

# EIGEN KWEEK

## Optimalisatie van hennepvezelkwaliteiten via een geïntegreerde ketenbenadering.

Binnen het PWO-project Eigen Kweek werd onderzocht hoe de vezelkwaliteit van hennep kan aangestuurd worden voor het ontwikkelen van hoogwaardige textieltoepassingen en hoe de verschillende schakels in de waardeketen opnieuw op elkaar afgestemd kunnen worden. Bij de teelt bleken de keuze van de hennepvariëteit, de zaaidichtheid en de zaai- en het oogsttijdstip doorslaggevende factoren. Voor een optimale vezelextractie zijn de manier waarop de stengels geogst worden en de wijze waarop ze geroot worden cruciale stappen. Ze bepalen nl. in grote mate het spinproces van de garens en de eindtoepassingen van weefsels.

De projectresultaten leveren alvast een belangrijke bijdrage aan de revival van hennep als duurzame textielvezel.

## Multifunctioneel gewas.

De geschiedenis van hennepsteelt benadrukt het potentieel van hennep als multifunctioneel gewas. Hennep kan worden geteeld in verschillende geografische klimaatzones en is goed aangepast aan de meeste regio's van de wereld. China, Europa en Canada zijn momenteel de drie meest belangrijke hennepsteelt regio's in de wereld (Salentijn et al., 2015).

Voor alle duidelijkheid industriële hennep is geen marihuana. Marihuana, voornamelijk recreatief gebruikt vanwege de bedwelmende eigenschappen, kan een medicinale waarde hebben (Grotenhermen & Müller-Vahl, 2016). Industriële hennep wordt daarentegen gewaardeerd om zijn medicinale verbindingen, vezels en zaden die gebruikt worden in talrijke producten.

Traditioneel wordt hennep geteeld voor zaad of vezel.

Hennepstengels bevatten twee belangrijke fracties, de bastvezel en de scheven (houtachtige kern). De bastvezels bevatten 73-77 % cellulose, 7-9% hemicellulose en 2-6% lignine, vergeleken met respectievelijk 48 % cellulose, 21-25 % hemicellulose en 17-19 % lignine in de scheven (Schlutenhofer et al., 2017). Zowel de vezels als de scheven kennen een zeer breed scala aan toepassingen (Fig. 1.2). De bastvezels worden voornamelijk gebruikt om papier van hoge kwaliteit te maken, isolatiemateriaal, biocomposieten, touwen en textiel, afhankelijk van de kwaliteit en verdere verwerking (Carus, 2017). De scheven kunnen o.a. verwerkt worden tot bouw materiaal of gebruikt worden als stalstrooisel.



[Figuur 1.2](#). Toepassingen van hennep: (links) plaatmateriaal van vezelhennep ([hempflax.com](http://hempflax.com)); (midden) hennepstrooisel ([dunagrohempgroup.nl](http://dunagrohempgroup.nl)); (rechts) Be.e elektrische scooter gemaakt van hennep ([designboom.com](http://designboom.com)).

## De comeback van hennep.

De herintroductie van industriële hennep als multifunctioneel gewas is dus wereldwijd in opmars en in 2017 werd er voor het eerst meer dan 42.500 ha hennep geteeld in Europa (t.o.v. 15.000 ha in 2012), zowel voor het zaad als voor de vezel (EIHA, 2017). Ook in België zit hennep teelt in de lift met een areaal van 445 ha en 39 meldingen van teeltintentie in Vlaanderen in 2018 (t.o.v. 19 meldingen in 2012).

Binnen Europa is de industriële teelt van hennep, en daaraan gekoppelde kennisopbouw, momenteel gericht op de teelt van hennep voor de korte, technische vezel al dan niet in combinatie met het zaad (zie bvb. het Europese Multi-Hemp project; Tang et al. 2016). Hierbij worden stengels kriskras door elkaar geoogst en verhakfeld, wat de lange bastvezels herleidt tot een kort vezelproduct, bruikbaar in onder meer de auto-industrie, en in de productie van papier en biobased composieten (Carus, 2017). Directe afzetmogelijkheden voor deze “korte vezel” zijn niet aanwezig in onze regio terwijl er vanuit de economisch sterke, lokale vlasverwerkende industrie (zwingelbedrijven en weverijen) wel expliciete interesse is in de “lange” hennepvezel als aanvullende natuurlijke vezel, analoog aan de hoogwaardige vlasvezel. Deze sector wenst namelijk tegemoet te komen aan de toenemende vraag van consumenten en designers naar lokaal geteeld, duurzaam textiel.

Milieutechnisch heeft hennep immers enorme voordelen. De teelt van vezelhennep is een low-impact teelt die garant staat voor een beperkte druk op het milieu en voor een toenemende biodiversiteit (PDPO, 2016). Hennep behoort tot een andere plantenfamilie (Cannabaceae) dan vlas en andere courante landbouwgewassen, waardoor het ideaal past in de teeltrotatie van onze Vlaamse bedrijven en mee bijdraagt aan de uitbreiding van de noodzakelijke gewasdiversiteit. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen bij hennep teelt is uiterst beperkt waardoor het gewas ook uitermate geschikt is voor biologische teelt (Danckaert et al. 2006). Als vanggewas kan hennep een aanzienlijke bijdrage leveren aan vermindering van het nitraatresidu en verbetering van de bodemstructuur (Snauwaert en Ghekiere, 2011). Ook genereert hennep een lange termijn opslag van koolzuurgas (CO<sub>2</sub>) in duurzame materialen (zoals textielproducten). Per hectare kan tot 10 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten vastgelegd worden (PDPO, 2016). Bovendien is de teelt van hennep beduidend minder belastend voor het milieu dan de productie van katoen. De water footprint (WF) van hennep is minder dan een derde van de WF van katoen (10.000 l/kg voor katoen tegenover 2.719 l/kg voor hennep), en het landbeslag zowat de helft (Mekonnen & Hoekstra, 2011).

China is marktleider in de teelt en productie van hennep textiel. Momenteel is vrijwel alle hennep textiel dat hier verkocht wordt afkomstig uit China. Het land produceert de lange vezels en enzymatisch gekatalyseerde hennepvezels. De afgewerkte hennep producten zijn echter voornamelijk bestemd voor de binnenlandse markt (Van In, 2019). China heeft in de afgelopen 10 jaar zijn hennep areaal snel uitgebreid, tot 100.000 ha in 2016 (Woodford & Cui, 2016) en een verdere stijging van het areaal wordt voorspeld. Hennepvezel of -garen importeren uit China is echter geen optie voor onze Vlaamse textielbedrijven. Naast de kosten en milieu-impact van het transport, wordt in China chemisch geroot met alkali-oplossingen om de vezel los te weken van de stengel (Van Eynde 2015), hetgeen niet strookt met de beoogde verduurzaming in de textielsector. Het gebruik van lokaal geteeld, geveldroot hennep als textielvezel kan dus bijdragen tot een milieuvriendelijker eindproduct en een vermindering van de broeikasgasemissie ten gevolge van transport.

Bovenstaande maakt duidelijk dat hennep als textielgewas een groot potentieel biedt in het kader van de zich ontwikkelende bio-gebaseerde circulaire economie.

## Situering.

In Europa is de revival van industriële hennepsteelt en daaraan gekoppelde kennisopbouw, momenteel gericht op de verwerking van hennep (*Cannabis sativa* L.) als 'totaalvezel'. Deze is bruikbaar als bulkmateriaal in ondermeer de papierindustrie en als isolatiemateriaal (Amaducci & Gusovious, 2010; Musio et al. 2018). Hiervoor zijn de directe afzetmogelijkheden binnen Vlaanderen en omliggende regio's beperkt – het Vlaamse hennepareaal in 2018 bedroeg dan ook slechts 87,50 hectare (lv.vlaanderen.be). Hennepsteelt voor geweven textieltoepassingen zou, gezien de huidige hoge prijs van natuurlijke textielvezels zoals vlas, en de uitdrukkelijke interesse in lokaal geteelde hennep vanuit de verwerkende sector, economisch beduidend betere perspectieven kunnen bieden voor de Vlaamse akkerbouw. Dit vereist evenwel aanpassingen naar teelt, oogst en primaire verwerking toe. Voor hoogwaardige toepassingen, zoals het spinnen van garen, dient bovendien ingezet te worden op het garanderen van een hoge vezelkwaliteit.

Het multidisciplinair PWO-project 'Eigen Kweek' tracht de lokale teelt en verdere verwerking van hennep als textielvezel aan te zwingelen. Hiertoe onderzochten we hoe de vezelopbrengst en -kwaliteit van hennep geoptimaliseerd kan worden in functie van textieltoepassingen vanuit een geïntegreerde ketenbenadering. In de teelt lijken de keuze van de hennepvariëteit, de zaaidichtheid -en tijdstip en de oogstmethodiek doorslaggevend. Echter, slechts in een beperkt aantal studies werden legale hennepassen vergeleken naar opbrengst (Tang et al., 2016). Ook de invloed van rasselectie en teeltomstandigheden op variatie in vezelkwaliteit werd amper bestudeerd (Sankari et al. 2000). In de voorbehandeling zijn de roting en een efficiënte vezelextractie cruciale stappen. Ze bepalen nl. in grote mate het spinproces van garens en de eindtoepassing van de weefsels of breisels. Hiertoe testten we zowel bestaande paden binnen de vlasverwerking (veldrotten & mechanische vezelextractie op de vlaszwingellijn) alsook nieuwe invalswegen (enzymatisch roten).

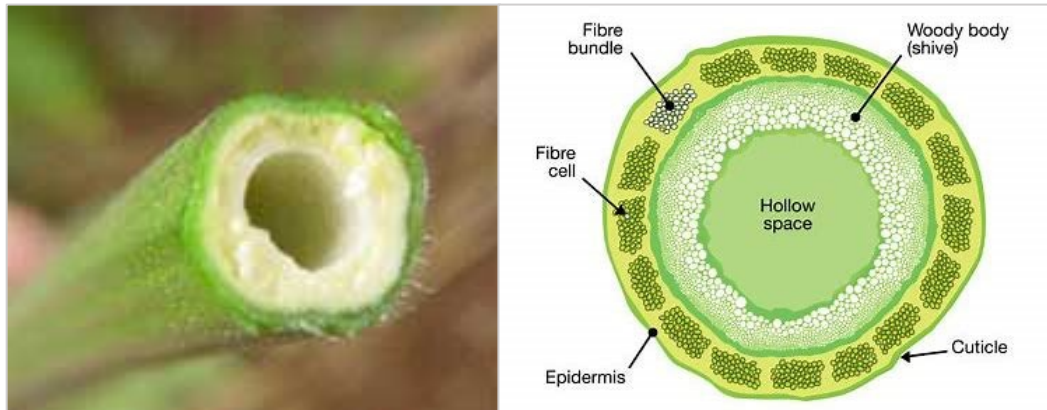
## Teelt.

Om de teelt aan te sturen in functie van een optimale vezel-opbrengst en -kwaliteit, werden veldproeven opgezet waarin de opkomst, groei en stengel-opbrengst van uiteenlopende hennepassen werd vergeleken (Fig. 2.1). Daarnaast werd ook ruim aandacht besteed aan de invloed van het zaaitijdstip en het potentieel van hennep als winterteelt.

De teelt van vezelhennep vereist weinig tot geen meststoffen: 100 eenheden beschikbare stikstof (N) en 180 eenheden kaliumoxide ( $K_2O$ ) volstaan ruim (Danckaert et al. 2007). Op basis van onze veldproeven bleek een eenmalige gift rundermengmest van 35 ton/ha voor inzaai goed toepasbaar. Hennep is een teelt die weinig ziekten en plagen kent. Mits een snelle gewasopkomst en hoge plantdichtheid, worden onkruiden snel onderdrukt.

Net zoals bij vlas, bestaat de buitenzijde van de hennepsteel (=de bast) uit een uiterst sterke vezel (Fig. 2.2). **Hennep oogsten voor deze lange vezel, verwerkbaar in textieltoepassingen, gebeurt idealiter bij de start van de bloei**, wanneer de primaire ('lange') vezelontwikkeling maximaal is, de cellulose-inhoud voldoende hoog is en lignificatie (verhouting) nog niet optreedt (Liu et al. 2015; Liu et al. 2018; Westerhuis et al. 2019). Bij de start van de bloei, verschuift de nutriëntenflow en koolstofverdeling binnen de plant van lengtegroei en de daaraan gekoppelde 'lange' vezeltoename naar de

ontwikkeling van bloemen en zaden (Faux et al. 2013, Tang et al. 2016). Om de steeds zwaarder wordende planten te ondersteunen worden bovendien (korte) secundaire vezels gevormd (Liu et al. 2018, Westerhuis et al., 2019), wat de vezelkwaliteit en -opbrengst benadeelt (Mediavilla et al. 2001). Indien aan een hoge plantdichtheid gezaaid, zoals gangbaar voor hennep als vezelgewas, bestaat de opbrengst op het einde van de vegetatieve fase vrijwel louter uit stengelmasa.



Figuur 1.2. Dwarsdoorsnede hennepstengel (bron: [www.hempalta.com](http://www.hempalta.com)).

## 1. Opzet veldproeven.

### Rassenproef.

Om het opbrengstvermogen van een bepaald ras optimaal te evalueren, worden bij voorkeur de resultaten over meerdere proefjaren beschouwd. Dit om variatie in opbrengst, eigen aan de groeiomstandigheden van een specifiek teeltjaar, uit te middelen. In de opeenvolgende teeltjaren 2017, 2018 en 2019 werden daarom zeven hennepassen, voorkomend op de Europese rassenlijst, uitgezaaid op de proefhoeve te Bottelare (Merelbeke; Tabel 2.1). In deze regio primeert een **lichte zandleembodem**, wat een geschikt bodemtype is voor hennepsteelt (Danckaert et al. 2007).

Tabel 2.1. Overzicht opgevolgde hennepassen binnen project 'Eigen Kweek'.

Cultivar	Gebruikte afkorting	Mandataris	Teeltjaar	Voortplantings-type
USO 31	USO	Oekraïne	2017/2018/2019	Eenhuizig
Dacia Sequieni	DAC	Roemenië	2017/2018/2019	Eenhuizig
Bialobrzeskia	BIA	Polen	2017/2018/2019	Eenhuizig
Futura 75	FUT	Frankrijk	2017/2018/2019	Eenhuizig
Carmagnola Selezionata	CS	Italië	2017/2018/2019	Tweehuizig
Santhica 27	S27	Frankrijk	2018/2019	Eenhuizig
Santhica 70	S70	Frankrijk	2018/2019	Eenhuizig

Doorheen het groeiseizoen, werd de opkomst, groei en het bloeitijdstip opgevolgd. Bij bloei - bepaald als het moment waarop minimaal 50% van de planten minstens één geopende bloem vertonen (Tang et al. 2016) - werd de gemiddelde plantdichtheid, plantdiameter op stoppelhoogte (ca. 10 cm) en stengellengte opgemeten en de bovengrondse biomassa per plot geogst (Fig. 2.3). De geogste biomassa werd direct na

oogst gewogen. Stengels werden hierna manueel parallel uitgespreid op het veld voor veldroten gedurende vijf tot zes weken.

### Zaaiomstandigheden.

Tabel 2.2. Overzicht veldproeven 'Eigen kweek' te Bottelare (2017-2019).

Proef	Datum zaai	Zaadichtheid (kiembare zaden/m <sup>2</sup> )	N-beschikbaar (kg/ha)
2017_standandaard	5/05/2017	240	100
2017_laot	30/05/2017	240	100
2018_standandaard	17/05/2018	240	100
2018_winter	14/08/2018	120	50
2019_standandaard	3/05/2019	240	100
2019_dens	3/05/2019	360	100

## 2. Resultaten veldproeven.

### Invloed weer -en zaaiomstandigheden.

In de onderzochte teeltjaren 2017-2019, waren weersextremen eerder schering dan inslag. Teeltjaar 2018 werd gekenmerkt door extreme hittepieken in de zomermaanden en een aanhoudend gebrek aan neerslag. De eerste helft van mei 2019 was dan weer erg koud terwijl juni 2019 uitzonderlijk warm was. Dit bemoeilijkt de eenduidige interpretatie van sommige resultaten, maar maakte het ook mogelijk het potentieel van hennep teelt in functie van klimaatsverandering in te schatten.

Tabel 2.3. Gemiddelde maximumtemperatuur, minimumtemperatuur en neerslagsom gedurende de teeltseizoenen 2017-2019 (zomerteelt).

	2017			2018			2019			Normaal		
	Tmax (°C)	Tmin (°C)	NS (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	NS (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	NS (mm)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	NS (mm)
<b>Mei</b>	21,4	8,9	16,6	<b>22,2</b>	8,2	34,4	18,1	<b>6,9</b>	43,8	18,1	9,2	66,5
<b>Juni</b>	<b>25,8</b>	13,1	24,4	<b>24,2</b>	14,3	<b>5,0</b>	<b>25,8</b>	12,3	98,8	20,6	11,9	71,8
<b>Juli</b>	24,9	12,6	69,4	<b>29,8</b>	14,1	<b>12,4</b>	26,8	13,0	36,0	23,0	14,0	73,5
<b>Aug</b>	24,5	12,2	82,2	25,4	13,5	76,4	26,7	12,8	36,4	22,6	13,6	79,3

Bron: metinet – station Bottelare. Normaal = normaalwaarden 1981 (Ukkel, KMI). Uitzonderlijke of zeer abnormale maandwaarden staan in het vet.

Tabel 2.4. Overzicht opkomst, biometrie bij oogst en opbrengst van hennepproeven te Bottelare (2017-2019). De weergegeven waarden zijn het gemiddelde per proef (voor gemiddelde waarden per hennep ras zie bijlage TabelS2).

Proef	Opkomst (%)	Dichtheid (stengels/m <sup>2</sup> )	Hoogte (cm)	Diameter (mm)	DS-opbrengst (ton/ha)
2017_standandaard	76,76	184,22	230,01	8,26	10,31
2017_laot	52,47	125,93	263,69	9,61	9,60
2018_standandaard	66,73	160,16	192,74	6,62	8,36
2018_winter	57,14	68,57	87,15	6,06	0,58
2019_standandaard	40,28	96,67	305,12	10,33	13,90
2019_dens	35,81	128,92	300,27	9,85	13,94

In **zomerteelt** varieerde de gemiddelde opbrengst **sterk tussen de onderzochte teeltjaren: van 8,4 ton drogestof/ha in 2018 tot wel 13,9 ton droge stof/ha in 2019** (gemiddelde over de onderzochte rassen; Tabel 3). Deze waarden stemmen overeen met de opbrengsten beschreven voor vezelhenneep in andere, eerder noordelijk gelegen Europese regio's (Tang et al. 2016). Ondanks de hete zomermaanden en de erg variabele weersomstandigheden in de onderzochte teeltjaren, geeft vezelhenneep in zomerteelt dus een goede tot zeer goede opbrengst.

Een slechte gewasopkomst en uiteindelijk lage standdichtheid, leidt bovendien niet tot minder stengelmassa bij oogst: **een lagere standdichtheid lijkt gecompenseerd te worden door een algemeen dikkere en langere stengel. Naar de productie van fijne, lange textielvezels toe is dit echter niet wenselijk.** Dikkere en hogere planten investeren meer in korte, secundaire vezel om hun gewicht te ondersteunen. Hierdoor neemt het gehalte lange, primaire bastvezel, bruikbaar in hoogwaardige textieltoepassingen, af (Westerhuizen, 2019). Dikke stengels en sterke variatie in omvang tussen planten kunnen bovendien het oogsten en mechanische extractie van de vezels bemoeilijken.

**Inzaaien wanneer relatief zacht en vochtig weer voorspeld wordt, lijkt dus cruciaal om een goede opkomst en uiteindelijk hoge standdichtheid en vezelopbrengst te garanderen.**

Inzaaien aan een hogere zaaidichtheid in teeltjaar 2019 leverde, op een iets dunnere stengel.

**Vezelhenneep in zomerteelt lijkt dus veelbelovend als robuuste, alternatieve teelt in het kader van klimaatverandering. Henneep als wintersteelt leverde echter erg weinig stengelmassa op.**

### Interactie genotype en gewasontwikkeling.

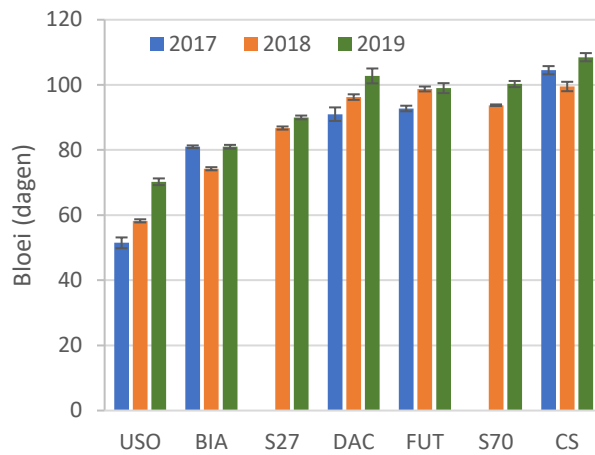
Het genotype-specifieke bloeitijdstip en de daaraan gelinkte stengellengte bepalen dus, samen met de weersomstandigheden binnen een bepaald teeltjaar, in belangrijke mate de uiteindelijke stengelmassa en drogestof-opbrengst (Tabel 2.5; Fig. 2.9).

Tabel 2.5. Resultaat rassenproef 'Eigen Kweek'. Gemiddeld bloeitijdstip, biometrische kenmerken en drogestof-opbrengst van de zeven onderzochte hennepassen.

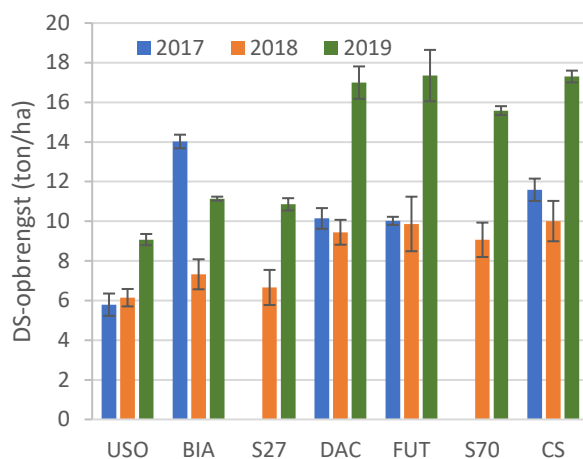
Genotype	Bloei (dagen)	Planthoogte (cm)	Diameter (mm)	DS-opbrengst (ton/hectare)
USO 31	60,00	207,22	7,58	7,00
Bialobrzeskie	78,55	219,52	7,85	10,80
Santhica 27	88,38	210,16	7,74	8,76
Futura 75	96,64	245,45	7,59	11,96
Dacia Sequieni	96,67	254,33	9,27	12,19
Santhica 70	97,00	268,25	8,57	12,32
Carmagnola Selezionata	104,17	287,44	9,74	12,57

Henneep is een kwantitatieve **korte-dag plant**. Na een eerste vegetatieve groeispuurt, waarbij voornamelijk de temperatuur bepalend is, zal hennep tot bloei komen eenmaal de nachten voldoende lang zijn (drempelwaarde ~10–12 h, niet-onderbroken donkerte). Deze drempelwaarde varieert tussen genotypes (Salentijn et al. 2019), zoals onze resultaten bevestigen. Dit valt te verklaren door lokale adaptatie aan het heersende dag/nachtritme

van de landrassen gebruikt in de veredeling van de onderzochte hennepvariëteiten. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat het merendeel van de onderzochte rassen ontwikkeld zijn op basis van kruisingen met veelal in de USSR in de jaren '60 ontwikkelde variëteiten van onduidelijke oorsprong. Dit zijn dus veelal geen effectieve landrassen. Het land van oorsprong weerspiegelt dus niet per se de breedtegraad waarop fotoperiodische ('dag/nachtritme') adaptatie plaatsvond.



Figuur 2.2. Bloei (boven) en geëxtrapoleerde biomassa-opbrengst (onder) per genotype en teeltjaar. De foutenbars geven de standaardfout op het gemiddelde weer (op basis van 4 herhalingen per ras). Rassen zijn geordend volgens bloeitijdstip (~tijd op het veld).



Naast de impact van plantlengte en stengelopbrengst, zal ook het **bast-gehalte (~totaal vezelgehalte) de potentiële vezelopbrengst bepalen**. Het bastgehalte was algemeen hoog (27 tot 38 % van het oorspronkelijke stengelgewicht voor de onderzochte hennepassen;

Tabel 2.6), zoals te verklaren valt door de keuze voor hennepassen geselecteerd voor vezelopbrengst bij aanvang van het project. Er was geen significant verschil tussen de twee onderzochte teeltjaren (paired-t=-1.82, df=4; P>0.05). Het bastgehalte was ook niet gecorreleerd met plantkarakteristieken zoals bloeitijdstip, diameter, hoogte en gewasdichtheid. Het recent ontwikkelde laatrijpe vezelras, Santhica 70, had het hoogste vezelgehalte, gevolgd door het meest vroegrijpe ras, USO31. De geschatte bastvezel-opbrengst per cultivar op basis van de DS-opbrengst en het bast-gehalte voor 2018 varieerde relatief weinig tussen de onderzochte rassen; van 2,17 voor Santhica27 tot 3,47 ton/hectare voor Santhica 70 (Tabel 2.6). De geschatte, potentiële vezelopbrengst was hoger voor de laatbloeiende cultivars.

*Tabel 2.6. Bast-gehalte per onderzocht hennepas, bepaald op basis van ongerote, gedroogde stengels, en de geschatte potentiële vezelopbrengst per hennepas (totaalvezel). De potentiële vezelopbrengst werd bepaald als het product van de DS-opbrengst en het bastgehalte.*

Genotype	Bast% 2017	Bast% 2018	Potentiële vezelopbrengst (ton/hectare)
USO 31	38,01	37,89	2,33
Bialobrzeskie	34,02	33,44	2,45
Santhica 27	-	32,59	2,17
Futura 75	28,72	31,19	3,08
Dacia Sequieni	32,54	34,41	3,25
Santhica 70	-	38,31	3,47
Carmagnola Selezionata	25,07	30,73	3,08

*Rassen zijn gerangschikt volgens bloeitijdstip. Groenwaardes op basis van statistische verschillen in de geschatte bast-opbrengst.*

### 3. Oogstmechanisatie.

Om de lange vezelbundels intact te houden, zouden hennepstengels idealiter bij oogst in een regelmatig, parallel zwad op het veld gelegd moeten worden – analoog aan vlas geoogst voor de lange vezel met een vlasslijter. Indien deze bij de oogst ook versneden worden in stukken van ca. 1 meter kan hennep in principe verder verwerkt worden met de bestaande machines voor het keren, oprollen (in ronde balen) en zwingelen van vlas. De Belgische pre-starter HempInvest werkt momenteel aan een prototype oogstmodule geschikt voor het oogsten van hennep voor de vlasverwerkingslijn op industriële schaal en hoopt deze module binnen afzienbare tijd in werking te kunnen stellen (Fig. 2.11).





Figuur 2.3. Prototype oogstmodule hennep voor lange vezeldoeleinden, ontwikkeld door de firma Hemplinvest (getoond op 26-06-2019 te Bottelare – werking niet gedemonstreerd).

**Oogstmechanisatie is momenteel een belangrijke bottleneck naar teeltoptimalisatie van hennep voor lange-vezeldoeleinden toe.** Om hennep teelt voor lange-vezeldoeleinden, zoals geweven textiel, rendabel te maken dient hier stevig op ingezet te worden.

## **Veldroten en vezelextractie op de vlaswingellijn.**

Het roten beïnvloedt de vezelopbrengst en de basiskwaliteiten van de ruwe bastvezels, en daarmee de hoeveelheid vermarktbaar vezels, hun intrinsieke kwaliteiten en de geschiktheid voor verdere verwerking. Voor vlas is dauwrotten op het veld nog steeds de meest gangbare, en bovendien de meest economische en ecologische methode, wat ook voor hennep toepasbaar lijkt. Bij veldroten zal de combinatie van voldoende vocht, geschikte temperaturen en de aanwezigheid van micro-organismen leiden tot pectineafbraak en het vrijkomen van de vezels. Dit proces is dus louter klimaatafhankelijk en vereist de nodige veldkennis. Onvoldoende geroot stro kan de latere mechanische vezel-extractie bemoeilijken, waardoor vezels breken of verzwakken (Hänninen et al. 2012). Bij overrotten treedt degradatie van de cellulose-vezel snel op (Liu et al. 2015).

In 'Eigen Kweek' werd de lange vezelopbrengst en -kwaliteit van hennep op een bestaande industriële vlaswingellijn, en de mate van variatie tussen hennepassen en teeltjaren, grondig bepaald. Bovendien werd onderzocht of het bespuiten van hennepstengels met een oplossing van enzymen (pectinases) bij aanvang van het veldroten de uiteindelijke vezelkwaliteit kan aansturen (Antonov et al. 2017; Liu et al. 2015).

### **1. Werkwijze.**

In teeltjaar 2017 werd voor de standaardproef (zie 'rassenproef' in Luik 1. Teelt) 45 m<sup>2</sup> per proefveldje ('plot') ingezaaid, waarbij elke plot werd opgedeeld in drie gelijke subplots van 15m<sup>2</sup>. Eén deel stro bleef na de oogst op het veld liggen voor klassiek veldroten, een tweede deel bleef op het veld voor enzymatisch veldroten en een derde deel werd groen geoogst en gebruikt als testmateriaal voor enzymatisch roten in batch (zie Luik 3). Deze enzymatische proeven worden binnen het luik 'Teelt' niet verder besproken. In teeltjaar 2018 en 2019 bedroeg de plotgrootte 30m<sup>2</sup> en werd enkel klassiek veldroten toegepast.

Voor het veldroten werden de stengels na oogst (zie Luik. Teelt) manueel parallel uitgespreid op het veld. Voor het enzymatisch geassisteerd veldroten ('EVR') werden deze stengels bij aanvang van de veldrotting egaal besproeid met een pectinase (Texazym SER-7, Inotex; verdunning 1/20 en 500 ml oplossing per geoogste plot van 15 m<sup>2</sup>). Dit enzymatisch geveldroot stro (EVR) werd verder op eenzelfde wijze behandeld en verwerkt. De rotting werd in het eerste teeltjaar wekelijks opgevolgd. Na **veldroten gedurende 5 tot 6 weken was de bast grijs-bruin en liet makkelijk los van de stengel** (~rating categorie C6 voor vlas; CRA-Gembloux, 2013; Fig. 2.12). Om de twee tot drie weken werden de stengels manueel gekeerd. Deze rottingsduur werd in teeltjaren 2018 en 2019 verder aangehouden.



**Figuur 2.4.** Hennepstengels bij roten op het veld. De figuur rechts toont het moment waarop de vezel als voldoende geroot beschouwd werd.

Na veldrotting werden de hennepstengels enkele maanden droog bewaard, waarna ze in februari/maart gezwingeld werden op de vlaszwingellijn van het Nederlandse bedrijf van de Bilt Zaden en Vlas BV (Zeeland, NL; fabrikant: Depoortere NV). Dit leverde, net zoals bij vlas, de waardevolle lange hennepvezel op, naast 'klodden' (korte vezels met daarin nog



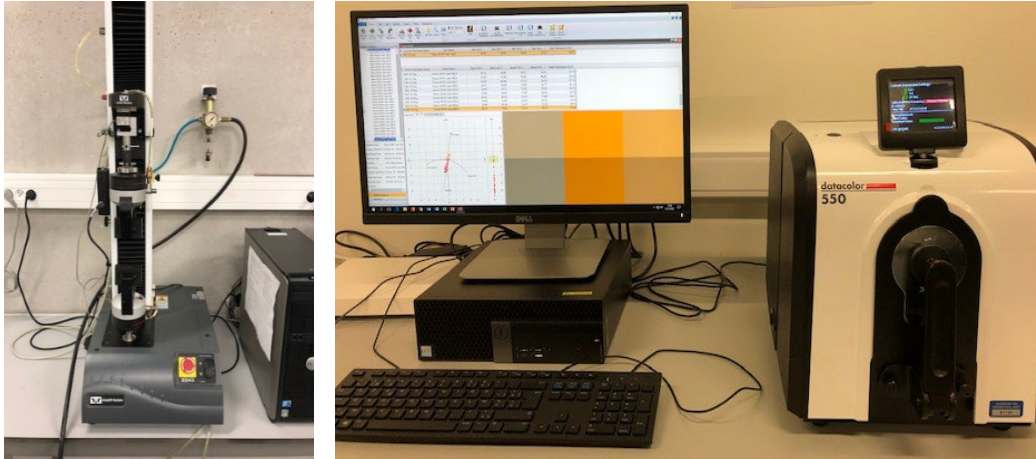
Figuur 2.5. Brakelen (A), zwingellijn (B), lange vezel (C), 'klodden' (D) en 'scheven' (E).

stukjes hout en scheven (restproduct houtachtige kern; Fig. 2.13). De korte vezels zijn wellicht inzetbaar voor niet-geweven textiel, de scheven ondermeer als stalstrooisel.

De bekomen massa lange vezel (LV) op de vlaszwingellijn werd bepaald voor alle rassen in teeltjaren 2017 en 2018 op basis van de 4 herhalingen per hennepstas (=plots; zie ook proefopzet luik 1. Teelt) en geëxtrapoleerd naar vezelopbrengst in ton/hectare. Voor teeltjaar 2018 werd niet alleen de lange-vezelopbrengst maar ook de hoeveelheid korte vezel 'klodden' en het initiële gewicht geroot stro per plot bepaald. Zo werd het gehalte lange vezel, korte vezel en de totale vezel van geroot hennepstro op de vlaszwingellijn geschat.

Opbrengstdata werden vergeleken tussen rassen en teeltjaren op basis van General Linear Models (GLMs) met genotype, jaar en genotype\*jaar als effecten. Statistisch significante verschillen ( $P < 0.05$ ) tussen categorieën op basis van een Tukey post-hoc test worden aangeduid met een verschillende lettercode. Opbrengstverschillen tussen 'klassiek' en enzymatisch veldroten in teeltjaar 2017 werden vergeleken met paarsgewijze t-tests (SPSS 20.0).

Naast de LV-kwantiteit, werd ook de vezelkwaliteit van de op de vlaswingellijn bekomen vezelbundels voor alle hennepassen in teeltjaar 2017 en 2018 in kaart gebracht. Hennep staat gekend als een sterke vezel maar variatie tussen rassen en verschillende rotingsomstandigheden, zou de uiteindelijke vezelsterkte kunnen beïnvloeden. De vezelsterkte werd bepaald volgens ISO 5079 (1995). Per hennepas werden 150



vezelbundels ad random gekozen en gemeten met een Instron trekbank, model 2519-105

[Figuur 2.6.](#) Instron trekbank, model 2519-105 (links) en Datascolor Spectraflash SF550 (rechts).

(Fig. 2.14).

De gebruikte afstand tussen de twee klempunten was 50 mm, de voorspanning 0,05 N. Er werd met een constante snelheid 'getrokken' van 5 mm per minuut tot de vezelbundel brak. De vezelsterkte per hennepas wordt uitgedrukt als de gemiddelde vezeltreksterkte per ras ten opzichte van de gemiddelde lineaire densiteit (tex). Lineaire densiteit is de gemeten vezelmasa ten opzichte van de vezellengte ( $l_{\text{tex}} = 1 \text{ gram}/1000 \text{ m}$ ), die in belangrijke mate de fijnheid van garen zal bepalen.

Kleur is altijd een belangrijk onderdeel geweest van ruwe vezels voor textielproductie, daarom werd als tweede kwaliteitsparameter de kleur van de vezelbundels (4 stalen per plot) bepaald op basis van de YD1925 'yellowness index'. Afhankelijk van de hoeveelheid zon en de invloed van de aarde tijdens het rotingsproces zullen de vezels een grijsbruine kleur hebben die telkens anders zal zijn. Deze kleurverschillen hebben in een later stadium een invloed op de latere veredelingsstappen die nodig zijn om een bleek textielmateriaal te bekomen. Hoe lichter de oorspronkelijke vezels, hoe minder lang men moet bleken om een gewenste witheid te bekomen.

De YD1925 'yellowness index' is een systeem dat ontwikkeld werd om de geelheid van wolvezels te kwalificeren. De kleur van de gerote vezels werd gemeten met een Datascolor Spectraflash SF550 (Fig. 2.14). Elk monster (16 per cultivar) werd 4 keer gemeten. De spectrofotometer heeft een meetopening van 30 mm en gebruikte de lichtbron C 2°. De CIE-tristimuluswaarden voor X, Y, Z werden bepaald door de Datascolor-software. Nadien kan de D1925 'yellowness index' worden berekend op basis van deze waarden (ASTM-methode D1925). Op basis van deze kleurmetingen kunnen de kleurverschillen worden bepaald voor de verschillende rotingsmethoden.

Als derde kwaliteitsparameter werd de touché (het aanvoelen) van de vezels bepaald doormiddel van een blinde test. De blinde test werd uitgevoerd onder standaard atmosferische omstandigheden van 21 °C en 65% RV. Elke beoordelaar moet eerst zijn/haar handen wassen met zeep en ze drogen met een papieren handdoek zoals voorgeschreven in de AATCC-evaluatieprocedure 5 (2011). Na het wassen van de handen

moet de beoordelaar 15 minuten acclimatiseren voordat men met de test begint. Tijdens deze periode wordt de beoordelaar geïnformeerd over de methodologie die zal worden gebruikt. Elke beoordelaar krijgt zijn/haar eigen set stalen om een onjuiste beoordeling als gevolg van het herhaald verhandelen van de stalen te voorkomen. De stalen worden vooraf geconditioneerd.

De blinde test werd uitgevoerd met behulp van een "gepaarde vergelijkings-methode". Tijdens deze test geeft de supervisor verschillende combinaties van twee verschillende stalen aan de beoordelaar en vraagt welke van de 2 stalen het aangenaamst aanvoelt. De supervisor vult tijdens de test het beoordelingsformulier in (Fig. 2.15). Via deze weg wordt eerst de volgorde van de stalen bepaald. Vervolgens worden de stalen in volgorde (bepaald via de blinde test) voor de beoordelaar gelegd en wordt er gevraagd een score van 1 tot 5 te geven aan de stalen (1= onaangenaam, stijf, ruw en 5= aangenaam, soepel, zacht)

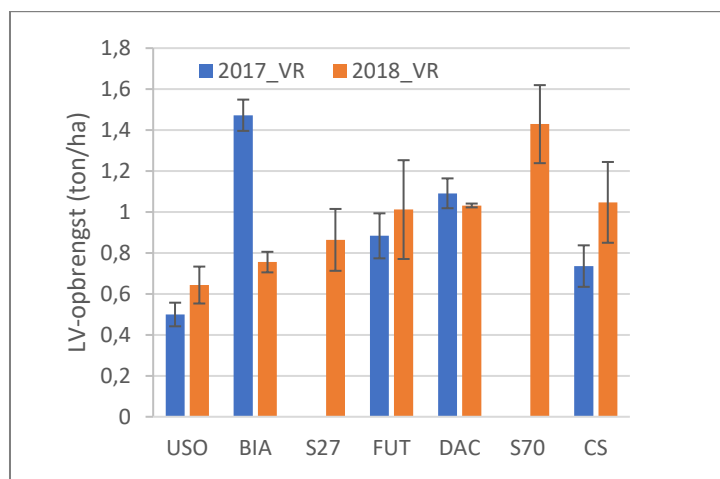
	USO 31	Bia	Dacia	Futura	CS
USO 31					
Bia					
Dacia					
Futura					
CS					

[Figuur 2.15](#). Beoordelingsformulier blinde test

## 2. Resultaten vezelopbrengst.

De **lange-vezelopbrengst (LV)** van het geveldrote hennepstro **bedroeg gemiddeld 0.95 ton/hectare in teeltjaar 2017 en 0.97 ton/hectare in 2018**. Vergelijking van beide teeltjaren toont sterke verschillen voor het ras Bialobrzeskie (1.4 vs. 0.7 ton/hectare), terwijl de overige vijf rassen onderzocht in zowel 2017 als 2018 vrij constant presteren (Fig. 2.16). Dit is analoog aan de variabele stro-opbrengst voor het hennep ras Bialobrzeskie (zie Luik 1. Teelt, DS-opbrengst). Hier dient wel opgemerkt te worden dat de lange vezelopbrengst voor het teeltjaar 2017 voor sommige late hennepassen (o.a. CS) mogelijk wat onderschat is omdat een deel stengel verloren ging bij het snijden van de stengels in stukken van 1m

lengte voor invoer op de zwingellijn. De LV-opbrengst data voor 2017 dienen dus eerder als indicatief opgevat te worden.



**Figuur 2.16.** Geschatte opbrengst lange vezel van hennepstro verwerkt op de vlaszwingellijn (gemiddelde van vier herhalingen en standaardfout). Rassen zijn gerangschikt volgens oogsttijdstip (zoals ook in Luik Teelt). Ter vergelijking, de gemiddelde lange vezelopbrengst bij vlas bedraagt 1.500 kg/ha voor de oogst van 2018 en amper 600 kg/ha voor de oogst van 2017 (Landbouwleven, 6/04/2019).

De vezelopbrengstdata voor teeltjaar 2018 zijn nauwkeuriger bepaald op basis van een grotere teeltoppervlakte van 120m<sup>2</sup> per hennepiras. De gemiddelde vezelopbrengst (korte, lange en totaalvezel) per hennepiras is weergegeven in Tabel 2.7. **Verschillen tussen cultivars in lange-vezelopbrengst voor het oogstjaar 2018 variëren van 0.64 ton/ha voor het vroegrijpe ras USO31 tot 1.43 ton/ha voor het recent ontwikkelde vezelras Santhica 70.** Deze twee rassen verschillen statistisch significant van elkaar terwijl alle andere onderzochte rassen intermediair scoorden (Tabel 2.7). **De hoeveelheid korte vezel (klodden) is ongeveer gelijk aan de hoeveelheid lange vezel (1,02 ton/ha) en verschilt weinig tussen de onderzochte hennepassen.** De totale vezelopbrengst bedroeg dus gemiddeld 2 ton/ha. Het late ras Santhica 70 had de hoogste totale vezelopbrengst, gevolgd door CS. De totale vezelopbrengst, de LV-opbrengst, stro-opbrengst en gemiddelde plantlengte per hennepiras waren onderling sterk gecorreleerd ( $P_{\text{Pearson}}-R < 0.05$ ; zie bijlage Tabel S3).

**Tabel 2.7.** Overzicht opbrengst lange vezel (LV), korte vezel (KV) en totaalvezel van natuurlijk geveldroot hennepstro voor het teeltjaar 2018, gezwingeld op een industriële vlaslijn.

Genotype	Stro (ton/ha)	LV (ton/ha)	KV (ton/ha)	TotaalV (ton/ha)
USO 31	3,63 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	1,09	1,73
Bialobrzeskie	4,01 <sup>ab</sup>	0,76 <sup>ab</sup>	0,81	1,56
Santhica 27	4,66 <sup>ab</sup>	0,86 <sup>ab</sup>	0,95	1,81
Futura 75	5,88 <sup>ab</sup>	1,03 <sup>ab</sup>	0,94	1,97
Dacia Sequieni	6,56 <sup>ab</sup>	1,01 <sup>ab</sup>	1,06	2,07
Santhica 70	7,06 <sup>ab</sup>	1,43 <sup>b</sup>	1,01	2,44
Carmagnola Selezionata	7,99 <sup>b</sup>	1,05 <sup>ab</sup>	1,27	2,32
Gemiddelde	5,68	0,97	1,02	1,99

Kleurcode op basis van statistische verschillen in lange vezelopbrengst.

Er was enige variatie in het LV-gehalte tussen rassen (zie Tabel 2.8). Zo had het recent ontwikkelde hennep ras Santhica 70 het hoogste lange-vezelgehalte (20%) en Carmagnola Selezionata (CS), een selectie afgeleid voor textieldoeleinden van een oud Italiaans landras, het laagste (13%). De vijf andere onderzochte hennep rassen scoorden allen intermediair.

**Het percentage lange vezel bedroeg gemiddeld 17 % en het percentage korte vezel 19 %, wat een gemiddeld totaalvezelgehalte van 36 % oplevert.** Het totaalpercentage vezel was het hoogst in het vroegrijpe, ras USO31 en het laagst in het zeer late ras CS. Het totale vezelpercentage was negatief gecorreleerd met het bloeitijdstip en de stro-opbrengst ( $P < 0.05$ ).

Het totaalpercentage bepaald op basis van grote hennepstengels na zwingelen en het totale bastgehalte gemeten voor ongerote ('groene') stengels (zie Tabel 2.6 – Luik 1. Teelt) liggen binnen dezelfde range. Verschillen (zie bvb. USO31 in Tabel 2.8) zijn mogelijk te wijten aan de beperkte hoeveelheid onderzochte groene stengels gebruikt bij het bepalen van het vezelgehalte, variatie in rotingsverliezen tussen rassen en/of verschillen in mechanische verwerkbaarheid.

*Tabel 2.8. Vezelgehalte (%) van natuurlijk geveldroot hennepstro gezwingeld op een industriële vlaslijn en, vergelijking met het bastgehalte per hennep ras na brakelen van groene stengels.*

Genotype	LV%	KV%	TotaalV%	Bast%
USO 31	17,49 <sup>bc</sup>	30,07	47,56	37,89
Bialobrzeskie	18,89 <sup>bc</sup>	20,17	39,05	33,44
Santhica 27	18,43 <sup>bc</sup>	20,34	38,77	32,59
Futura 75	17,58 <sup>bc</sup>	15,95	33,53	31,19
Dacia Sequieni	15,00 <sup>b</sup>	16,18	31,17	34,41
Santhica 70	20,20 <sup>c</sup>	14,32	34,51	38,31
Carmagnola Selezionata	12,82 <sup>a</sup>	15,94	28,77	30,73
<i>Gemiddelde</i>	<i>17,20</i>	<i>18,99</i>	<i>36,20</i>	<i>34,08</i>

De bekomen lange- vezelopbrengstcijfers voor hennep doorstaan de vergelijking met vlas ('linnen'). De gemiddelde vlasvezelopbrengst voor 2017 wordt geschat op slechts 0.6 ton/ha. De opbrengst van 2018, een uitzonderlijk goed vlasjaar, op 1.5 ton/hectare (bron: Landbouwleven, 2019-04-06). **Hennep verwerkt op de vlaswingellijn kent dus een potentieel goede vezelopbrengst. Via cultivarselectie in functie van de stro-opbrengst en het vezelpercentage kan de opbrengst voor hennep op de vlaswingellijn bovendien verder geoptimaliseerd worden.** De getoonde data zijn op basis van slechts één of twee teeltjaren. De in de nabije toekomst beschikbare data voor teeltjaar 2019 zullen 'upon request' via katrien.vandepitte@hogent beschikbaar gesteld worden.

**Enzyme-geassisteerd veldroten (EVR) had geen positieve invloed** op de lange vezelopbrengst na zwingelen. De LV-opbrengst voor enzyme-geassisteerd veldroten bedroeg gemiddeld 0.83 ton (+/-0.08 S.E.) vs. 0.95 (+/-0.08 SE) ton voor klassiek veldroten (paired- $t_{18} = 1.58$ ,  $P > 0.05$ ).

### 3. Vezelkwaliteit.

Om de kwaliteit van de vezels te bepalen, werd de gemiddelde lengte, massa en treksterkte van de verkregen lange vezels na hekelen van de verschillende genotypen bepaald. Hiervoor werden per genotype en per rotingsmethode 150 metingen uitgevoerd. Uit deze meetwaarden werd vervolgens de vezelfijnheid en de vezelsterkte bepaald. De

gemiddelde vezellengte, vezelfijnheid en vezelsterkte worden samen met de gemiddelde waarden van de kleurmetingen per genotype en per rotingsmethode weergegeven in Tabel 2.9.

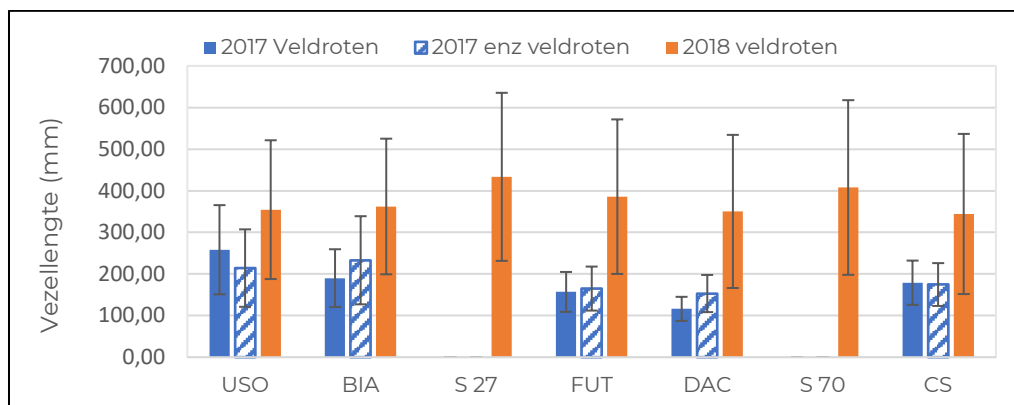
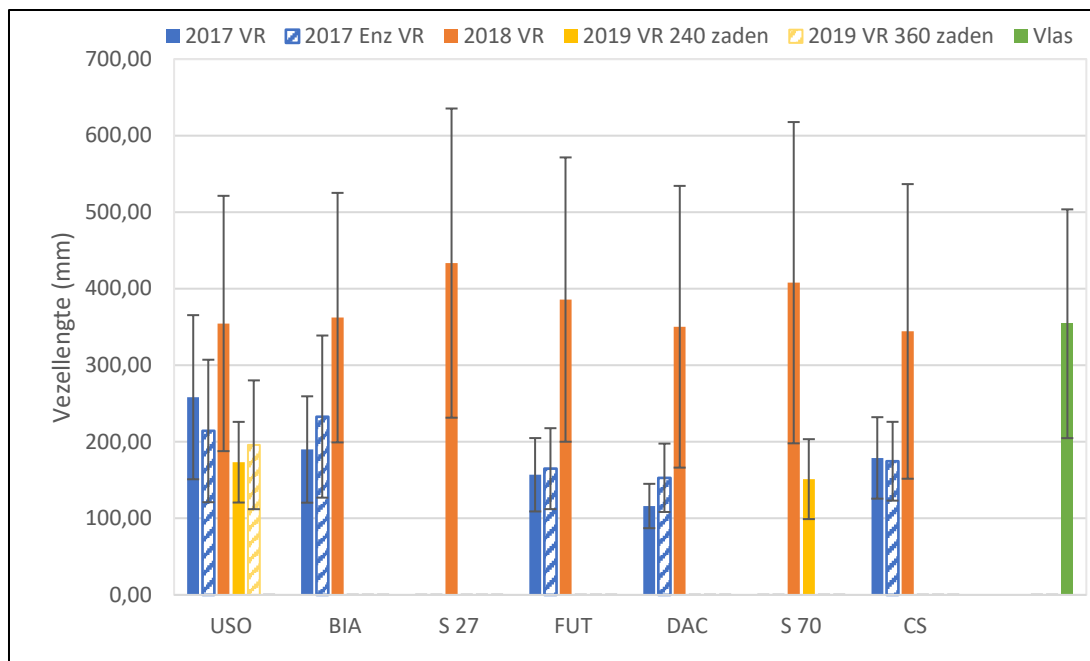
**Tabel 2.9.** Kwaliteitsparameters van natuurlijk geveldrote hennepvezels van de teeltjaren 2017 en 2018 en van de enzymatisch geveldrote hennepvezels van het teeltjaar 2017.

Genotype			Lengte (mm)	std dev	Fijnheid (tex)	Sterkte (cN/tex)	YD 1925	std dev
<b>USO 31</b>	2017	VR	258,27	107,21	10,75	28,90	47,31	4,03
	2017	EVR	214,17	93,07	9,81	30,94	50,90	4,95
	2018	VR	354,59	166,77	9,38	38,61	36,49	5,12
	2019	VR	173,36	52,69	7,27	38,41	44,14	5,63
	2019 *	VR	196,12	84,13	5,73	39,46	45,15	5,2
<b>Bialobrzeskie</b>	2017	VR	189,95	69,50	7,72	27,35	44,88	5,66
	2017	EVR	232,95	105,91	8,34	36,27	45,95	5,16
	2018	VR	362,23	162,98	7,90	44,65	40,37	8,61
<b>Santhica 27</b>	2018	VR	433,47	201,97	11,74	37,64	48,28	8,66
<b>Futura 75</b>	2017	VR	156,96	47,92	6,44	23,51	41,25	3,76
	2017	EVR	164,93	52,87	7,09	24,45	40,91	5,24
	2018	VR	385,83	185,72	10,95	42,62	49,78	9,23
<b>Dacia Sequieni</b>	2017	VR	116,15	28,96	11,30	21,62	42,44	5,17
	2017	EVR	153,01	44,66	6,54	24,02	38,97	4,33
	2018	VR	350,32	184,03	10,84	45,30	49,52	5,75
<b>Santhica 70</b>	2018	VR	407,89	209,85	13,20	44,04	44,30	7
	2019	VR	151,24	52,20	6,31	33,23	37,59	5,78
<b>Carmagnola Selezionata</b>	2017	VR	178,96	53,22	5,76	33,16	42,04	4,12
	2017	EVR	174,64	51,48	5,65	36,54	41,46	2,94
	2018	VR	344,21	192,46	10,31	42,05	43,04	7,25

(\*) zaaidichtheid 360 zaden / m<sup>2</sup>

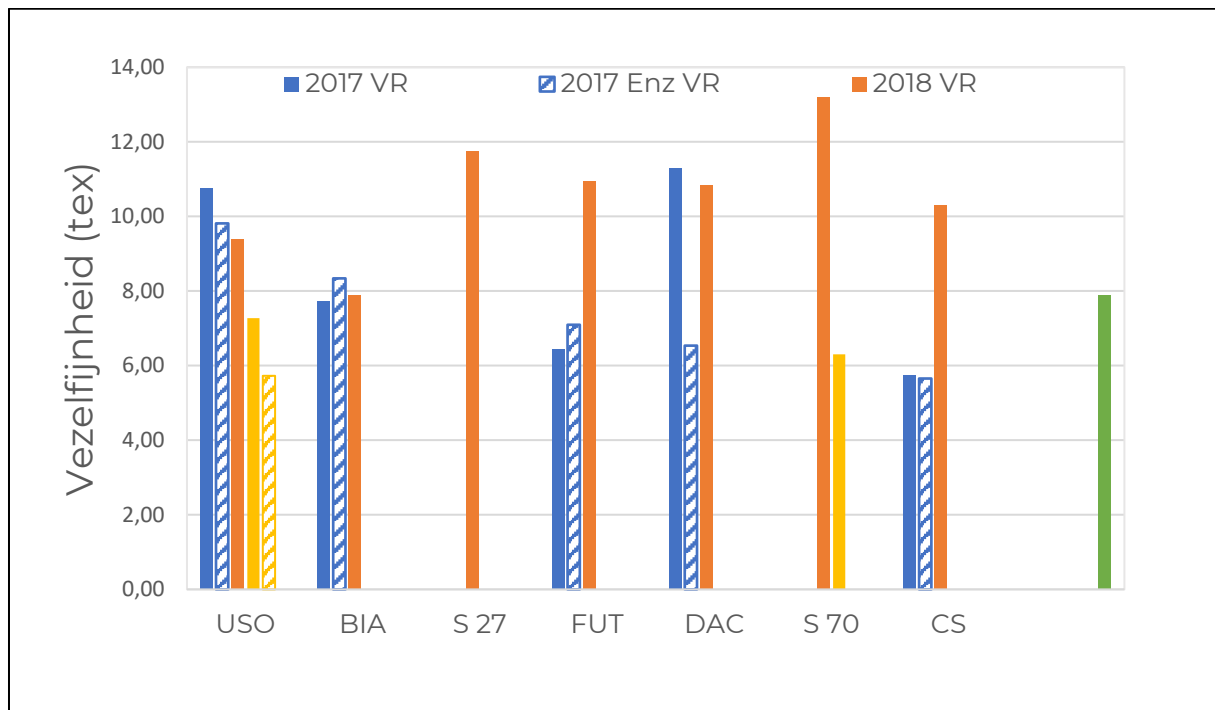
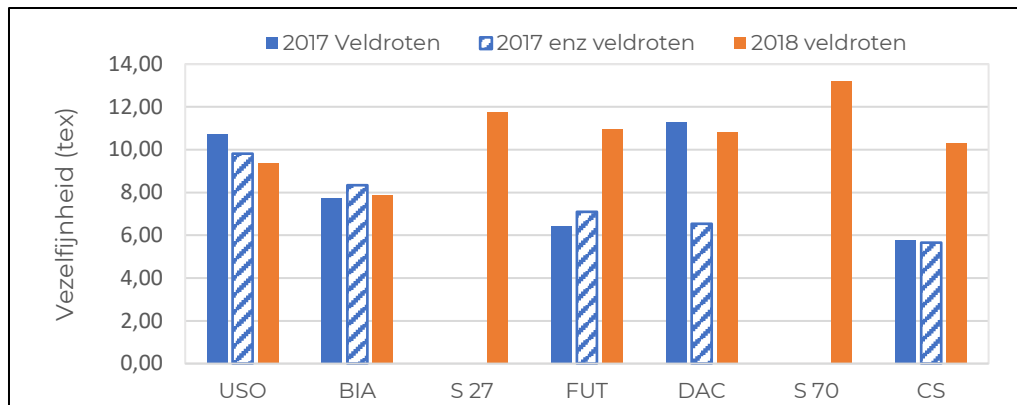
**De invloed van het genotype op de vezellengte lijkt vrij beperkt ten opzichte van de verschillen in vezellengte tussen teeltjaren.** Het verschil tussen de teeltjaren is voornamelijk te wijten aan de mate van roten welke sterk beïnvloed wordt door de verschillende weersomstandigheden van de betreffende teeltjaren. Enzymatisch veldrotten lijkt weinig tot geen invloed uit te oefenen op de gemiddelde lengte van de vezels. Figuur 2.17 geeft de vezellengte en de standaarddeviatie van de verschillende genotypen na veldrotten en enzymatisch veldrotten met Texazym SER-7conc. weer.





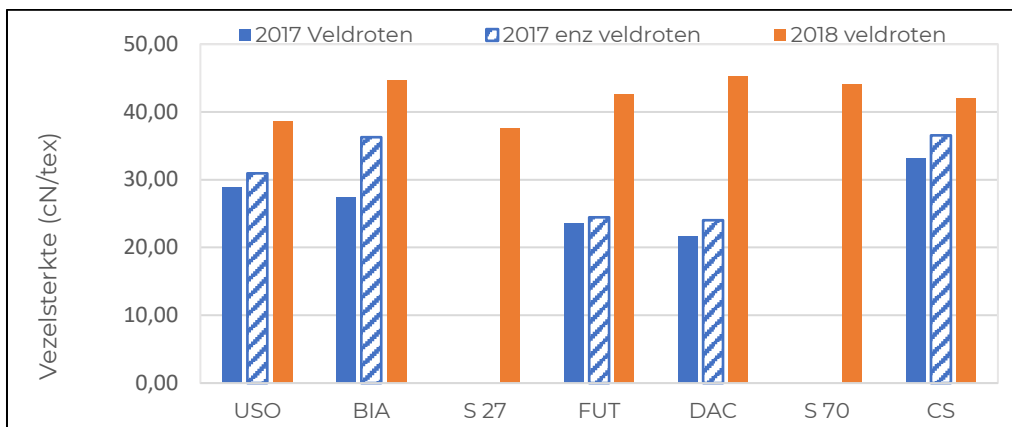
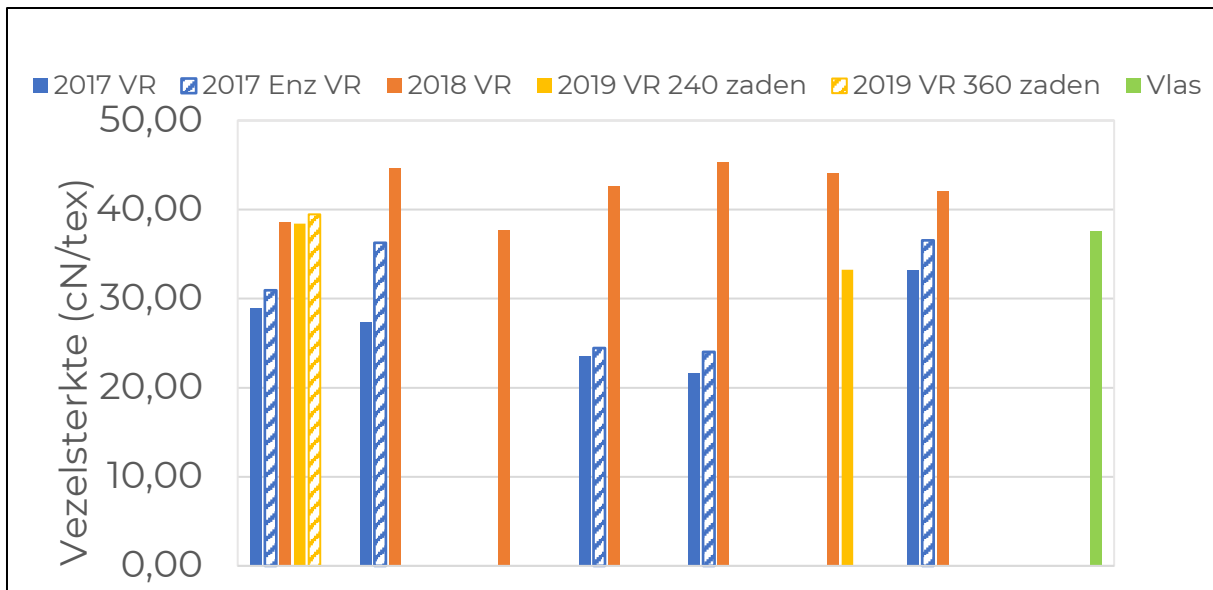
Figuur 2.17. Vezellengte en de standaarddeviatie van de verschillende genotypen na veldroten en enzymatisch veldroten met Texazym SER-7conc.

Lineaire densiteit, ook vezelfijnheid genoemd, is de gemeten vezelmassa ten opzichte van de vezellengte (uitgedrukt in tex (1tex = 1 gram/ 1000 m)), die in belangrijke mate de fijnheid van garen zal bepalen. De invloed van het genotype op de vezelfijnheid lijkt hier groter te zijn dan de invloed van de teeltjaren daar de genotypen USO 31 en Bialobrzeskie een vrij gelijke vezelfijnheid vertonen over de verschillende teeltjaren heen en er geen eenduidig verschil is tussen teeltjaren. De genotypen Carmagnola Selezionata en Bialobrzeskie zijn genotypen die een vrij lage vezelfijnheid vertonen wat hen uitermate geschikt maak om fijne garens te produceren. Enzymatisch veldroten lijkt geen invloed op de vezelfijnheid uit te oefenen. Figuur 2.18 geeft de vezelfijnheid van de verschillende genotypen na veldroten en enzymatisch veldroten met Texazym SER-7conc. weer.



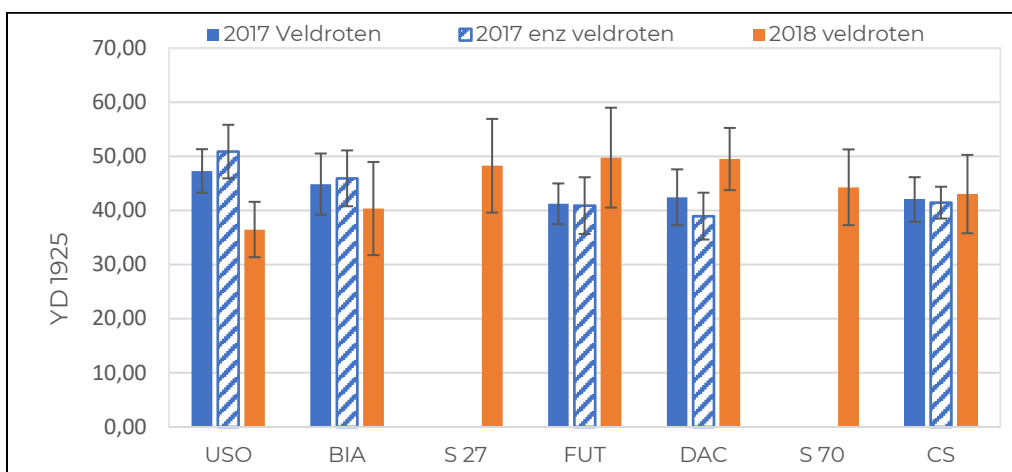
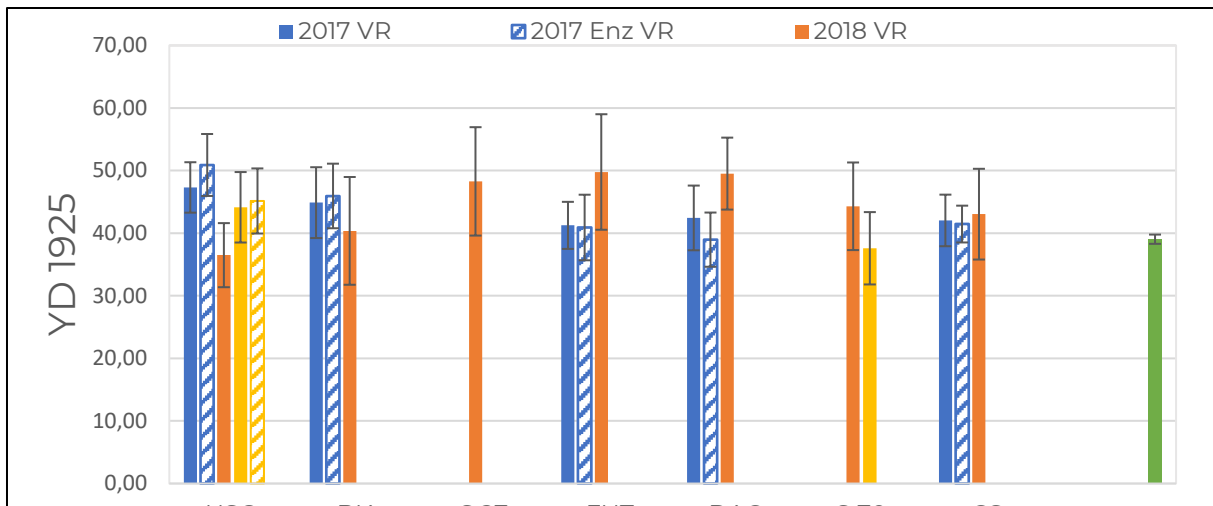
Figuur 2.18. Vezelfijnheid van de verschillende genotypen na veldroten en enzymatisch veldroten met Texazym SER-7conc.

De invloed van het genotype op de vezelsterkte lijkt vrij beperkt ten opzichte van de verschillen in vezelsterkte tussen teeltjaren. Enzymatisch veldroten lijkt een relatief beperkte, positieve invloed op de vezelsterkte uit te oefenen. De verkregen waarden komen overeen met de waarden die in de literatuur terug te vinden zijn voor hennep (26,5 – 61,9 cN/tex) en zijn gelijkwaardig aan deze van vlas (23 – 70,8 cN/tex) (Kozlowski, 2012). Figuur 2.19 geeft de vezelsterkte van de verschillende genotypen na veldroten en enzymatisch veldroten met Texazym SER-7conc. weer.



**Figuur 2.19.** Vezelsterkte van de verschillende genotypen na veldroten en enzymatisch veldroten met Texazym SER-7conc. Ter vergelijking Vezelsterkte van vlas : 23 -70,8 cN/tex

De witheid van de vezels wordt uitgedrukt met de YD1925 'yellowness index', hoe hoger de index, hoe lichter de kleur. Kleurmetingen worden uitgevoerd per variëteit/rottingsmethode. De YD1925-waarden van de verschillende cultivars na veldroten en enzymatisch veldroten worden gegeven in Tabel 2.9. Figuur 2.20 geeft de YD1925-waarden en de standaarddeviatie van de verschillende genotypen na veldroten en enzymatisch veldroten met Texazym SER-7conc. weer. Hier kan vastgesteld worden dat er niet alleen een groot verschil is in kleur tussen de teeltjaren onderling, maar ook dat er grote kleurverschillen kunnen worden waargenomen binnen één genotype (Fig. 2.21). Verder werd er geen significant verschil waargenomen tussen het traditionele veldroten (teeltjaar 2017) en het enzymatisch veldroten (teeltjaar 2017).



Figuur 2.20. YD1925-waarden en de standaarddeviatie van de verschillende cultivars na veldroten en enzymatisch veldroten met Texazym SER-7conc.



Figuur 2.21. Kleurverschillen binnen het genotype Bialobrzeskie (veldroten 2018)

De touché (het aanvoelen) van de vezels wordt niet alleen beïnvloed door het genotype, maar ook door het teeltjaar en de rotingsmethode. In het teeltjaar 2017, wanneer een vergelijking wordt gemaakt tussen het veldroten en het enzymatisch veldroten, kan vastgesteld worden dat de 2 best scorende genotypen, namelijk Carmagnola Selezionata

en Futura 75, hun positie in de rangschikking behouden, maar dat hun gemiddelde score licht wijzigt. Bij de overige 3 genotypen van teeltjaar 2017 worden er veel grotere verschillen waargenomen. Tussen de teeltjaren 2017 en 2018 worden er grote verschillen in de touché van de verschillende genotypen vastgesteld. De gemiddelde score voor de touché wordt per genotype en per rotingsmethode weergegeven in Tabel 2.10.

Tabel 2.10. Beoordeling touché van natuurlijk geveldrote hennepvezels van de teeltjaren 2017 en 2018 en van de enzymatisch geveldrote hennepvezels van het teeltjaar 2017. Hoe hoger de score, hoe beter de beoordeling.

Genotype	2017 Veldroten	2017 Enzymatisch veldroten	2018 Veldroten
USO 31	2,875	1,3125	5
Bialobrzeskie	2,5	2	2,375
Santhica 27	/	/	2,125
Futura 75	4,5	4,25	2,375
Dacia Sequieni	1,375	2,875	2,75
Santhica 70	/	/	2,125
Carmagnola Selezionata	5	4,75	2

Om uiteindelijk te beslissen welke genotypes in het totale plaatje het best scoren werd een **Multicriteria-analyse (MCA)** uitgevoerd. Een Multicriteria-analyse is een wetenschappelijke evaluatiemethode om tussen diverse discrete alternatieven een rationele keuze te maken op basis van meer dan één onderscheidingscriterium. Voor elk criterium worden de resultaten op een nieuwe schaal afgebeeld, die tussen 0 en 1 loopt. Score 1 wordt gegeven aan het voor dat criterium best presterende genotype, score 0 aan het slechtst presterende. Vervolgens worden per genotype al de verschillende scores opgeteld om uiteindelijk een rangschikking te krijgen. Via de MCA die werd uitgevoerd op de uitgemiddelde resultaten van de geveldrote hennepvezels van de teeltjaren 2017 en 2018 blijkt **Carmagnola Selezionata het best presterende genotype te zijn**. De resultaten van deze MCA worden weergegeven in Tabel 2.11.

Tabel 2.11. Resultaat van de multicriteria-analyse op de resultaten van het veldroten van de verschillende genotypen, uitgemiddeld over de twee teeltjaren (2017-2018).

	USO	BIA	S 27	FUT	DAC	S 70	CS
Tijd op het veld	1,00	0,59	0,37	0,18	0,18	0,17	0,00
Drogestof opbrengst	0,00	0,65	0,30	0,88	0,84	0,91	1,00
Opbrengst Lange Vezel	0,00	0,63	0,34	0,57	0,44	1,00	0,35
<b>Score kwantiteitsparameters</b>	<b>1,00</b>	<b>1,86</b>	<b>1,00</b>	<b>1,63</b>	<b>1,46</b>	<b>2,08</b>	<b>1,35</b>
<i>Vezelsterkte (cN/tex)</i>	0,06	0,27	0,42	0,04	0,00	1,00	0,41
<i>Fijnheid (tex)</i>	0,58	1,00	0,27	0,40	0,84	0,00	0,96
<i>Vezellengte (mm)</i>	0,37	0,21	1,00	0,00	0,19	0,87	0,14
<i>Variatie in vezellengte</i>	0,70	0,91	0,08	1,00	0,90	0,00	0,84
<i>Kleur ('YD1925')</i>	0,00	0,11	1,00	0,57	0,64	0,38	0,10
<i>Kleurstabiliteit (spreiding)</i>	1,00	0,37	0,00	0,53	0,72	0,41	0,73
<i>Touché</i>	1,00	0,20	0,03	0,73	0,00	0,03	0,77
<b>Score kwaliteitsparameters</b>	<b>3,71</b>	<b>3,07</b>	<b>2,80</b>	<b>3,26</b>	<b>3,28</b>	<b>2,69</b>	<b>3,95</b>
<b>Totaalscore</b>	<b>4,71</b>	<b>4,94</b>	<b>3,80</b>	<b>4,90</b>	<b>4,75</b>	<b>4,77</b>	<b>5,30</b>

Op basis van deze gewogen resultaten blijkt het late ras CS het meest geschikt naar zowel opbrengst als kwaliteit toe. Dit late ras verblijft echter langer op het veld wat het risico op 'rotten' bij roten in de late zomer/vroege herfst doet toenemen. Bijvoorbeeld in teeltjaar 2019 viel er zeer veel neerslag eind september, waardoor het grote stro van late rassen te nat om te zwingelen en overroot bleek (niet getoond). Daarom lijkt het vroegrijpe ras USO31, met een relatief lage vezelopbrengst maar goede scores op de vezelkwaliteitsparameters, op zich ook interessant.

**Gezien de duidelijke verschillen tussen teeltjaren in vezelsterkte en touché, onafhankelijk van het onderzochte genotype, lijkt uitgebreider onderzoek naar optimalisatie in functie van een constante vezelkwaliteit in het veldroten aanbevolen.** Onderzoek naar de invloed van weer-, veld- en rottingsomstandigheden en eventuele sturing van de uiteindelijke vezelkwaliteit dringt zich op.

## Enzymatisch roten in batch

### 1. Verkennende labotesten

Het roten van hennepstengels bepaalt in zeer grote mate de uiteindelijke kwaliteit van de bekomen vezels. Daar het veldroten louter klimaatafhankelijk is en het dus zeer moeilijk is om jaar na jaar een constante kwaliteit te verkrijgen, wordt nagegaan of enzymatisch roten van hennep in batch een mogelijke optie zou zijn om een goede kwaliteit van hennepvezels te bekomen. In de eerste fase van dit onderzoek werden verschillende enzymen getest op hennepstro verkregen van Hempflax Nederland, Hempflax Roemenië en Belchanvre, omdat de hennep van "eigen kweek" op dat moment nog niet beschikbaar was. Dit externe materiaal bestond uit licht geroot en ongeroot ruw hennepstro. De geteste enzymen (9 in totaal) werden geselecteerd na overleg met verschillende enzymdistributeurs/ producenten zoals Novozymes, Dupont, InoTEX en CHT. De lijst met enzymen wordt gegeven in Tabel 2.12.

Tabel 2.12. Enzymen selectie.

Leverancier	Enzym	Type	Temp bereik	pH bereik	Voorgestelde dosering
<b>Novozymes</b>	Bioprep 3000 L	Puur Pectate lyase	20 – 65°C	6 – 10	0.03-0.2%
	Scourzyme L	Puur Pectate lyase	20 – 65°C	6 – 10	0.25-1.5%
	Pulpzyme HC 2500	Puur endo-xylanase	30-70°C	4-11	0.05-0.15%
	NS 59049	Puur Pectinlyase	20 – 65°C	3.5 - 5.5	0.1-0.3%
	Viscozyme L	Glucanase	20 - 55°C	4.0 - 6.0	0.1-0.3%
<b>Dupont</b>	PrimaGreen EcoSour	Pectate lyase	30-70°C	6.5 - 7.5	0.03-0.2%
<b>InoTEX</b>	TEXAZYM SER-7conc.	Mix	45– 60°C	7 – 9	
<b>CHT</b>	Beisol pro	Mix	55°C	8 – 9	1.0 - 4.0 %
	DENIMCOL LAC-LRE	Laccase	60-70°C	4 – 6	0.5-2.0 %

Het ruwe hennepstro werd in een laboratoriumverfmachine gedurende 1 uur behandeld met de verschillende enzymen, rekening houdend met hun overeenkomstige optimale

temperatuur, pH en concentratie. De recepten die werden gebruikt in de laboratoriumproeven staan vermeld in Tabel 2.13. Om de kwaliteit van deze enzymbehandelingen te verifiëren werden de resultaten van de enzymatische rotingsprocessen vergeleken met de resultaten van een chemisch rotingsproces op basis van natriumsulfiet en natriumhydroxide (Hurren et al, 2002.).

Tabel 2.13. Gebruikte recepturen.

Experiment	Enzymen	Procestemp.	pH
1	0.2% Bioprep L 3000 0.15% Pulpzyme HC 2500	60°C	pH 8
2	0.3% NS 59049 0.15% Pulpzyme HC 2500	60°C	pH 5
3	0.3% Viscozyme L	50°C	pH 5
4	0.2% Bioprep L 3000	55°C	pH 7
5	0.3% NS 59049	55°C	pH 4,5
6	1,5% Scourzyme L	55°C	pH 7
7	0.15% Pulpzyme HC 2500	70°C	pH 8
8	0.2% PrimaGreen EcoScour	50°C	pH 7
9	2% Beisol PRO	60 °C	pH 8.5
10	0.2% Texazym SER-7conc.	60 °C	pH 8

Voor de beoordeling van het effect van de enzymatische behandelingen op de kwaliteit van de vezels werd allereerst het uitzicht van de behandelde vezels en het loskomen van de vezels van het xyleem onderzocht.

Het chemische rotingsproces gaf korte en lichtgele vezels die gemakkelijk los kwamen van het xyleem. De enzymatische gerote vezels hebben duidelijk een kleurverschil met de chemisch gerote vezels. De behandelingen met Bioprep 3000L, Pulpzyme HC 2500, NS 59049, Viscozyme L en Scourzyme L gaven onmiddellijk na de behandeling een lichtgroene kleur die vervaagde en in de tijd veranderde in een lichtgele kleur. De behandeling met PrimaGreen EcoScour gaf de vezels een bruinachtige kleur, terwijl het enzym Beisol PRO een kleurnuance geeft tussen de behandeling met Bioprep 3000L en de behandeling met PrimaGreen EcoScour. Hennep behandeld met Texazym SER-7conc. vertoonde een gelere kleur dan de chemisch gerote hennep.

Vezels behandeld met Bioprep 3000L, NS59049, PrimaGreen Ecoscour en Beisol PRO konden gemakkelijk losgemaakt worden van het xyleem terwijl de vezels behandeld met Viscozyme L, Scourzyme L, Pulpzyme en Texazym SER-7conc. nog steeds vast aan het xyleem bleven kleven.

Om de effectiviteit van de enzymen te bepalen werd de restpectine aan de hand van een Ruthenium rood test op de verkregen vezels bepaald. De hoeveelheid resterende pectine die op de vezels achterbleven werden bepaald door het meten van de kleursterkte van de vezels geleverd met Ruthenium rood, een kleurstof met een affiniteit voor pectine. Voor de Ruthenium rode test werd een verse oplossing bereid met volgend recept:

- 0,2 g/l Ruthenium rood
- 1,0 g/l ammoniumchloride
- 2,5 ml/l 28% ammoniumhydroxide-oplossing

- 1,0 g/l Silwet L -77 (bevochtiger, polyalkyleenoxide gemodificeerd heptamethyltrisiloxaan)
- 1,1 g/l Tergitol 15-S-12.

De oplossing werd gebruikt in een verhouding van 100 ml oplossing/gram vezels. De vezels werden gedurende 15 minuten geleverd bij kamertemperatuur in een laboratoriumverfmachine (Ahiba Nuance) en vervolgens gespoeld met koud water. Na drogen werd de kleur van de vezels bepaald door het meten van de reflectie van de Ruthenium roodgeverfde vezels op een Datacolor SF550 bij 540 nm en de kleurstof op de vezel werd berekend als K/S-waarde (Liu et al, 2009). De hoeveelheid Ruthenium Red gekoppeld aan pectine, gemeten als K/S, was direct evenredig met de hoeveelheid pectine die in de vezel achterbleef en daarom omgekeerd evenredig met pectinase-activiteit. De K/S-waarden van de monsters werden omgezet in percentage resterende pectine met behulp van de volgende vergelijking (Calafell, 2005):

$$\% \text{ Resterende pectine} = (K/S - K/S_0) / (K/S_{100} - K/S_0) \times 100$$

Om een duidelijk beeld te krijgen van de resultaten van de pectineverwijdering door de verschillende behandelingen, werd de relatie tussen de percentages resterende pectine onderzocht. Hiervoor werden de resultaten zodanig berekend dat de behandeling met de laagste verwijdering van pectine op 100% werd ingesteld. De gemeten K/S-waarde en het percentage resterende pectine worden gegeven in Tabel 2.14. Deze resultaten tonen aan dat enzymatisch rotting met Viscozyme L de laagste verwijdering van pectine gaf. Alle andere enzymatische behandelingen vertonen een betere verwijdering van pectine dan het chemische rottingsproces dat werd gebruikt, hoewel het verschil tussen het chemisch roten en de behandelingen met NS59049, Pulpzyme en hun combinatie vrij klein was. De beste verwijdering van pectine werd verkregen met het enzym Scourzyme L gevolgd door Bioprep L 3000, PrimaGreen EcoScour, Beisol PRO en Texazym SER-7 conc.

Tabel 2.14. K/S -waarde en percentage restpectine verhouding.

Enzym	K/S	Restpectine verhouding (%)
Chemisch roten	19,50400	99,43
Bioprep L 3000	17,39595	85,13
Pulpzyme HC 2500		
NS 59049	18,54405	92,92
Pulpzyme HC 2500		
Viscozyme L	19,58828	100,00
Bioprep L 3000	17,06439	82,88
NS 59049	19,42041	98,86
Scourzyme L	15,84987	74,65
Pulpzyme HC 2500	18,39274	91,89
PrimaGreen EcoSour	17,32867	84,68
Beisol PRO	15,73736	84,93
Texazym SER-7conc.	16,07950	87,60

De enzymen Scourzyme L, Bioprep L 3000, PrimaGreen EcoScour en Beisol PRO vertoonden de beste pectine verwijdering, maar aangezien bij de behandeling met Scourzyme L de vezels nog te sterk aan het xyleem bleven kleven, werd besloten om



alleen de enzymen Bioprep L 3000, PrimaGreen EcoScour en Beisol PRO te gebruiken in de follow-up van de studie voor enzymatisch batch-roten van de hennepgenotypen geteeld in het "Eigen kweek"-project.

## 2. Enzymatisch batchroten van eigen gekweekte hennep (pilootschaal)

Op basis van de resultaten van deze voorlopige testen werden de best presterende enzymen (in totaal 3) geselecteerd voor verdere testen op de "eigen gekweekte" hennep. Vanaf dit stadium in het onderzoek werden de testen niet langer uitgevoerd op een laboratoriumverfmachine, maar op een pilootverfmachine. De enzymconcentratie, de pH en de temperatuur waren identiek aan de laboratoriumtesten, maar de vlotverhouding werd aangepast van 1/10 tot 1/40. In eerste instantie werden tests uitgevoerd op de groene hennepstengels die op een lengte van 60 cm werden gesneden om in de machine te passen. Er werd gestart met een behandelingstijd van 1 uur, maar vanwege het feit dat de vezels aan het xyleem bleven kleven, werd deze behandelingstijd stapsgewijs verlengd tot 4 uur. Vanwege het ontbreken van enig resultaat na een behandeling van 4 uur met de enzymen op de volledige hennepstengels werd besloten het onderzoek voort te zetten na een voorafgaande ontvezelingsstap. Hiervoor werden ongerote gedroogde hennepstengels gebroken met behulp van een vlasbreker en vervolgens behandeld met enzymen.

## 3. Vezelkwaliteit

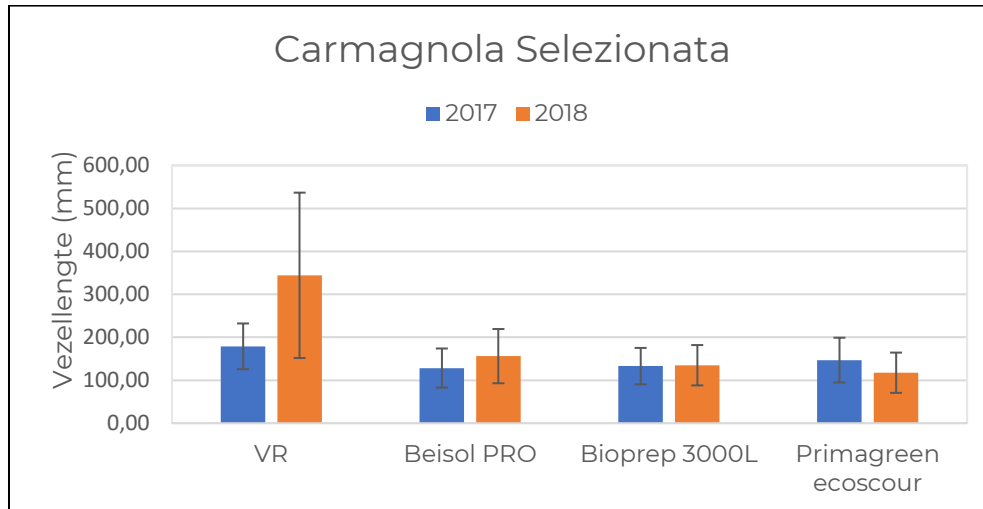
Om de invloed van het enzymatisch batchroten op de kwaliteit van de vezels te bepalen, werd opnieuw de gemiddelde lengte, massa en treksterkte van de verkregen lange vezels van het genotype Carmagnola Selezionata, welke in batch geroot werden met de respectievelijke enzymen Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen Ecoscour, bepaald. Uit deze meetwaarden werd vervolgens de vezelfijnheid en de vezelsterkte bepaald. De gemiddelde vezellengte, vezelfijnheid en vezelsterkte worden samen met de gemiddelde waarden van de kleurmetingen weergegeven in Tabel 2.15.

Tabel 2.15. Kwaliteitsparameters van Carmagnola Selezionata na veldroten en enzymatisch batchroten met resp. Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen ecoscour.

Genotype			Lengte	std dev	Fijnheid	Sterkte	YD 1925	std dev	YD 1925	std dev
			(mm)		(tex)	(cN/tex)				
Carmagnola Selezionata	2017	VR	178,96	53,22	1,91	1,24	5,76	33,16	42,04	4,12
		Beisol PRO	128,35	45,56	3,72	2,91	16,51	128,35		
		Bioprep 3000L	132,86	42,38	3,29	2,81	17,20	132,86		
		Primagreen ecoscour	146,93	52,12	5,45	3,96	18,89	146,93		
	2018	VR	344,21	192,46	4,29	3,00	10,31	42,05	43,04	7,25
		Beisol PRO	156,11	63,11	4,87	3,84	21,05	23,12		
		Bioprep 3000L	134,95	46,95	4,29	2,76	16,35	26,22	43,38	
		Primagreen ecoscour	117,48	46,91	4,34	3,04	17,66	24,60	44,88	

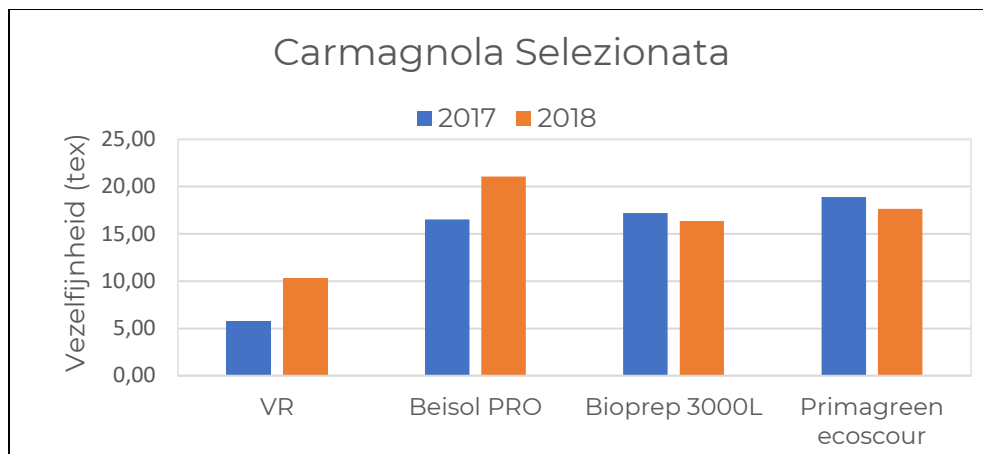
Waar er bij het traditionele veldroten grote verschillen worden waargenomen tussen de teeltjaren 2017 en 2018, worden deze verschillen bij enzymatisch batchroten voor de vezellengte geminimaliseerd waardoor een meer gelijkmatige vezellengte over de

verschillende jaren werd bekomen. De invloed van het gebruikte enzym is echter beperkt, doch wordt vastgesteld dat de vezellengte na het enzymatisch batchroten lager ligt dan deze van het traditionele veldroten. Figuur 2.22 geeft de vezellengte en de standaarddeviatie weer van Carmagnola Selezionata na veldroten en enzymatisch batchroten met resp. Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen ecoscour over de twee teeltjaren heen.



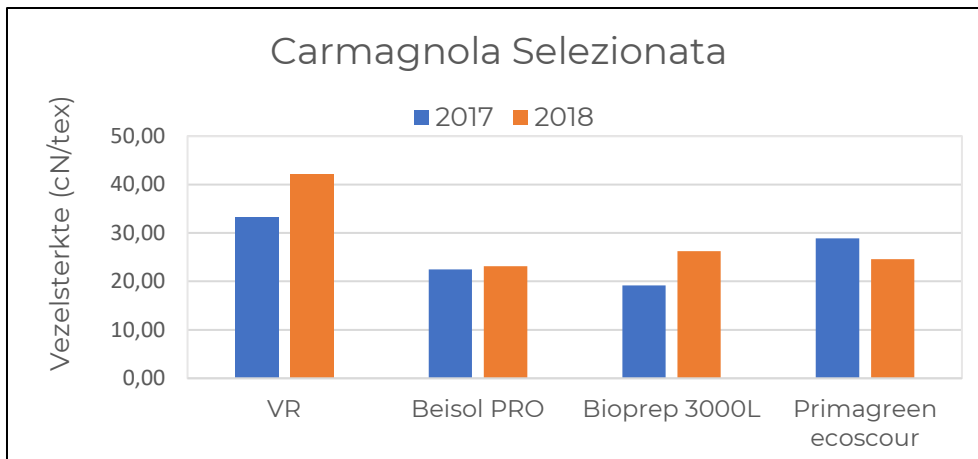
Figuur 2.22. Vezellengte en de standaarddeviatie van Carmagnola Selezionata na veldroten en enzymatisch batchroten met resp. Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen ecoscour.

Enzymatisch batchroten leidt niet alleen tot kortere vezellengtes, maar ook tot dikkere vezels in vergelijking met het traditionele veldroten. Ook hier is de invloed van het gebruikte enzyme beperkt. Figuur 2.23 geeft de vezelfijnheid weer van Carmagnola Selezionata na veldroten en enzymatisch batchroten met resp. Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen ecoscour over de twee teeltjaren heen.



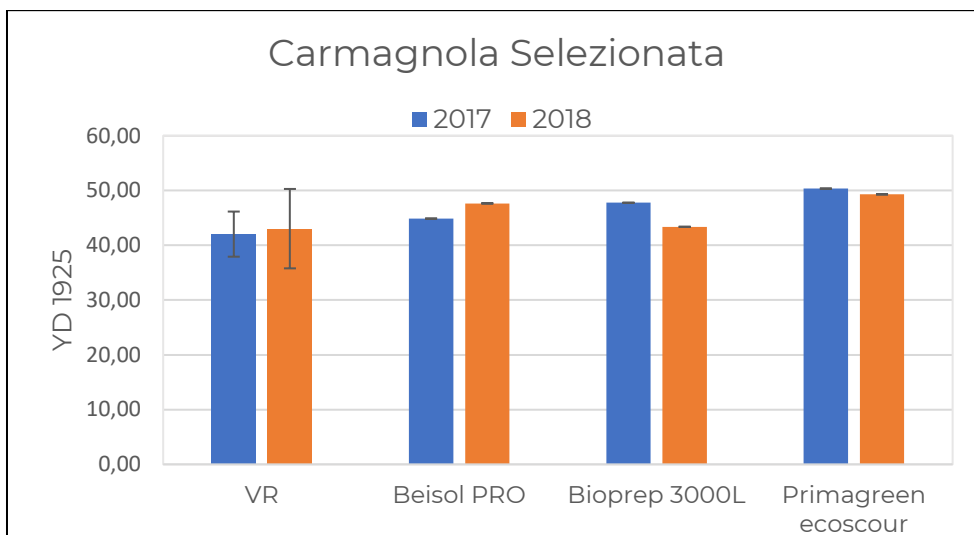
Figuur 2.23. Vezelfijnheid van Carmagnola Selezionata na veldroten en enzymatisch batchroten met resp. Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen ecoscour.

Bij het enzymatisch batchroten ligt de vezelsterkte, bij een behandeling van 4 uur met de respectievelijke enzymen, algemeen lager dan deze van het traditioneel veldroten. Dit kan eventueel bijgestuurd worden door het proces van het batchroten in te korten. Verder onderzoek naar de ideale procesduur dringt zich op. De vezelsterkte wordt licht beïnvloed door het gebruikte enzym. Figuur 2.24 geeft de vezelsterkte weer van Carmagnola Selezionata na veldroten en enzymatisch batchroten met resp. Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen ecoscour over de twee teeltjaren heen.



Figuur 2.24. Vezelsterkte van Carmagnola Selezionata na veldroten en enzymatisch batchroten met resp. Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen ecoscour.

De “yellowness-index” van de cultivar Carmagnola Selezionata na enzymatische batchroten met de geselecteerde enzymen, respectievelijk Beisol PRO, Bioprep L 3000 en PrimaGreen EcoScour werd berekend aan de hand van de gemeten CIE Tristimulus-waarden. Figuur 2.25 geeft de YD1925 met zijn standaarddeviatie weer van het enzymatisch batchroten met de respectievelijke enzymen en het traditionele veldroten over de twee teeltjaren heen. Waar er bij het traditioneel veldroten grote verschillen werden waargenomen binnen éénzelfde plot zijn deze kleurverschillen bij het enzymatisch batchroten volledig verdwenen. Enzymatische batchroten geeft met andere woorden het voordeel dat de vezels na de behandeling dezelfde bleke tint hebben. Een egale tint van de vezels is voordeliger naar verdere verwerkingsprocessen, zoals bleken en verven, toe. De invloed van het gebruikte enzyme op de yellowness-index tussen de verschillende enzymatisch behandelde vezels is echter beperkt.



Figuur 2.25. YD1925 van Carmagnola Selezionata na veldroten en enzymatisch batchroten met resp. Beisol PRO, Bioprep 3000L en Primagreen ecoscour.

**Enzymatisch batchroten volgens het opgestelde proces geeft kortere, dikkere en minder sterke vezels in vergelijking met het traditioneel veldroten.** Deze parameters kunnen eventueel verbeterd worden door het proces van het enzymatisch batchroten verder te optimaliseren. Verder onderzoek is essentieel om tot meer optimale resultaten te komen.

Het grote voordeel van het enzymatisch batchroten t.o.v. het traditioneel veldroten is het bekomen van een egale bleke (beige) kleur (Fig. 2.26).



Figuur 2.26. Carmagnola Selezionata (2018 – rassenproef) na enzymatisch batchroten met 0,2% Bioprep 3000L. Ter vergelijking: de kleurvariatie tussen veldgerote vezels wordt weergegeven in Figuur 2.21.

## Economische perspectieven?

Hennep is een snelgroeiend gewas dat een groot potentieel biedt in het kader van de zich ontwikkelende bio-gebaseerde circulaire economie. In 2018 werden 39 teeltmeldingen voor hennep ingediend in de verzamelaanvraag met uiteenlopende teeltdoelen, gaande van veevoeder, over zaad voor veevoeder en olie voor humane consumptie, tot de oogst van het stro voor technische toepassingen van de vezel en de scheven. Echter, onaangepaste drooginstallaties voor het zaad, belemmerende wetgeving bij teelt voor humane consumptie en gebrek aan lokale afzetmogelijkheden van stro voor technische toepassingen (o.a. faillissement Belchanvre) hebben geleid tot onrendabele omstandigheden voor de teler.

**Hennep teelt voor textieltoepassingen kent echter wel een lokale afzet in Vlaanderen** bij de economisch sterke, lokale vlasverwerkende industrie – zowel primaire verwerkers (zwingelaars) als de weverij sector. Zij zijn vragende partij van een lokale geteelde kwalitatieve hennepvezel, analoog aan de lokale vlasvezel. De recente investeringen binnen de lokale, vezelverwerkende sector (circa 25 miljoen euro investeringen in de periode 2016-2018 bij vlasverwerkers in Vlaanderen, Van In, 2019) zullen de vraag naar een aanvullende natuurlijke vezel, op korte termijn, bovendien alleen nog doen toenemen.

Naast het voordeel van de lokale afzet wordt verwacht dat hennep teelt voor textieltoepassingen economisch gezien de meeste perspectieven kan bieden voor telers in onze regio, t.o.v. de teelt voor laagwaardige korte vezels en/of zaden. **De prijzen voor de lange vlasvezel zijn nog nooit zo hoog geweest en bereikten in maart 2019 €3,4/kg lange vezel**, bovendien zullen deze gunstige prijzen en de vraag naar lange vezels niet meteen dalen. Gezien de hennepvezel het dichtst aanleunt bij de vlasvezel, kunnen deze cijfers als representatief verondersteld worden voor een hoogkwalitatieve lange hennepvezel. Bijkomend zijn er ook nog de **valorisatiemogelijkheden van de reststromen**, i.e. korte vezels ('klodden') en scheven.

Globaal is de vraag naar ecologische grondstoffen in de textielindustrie stijgende. Deze aanzienlijke groei komt voort uit de toenemende bewustwording en vraag van

consumenten naar lokaal geproduceerde en ecologisch duurzame producten. Vlas neemt op dit moment binnen de markt van de textielvezels minder dan 1% in. Daarom is er volgens de Europese vlas- en hennepconfederatie (CELC) ruimte voor groei, niet alleen voor vlasvezels, maar zeker ook voor hennepvezels.

De kwaliteit van de hennepvezel is sterk afhankelijk van het proces van het roten dat de hennep ondergaat. Voor vlas is dauwrotten op het veld nog steeds de meest gangbare en bovendien de meest economische en ecologisch methode, wat ook voor hennep toepasbaar lijkt. Het enzymatisch batchrotten van hennep heeft als voordeel dat het proces niet afhankelijk is van de weersomstandigheden en dat er geen zware chemicaliën vereist zijn, maar de massa die groen van het veld gehaald wordt, dient eerst gedroogd te worden om schimmelvorming tijdens de opslag te vermijden. Een tweede nadeel van dit proces is echter de hogere kost die het met zich meebrengt. Voor het enzymatisch batchrotten wordt namelijk gewerkt bij temperaturen tussen de 50°C en de 60°C, afhankelijk van het gebruikte enzyme. Na de behandeling wordt de temperatuur verhoogd tot 90°C om de enzymwerking te stoppen alvorens het bad kan worden afgelaten. Vervolgens volgen er nog 2 spoelbaden, één warm spoelbad bij 60°C en één koud spoelbad en moeten de vezels gedroogd worden voor latere verwerking. Het hoge waterverbruik en de hoge temperaturen zorgen ervoor dat het proces minder economisch aantrekkelijk wordt. Daarnaast komt nog een extra kost voor de gebruikte chemicaliën waarvan gemiddeld 42% van deze kosten vertegenwoordigd worden door de enzymkosten (kosten berekend volgens receptuur van "Eigen kweek").

## Aanbevelingen Eigen Kweek.

- Hennep teelt voor de lange textielvezel heeft duidelijk potentieel in onze regio.
- Inzaaien als zomerteelt in mei wanneer relatief zacht en vochtig weer voorspeld wordt. Een goede initiële opkomst lijkt cruciaal om een uiteindelijk hoge standdichtheid en vezelopbrengst te garanderen.
- Ook bij extreem heet en droog zomerweer geeft hennep nog een relatief goede opbrengst. Hennep kan daarom beschouwd worden als een robuuste, alternatieve teelt in het kader van klimaatverandering.
- Het rassespecifiek bloeitijdstip is bepalend voor uiteindelijke opbrengst. Dit laat teeltoptimalisatie toe in functie van gewenste plantlengte en 'tijd op het veld'. Late cultivars leveren een hogere opbrengst maar hebben een hoger risico te 'rotten' bij het roten in de late zomer/vroege herfst.
- Veldrotten en mechanische vezelextractie op vlaswingellijn leveren een volwaardige vezelopbrengst en -kwaliteit. Gezien de relatieve eenvoud, lijkt dit de meest aangewezen methode om op korte termijn een lokale hennep-voor-textiel keten te realiseren. Uitgebreider onderzoek naar optimalisatie van het veldrottingsproces in functie van een constante vezelkwaliteit en het formuleren van duidelijke praktische handvaten lijkt echter noodzakelijk.
- Oogstmechanisatie blijft momenteel een belangrijk knelpunt. Voor verwerking op de vlaswingellijn dient ingezet te worden op een oogstmodule die hennepstengelstukken van ca. 1 m parallel op het veld legt.