leeswijzer

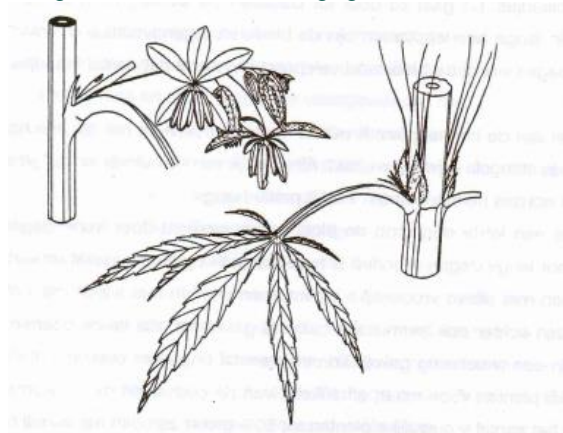
Dit rapport geeft een beeld van kennis en ervaringen die het afgelopen jaar is opgedaan met de teelt van vezelhennepe in de Stedendriehoek. In hoofdstuk 2 wordt dieper ingegaan op de toepassing van vezelhennepe in het bouwplan en de eigenschappen. In hoofdstuk 3 komen de beweegredenen voor het telen van vezelhennepe aan bod. Hoofdstuk 4 geeft handreikingen voor het telen van het gewas, zoals grondbewerking, bemesting, zaaien en oogsten. Hoofdstuk 5 geeft een analyse van het groeiseizoen van vezelhennepe en de ondernomen stappen om naar een geslaagde teelt te streven. Tenslotte wordt in hoofdstuk 6 ingegaan op de economische aspecten en de regelgeving die komen kijken bij de teelt van vezelhennepe.

2. Vezelhennep in het bouwplan

Voor Nederlandse agrariërs is vezelhennep een relatief nieuw gewas, maar wereldwijd wordt de teelt grootschalig uitgevoerd in verschillende klimaten. Vezelhennep is een interessant gewas voor uiteenlopende toepassingen. Ondanks de variëteit aan industriële toepassingen van deze plant, is er sinds 2022 in Nederland veel interesse naar de teelt, vanwege het toenemende belang van biobased bouwmaterialen. In dit hoofdstuk wordt inzichtelijk gemaakt wat de kenmerken en eigenschappen zijn van de plant en hoe dit optimaal kan worden benut in het bouwplan van de agrariër.

2.1 Plant en bouw

Vezelhennep is de term die wordt gebruikt om aan te duiden dat het gaat om de legale hennepsteelt. Vezelhennep is hennep dat wordt verbouwd voor industriële toepassingen. Het gaat hierbij dus om rassen waarbij de percentage THC erg laag ligt. In vezelhennep is de THC dus in kleine hoeveelheden aanwezig. Als grenswaarde wordt uitgegaan van 0,3% THC.



Figuur 1 Delen van de hennepstengels. Links mannelijke soort en rechts de vrouwelijke soort.

Het zaad van hennep is een vrucht met daarin één zaadje. Dit is omgeven met een harde schil. De kleur van het zaad is lichtbruin tot donkergrijs. Hennep staat ook bekend als een plant met een hoog aandeel eiwit en olie. Het zaad van hennep bevat circa 25 % eiwit en 35 % olie. Dit aandeel heeft een goede toepassing als humane- en dierlijke consumptie.

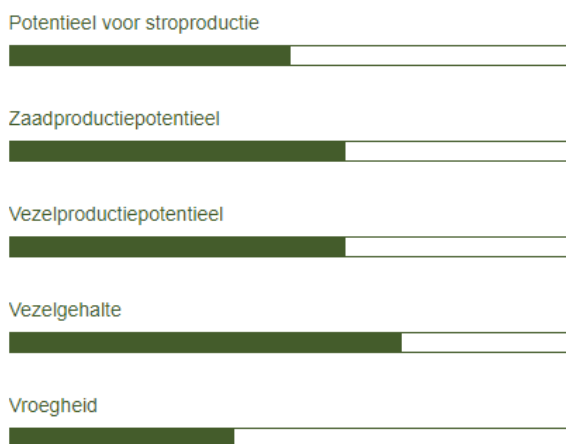
Veel toepassingen van hennep zijn gebaseerd op de vezels die zich in de stengels van de plant bevinden. Vezelhennep ontleent zijn naam aan de nuttige eigenschappen van deze stengels, die min of meer gegroefd en hol zijn. Bij het zaaien van hennep met een hoge plantdichtheid vertonen de stengels weinig vertakkingen. De term 'vezel' kan soms verwarrend zijn, aangezien het zowel naar een enkel plantaardige cel kan verwijzen als naar een bundel van meerdere vezelcellen. In dit rapport wordt alleen de laatste betekenis bedoeld.

De stengel van de hennepplant kan worden onderverdeeld in een kern en bast, waarbij deze twee delen worden gescheiden door het vasculair cambium (weefsel laag in de plant). De vezels in de kern worden scheven genoemd. Wanneer kern en bast worden gescheiden, komen de scheven vrij in kleine brokjes die lijken op houtspaanders. De uiteindelijke kwaliteit van de vezelhennep wordt bepaald door factoren, zoals de hoeveelheid vezels, het fysische en chemische gedrag ervan, de anatomie en de chemische samenstelling. De kwaliteit is afhankelijk van het gebruikte ras en de teeltwijze.

2.2 Gewenste eigenschappen voor teelt in de Stedendriehoek

Wereldwijd zijn er verschillende hennepvariëteiten die in drie hoofdgroepen worden ingedeeld. Specifiek in Europa zijn er drie regio's waar men zich heeft gespecialiseerd in het ontwikkelen van bepaalde hennepsoorten. Er zijn rassen ontwikkeld voor klimaten met strenge winters en warme, natte zomers, terwijl anderen juist zijn aangepast voor de teelt in droge, mediterrane omstandigheden. Ook in deze context zijn er soorten die in meer dan één regio kunnen worden geteeld. De keuze voor een specifieke hennepvariëteit hangt dus sterk af van de lokale klimatologische omstandigheden, bodemkwaliteit en de intensiteit van de teeltbegeleiding.

De verschillende hennepsoorten zijn geclassificeerd op basis van hun bloeitijd: vroeg of laat bloeiend. Deze bloeitijd hangt niet af van het zaaimoment, maar van de soort, de geografische hoogte en het lokale klimaat. Dit bepaalt mede de teelt- en oogstmethode. In de Stedendriehoek is de keuze voor een bepaald ras gemaakt op basis van de technische toepassing, de grondsoorten en het klimaat in de regio. Er is de keuze gemaakt voor het ras Ferimon. Ferimon is een gecertificeerd eenhuizig ras dat afkomstig is uit Duitsland en Frankrijk. Eenhuizig betekent dat de hennepplant zowel mannelijke als vrouwelijke bloemen op één en dezelfde plant produceert. Dit ras wordt bij voorkeur aanbevolen in Noord-Europa, waar de eigenschappen het beste tot uiting komen. Ferimon is een goed ras dat vroegheid, hoge zaadopbrengst en een goed vezelgehalte combineert.



Figuur 2 Technische specificaties Ferimon (bron: Hempit)

De primaire keuze voor dit ras is gemaakt vanwege de hoge vezelgehalte, omdat de teelt is uitgevoerd voor de toepassing als isolatiemateriaal. De keuze voor het juiste ras hangt dus af van de technische toepassing, grondsoort en lokale klimaat en wordt in overleg met de verwerker gemaakt. In de Stedendriehoek zijn er verschillende grondsoorten die in de hoofdregel geschikt zijn voor Ferimon. Ferimon heeft in de rasantwikkeling aangetoond goed te kunnen presteren op zwaardere gronden. Hennep heeft een voorkeur voor gronden met een goed bodemstructuur, om te zorgen dat het wortelstelsel nutriënten uit diepere bodemlagen kan halen. Op zware gronden is dit vaak een uitdaging, door het hoge lutumgehalte. In hoofdstuk 3, 4 en 5 wordt hier inhoudelijk dieper op ingegaan.

3. Beweegredenen voor hennep

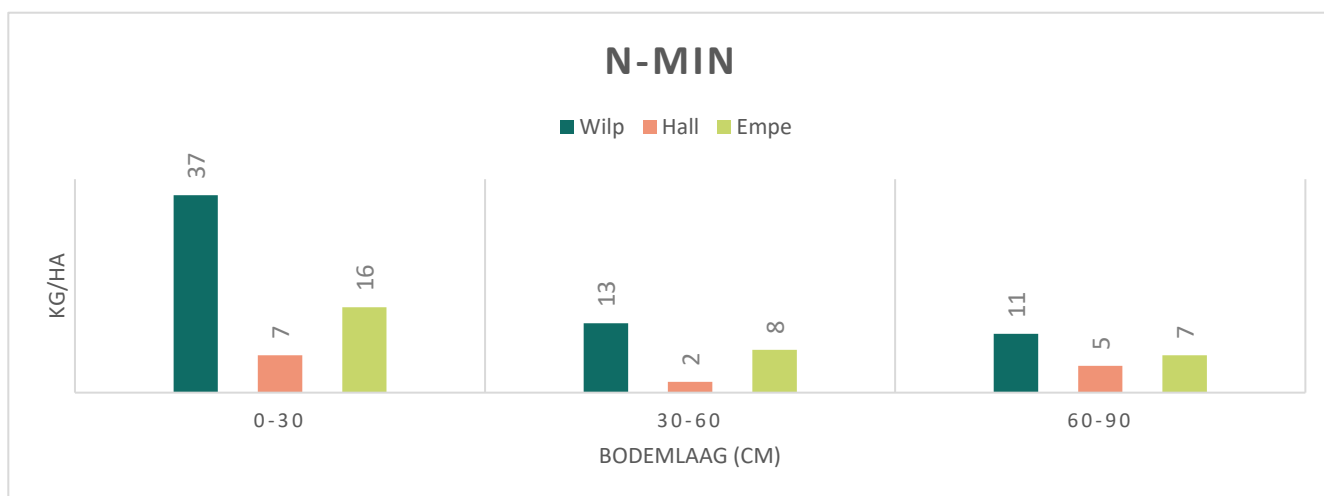
De hennep teelt heeft in principe een positief invloed op de bodem en het bodemleven, uitgaande van een goede uitgangssituatie. Daarnaast heeft hennep een belangrijke rol gekregen in het bouwplan, omdat hennep vanuit het 7^e actieplan nitraatrichtlijn wordt erkend als een rustgewas. Dat houdt in dat het is toegestaan om hennep in te zetten als rustgewas in de verplichte gewasrotatie. Een agrariër is hierbij verplicht om 1 keer in de 4 jaar op zand- en lössgrond een rustgewas te verbouwen. Dit is één van de meest voorkomende beweegredenen in de Stedendriehoek om vezelhennep te verbouwen. Daarnaast zijn er agrariërs die de verschillende eigenschappen van de hennepplant willen gebruiken om de bodemstructuur en -gezondheid willen verbeteren.

3.1 Nutriëntenefficiëntie

Door de relatief korte veredeling van hennep in ons klimaat is de productie van vezelhennep onder niet-limiterende omstandigheden hoog. Onder de ideale omstandigheden kan vezelhennep binnen 100 dagen groeien tot een hoogte van 4 meter. Hennep groeit gemiddeld 4 cm per dag. Dit wordt bereikt met een goed verkruid zaai bed, voldoende vocht en nutriënten, een bodemtemperatuur boven 12 graden Celsius en een goed bodemstructuur.

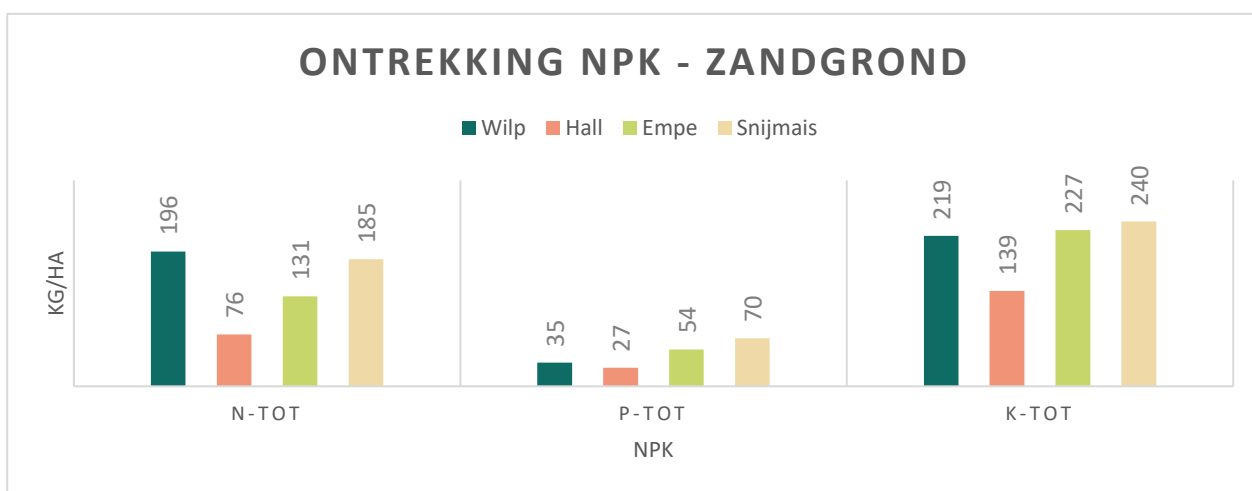
Om te bepalen hoe efficiënt hennep de nutriënten benut, is er samen met Wageningen University en Research een onderzoek gedaan naar de onttrekking van stikstof, fosfaat en kalium. Hiervoor zijn van drie percelen N-min monsters gestoken ruim 2 dagen na het maaien. Daarnaast is er van deze percelen een gewasanalyse gemaakt. N-min geeft de som weer van NO₃- en NH₄⁺ (nitraat en ammonium). De ammonium (NH₄⁺) wordt in de bodem snel opgenomen door bodemleven en vervolgens omgezet tot nitraat (NO₃-). Nitraat is direct en volledig beschikbaar als voeding voor de plant vanwege de hoge mobiliteit in de bodem. De uitslagen van de N-min monsters geven inzicht de hoeveelheid stikstof beschikbaar is in de bodem. Op basis hiervan kan gestuurd worden met een bemestingsstrategie.

De N-min monsters zijn genomen om zo snel mogelijk na de oogst te bepalen hoeveel stikstof er nog in de bodem aanwezig is in drie verschillende bodemlagen; 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm. In de grafiek hieronder staan de uitslagen van drie percelen op zandgronden. Donkergroen geeft het perceel weer met de hoogste opbrengsten van 10,7 ton per hectare. Oranje en lichtgroen geven de percelen weer met een gemiddelde opbrengst tussen 5 en 6 ton per hectare.



Figuur 3 Resultaten N-min monsters in kg/ha van drie verschillende locaties op zandgrond

Er zijn een aantal opmerkelijke factoren in het grafiek. Er is tussen de percelen een wezenlijk verschil in de hoeveelheid stikstof dat nog aanwezig is in de drie bodemlagen. In de situatie van donkergroen en lichtgroen is er een gelijkmatige afname in stikstof per bodemlaag. In het geval van oranje zien we een toename in stikstof van 30-60 naar 60-90. Dit betekent dat de bodemlaag 30-60 flink is uitgeput en dat de nutriënten uit 60-90 beperkt zijn benut. De hennepplanten op dit perceel stonden er ook minder goed bij dan op de overige percelen. De hennepplanten hadden dunne stengels en waren geel van kleur. Dit is een indicatie van een stikstoftekort. De oorzaak hiervan is het lage stikstof leverend-vermogen van de grond en de aanwezigheid van drainage op een diepte van 60 á 90 centimeter. Drainage zorgt over het algemeen voor een goede waterhuishouding. Echter werkt het voor hennep nadelig. Door de diepe beworteling van hennep, creëert drainage een storende laag. Met het selecteren van een perceel voor de hennep teelt is het dus goed om te weten of er drainage aanwezig is en op welke diepte.



Figuur 4 Vergelijking onttrekking per ha NPK met snijmais op 17 ton DS

In Figuur 4 staat de onttrekking van stikstof, fosfaat en kalium weergegeven van de drie locaties. Ter vergelijking is de gemiddelde onttrekking van snijmais weergegeven. Voor het onderzoeken van de onttrekking zijn gewasanalyses gedaan. Hierbij zijn willekeurige hennepplanten van de drie locaties binnen 48 uur na het maaien onderzocht op het laboratorium door Eurofins Agro.

Een hennepplant bestaat voor ongeveer 99% uit koolstof, zuurstof en water. De hoofd- en sporenelementen vormen de rest. Hoewel de nutriënten maar een klein onderdeel uitmaken van het plantmateriaal heeft een tekort aan één of meerdere elementen vaak grote gevolgen voor de groei en ontwikkeling van het gewas. Hennep neemt de hoofd- en sporenelementen op uit de bodem. De beschikbaarheid van de nutriënten is sterk afhankelijk van de grondsoort, de pH, het klimaat en van de aanwezigheid van bodemorganismen. De aanwezigheid van een belangrijke nutriënt geeft geen garantie dat de plant het voldoende kan opnemen.

Met de resultaten in de grafiek kan er worden geconcludeerd dat hennep bij een opbrengst van >10 ton hennepstro ongeveer een gelijke onttrekking heeft van stikstof. De onttrekking van fosfaat is een stuk lager dan dat van snijmais. Er is geen causaal verband tussen de fosfaat onttrekking en de opbrengsten per hectare.

Met deze resultaten kan er worden geconcludeerd dat dit N-min onderzoek een goede indicatie geeft van totale stikstofbenutting en de stikstofvoorraad na de oogst. Met een N-min onderzoek kan een advies worden opgesteld voor de hoogte van de benodigde stikstofgift uit een groenbemester en mestgift.

Structuurverbetering

Hennep heeft in de Stedendriehoek aangetoond een wezenlijk invloed te kunnen uitoefenen op de bodemstructuur, ongeacht de grondsoort. De hennepplanten zijn gevoelig voor wateroverlast en groeien het beste op goed doorwortelbare en losse bodemstructuur. Op de percelen waar de bodemstructuur goed was, heeft de hennep die bodemstructuur verbetert, wat ook goed is voor andere gewassen in het bouwplan als mais, suikerbieten en aardappelen. Een groenbemester die diep wortelt en een hoge nalevering heeft van nutriënten is gunstig na de hennepsteelt. Hierdoor zal de groenbemester de aanwezige nutriënten vasthouden en wordt er voorkomen dat deze uitspoelen. Een diepe beworteling van de groenbemester werkt ook gunstig voor de bodemstructuur en bevordert de waterhuishouding in de winter.

In de Stedendriehoek is er gekozen om de groenbemesters bladrammenas en gele mosterd als groenbemester in te zaaien na de hennepsteelt. Er is hiervoor gekozen, omdat beide groenbemesters vorstgevoelig zijn en daardoor in de winter zullen afsterven. Dit is gunstig voor het vernietigen van de groenbemester in het voorjaar en vergt daardoor geen input van glyfosaat of intensieve mechanische bewerkingen. Dit is namelijk vaak het geval met een Italiaans raaigras als groenbemester. Daarnaast beperken deze groenbemesters de vermeerdering van het wortellesieaaltje, omdat zij hier geen waardplant voor zijn. Dit is gunstig in een bouwplan met bijvoorbeeld pootaardappelen, waar schade door het aaltje kan optreden.

Het gewenste zaaitijdstip van deze groenbemesters ligt in de periode augustus-oktober. De vroege oogst van de hennepsteelt heeft dit mogelijk gemaakt, waardoor de groenbemester heeft kunnen slagen. Voor gele mosterd geldt als vuistregel dat dit gewas per 10 cm hoogte, ongeveer 10 kg stikstof per hectare bevat. Als er na vernietiging van de groene massa in maart niet erg veel regen valt, zal een groot deel van de stikstof voor het volggewas in 2024 beschikbaar zijn. Voor bladrammenas geldt hetzelfde. Deze groenbemester kenmerkt zich voor zijn diepe penwortel en het vermogen om de bodem te bedekken. Bladrammenas geeft doormiddel van haar wortels exudaten af. Deze suikers voeden en activeren het bodemleven. Daarnaast voorkomt bladrammenas stikstofuitspoeling. In Figuur 6 is goed te zien hoe de wortels van bladrammenas ruim anderhalve maand na zaai zich hebben ontwikkeld.

Echter is het wel opgevallen dat er hennepopslag kan ontstaan, zie Figuur 5. Dit ontstaat doordat de zaadjes in de toppen tijdens het maaien op de grond vallen en onder vochtige omstandigheden gaan kiemen. Dit heeft geen gevolgen voor de volgteelt, doordat de hennepplanten onder een gemiddelde temperatuur van 10 graden Celsius zullen afsterven.



Figuur 5 Hennepopslag in groenbemester



Figuur 6 Beworteling bladrammenas

In Figuur 7 is goed te zien hoe de bodemtoestand is op kleigrond na een periode met veel regen in november 2023. De maandsom van neerslag in de Stedendriehoek in november was gemiddeld 174 mm. Opvallend is de waterdoorlatendheid van de bodem. De toplaag van de bodem heeft een grove structuur met veel poriën. Onder deze omstandigheden wordt het water goed tijdens zware regenval voldoende afgevoerd en blijft er voldoende zuurstof in de bodem. Dit is gunstig voor het in stand houden van de bodembiologie.



Figuur 7 Kleigrond zonder groenbemester in november na een periode met veel regen

De stoppelbewerking is in de Stedendriehoek uitgevoerd met een vaste tand cultivator. De bewerkingdiepte was maximaal 15 cm. diep. In Figuur 8 is goed te zien wat het resultaat is hiervan. In het afbeelding ernaast is de ligging van dit perceel afgebeeld. Dit perceel ligt op zware rivierklei en buiten de uiterwaarden van de IJssel. Op een aantal percelen is het zaaien van de groenbemester uitgevoerd in combinatie met de stoppelbewerking. Idealiter wordt deze bewerking binnen twee weken na de oogst uitgevoerd, om de waterdoorlatendheid te bevorderen, voordat de periode met zware regenval aanbreekt.

De hennepplanten worden tijdens de oogst afgemaaid op een hoogte van circa 20 cm. De stengels die op het land blijven staan, worden stoppels genoemd. Tijdens het rottingsproces zullen deze afsterven, waardoor de stoppels eenvoudig kunnen worden ondergewerkt met een vaste tand cultivator wanneer de balen van het land zijn gehaald. Een vaste tand cultivator met ganzenvoettanden wordt aanbevolen, omdat deze effectief het wortelstelsel lostrekt en vervolgens onderwerkt. Door vervolgens met een rol de toplaag licht aan te drukken, zal het perceel er vlak bij liggen, wat gunstig is voor de vervolgbewerking.



Figuur 8 Stoppelbewerking met vaste tand cultivator na hennepoogst

4. Teelt

4.1 Bodem

Bodemstructuur

De hennepplant staat bekend om zijn verschillende eigenschappen. Een belangrijk eigenschap van hennep is het verbeteren van de bodemstructuur. Het is hierbij wel belangrijk om rekening te houden met de bodemtoestand. De hennepplant heeft een goede structuur. Onder de gewenste omstandigheden kan hennep diep wortelen. De gewenste fysische omstandigheden voor een goede bodemstructuur worden hieronder benoemd:

- + Geen storende lagen door verslemping of insporing van landbouwmachines
- + Organische stofgehalte rond 3,5 %, afhankelijk van grondsoort
- + Goede ontwatering en waterhuishouding van de bodem
- + Zuurtegraad met een pH-waarde boven 5 op zandgrond en 5,5 op kleigrond
- + Goede verhouding bodemleven, organische stof, vocht, lucht en vaste deeltjes

Beworteling

Vezelhennep heeft een penwortel. De penwortel kenmerkt zich als een sterke hoofdwortel die recht naar beneden groeit. De penwortel verankert de plant en zorgt ervoor dat deze ook uit diepere grondlagen vocht en nutriënten kan halen. Dankzij het fijne wortelstel heeft hennep de potentie om onder N-limiterende omstandigheden nog stikstof uit diepere bodemlagen te halen. De penwortel heeft in de Stedendriehoek op de verschillende grondsoorten een diepte bereikt van 20 tot 40 centimeter. Dit is vaak de maximale diepte van de bovenste teeltlaag.



Figuur 9 Wortelstelsel van vezelhennep ruim 80 dagen na zaai. Links kleigrond, rechts zandgrond.

Perceelskeuze

In de Stedendriehoek is afgelopen jaar bewust de keuze gemaakt om vezelhennepe te telen op verschillende grondsoorten met verschillende teeltwijzen. De teelt werd onder verschillende omstandigheden geteeld. Hieronder staat een overzicht van de factoren die invloed hebben gehad op de hennepteelt.

- + Gebruiksbeperkingen
- + Laaggelegen en hooggelegen gronden
- + Biologisch geteelde gronden
- + Blijvend grasland op kleigrond
- + Gronden met continue teelt snijmais en gronden die hoofdzakelijk worden ingezet voor akkerbouwteelten.



Figuur 10 Activiteiten ten behoeve van teeltseizoenen (Bron: Hofmeijer Voorst)

4.2 Bemestingsrichtlijnen

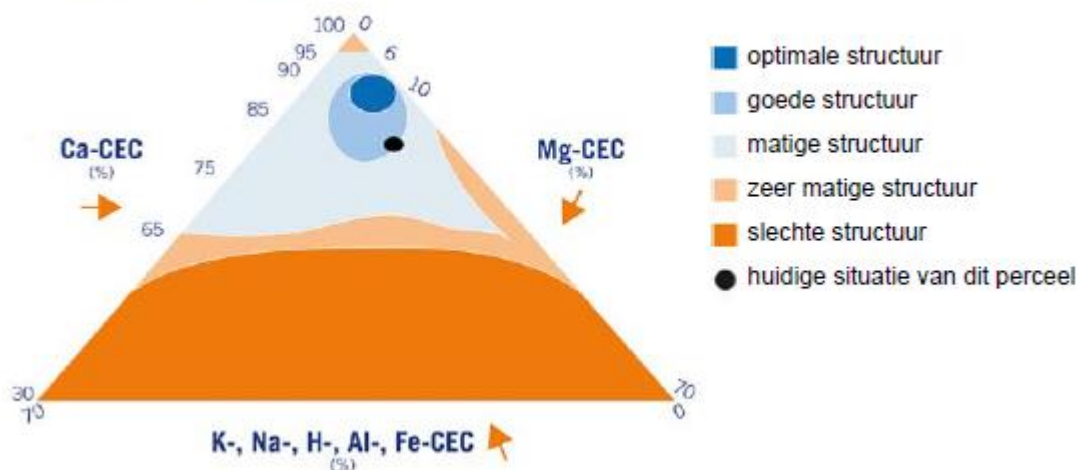
Voor de bemesting van de percelen is er gekozen voor een gift van ca. 110 kg stikstof per hectare. Dat is omgerekend 28-30 m3 rundveedrijfmest. Vooraf zijn de grondmonsters verzameld van de percelen. Met deze grondmonsters werd er bepaald of de percelen geschikt zijn voor de hennepcultuur. De grondmonster geeft een aantal belangrijke parameters weer die voor de hennepcultuur van belang zijn om in orde te hebben. Deze parameters worden hieronder in één van de grondmonsters met blauw aangegeven.

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	7610	5250 - 7870				
	C/N-ratio		11	13 - 17				
	N-leverend vermogen	kg N/ha	130	95 - 145				
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	21	20 - 30				
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	1170	1150 - 2130				
	C/S-ratio		72	50 - 75				
	S-leverend vermogen	kg S/ha	16	20 - 30				
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	4,9	6,3 - 10,5				
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	595	535 - 685				
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	385	245 - 385				
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	380	260 - 435				
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	110	250 - 585				
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	3845	3705 - 4715				
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	335	245 - 385				
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	445	350 - 580				
Fysisch	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	91	52 - 105				
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	40	56 - 104				
	Si-plantbeschikbaar	g Si/ha	94200	20940 - 90740				
	Fe-plantbeschikbaar	g Fe/ha	7500	8730 - 15710				
	Zn-plantbeschikbaar	g Zn/ha	560	1750 - 2620				
	Mn-plantbeschikbaar	g Mn/ha	3490	11170 - 17450				
	Cu-plantbeschikbaar	g Cu/ha	90	140 - 225				
	Co-plantbeschikbaar	g Co/ha	10	15 - 30				
	B-plantbeschikbaar	g B/ha	1045	560 - 770				
	Mo-plantbeschikbaar	g Mo/ha	10	350 - 17450				
	Se-plantbeschikbaar	g Se/ha	15	12 - 16				
	Zuurgraad (pH)		5,6	5,5 - 6,1				
	C-organisch	%	2,4					
	Organische stof	%	4,7					
	C/OS-ratio		0,51	0,45 - 0,55				
	Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0				
	Klei (<2 µm)	%	2					
	Silt (2-50 µm)	%	17					
	Zand (>50 µm)	%	76					
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	70	> 55				
CEC-bezetting	%	99	> 95					
Ca-bezetting	%	79	80 - 90					
Mg-bezetting	%	15	6,0 - 10					
K-bezetting	%	4,0	2,0 - 4,0					
Na-bezetting	%	0,7	1,0 - 1,5					
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0					
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0					

Figuur 11 Voorbeeld grondmonster van perceel

Deze grondmonster is genomen van een perceel op zandgrond. De monster is genomen op 22 februari 2023, nog ruim voordat er werd bemest. Wat opvalt is de hoeveelheid stikstof dat in de bodem aanwezig is. Dankzij een gewenst zuurgraad van 5,6 en een hoog organische stofgehalte van 4,7%, is de bodem in staat om voldoende nutriënten beschikbaar te stellen voor de hennepcultuur. In theorie is een mestgift van 30 m3 op basis van de hoeveelheid stikstof niet noodzakelijk. Echter is het van belang om het niveau fosfor en kalium op peil te houden. Agrariërs hebben daarnaast de voorkeur om zoveel mogelijk mest te kunnen plaatsen op de percelen, om de afvoerkosten te drukken. De hennepcultuur had dus op dit perceel prima met een gift van <30 m3 rundveedrijfmest geteeld kunnen worden, maar voor deze grondeigenaar is het aanvoeren van drijfmest in tegenstelling tot een melkveehouder juist een verdienmodel.

Figuur: Structuurdriehoek



De mest is uitgereden met een zodemester. Hiermee wordt de mest bovengronds uitgereden en wordt het niet te diep weggestopt in de bodem. Er is voor de zodenbemester gekozen in plaats van een bouwlandbemester, om de meststoffen in de top laag te houden, zodat het eerder beschikbaar is voor de hennepplantjes. Om verschillende bemestingsstrategieën te onderzoeken, zijn twee percelen niet bemest met rundveedrijfmest. Eén perceel is bemest met biologische kippenmest en de andere met vaste stalmest. Het nadeel van vaste mest is de trage omzetting van de nutriënten. Ondanks de hoge stikstofgehalten, is de stikstofnalevering van deze mestsoorten trager dan vloeibare meststoffen. Dit is afhankelijk van de bodemtoestand en de hoeveelheid bodemleven dat aanwezig is in de top laag. Het perceel met kippenmest had een slechte opkomst in de eerste groeifase, maar ongeveer 5 weken na zaai begon de groei zich te herstellen. Door de hoge stikstofnalevering van kippenmest werden de hennepplanten ruim 3,5 meter hoog. Ondanks de gunstige lengte van de planten, waren de opbrengsten op dit perceel niet meer dan 5,5 ton per hectare. Dit komt door de gevolgen van de extreme droge periode na het zaaimoment.

Met behulp van een NIRS sensor is de drijfmest uitgereden. De NIRS sensor is precisielandbouwtechnologie en staat voor nabij-infrarood (NIR)-spectroscopie. De techniek maakt analyseren van diverse bestanddelen in gewassen, ruwvoer en drijfmest mogelijk. Het wordt door loonbedrijf Hofmeijer vaak toegepast om een analyse te maken van NPK-bestanddelen tijdens bemesting. Met deze techniek kan er plaats specifiek gestuurd worden op de NPK-behoefte van de plant en bodem en wordt drijfmest efficiënt benut.



Figuur 12 Verdeling dierlijke mest m.b.v. NIRS-techniek

4.3 Zaaibed bereiding

De hennep teelt is een akkerbouwmatige teelt. Dat houdt in dat niet alleen de bemesting, maar ook de grondbewerking en zaaibedbereiding enige aandacht vergt om hoge opbrengsten te realiseren. De percelen met een groenbemester zijn na de bemesting licht gefreesd met een BIO hakfrees, die maximaal 3 centimeter diep freest. Het doel hiervan is om de groenbemester (vanggewas) te vernietigen. Vervolgens is de keuze gemaakt om de percelen ondiep te bewerken met een eco-ploeg. Met de eco-ploeg wordt de grond ondiep omgeploegd op een diepte van maximaal 10 centimeter. Hiermee is het doel om de bodemtemperatuur, nutriënten en vocht bovenin de toplaag te houden. Dit is gunstig voor de kiemfase van de plant.

Op de kleigronden is er gekozen om te spitten of ploegen op 25 cm diepte. De keuze voor de grondbewerking hangt af van de samenstelling van de grond. Kleigrond is wat zwaarder en plakkeriger dan zandgrond door de hoge lutumgehalte. Het omploegen of spitten van de grond zorgt er dan beter voor dat er een schoon zaaibed wordt achtergelaten.

4.4 Zaaïen

Het zaaïen is het meest cruciale onderdeel van de teelt. Een gunstige start van hennep is van belang voor een goede ontwikkeling van het wortelstelsel. Het zaaïmoment wordt bepaald aan de hand van de bodemtemperatuur. In de Stedendriehoek is er gezaaid met een bodemtemperatuur boven 12 graden Celsius met een vochtige ondergrond. Het gewenste zaaïmoment ligt tussen half april en half mei. Door een late start van het seizoen, zijn de eerste percelen pas in de eerste week van mei ingezaaid. De laatste percelen zijn op 2 juni ingezaaid. Dit waren de zware en laaggelegen landbouwgronden.

Voor het zaaïen is er gebruik gemaakt van een standaard nokkenrad-zaaimachine in combinatie met kopeg. De kopeg verkrumelt de grond goed en drukt deze aan met een pakkerwals. Het zaad wordt op een diepte van maximaal 2 centimeter gezaaid. Het is daarom gunstig dat de grond voldoende is aangedrukt, zodat de zaadjes in contact komen met vocht. Voor technische toepassingen in de bouw, is een dichtheid van 100 planten per m² wenselijk. Er wordt daarom een zaaïhoeveelheid van 35 kg/ha aangehouden. De rijafstand van de zaaimachine is bij de nokkenrad-zaaimachine 12,5 cm. Indien planten per m² meer ruimte krijgen, groeien deze in diameter. Hierdoor wordt er in verhouding meer hout verkregen dan vezel. Voor de vezelproductie wordt er daarom gestreefd naar zoveel mogelijk volume en niet de grootste planten.

Het is belangrijk dat de hennepzaadjes binnen 3 á 4 dagen na het zaaïen gaan kiemen en dat de planten egaal opkomen. Juist omdat het zaad ondiep wordt gezaaid en niet gecoat is, kan er vogelvraat ontstaan. In de figuren hieronder wordt afgebeeld hoe de zaadjes kiemen. De wortel gaat meteen naar beneden, op zoek naar de nutriënten.



Figuur 13 Links: kiemfase 3 dagen na zaai. Rechts: opkomst 7 dagen na zaai

4.5 Gewasbescherming en onkruidbestrijding

Na een goede opkomst is het niet noodzakelijk om hennep te beschermen tegen eventuele ziekten of plagen. Omdat hennep circa 4 cm. per dag groeit, krijgt hennep geen kans zicht te ontwikkelen. 14 dagen na zaai groeit het veld dicht en wordt onkruid onderdrukt. Dit wordt bereikt wanneer de hennepplanten egaal opkomen. Het toepassen van gewasbeschermingsmiddelen is daarom net als het gebruik van kunstmest niet noodzakelijk.

Na de oogst is de grond schoon van onkruiden. De onkruiden hebben op een paar enkele percelen na geen kans gehad om te kiemen, omdat de hennep sneller is gaan groeien. Hieronder in Figuur 14 is goed te zien dat er na de oogst alleen stoppels op het land blijven staan. Dit is voornamelijk gunstig op percelen waar de onkruiddruk hoog is.



Figuur 14 Grond zonder onkruiden na het maaien van hennep

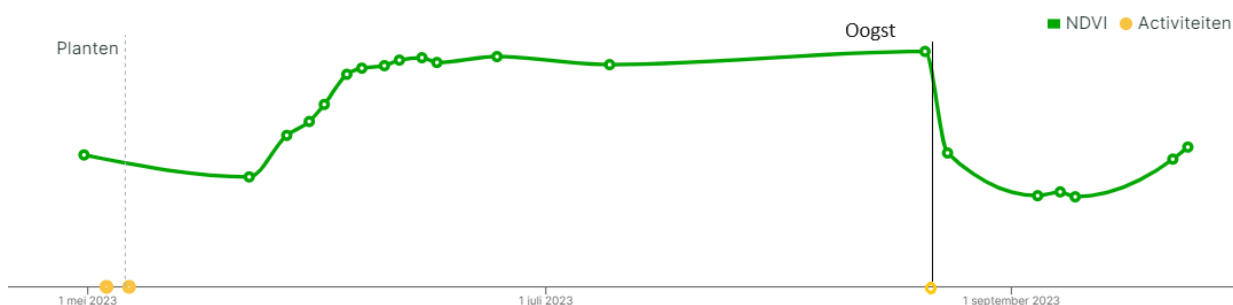
Doordat er geen activiteiten plaatsvinden op de henneppercelen tussen het zaaien en het maaien, krijgen insecten en wild de kans om zich te huisvesten in het gewas. Op diverse locaties in de Stedendriehoek zijn tijdens het groeiseizoen meerdere vossen, reeën en verschillende insectensoorten gespot.

4.6 Maaien

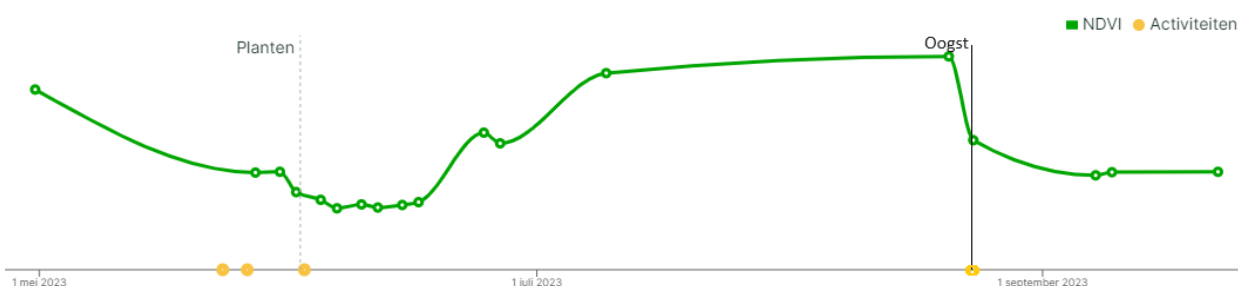
5. Groeiseizoen

Over het algemeen was het groeiseizoen van 2023 gunstig voor de hennepcultuur. Echter begon het seizoen wat later dan gewenst, vanwege een natte voorjaar. De daaropvolgende extreme droogte heeft voornamelijk op de zware gronden invloed gehad op de opkomst van de hennepplanten. Het groeiseizoen van de hennepcultuur heeft afgelopen jaar een gemiddelde duur gehad van 97 dagen. De eerste percelen zijn in de eerste week van mei gezaaid. De laatste percelen, voornamelijk de zware kleigronden, zijn op 2 juni ingezaaid. De opkomst op de zandgronden was gemiddeld genomen beter dan de zware kleigronden, ondanks de keuze voor een ras (Ferimon) dat goed presteert op zware gronden. In de derde week van augustus is de vezelhennep gemaaid met een aangepaste veldhakselaar. In totaal was de teelt op 50 hectare geslaagd. De opkomst op de overige 10 hectare was niet voldoende om te oogsten. Hiervan zijn alleen de toppen gemaaid, om de plant te laten afsterven. In Tabel 1 staan de gemiddelde opbrengsten (t/ha) van alle teeltlocaties weergegeven.

In de grafieken hieronder is het verschil in groeiseizoen goed te zien tussen de hennepcultuur op kleigrond en zandgrond. De groene lijn geeft het verloop van de NDVI-waarden aan. NDVI is een indicator die de hoeveelheid groene biomassa aangeeft. De hennepcultuur op de zware kleigronden had een duur van 89 dagen. Het zaaitijdstip was laat en de teelt werd negatief beïnvloed door de extreme droogte. De opkomst was 21 dagen na zaai nog beperkt. Dit is goed te zien in figuur 4. De hennepcultuur op zandgrond had een groeiduur van 108 dagen, waarbij het zaad binnen 4 dagen na zaai heeft gekiemd. Hier hebben de planten over het algemeen een goede start kunnen maken in de eerste periode na zaai. De percelen

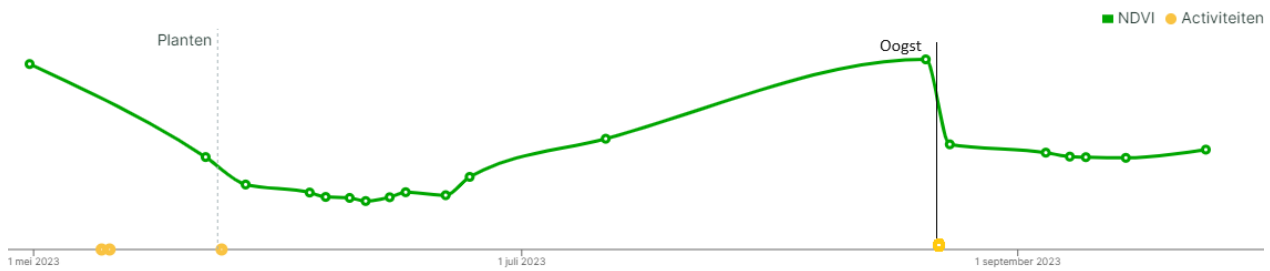


vezelhennep op zand- en kleigrond zijn allemaal in dezelfde week gemaaid.



Figuur 15 Groeiseizoen 100+ dagen op zandgrond

Figuur 16 Groeiseizoen 82 dagen op lage en zware zandgronden



Figuur 17 Groeiseizoen 89 dagen op zware kleigrond na gescheurd grasland

Op de kleigronden is de vezelhenne pas na de eerste regenbui in juli gaan groeien. De planten hebben in de maand juli een goede inhaalslag kunnen maken, omdat de weersomstandigheden toen wenselijk waren voor de groei. Door hoge temperaturen in combinatie met een hoge luchtvochtigheid werden de planten voldoende geprikkeld om te gaan groeien.

De vezelhenne op de zandgronden heeft gedurende de maanden mei en juni goed kunnen groeien tot een maximale hoogte van 3,5 meter. Op deze gronden was de capillaire werking voldoende en was er voldoende vocht aanwezig in de toplaag om het zaad te laten kiemen. Dit zegt iets over de invloed van de bodemstructuur. In de Handboek Hennepteelt (Van den Oever, et al., 2023), dat is gepubliceerd door de WUR, staat dat vezelhenne goed kan groeien op verschillende typen bodem: zavel, leem, zand, veen en klei, mits aandacht wordt besteed aan de waterhuishouding. Een beperkte wortelgroei in het begin van de groei leidt er ook toe dat de plant het bij een latere droge periode zwaarder krijgt. Vezelhenne gedijt dus niet goed op gronden die zijn verzadigd met vocht of een slechte ontwatering hebben.



Figuur 18 Maximale planthoogte van 3,5 meter ruim 70 dagen na zaai

Vezelhenneep is een relatief snelgroeiend gewas dat 80 tot 100 dagen na inzaaien geoogst kan worden. Voor het verkrijgen van hoogkwalitatieve vezels voor toepassingen in de bouw, is het van belang dat een groeiseizoen van rond de 100 dagen wordt bereikt. Vanaf begin augustus staat vezelhenneep in de bloei. Dit betekent dat het oogstmoment rond dit tijdstip moet plaatsvinden. Het is daarom wenselijk om vroeg in het jaar te zaaien, tussen half april en half mei. De groeiduur van de hennepteelt in de Stedendriehoek was gemiddeld 97 dagen.

Het voorjaar in 2023 was een extreem nat voorjaar. Op de hoger gelegen gronden en voornamelijk de zandgronden in de Stedendriehoek was de henneep in de eerste week van mei gezaaid. Onder de gewenste weersomstandigheden was de bodem in goede toestand om ingezaaid te worden. De zaadjes konden in deze periode snel kiemen, door een periode van voldoende zonlicht, vocht en een gunstige opname van nutriënten in de toplaag (bovenste 20 cm). Op deze percelen waren de opbrengsten het hoogst.

De laaggelegen percelen die wat noordelijker lagen in de Stedendriehoek, zijn in de laatste week van mei gezaaid. Op één perceel na, waren dit allemaal kleigronden. De kleigronden waren door de natte weersomstandigheden nog slecht toegankelijk voor de landbouwmachines. Pas vanaf de tweede week van mei waren deze percelen berijdbaar voor zware landbouwmachines. De organische mest is vlak voor de grondbewerking en het zaaien aangewend. Dit heeft op een aantal percelen invloed gehad op de eerste groeifase. De stikstof uit de dierlijke mest en uit de vernietigde groenbemester kwam laat vrij. Hierdoor hebben de henneplanten na het kiemen zelf moeten zoeken naar de benodigde nutriënten, die nog niet voldoende beschikbaar waren. Echter door de extreme periode in mei en juni was de toplaag van deze kleigronden extreem droog en hard. Er was geen vocht beschikbaar in de toplaag voor de zaadjes om verder te kiemen, waardoor de groei werd geremd. In Figuur 15, Figuur 16 en Figuur 17 is goed te zien hoe de verdeling was van de opkomst op de zandgronden en de zware kleigronden. Bij deze drie percelen is het zaaimoment verschillend. In figuur 2 en 3 staan de

Locatie	t/ha	Grondsoort	2022	2021
201 Grotenhuisweg 65, Wilp	10.7	Lichte zavel	Graszaad	Graszaad
218 Oudhuizerstraat, Voorst	8.8	Zand	Triticale	Gerst, zomer-
206a Piepenbeltweg 1, Cortenoever	8.0	Zware zavel	Gerst, zomer-	Tarwe, winter-
212 Clabanusweg 9, Klarenbeek	8.0	Zand	Grasland, blijvend	Grasland, blijvend
214 Groenendaalseweg 40, Loenen	7.2	Zand	Maïs, snij-	Grasland, tijdelijk
202 Langedijk 1A, Hall	5.9	Zand	Aardappelen, poot NAK / Graszaad	Graszaad
219 Bremensallee 12, Oene	5.8	Zand	Maïs, snij-	Maïs, snij-
207 Sintelweg 6, Empe	5.4	Lichte zavel	Maïs, snij-	Maïs, snij-
209 Hogenenk, Brummen	4.7	Lichte zavel	Maïs, snij-	Maïs, snij-
215 Ossenkolkweg 4, Terwolde	4.0	Lichte zavel	Maïs, snij-	Maïs, snij-
217 Vijfmorgen, Nijbroek	3.6	Zware Zavel	Braak	Braak
205 Eerbeekseweg 22, Brummen	3.4	Zand	Maïs, snij-	Maïs, snij-
216 Ossenkolkweg 17a, Terwolde	2.5	Zware Zavel	Maïs, snij-	Maïs, snij-
208 Sintelweg 4, Empe	1.7	Zand	Maïs, snij-	Maïs, snij-
220a Ijsseldijk 1, Veessen	1.4	Zware Zavel	Grasland, blijvend	Grasland, blijvend

Tabel 1 Opbrengsten per locatie van 60 hectare

6. Economische aspecten

De hennepcultuur is economisch interessant, wanneer de plant op verschillende manieren kan worden verwerkt. De vezels, houtscheven en het stof van de hennepplant worden door de verwerker van elkaar gescheiden. Vervolgens worden deze halfproducten als verschillende industriële toepassingen afgezet in verschillende markten, zoals de bouw. In deze markt is de potentie groot voor de houtscheven en vezels voor opschaling, door landelijke ontwikkelingen rondom biobased bouwen die deze markt stimuleren. Daarom ligt in de Stedendriehoek de focus voornamelijk op het verbouwen van vezelhennep voor de bouw.

Kostenplaatje

In de Stedendriehoek is er een hectarebegroting opgesteld die inzichtelijk maakt welke kosten worden gemaakt t.b.v. van de hennepcultuur. De hectarebegroting geeft een indicatie weer van de kosten die worden op hectareniveau. Met een hectarebegroting kan worden bepaald vanaf welk areaal een efficiëntieslag wordt gemaakt, die de kosten te drukken. De begroting is opgesteld met als primair belang: een zo hoog mogelijk opbrengst per hectare. Om dit te behalen, is een weloverwogen aanpak nodig, want elk perceel heeft zijn eigen kenmerken: oppervlakte, ligging, grondsoort, hoogte, bodemvruchtbaarheid, etc.

Tabel 2 Kostenraming hectare hennepcultuur

Omschrijving	Aantal	Eenheid	Prijs per eenheid
Grondbewerking	1	ha	€150-200
Zaaien	1	ha	€120-150
Zaaigoed	35	kg	€5-6
Maaien	1	ha	€160-225
Keren	2	keer	€30
Harken	1	ha	€30-40
Persen	20	baal	€11-13
Laden/lossen	20	baal	€5-6,5
Transport	7	ton	€30

7. Conclusie

De hennepcultuur vertoont duidelijke voordelen voor de bodem en het bodemleven, mits uitgevoerd onder optimale omstandigheden. Deze teelt draagt bij aan de nutriëntenefficiëntie door een effectieve benutting van stikstof, fosfaat en kalium, wat resulteert in een positieve invloed op de bodemvruchtbaarheid. Het onderzoek, uitgevoerd in samenwerking met Wageningen University en Research, toont aan dat hennep een significante hoeveelheid nutriënten kan onttrekken, wat essentieel is voor een doordachte bemestingsstrategie. Dit is vooral relevant in het licht van de 7e actieplan nitraatrichtlijn, waarbij hennep als rustgewas een cruciale rol speelt in gewasrotatie, mede door de eis om eens in de vier jaar een rustgewas te verbouwen op zand- en lössgrond.

Bovendien heeft hennep een gunstige invloed op de bodemstructuur. De diepe beworteling en de verbetering van de waterhuishouding dragen bij aan een gezondere bodem, die op zijn beurt voordelig is voor opvolgende gewassen. De keuze voor groenbemesters zoals bladrammenas en gele mosterd na de hennepcultuur ondersteunt deze positieve effecten verder door het voorkomen van nutriëntenuitspoeling en het stimuleren van een rijke bodembiologie.

Het is echter van belang te benadrukken dat de keuze voor het juiste perceel, met aandacht voor aspecten zoals drainage, cruciaal is voor het maximaliseren van deze voordelen. De aanwezigheid van drainage kan bijvoorbeeld de diepe beworteling van hennep belemmeren en daarmee de positieve impact op de bodemstructuur en -gezondheid verminderen.

Samenvattend biedt de hennepcultuur, indien goed beheerd, niet alleen economische kansen voor agrariërs maar draagt het ook bij aan de verduurzaming van landbouwpraktijken door het verbeteren van de bodemkwaliteit en het stimuleren van biodiversiteit. Dit maakt hennep tot een waardevolle toevoeging aan het bouwplan, zowel vanuit agronomisch oogpunt als in het kader van milieubeheer en duurzaamheid.

Verwijzingen

Van den Oever, M., de Wagenaar, D., Hosper, G., Reinders, G., Vermeire, S., de Raeve, A., . . . Mahy, J. (2023). *Handboek vezelhennepteelt, -verwerking en -toepassingen*. Wageningen Food & Biobased Research.