

Productiekosten sierteeltextracten

Berekeningen bij Rapport GTB-1387

Januari 2018, Jan Buurma, Wageningen Economic Research



Plantenextracten voor groene gewasbescherming

- De maatschappelijke weerstand tegen chemische gewasbeschermingsmiddelen neemt toe. Door aanscherping van de toelatingseisen wordt het middelenpakket voor de bestrijding van ziekten en plagen geleidelijk smaller. Planten bevatten van nature afweerstoffen tegen ziekten en plagen. Het idee is nu om natuurlijke afweerstoffen uit planten te winnen en die vervolgens toe te passen als gewasbeschermingsmiddel in andere gewassen.
- Binnen de PPS “Sierteelt in de Biobased Economy” hebben Royal Flora Holland, Kenniscentrum Plantenstoffen, Wageningen University & Research, Fytagoras en Prisna onderzoek gedaan naar de perspectieven van plantenextracten en -stoffen uit siergewassen als gewasbeschermingsmiddel, als plantversterker en als middel tegen obesitas bij mensen. De focus van het onderzoek ligt primair bij de effectiviteit van sierteeltextracten tegen de belangrijkste ziekten en plagen in de glastuinbouw.
- In deze publicatie biedt Wageningen Economic Research inzicht in de productiekosten van plantenextracten als grondstof voor groene gewasbescherming.

Kosten integraal bekeken en berekend: focus op extractiekosten

- In de berekeningen is informatie uit diverse vakgebieden geïntegreerd met als uitgangspunt [Rapport GTB-1387 van Wageningen University & Research](#). Deze informatie is verrijkt met biologische en technische expertise van de betrokken partijen. Voor de economische berekeningen zijn kostenindicaties verkregen van extractiebedrijven, zoals DuSart Pharma in Nederland en Herbamed in Zwitserland.
- De focus in de kostenberekening ligt op de extractiekosten en op de mogelijkheden voor efficiëntieverbetering. De kosten voor productie van vers plantmateriaal, formulering en toelating als gewasbeschermingsmiddel, en marketing en distributie blijven buiten beschouwing.
- Een indicatie voor de niet-beschouwde kosten (multiplier) is te vinden in: [Buurma, J.S. \(2013\). Glastuinbouw als producent van groene gewasbeschermingsmiddelen. Economische sigarendoos-berekeningen. Den Haag, LEI Wageningen UR, Presentatie 30 oktober 2013, De Westlandse Druif, Monster.](#)

Inzicht in economisch perspectief van toepassing sierteeltextracten als gewasbeschermingsmiddelen

- De doelstelling van dit economische onderzoek is om een inschatting te maken van de productiekosten van sierteeltextracten, uitgedrukt in euro's per bespuiting in de praktijk. Zo ontstaat meer inzicht in het economisch perspectief van sierteeltextracten als gewasbeschermingsmiddel ten opzichte van het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen.
- Daarnaast geeft dit onderzoek inzicht in de mogelijkheden voor efficiëntieslagen in de productie van sierteeltextracten.

Hoofdvraag

100 kg vers = ? liter extract = ? euro

Deelvragen:

- Doorwerking van drogestofgehaltes?
- Benodigde ethanol-/volumesgehaltes?
- Waar zitten afweerstoffen in de plantencel?
- Voorstelling van extractie op celniveau?
- Verhouding vacuolenvocht: ethanol?
- Marktprijs voor ethanol?
- Kosten arbeid/apparatuur voor extractie?
- Kostenniveau t.o.v. chemische middelen?

Van benodigde extractievolumes naar productiearealen

- Berekening extractievolumes
 - Laboratoriumsituatie (Prisna/Phytoconsult)
 - Mogelijkheden optimalisatie
 - Commerciële situatie (Herbamed)
- Berekening extractiekosten
 - Kosten ethanol + arbeid/apparatuur (€/liter)
 - Vertaling naar kosten per bespuiting (€/ha)
 - Effecten efficiëntieverhoging productieketen
- Berekening benodigde productiearealen

Nieuw model

Voor de beantwoording van de onderzoeksvraag is een spreadsheetmodel ontwikkeld. Het model is opgebouwd uit drie onderdelen. In het **eerste** onderdeel worden volumes berekend die nodig zijn voor de extractie van het plantmateriaal en die na extractie beschikbaar komen voor gebruik.

In het **tweede** onderdeel worden de extractiekosten berekend, opgesplitst naar kosten voor ethanol en kosten voor arbeid en extractieapparatuur. Deze worden vervolgens omgerekend naar kosten per bespuiting en vergeleken met de aankoop van een chemisch gewasbeschermingsmiddel.

In het **derde** onderdeel wordt berekend welke productiearealen nodig zijn voor de productie van afweerstoffen.

Lager drogestofgehalte = groter afvulbaar volume

Productie van extract	Freesia	Hedera	Lelie	Laurier
Input				
Vers plantmateriaal (gr.)	100	100	100	100
Drogestofgehalte (%)	10	20	40	60
Vocht in materiaal (ml)	90	80	60	40
Solvens → ethanol (%)	96	96	96	96
Solvens → ethanol (ml)	500	500	500	500
Extract → brutovolume (ml)	590	580	560	540
Ethanolgehalte na extractie (%)	81	83	86	89
Afvulbaar → volumeaandeel (%)	80	80	80	80
Afvulbaar → nettovolume (ml)	472	464	448	432

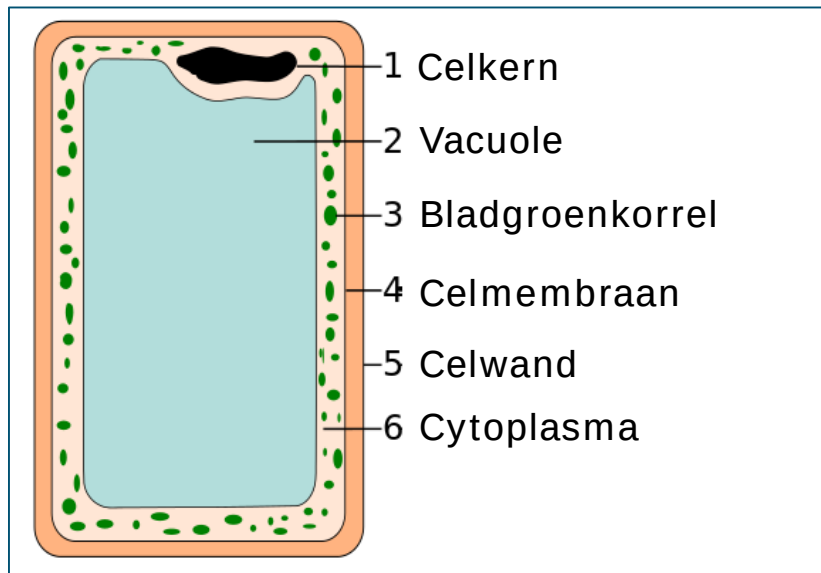
Achtergrond: methode productie van extract

In het protocol van Prisna/Phytoconcult (zie Rapport GTB-1387, blz. 14) werd uitgegaan van 100 gram vers plantmateriaal. Aan dit verse plantmateriaal werd 500 ml ethanol 96% toegevoegd. Na extractie kon volgens Prisna/Phytoconsult ongeveer 400 ml extract met een ethanolgehalte van 80% worden afgevuld. Voor de vertaling naar productiekosten van sierteeltextracten is deze werkwijze in de afgebeelde spreadsheet rekenkundig gereconstrueerd voor verschillende drogestofgehaltes. De vier gewassen (Freesia, Hedera, Lelie en Laurier) zijn in overleg met het projectteam als voorbeelden gekozen uit de gewassenlijst op blz. 25 van Rapport GTB-1387.

De afvulbare volumes en ethanolgehaltes blijken licht behoudend te zijn ingeschat. In de rekenkundige reconstructie komen de ethanolgehaltes en de afvulbare volumes ongeveer 10% hoger uit. In een productiecontext zit hier ruimte voor efficiëntieverbetering.

Voorstelling van extractie op celniveau

- Bij malen en extraheren wordt het vacuolevocht één met de extractievloeistof (bv. ethanol 70%)



Wikipedia:

Het vocht in de vacuolen bestaat uit water met daarin opgeloste stoffen. In sommige vacuolen worden ook speciale toxische verbindingen opgeslagen die vrijkomen wanneer de plantencellen worden opengebroken. Goed oplosbaar in ethanol 50-70%.

- 500 ml ethanol 70% + 80 ml vocht = 580 ml ethanol 60%

Achtergrond: methode productie van extract

In het protocol van Prisna/Phytoconsult werd geen rekening gehouden met verschillen in drogestofgehalte. Het waarom van 80% afvulbaar bleef een black box. Bij een zoektocht op Wikipedia naar de samenstelling van plantencellen en de opslag van inhoudsstoffen kwam opslag van afweerstoffen (alkaloïden) in vacuolenvocht naar voren. In die context kan extraheren worden uitgelegd als het openbreken van plantencellen en het oplossen van vacuolenvocht en inhoudsstoffen in ethanol. Dat geeft aansluiting naar drogestofgehaltes en de binding van ethanol aan droge stof ('sponswerking') waardoor het afvulbare volume wordt beperkt. Verder werd duidelijk op Wikipedia dat alkaloïden goed oplosbaar zijn in ethanol 50-70%. Kennelijk bevat het protocol van ethanol 80% (na extractie) een behoudend element.

Bronnen

plantencel: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Cel_\(biologie\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Cel_(biologie))

alkaloïden: <http://www.libervitae.be/Documents/Oplosbaarheid.pdf>

Efficiëntieslag: minder solvens, lager ethanol-%

Productie van extract	Freesia	Hedera	Lelie	Laurier
Input				
Vers plantmateriaal (gr.)	100	100	100	100
Drogestofgehalte (%)	10	20	40	60
Vocht in materiaal (ml)	90	80	60	40
Solvens → ethanol (%)	70	70	70	70
Solvens → ethanol (ml)	410	420	440	460
Extract → brutovolume (ml)	500	500	500	500
Ethanolgehalte na extractie (%)	57	59	62	64
Afzulbaar → volume-%	13	27	54	80
Afzulbaar → nettovolume (ml)	487	473	446	420

Toevoeging van ethanol 70% volstaat voor een ethanolgehalte na extractie van 60%. Door het vacuolenvocht als onderdeel van het extract te beschouwen, is minder solvens (410-460 liter per 100 kg vers plantmateriaal) nodig om tot 500 liter extract te komen. Bij de sponswerking is uitgegaan van de zogenaamde random loose packing (suikerkorrels in een suikerpot). 60% van de ruimte wordt ingenomen door korrels en 40% van de ruimte door lucht. In ons geval wordt de ruimte tussen de drogestofkorrels ingenomen door extract en kan deze niet worden afgevuld. Vanwege een mogelijk minder optimale pakking dan bij suiker is voor de sponswerking van de droge stof een factor 2 ingebouwd. Bij tien eenheden droge stof zijn dan dertien eenheden extract onbereikbaar voor winning. Volgens deze benadering kan bij lage drogestofgehaltes (10-20%) ongeveer 95% worden afgevuld. Bij hoge drogestofgehaltes (40-60%) kan ongeveer 85% worden afgevuld.

Kostprijs extract is 2,5% ethanol + 97,5% arbeid/apparatuur

Kostprijs van extract		Freesia	Hedera	Lelie	Laurier
Marktprijs ethanol (€/l)	96%	0,50	0,50	0,50	0,50
Kosten solvens (€/l)	70%	0,36	0,36	0,36	0,36
Gebruikt volume (l)		410	420	440	460
Ethanolkosten extractie (€/l)		149	153	160	168
Afgevuld volume (l)		487	473	446	420
Ethanolkosten extract (€/l)		0,31	0,32	0,36	0,40
Prijsopgave fabrikant (€/l)		15	15	15	15
Bewerkingskosten (€/100 kg)		5.800	5.800	5.800	5.800
Afzulbaar volume extract (l)		487	473	446	420
Bewerkingskosten extract (€/l)		11,92	12,26	12,99	13,82
Kostprijs afgevuld extract (€/l)		12,23	12,58	13,35	14,22

Achtergrond: methode kostprijsberekening

De tabel geeft een specificatie van de ethanolkosten en de bewerkingskosten (arbeid en apparatuur) van extractie. Voor ethanol 96% is uitgegaan van een wereldmarktprijs van € 0,50 per liter (bron: EUBIA - European Biomass Industry Association). Via verdunning naar ethanol 70% en verlies door sponswerking komen de ethanolkosten op € 0,31-€ 0,40 per liter extract. Op de prijsopgave van DuSart Pharma (€ 15,00 per liter extract) zijn de ethanolkosten in mindering gebracht, resulterend in de bewerkingskosten per liter extract. Uit het overzicht kan worden afgelezen dat de bewerkingskosten (arbeid/apparatuur) bepalend zijn voor de kostprijs.

Bewerkingskosten 40% omlaag (€ 7 i.p.v. € 12), kleiner effect bij hoge drogestofgehaltes

Kostprijs van extract		Freesia	Hedera	Lelie	Laurier
Marktprijs ethanol (€/l)	96%	0,50	0,50	0,50	0,50
Kosten solvens (€/l)	80%	0,42	0,42	0,42	0,42
Gebruikt volume (l)		321	286	214	143
Ethanolkosten extractie (€/l)		134	119	89	60
Afgevuld volume (l)		398	339	221	102
Ethanolkosten extract (€/l)		0,34	0,35	0,40	0,58
Prijsopgave fabrikant (€/l)		9	9	9	9
Bewerkingskosten (€/100 kg)		2.580	2.580	2.580	2.580
Afzulbaar volume extract (l)		398	339	221	102
Bewerkingskosten extract (€/l)		6,48	7,62	11,70	25,20
Kostprijs afgevuld extract (€/l)		6,82	7,97	12,10	25,78

Achtergrond: methode bewerkingskosten

In de tabel is gerekend vanuit de prijsopgaaf en het protocol van Herbamed. Herbamed werkt met ethanolvolumes gebaseerd op het gewicht aan vocht in het verse plantmateriaal. Dit resulteert in lagere volumes (350 liter i.p.v. 480 liter bij 10-20% droge stof) en navenant hogere concentraties van afweerstoffen in het extract. Op de prijsopgave van Herbamed (SFR 10,00 = € 9,00 per liter extract) zijn de ethanolkosten in mindering gebracht, resulterend in de bewerkingskosten per liter extract. Dat resulteert in bewerkingskosten per liter extract die ongeveer 40% lager liggen dan bij DuSart Pharma.

Het protocol van Herbamed pakt nadelig (uitgedrukt in afgevulde volumes) uit voor plantmateriaal met hoge drogestofgehaltes. Door de koppeling aan de vochtinhoud van het plantmateriaal wordt er weinig ethanol toegevoegd en blijft er door de sponswerking een klein afgevuld volume over.



Ethanolkosten potentieel omlaag naar € 35 per spuitbeurt.

Uitdaging: verhoging actieve stof in plantmateriaal

Protocol	Ethanol l/100 kg	Ethanol % in % uit	Var. kosten €/l	Dosering l/ha	Var. kosten €/spuitbeurt
Prisna/Phytoconsult	500	96 83	0,54	300	162
Geoptimaliseerd – I	500	67 58	0,32	300	95
Geoptimaliseerd – II	420	70 59	0,32	250	81
Herbamed	286	80 62	0,35	180	63
Dubbel actieve stof	286	80 62	0,35	90	32
Referentie praktijk					100

In dit overzicht zijn de ethanolkosten per bespuiting (uitgaande van plantmateriaal met 20% droge stof) vanuit verschillende protocollen samengebracht. Bij optimalisatie van het ethanolgebruik nemen de concentraties aan afweerstoffen toe. De dosering in liter per ha kan daarom omlaag in vergelijking met het oorspronkelijke protocol van Prisna/Phytoconsult en WUR. In de laatste regel (dubbel actieve stof) is verondersteld dat de concentratie aan afweerstoffen in het verse plantmateriaal via teeltmaatregelen en veredeling kan worden verdubbeld. In dat geval kan met een gehalveerde dosering (90 l/ha i.p.v. 180 l/ha) worden volstaan. Het overzicht laat zien dat de ethanolkosten per bespuiting kunnen worden gereduceerd van € 160/ha tot € 35/ha. Vergeleken met de huidige € 100/bespuiting is dat een bemoedigend resultaat. De uitdaging is om de concentratie aan afweerstoffen in het verse plantmateriaal omhoog te krijgen door veredeling, teeltmaatregelen en selectie van de juiste plantendelen.

Extractiekosten potentieel omlaag naar € 340/spuitbeurt

Uitdaging: goedkopere extractie-/scheidingsmethode

Protocol	Offerte €/l tinctuur	Vertaling €/100 kg	Tinctuur l	Vaste kosten €/l	Dosering l/ha	Vaste kosten €/spuitbeurt
Prisna/Phytoconsult	15	5.800	464	12,50	300	3.750
Geoptimaliseerd – I	15	5.800	543	10,68	300	3.203
Geoptimaliseerd – II	15	5.800	463	12,52	250	3.130
Herbamed	9	2.580	329	7,85	180	1.412
Dubbel actieve stof	4,5	1.230	329	3,74	90	337
Referentie praktijk						100

In dit overzicht zijn de extractiekosten per bespuiting (uitgaande van plantmateriaal met 20% droge stof) vanuit verschillende protocollen samengebracht. Bij optimalisatie van het extractieproces nemen de bewerkingskosten af en de concentraties aan afweerstoffen in het extract toe. Door dat laatste kan de dosering in liter per ha omlaag. In de regel 'halve offerteprijs' is verondersteld dat de bewerkingskosten door schaalvergroting kunnen worden gehalveerd. Het overzicht laat zien dat de extractiekosten/bespuiting kunnen worden gereduceerd van € 3.750/ha tot € 337/ha, een decimering. Vergeleken met de huidige € 100/bespuiting blijven de extractiekosten een obstakel voor een succesvolle introductie van sierteeltextracten als gewasbeschermingsmiddel. De vraag is of er goedkopere extractie-/scheidingsmethoden te vinden zijn.

Benodigde siergewasarealen:

Laurier 11.000 m² per ha | Fresia en lelie 100 m² per ha

Vers materiaal benodigd voor extracttoepassing in 1 ha siergewas

Kengetal	Freesia	Hedera	Lelie	Laurier
Aantal bespuitingen (n)	3	3	3	3
Benodigd per spuitbeurt (l/ha)	90	90	90	90
Benodigd per seizoen (l/ha)	270	270	270	270
Benodigd vers materiaal (kg/ha)	69	82	135	373
Prognose vers materiaal (kg/ha)	50.000	1.000	10.000	330
Benodigd gewasareaal (ha)	0,001	0,08	0,013	1,13

In dit overzicht zijn de benodigde arealen voor de productie van afweerstoffen samengebracht. Deze zijn berekend voor het meest gunstige scenario (dubbel actieve stof). Cruciaal zijn de hoeveelheden vers materiaal die worden verwacht. Gewassen die veel plantmateriaal met lage drogestofgehaltes produceren, zijn in het voordeel. De afweerstoffen zijn dan gemakkelijker te winnen en er zijn kleinere productiearealen voor nodig.

Beste perspectieven voor verse plantmaterialen met hoge volumes en lage drogestofgehaltes

Technische aandachtspunten

- Focus op extractie met ethanol en extractiekosten. Productie, toelating en marketing niet bekeken.
- Redeneren vanuit inhoudsstoffen in vacuolenvocht; nagaan waar meeste vacuolenvocht zit.
- Focus op gewassen met grote volumes restmateriaal; Fresia is daarvan een goed voorbeeld.
- Methoden die vocht en celmateriaal kunnen scheiden; uitpersen van saprijk plantmateriaal?

Procesmatige aandachtspunten

- Het protocol van Prisna/Phytoconsult was adequaat voor test op laboratoriumschaal.
- Het protocol van Herbamed + verdere optimalisatie biedt goede aanknopingspunten.
- Voor opschaling naar de praktijk is decimering van de productiekosten noodzakelijk.

Colofon

Met dank aan:

- [Rapport GTB-1387 van Wageningen University & Research](#)
- Teus Luijendijk – Prisna/Phytoconsult
- Ben van den Broek – Wageningen Food & Biobased Research
- Jack van Slingerland – DuSart Pharma (NL)
- Christoph Züllig – Herbamed (CH)
- Marieke van der Staaij – Wageningen Plant Research, business unit Glastuinbouw
- Eric Poot – Wageningen Plant Research , business unit Glastuinbouw
- Jan Smits – Kenniscentrum Plantenstoffen

Auteur:

Jan Buurma
jan.buurma@wur.nl
Wageningen Economic Research
+31 (0)70 335 8303
www.wur.nl/economic-research

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Economic Research in opdracht van en gefinancierd door PPS Groene gewasbescherming met sierteeltextracten (TU-16026).

Wageningen Economic Research 2018-007

Projectcode 2282200273

Deze publicatie kan worden gedownload via <http://edepot.wur.nl/440332>