

Reststromen



**Sierteeltgewassen
&
Opengrond tuinbouwgewassen**

Reststromen van sierteelt- en vollegrond tuinbouwgewassen

Inventarisatie 2012

In opdracht van:

Kenniscentrum Plantstoffen

Henrie Korthout
Rene van der Meulen

Fytagoras BV
Sylviusweg 72
2333 CL Leiden



Samenvatting

In deze studie is een inventarisatie gemaakt van de reststromen van de top 9 sierteeltgewassen en de top 10 opengronds tuinbouwgewassen in Nederland in 2012. Hierbij is enerzijds gekeken hoe groot deze reststromen zijn en waar deze reststromen in Nederland voorkomen, anderzijds naar de eventuele (toegevoegde) waarde van de reststromen gebaseerd op de waardepiramide bekend van de Biobased Economy. . Bij de inventarisatie is gebruik gemaakt van openbare rapporten, wetenschappelijke literatuur, databases en interviews met betrokkenen.

In de sierteelt wordt zo'n 60-65 ton restafval tijdens de teelt geproduceerd waarvan de grootse gewassen zoals roos, gerbera, anjer, chrysant, orchidee, anthurium, fresia, lelie en alstroemeria zo', 30 kton voor hun rekening nemen. Deze reststroom is verdeeld over het groot aantal sierteeltbedrijven. De grootste "zichtbare" reststroom in de sierteelt is te vinden bij de veilingen. Op jaarbasis wordt de reststroom van plantaardig materiaal geschat op 10 kton. Hoewel bij de veilingen het plantmateriaal zoveel mogelijk wordt geschieden van het verpakkingsmateriaal wordt het plantmateriaal zelf nog niet per sierteeltgewas gescheiden hetgeen wel wenselijk zou zijn als reststromen worden gebruikt om waardevolle componenten te scheiden. Door de aanwezigheid van de vele sierteeltbedrijven en veilingen is de grootste reststroom bij de sierteeltgewassen terug te vinden in Noord-Holland en Zuid-Holland met het zwaartepunt in het Westland. Interessante hoogwaardige componenten met mogelijke toepassingen in de farmaceutische industrie zijn te vinden in reststromen van anjer (antimicrobiële activiteit, anti-tumor en anti HIV) en orchidee (anti-tumor, anti-obesitas en antimicrobieel). Daarnaast zijn de reststromen van chrysant en gerbera mogelijk interessante bronnen voor natuurlijke insecticiden.

Bij de opengronds tuinbouwgewassen zijn de reststromen relatief beperkt. Dit komt doordat de keten (productie en verwachte marktvraag) erg goed op elkaar zijn afgestemd. Tuinbouwers telen hun producten veelal in opdracht van de markt (vaak via Greeneries). Reststromen treden pas op bij uitzonderlijke weersomstandigheden (meer oogst dan verwacht of mislukte oogst) maar de reststromen die dan vrijkomen worden vaak op het land ondergeploegd. De reststromen bij de top 10 van de opengronds tuinbouwgewassen (ui, witlof, spinazie, andijvie, bloemkool, witte kool, peen, prei, sla, bonen, spruitkool) bedragen ruwweg 600 kton bij de teelt, 125 kton bij de verwerking en 13 kton bij de supermarkten en detailhandel. De grootste reststromen vinden we in Noord-Holland gevolgd door Zuid-Holland, Noord Brabant en Zeeland.

Een van de grootste en meest toegankelijke reststroom bij de opengronds tuinbouwgewassen is die van de ui. De ui is rijk aan zwavel en seleniumhoudende verbindingen die een beschermende rol spelen m.b.t. ontstaan van kanker. Daarnaast is ui een zeer rijke bron van anti-oxidanten. De reststromen van ui staan in Nederland al volop in de belangstelling getuige het aantal rapporten en initiatieven. Naast de ui vormen ook sla, bloemkool en witlof afvalstromen relatief makkelijke bronnen voor de winning van anti-oxidanten. Witlof bevat ook nog stoffen met anti-parasitaire werking die mogelijk interessante leads vormen voor de farmaceutische industrie voor de ontwikkeling van een

medicijn tegen malaria. Ook de afvalstromen van peen zijn mogelijk interessant voor de farmaceutische industrie door de aanwezigheid van stoffen die mogelijk kunnen leiden tot de ontwikkeling van een medicijn tegen leukemie.

Inhoudsopgave

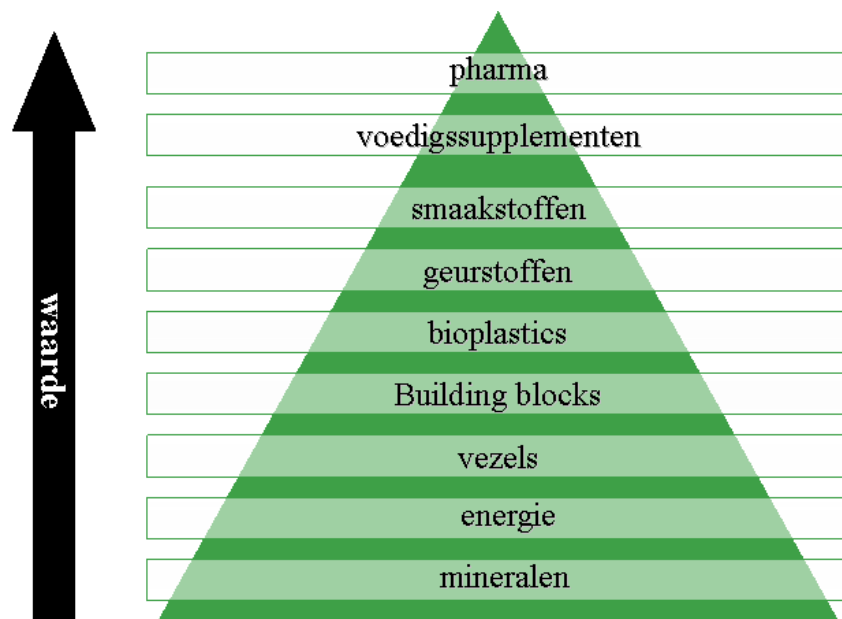
	pagina
1	7
Inleiding	
2	9
Inventarisatie reststromen sierteelt en opengrond tuinbouwgewassen	
2.1	9
Reststromen uit de sierteelt	
2.1.1	9
Productie	
2.1.2.	10
Inventarisatie van reststromen sierteeltgewassen	
2.1.2.1	10
Reststromen uit de teelt	
2.1.2.2.	12
Reststromen uit de veiling	
2.1.2.3.	15
Totaal reststromen sierteeltgewassen in provincies	
2.2.	17
Reststromen uit de opengrond tuinbouw	
2.2.1.	17
Productie	
2.2.2.	18
Inventarisatie reststromen opengrond tuinbouwgewassen	
2.2.2.1	19
Reststromen uit de opengrond teelt	
2.2.2.2.	20
Reststromen tijdens veiling, retail en verwerking	
2.2.2.3.	22
Reststromen detailhandel	
2.2.2.4.	23
Totaal reststromen opengrond teelt	
3	26
Inventarisatie waarden reststromen uit sierteelt en opengrond tuinbouwgewassen	
3.1.	26
Potentiële waarde van reststromen voor voeding, industrie en farmaceutische industrie	
3.1.1.	27
Secundaire metabolieten en toepassingsmogelijkheden mb.t. sierteeltgewassen	
3.1.1.1.	27
Alstroemeria	
3.1.1.2.	27
Anthurium	
3.1.1.3.	27
Chrysant	
3.1.1.4.	29
Anjer	
3.1.1.5.	30
Freesia	
3.1.1.6.	32
Gerbera	
3.1.1.7.	33
Orchidee	
3.1.1.8.	34
Lelie	
3.1.1.9.	34
Roos	
3.1.2.	36
Secundaire metabolieten en toepassingsmogelijkheden m.b.t. opengrond tuinbouwgewassen	
3.1.2.1.	36
Ui	
3.1.2.2	41
Peen	
3.1.2.3.	46
Kool, bloemkool, spruitkool	
3.1.2.4.	49
Prei	
3.1.2.5.	50
Sla	
3.1.2.6.	52
Witlof	
3.1.2.7.	54
Spinazie, andijvie	
3.1.2.8.	55
Sperziebonen	
3.2.	61
Potentiële waarde van reststromen voor energie: vergisting	

3.2.1.	Vergistingswaarde sierteeltgewassen	62
3.2.2.	Vergistingswaarde opengrond tuinbouwgewassen	62
4	Conclusie	63
5.	Referenties	65
	Bijlage I Napralert	
	Bijlage II: Dr. Duke	

1. Inleiding

De Nederlandse overheid streeft erna dat in 2030 30% van de gebruikte grondstoffen groen moet zijn. Dit betekent dat steeds meer producten die nu nog uit fossiele brandstoffen zoals aardolie gemaakt worden steeds meer uit hernieuwbare plantaardige of dierlijke grondstoffen geproduceerd dienen te worden. Dit streven is gebaseerd op het Groenboek Energietransitie van het Platform Groene Grondstoffen. Om dit te bereiken heeft de overheid een beleidsvisie over de “Biobased Economie” opgesteld waarin een aantal doelen zijn gedefinieerd. Hieronder vallen het efficiënter gebruik van biomassa, duurzame productie van biomassa wereldwijd, stimuleren van de productie van groen gas en duurzame elektriciteit en marktontwikkeling.

De plant is de basis voor groene grondstoffen variërend van laagwaardige componenten zoals mineralen en biobrandstoffen tot hoogwaardige complexe chemische bouwstenen voor de farmaceutische industrie. Dit wordt vaak uitgedrukt in een waardepiramide. Een voorbeeld van zo’n waardepiramide is in figuur 1 weergegeven.



Figuur 1: Voorbeeld waardepiramide Biobased Economy.

Een van de peilers van de Nederlandse economie is de “Greenport” waaronder de (glas) tuin- en akkerbouw vallen. De productie, logistiek en bedrijfsvoering in deze sector is dan ook over het algemeen erg goed georganiseerd en gestructureerd. Dit betekent niet alleen dat de productie van “groen” erg hoog is maar dat ook de reststroomketen (plantmateriaal, teelt- en substraatmateriaal, verpakkingsmateriaal) over het algemeen goed georganiseerd is. Hierdoor vormt de Nederlandse (glas)tuin- en akkerbouw de potentie een interessante basis voor een Biobased Economie.

In deze studie zal een overzicht worden gegeven van de beschikbare plantaardige reststromen uit de Nederlandse (glas) tuinbouw en de mogelijke potentie in de waardepiramide met betrekking tot de Biobased Economy. Hierbij is gekeken naar zowel aspecten met betrekking tot de onderkant van de piramide (vergistingswaarde reststromen) als de bovenkant van de piramide (inhoudstoffen uit reststromen als nieuwe moleculen of nieuwe leads voor gezondheid en farma). De focus in dit ligt op de reststromen afkomstig uit de 10 grootste sierteelt gewassen in Nederland (uitgezonderd bloembollen) alsmede uit de 10 grootste opengronds tuinbouw-voedingsgewassen. De resultaten gepresenteerd in deze studie zijn tot stand gekomen via interviews met belangrijke spelers in de keten (telers, veilingen, retailers, snijderijen, markt), uit openbare rapporten en bronnen (WUR, LEI, CBS) en databases (plant inhoudstoffen) uit wetenschappelijke literatuur.

2. Inventarisatie reststromen sierteelt en opengrond tuinbouwgewassen

2.1. Reststromen uit de sierteelt

Bij de inventarisatie van de reststromen uit de sierteeltsector ligt de focus op de top 9 van grootste sierteeltgewassen in Nederland. Hierbij zijn de bloembollen niet meegenomen.

2.1.1 Productie

De productie van de top 9 sierteeltgewassen vindt voornamelijk onder glas plaats. Volgens de bronnen van het Centraal Bureau van de Statistiek (CBS) bedroeg het teeltareaal voor de 9 grootste sierteeltgewassen in Nederland zo'n 1900 ha. In onderstaande tabel zijn is de top 9 van de sierteeltgewassen met bijbehorend teeltareaal weergegeven.

gewas	Teelt oppervlakte (m ²)
chrysant	5 100 000
roos	4 600 000
orchidee	2 600 000
lelie	2 007 990
gerbera	1 800 000
freesia	1 032 854
anthurium	840 000
alstroemeria	640 000
anjer	186 162

Tabel 1. Oppervlakte teeltarealen top 9 sierteeltgewassen. Bron: Landbouwtelling CBS-LEI bewerking

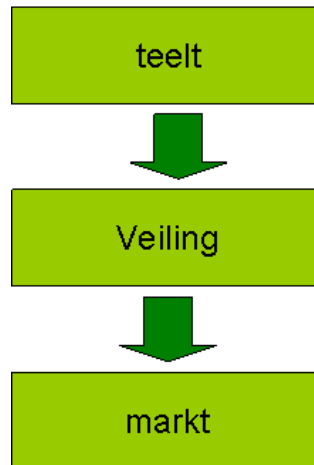
De verdeling van de sierteeltarealen (ha) over Nederland in 2011 ziet er als volgt uit

	chrysant	roos	orchidee	lelie	gerbera	freesia	anthurium	Alstroemeria	anjer
4 Nrd provincies	13	9	4	0	13	-	2	2	0
Flevoland	1	53	7	7	-	-	2	7	1
Gelderland/Utrecht	184	10	9	4	20	24	2	5	1
Noord-Holland	31	85	47	50	15	8	5	11	6
Z-Holland	209	230	176	90	108	60	59	27	7
glasdistrict									
Z-Holland overig	20	40	12	46	6	8	2	11	3
Zeeland	-	1	0	-	-	-	-	-	-
Noord Brabant	22	4	8	1	7	2	7	0	1
Limburg	29	29	1	2	10	2	6	1	0

Tabel 2: verdeling teeltarealen sierteeltgewassen in Nederland Bron: Landbouwtelling CBS-LEI bewerking

2.1.2. Inventarisatie van reststromen sierteeltgewassen

De keten in de sierteelt is strak georganiseerd en bestaat uit de teler, de veiling en de markt.



Figuur 2: keten sierteeltgewassen

2.1.2.1. Reststromen uit de teelt

Er zijn weinig gegevens bekend over de precieze reststromen van sierteeltgewassen bij de telers. Er kan op basis van berekeningen wel een ruwe inschatting worden gemaakt van de reststromen die bij telers van siergewassen aanwezig zijn. Het blijft een zeer ruwe schatting omdat de cijfers op basis van waaruit we de berekening moeten maken niet eenduidig zijn. Uit het rapport Afval uit de landbouw [1] blijkt dat in 2005 de totale reststroom plantenresten in de glastuinbouw (dus sierteelt en groente) 220 kton bedroeg (Bronvermelding in nota: SenterNovem 2008). Deze reststroom was redelijk stabiel gemeten vanaf 1997. Uitgaande van een totaal areaal kasoppervlakte in Nederland van 10.200 ha (2011 bron: CBS) komt dit neer op ongeveer 21.6 ton afval per ha. Uit het rapport “De grondstoffenbank als nieuw concept voor decentrale bioraffinage” blijkt dat de reststroom bij de glasgroentegewassen ongeveer 100 ton per ha bedraagt. Dit betekent dat allen al bij de glasgroentesector die ongeveer 46% van het kasoppervlakte voor haar rekening neemt zo’n 470 kton ($46\% \times 10.200 \text{ ha} \times 100 \text{ ton}$) restafval vrij zou komen. Om een ruwe inschatting te kunnen maken van de reststromen voor de sierteeltgewassen moeten we toch een correctie maken voor de glasgroentegewassen omdat aangenomen mag worden dat de volumina van de reststromen van glasgroentegewassen zoals tomaat, komkommer, paprika veel groter zijn dan bij siergewassen. Voor de berekening gaan we uit van de volgende cijfers:

- totale reststroom plantenresten in glastuinbouw: 220 kt [1];
- percentages gewassen in glastuinbouw zijn 46% groente; 46% sierteelt en 8 % fruit/bomen (landbouwtelling (CBS/LEI) uit 2011);
- van totale aanvoer tonnage afval glastuinbouw is 70% groentegewasresten en 30% restant (bron composteringsbedrijf Van Vliet Contrans);

Uitgaande van deze aannames kan berekend worden dat van die 220 kton totaal afval zo'n 148 kt afkomstig moet zijn van glasgroente, 63 kton van sierteelt en 9 kt van overige. Het totale areaal kasoppervlakte voor sierteeltgewassen bedraagt $46\% \times 10.200 \text{ ha} = 4692 \text{ ha}$. Dus de reststroom sierteeltgewassen bedraagt dan $63 \text{ kton} / 4692 \text{ ha} = 13,4 \text{ ton/ha}$.

Op basis van dit getal kunnen we de volgende ruwe inschattingen maken:

gewas	Kasoppervlak (ha)	Restafval totaal (ton)
chrysant	510	6834
roos	460	6164
orchidee	260	3484
lelie	201	2691
gerbera	180	2412
freesia	103	1384
anthurium	84	1126
alstroemeria	64	858
anjer	18.6	250

Tabel 3. Ruwe inschatting reststromen top 9 sierteeltgewassen op basis van berekeningen uit gegevens van Senter Novem 2008, CBS/LEI en Van Vliet Contrans

Uitgaande van de gegevens uit tabel 2 en tabel 3 Kunnen we een inschatting maken van de hoeveelheden restafval die vrijkomt bij de teelt van sierteeltgewassen per provincie.

	chrysant	roos	orchidee	lelie	gerbera	freesia	anthurium	Alstroemeria	anjer
4 Nrd provincies	175	120	54	0	175	-	26	26	0
Flevoland	13	710	95	95	-	-	26	95	13
Gelderland/Utrecht	2465	134	120	54	270	320	26	67	13
Noord-Holland	415	1140	630	670	200	110	67	150	80
Z-Holland glasdistrict	2800	3100	2360	1200	1450	805	790	360	95
Z-Holland overig									
Zeeland	268	540	160	620	80	110	26	150	40
Noord Brabant	-	13	0	-	-	-	-	-	-
Limburg	295	54	110	13	95	26	95	0	13
	390	390	13	26	135	26	80	13	0

Tabel 4 Ruwe inschatting reststromen top 9 sierteeltgewassen per provincie op basis van berekeningen uit gegevens van Senter Novem 2008, CBS/LEI en Van Vliet Contrans

2.1.2.2 Reststromen uit de veiling

In Nederland is het aantal veilingen gereduceerd (o.a. door fusies) van 13 in 1985 tot 3 veilingen in 2010. De omzet bij deze veilingen in 2010 bedroeg € 2.372.092.000 en was als volgt verdeeld”

Aalsmeer “V.B.A.”	€ 1.047.424.000
Flora Holland	€ 1.282.422.000
Plantion	€ 42.246.000
Totaal:	€ 2.372.092.000
% import	25.55

bron: Landbouwtelling CBS-LEI 2011

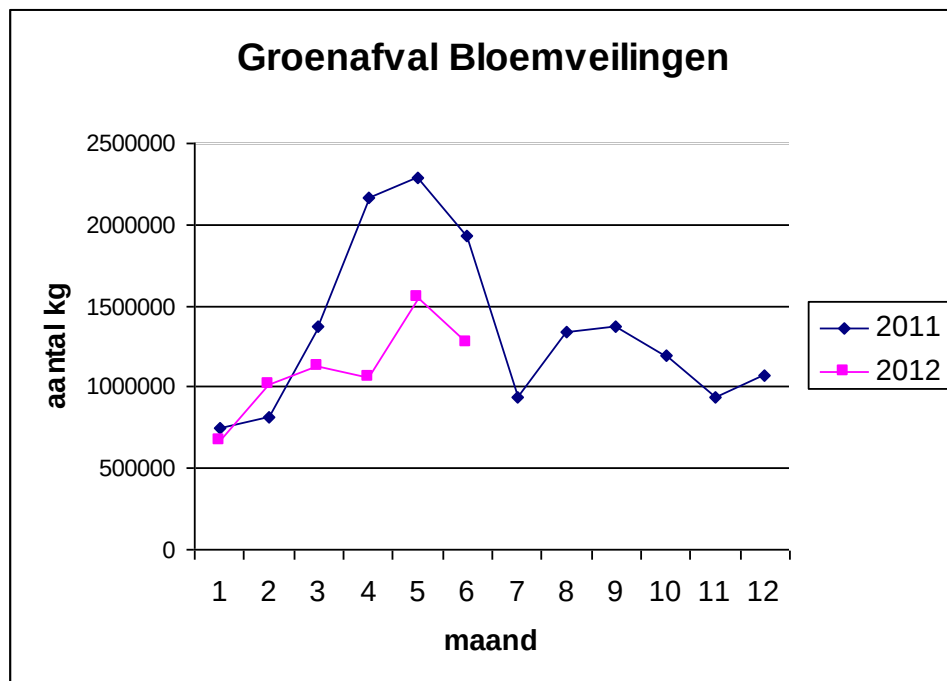
De aanvoer van de grootste 9 siergewassen in 2009 en 2010 was als volgt

gewas	Aanvoer (x 1000 stuks)	
	2009	2010
Chrysant (tros+geplozen)	1.467.506	1.448.542
roos	1.179.509	1.139.283
orchidee	94.991	99.712
lelie	334.490	300.961
gerbera	894.894	887.453
freesia	307.394	315.306
anthurium	76.601	74.113
alstroemeria	214.853	203.680
anjer	57.858	52.746

Tabel 5 Aanvoer top 9 sierteeltgewassen bij de veiling. Bron Landbouwtelling CBS-LEI 2011

Er zijn geen exacte cijfers bekend van de reststromen op veilingen per gewas omdat de reststromen niet op plant gesorteerd worden. Groene reststromen worden bij de bloemenveilingen wel gescheiden van overig afval zoals plastic, karton, verpakkingsmateriaal, potten. Op basis van de groene reststromen bij veilingen kunnen we ruwe schattingen maken met betrekking tot reststromen per gewas.

Op basis van interviews met de grootse bloemenveilingen kon de volgende grafiek worden gegenereerd over de groene afvalstromen per maand. Cumulatief over het jaar 2011 betekent dit een groene reststroom van 16.160.161 kg. Deze reststroom is gebaseerd op een totaal aanbod (snijbloemen, pot- en perkplanten, tuinplanten) van 7.339.198.000 stuks in 2010 (bron landbouwtelling CBS-LEI 2011). Het aandeel van de top 9 siergewassen is 62% (4.521.796.000 stuks in 2011).



Figuur 3. Hoeveelheid reststromen sierteeltgewassen bij bloemenveilingen in 2011 en 2012 (tot juli)

Als we er bij de berekening van uitgaan dat geen grote verschillen in gewicht per stuk tussen de verschillende sierteeltgewassen aanwezig zijn kunnen uit bovenstaande gegevens de volgende reststromen per gewas worden ingeschat:

gewas	Reststroom (2011) in ton
chrysant	3.162
roos	2.542
orchidee	186
lelie	682
gerbera	1.984
fresia	682
anthurium	155
alstroemeria	465
anjer	124

Tabel 6 Inschatting hoeveelheid reststromen bloemenveilingen per gewas op basis van aanvoergegevens per gewas en totaal reststroom gegevens

De restafvalstromen van veilingen in de sierteelt zijn afkomstig van de 3 veilingen V.B.A. Aalsmeer, Flora Holland en Plantion. Deze zijn gevestigd in:

V.B.A. Aalsmeer: Noord-Holland
 Flora Holland: Noord-Holland (Aalsmeer)
 Zuid Holland (Bleiswijk, Naaldwijk, Rijnsburg)
 Groningen (Eelde)
 Plantion: Gelderland (Ede)

De omzet/transacties bij Flora Holland waren in 2011 als volgt over de verschillende vestigingen verdeeld:

Aalsmeer: 44%
 Naaldwijk: 31%
 Rijnsburg: 22%
 Bleiswijk: 2%
 Eelde: 1%

Op basis van deze gegevens kunnen we een inschatting maken van de hoeveelheden reststromen van de top 9 sierteeltgewassen die vrijkomen bij de veilingen per provincie

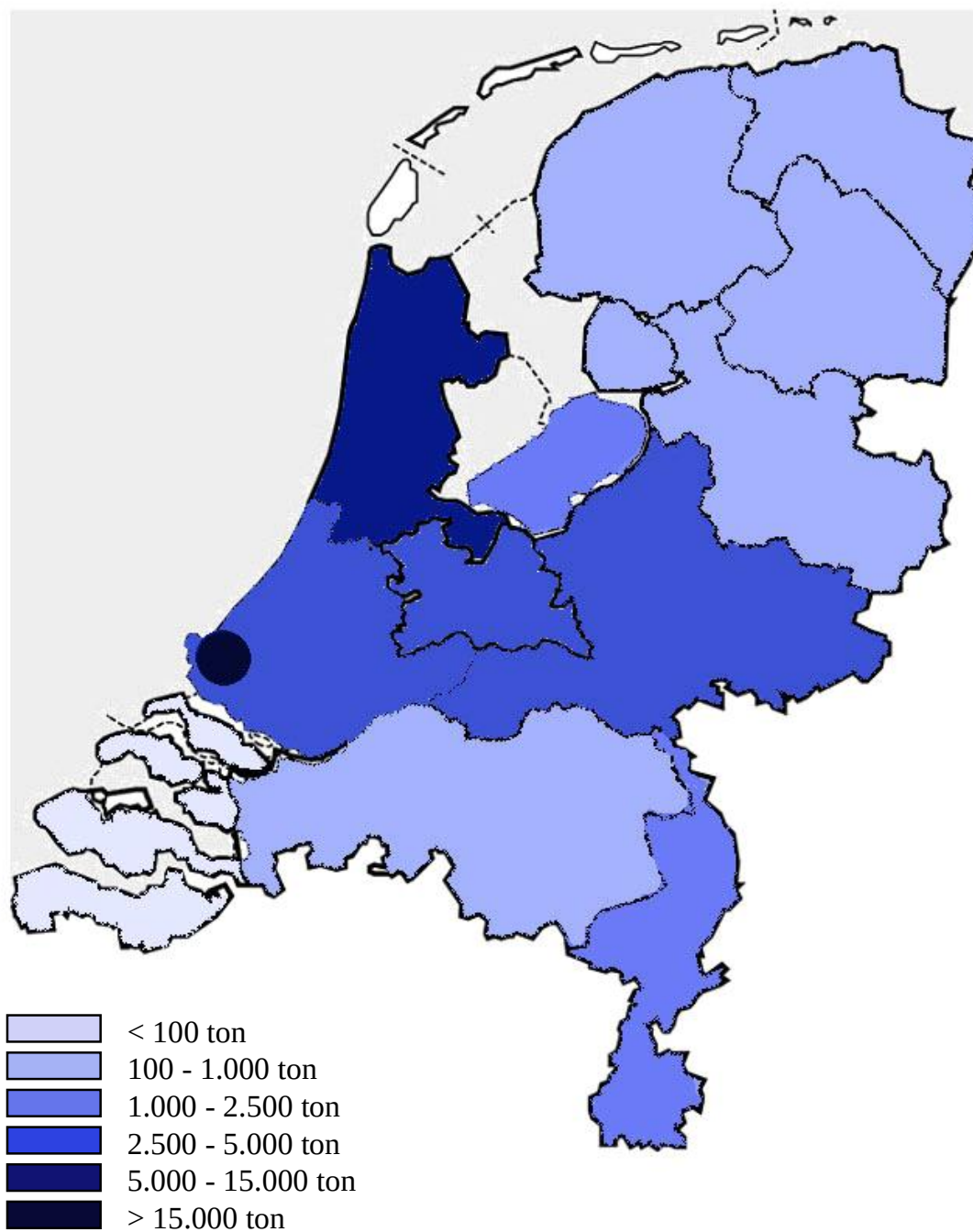
provincie	Reststroom in ton (2011)
Noord Holland	6.782
Zuid Holland glasdistrict	2.967
Zuid Holland overige	1.294
Gelderland	177
Groningen	54

Tabel 7 Inschatting reststromen top 9 sierteeltgewassen bij veilingen

2.1.2.3. Totaal reststromen sierteeltgewassen in de provincies

provincie	Reststroom teler (ton in 2011)	Reststroom veiling (ton in 2011)	Totaal (ton in 2011)
4 Nrd provincies	576	54	630
Flevoland	1.047		1.047
Gelderland/Utrecht	3.469	177	3.646
Noord-Holland	3.462	6.782	10.244
Z-Holland glasdistrict	12.960	2.967	15.927
Z-Holland overig	1.994	1.294	3.288
Zeeland	13		13
Noord Brabant	701		701
Limburg	1.073		1.073

Tabel 8. Totaal reststromen top 9 sierteeltgewassen in Nederland



Figuur 4. Topografisch overzicht van de beschikbaarheid reststromen uit de sierteelt in Nederland

2.2. Reststromen uit de opengrond tuinbouw

De inventarisatie van reststromen van opengrond tuinbouw is beperkt tot de top 10 open grond tuinbouwgewassen in Nederland.

2.2.1. Productie

In tegenstelling tot de sierteeltgewassen die voornamelijk in het glastuinbouwgebied in het Westland worden geproduceerd, worden de open grond tuinbouwgewassen wat meer verspreid over Nederland geteeld. Het totale areaal voor de teelt van de top 10 open grond tuinbouwgewassen bedroeg in 2011 zo'n 37.000 ha waarbij een opbrengst werd gerealiseerd van ruim 2,5 miljoen ton. In onderstaande figuur zijn volgens de bronnen (2010 en 2011) van het Centraal Bureau van de Statistiek (CBS) de 10 grootste open grond tuinbouwgewassen in Nederland meer gedetailleerd weergegeven.

gewas	Teeltareaal (ha)	Productie (x 1000 ton)
uien	22220	1541
peen	314	482
kool (vnl.wit)	4868	178
prei	2843	90
ijsbergsla	1914	69
spruitkool	2950	63
spinazie/andijvie	2607	60
witlof	1972	50
(stam) sperziebonen	44	44
bloemkool	2369	39

Tabel 9 Teeltareaal en productie top 10 grootste opengronds tuinbouwgewassen in Nederland bron: Landbouwtelling CBS-LEI bewerking

De verdeling van de open grond arealen (ha) over Nederland in 2011 ziet er als volgt uit

	uien	peen	kool	prei	sla	Spruit -kool	Andijvie*	Witlof *	bonen	Bloem- kool
Groningen	1072	0	42	7	1	117			0	4
Friesland	851	0	283	4	1	20			0	131
Drenthe	211	14	8	18	10	0			0	1
Overijssel	65	3	12	9	15	0			1	1
Flevoland	9123	-	215	16	30	434			-	176
Gelderland	254	29	73	50	6	3			3	10
Utrecht	10	0	1	1	0	0			0	0
Noord-Holland	1504	1	2832	1	646	106			0	1422
Z-Holland	1981	4	86	9	82	1684			0	77
Zeeland	5748	3	107	1	9	305			0	250
Noord Brabant	2083	247	1012	1571	482	215			33	73
Limburg	393	12	197	1157	630	65			8	225

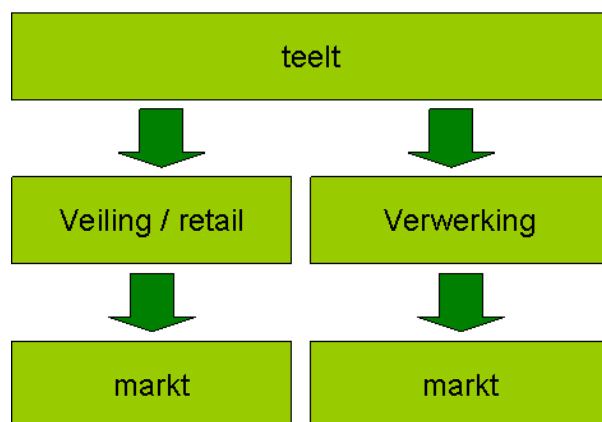
Tabel 10. Overzicht teeltarealen top 10 opengronds tuinbouwgewassen in Nederland.

Bron: Landbouwtelling CBS-LEI bewerking.

* Van witlof en andijvie/spinazie zijn geen gegevens te vinden over de verdeling van de teeltarealen in Nederland.

2.2.2. Inventarisatie reststromen opengrond tuinbouwgewassen

Voor het bepalen van de reststromen die vrijkomen uit tuinbouwgewassen moeten we eerst de keten inzichtelijk hebben. De keten van teelt op het land tot uiteindelijk een product in de supermarkt of horeca kan via een aantal stappen gaan zoals veilingen (greenery), retailers en verwerkende industrieën (snijderijen, conserveren). In het rapport “De beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agro-industrie” [2] staat een uitgereid overzicht van de keten van “teler tot consument”. Omdat de keten voor bijvoorbeeld uien anders is dan die voor ijsbergsla zal de keten in dit rapport worden beperkt tot “teelt” – “veiling en verwerking” - markt (zie figuur 5).



Figuur 5: Opbouw keten opengronds tuinbouwgewassen

2.2.2.1. Reststromen uit de opengrond teelt

Bij reststromen bij de teelt moet onderscheid gemaakt worden tussen groenten (bv overschot of exemplaren die niet aan de kwaliteitseisen voldoen) en gewasresten (bv blad en stengelmateriaal). Over het algemeen is er weinig informatie boven water te krijgen over de exacte hoeveelheden reststromen die achterblijven bij de telers en/of op het land. Uit interviews met retailers en veilingen blijkt dat de teelt van open grond gewassen bijna volledig op de vraag en behoefte is afgestemd, met andere woorden er wordt geen overschot geproduceerd. Alleen bij uitzonderlijke weersomstandigheden (uitermate gunstige omstandigheden waardoor de opbrengst hoger uitvalt of slechte omstandigheden waarbij veel uitval optreedt door kwaliteitsverlies of rotting) kunnen overschotten bij de teler achter blijven. Deze overschotten worden veelal direct op het land doorgedraaid (omgeploegd). Over exacte hoeveelheden zijn niet veel gegevens beschikbaar. Uit het rapport “Inventarisatie van Biomassa in Flevoland” [3] blijkt dat bij de teelt van bloemkool zo’n 50 ton/ha blad- en stengelafval op het land achterblijft. Voor kool blijft er 40 ton/ha achter en bij spruitkool 30 ton/ha. Voor uien is gepubliceerd dat er per ha ongeveer 4 ton per ha gewasresten op het land achterblijft en ongeveer 5-10% van de uien door uitval achterblijft op de boerderijen [2]. (uit: De beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agro-industrie). In het rapport “Covergisting van gewasresten” [4] werden de volgende cijfers over restafval genoemd

gewas	Restafval (kg/ha) *	teeltareaal	Totaal afvalstroom NL (ton)
uien	3.120	22220	69.326
peen	19.238	314	6.040
kool (vnl.wit)	41.340	4868	201.243
prei	37.495	2843	106.598
ijsbergsla	21.450	1914	41.055
spruitkool	23.400	2950	69.030
spinazie/andijvie	14.910 / 18750	2607	32.013
witlof**	47.160	1972	93.000
(stam) sperziebonen	17.000	44	748
bloemkool	37.120	2369	87.937

Tabel 11 Reststromen bij teelt bij de top 10 opengronds tuinbouwgewassen.

* cijfers afkomstig uit het rapport “Covergisting van gewasresten”.

** cijfers afkomstig uit het rapport De grondstoffenbank als nieuw concept voor decentrale bioraffinage

Uitgaande van de teeltarealen van de verschillende groenten in Nederland (tabel 10) kunnen we berekenen wat de afvalstromen op het land zijn in de verschillende teeltgebieden verdeeld over Nederland

	uien	peen	kool	prei	sla	Spruit- kool	Andijvie /spinazie *	Witlof*	Bo- nen	Bloem- kool
Groningen	3.344	0	1.736	263	21	2.738	-	-	0	148
Friesland	2.655	0	11.699	150	21	468	-	-	0	4.863
Drenthe	658	269	331	675	215	0	-	-	0	37
Overijssel	202	58	496	337	322	0	-	-	17	37
Flevoland	28.463		8.888	600	644	10.155	2.610	49.140	-	6533
Gelderland	792	558	3.017	1.875	129	70	0	14.175**	51	371
Utrecht	31	0	41	37	0	0	-	-	0	0
N-Holland	4.692	19	117.074	37	13.857	2.480	0	10.185	0	52.785
Z-Holland	6.180	77	3.555	337	1.759	39.405	675	8.925	0	2.858
Zeeland	17.934	58	4.423	37	193	7.137	0	**	0	9.280
N. Brabant	6.499	4.752	41.836	58.905	10.339	5.031	17.080	8.820	561	2.709
Limburg	1.226	231	8.143	43.382	13.513	1.521	1.530	1.365	136	8.352

Tabel 12 Restafval (ton) tijdens teelt per gewas per provincie (op basis gegevens CBS-LEI voor peiljaar 2011).

* Gegevens afkomstig uit: Verwijderen van gewasresten in de open teelten [5]

** Samen met Zeeland

2.2.2.2. Reststromen tijdens veiling/ retail en verwerking:

Voor enkele opengrond groentengewassen zijn specifieke cijfers bekend van reststromen die vrijkomen bij de bewerking van de gewassen die niet op het open land plaatsvinden. Dit geldt voor ui en witlof:

Voor uien geldt dat ze na het oogsten via een drietal processen, lossen, afstaarten en sorteren, verder verwerkt (uit: “verwaarding reststromen uienbewerking” [6]). De totale hoeveelheid reststroom die daarbij vrijkomt wordt geschat op 16.800 – 18.900 ton per jaar. Uit het rapport “De grondstoffenbank als nieuw concept voor decentrale bioraffinage” [7] wordt een reststroom van 12.000 tot 13.500 ton per jaar genoemd die vrijkomt tijdens verschillende stappen van het verwerkingsproces bij alle uienverwerkingsbedrijven tezamen. In het rapport “De beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agro-industrie” [2] maakt melding van 18.000 ton. Voor de 2 grote uienproducerende provincies betekent dit een reststroom van 8 kton in Flevoland en zo’n 5 kton in Zeeland (overige provincies < 1,5 kton).

Voor witlof geldt dat er bij de trek pennen als reststroom achter. Het gaat hierbij om een totaal volume van 93.000 ton [7]. Dit betekent de volgende afvalstroom in de diverse provincies:

Flevoland: 49 kton
Gelderland: 14 kton
N-Holland: 10 kton

Z-Holland: 9 kton
N-Brabant: 9 kton
Limburg: 1,4 kton

Voor alle andere gewassen geldt dat de reststromen vrijkomen bij verwerking (snijden, verpakken, conserveren) en kleine reststromen bij veilingen/greeneries. Voor het in kaart brengen van deze afvalstromen is een aantal interviews afgenomen. Enkele van de geïnterviewden hebben aangegeven dat hun gegevens niet in het rapport mogen worden gepubliceerd indien de gegevens gekoppeld worden aan hun bedrijf. Hierdoor is besloten om alle gegevens van de reststromen van veiling, retail en verwerking te combineren zonder te specificeren uit welke tak ze afkomstig zijn. Omdat het zwaartepunt van deze bedrijvigheid zicht in Noord-Holland (Hessing, VEZET, Greenery Tolpoort) en Zuid-Holland (Greenery, Heemskerk, Vigef, Bakker Barendrecht) bevindt, zullen alleen inschattingen voor deze provincies worden gemaakt.

Reststromen van bovengenoemde bedrijven zijn afkomstig van zowel groente en fruit en zowel geproduceerd in Nederland als geïmporteerd uit andere landen. Net zoals bij siergewassen wordt en niet of nauwelijks gesorteerd op gewassoort. Bovengenoemde bedrijven werken weliswaar met contractteelt (waarbij de productie en aanvoer van met name de Nederlandse gewassen vast staat) maar is gedurende het jaar sterk variërend hetgeen ook terug te vinden is in de samenstelling van de reststroom. Voor het inschatten van de reststromen van de top 10 opengrond groentegewassen moeten er enkele aannames gemaakt worden.

Uitgaande van het distributieschema voor groente en fruit zoals is gepubliceerd in “Marktmonitor Groenten en Fruit Nederland 2011; Deel II door Productschap Tuinbouw [8] kan de ratio groente/ fruit en import/export als volgt worden ingeschat.

In 2010 werd er in Nederland 4.187 miljoen kg groente geproduceerd en 989 miljoen kg geïmporteerd. Voor fruit was dat respectievelijk 661 miljoen en 3.256 miljoen. Hiervan kwam 1286 miljoen kg groente en 1387 miljoen kg fruit bij de verwerkende industrie en detailhandel terecht (er is geen opsplitsing gemaakt in industrie en detailhandel omdat snijderijen en greeneries onder beide sectoren vallen). Grofweg kan er dus worden gesteld dat bij de verwerking de verhouding tussen groente en fruit ongeveer 50-50% is. Voor groente geldt dat 80% uit Nederlandse productie komt. Het aandeel van de opengrond groentegewassen is hierbij ongeveer 53% .

In Nederland zijn er een aantal snijderijen waarvan Vezet BV, Hessing BV en Heemskerk BV de grootste zijn. Vezet BV (Noord-Holland) bedient de supermarktketen van Ahold; Hessing BV (Noord-Holland) die van Jumbo, C1000 en Superunie en Heemskerk BV (Zuid-Holland) voor supermarkten, fast-food ketens en cateringbedrijven.

Vezet BV en Hessing BV hebben een totaal marktaandeel van 60%. Van Vezet en Hessing is bekend bij de verwerking zo’ dat ze jaarlijks zo’n 60 kt aan groente verwerken waarbij zo’n 12 kton restafval vrijkomt [2]. Dit betekent een restafvalstroom van 20%. Voor veilingen (greeneries) en verwerkende industrieën (bv. Vigef) ligt dit percentage veel lager.

Uitgaande van bovenstaande aannames en interviews kunnen de volgende inschattingen worden gemaakt:

Reststromen verwerkende industrieën:

Noord-Holland: 6.1 kton

Zuid-Holland: 6.1 kton

2.2.2.3. Reststromen detailhandel

Met betrekking tot de omzet groenten en fruit is het aandeel van de supermarkten veruit het grootst nl 87% [8]. De overige 13% komt voor rekening van de groentespeciaalzaken (4%), markt (5%) en overige (4%). Door het grote aandeel van de supermarkten zal de focus in dit rapport op de reststromen van de supermarktketens liggen.

Ahold heeft in een rapport uit 2003 aangegeven dat naar schatting 4.1% van de opengronds- roente als reststroom overblijft [9]. Ahold heeft een marktaandeel van zo'n 38% m.b.t. verse groente in Nederland. De andere benaderde supermarkten (Superunie, Sligro Food Group, Sperwer, Laurus, Dirk van de Broek, Schuitema) hebben geen gegevens of geven weinig gegevens vrij over de reststromen van onverkocht groenten maar de schattingen uit diverse rapporten lijkt een percentage van 5% reëel. Uitgaande van het marktaandeel van verse groente van Albert Heijn (38%) en de geschatte gegevens over de reststromen wordt voor de inschatting van de reststromen in de supermarktbranche een percentage van 4.5% gehanteerd. Volgens Marktmonitor Groenten en Fruit Nederland 2011 [10] kochten de Nederlands huishoudens in 2010 zo'n 72,4 kg verse groente. Nederland kent zo'n 7,5 miljoen huishoudens zodat de totale verkoop ongeveer 543.000 ton verse groente per jaar uitkomt.

Hieruit kunnen de volgende cijfers gegeneerd worden

gewas	Omzet* detailhandel (ton)	Geschatte reststroom (ton)
uien	57.378	2.582
peen	48.301	2.173
kool (vnl.wit)	7.000	315
prei	21.380	9621
ijsbergsla	28.382	1.277
spruitkool	12.382	557
spinazie/andijvie	20.746	933
witlof	27.928	1.256
(stam) sperziebonen	24.045	1.082
bloemkool	41.111	1.850

Tabel 13. Omzet en geschatte reststroom in detailhandel van de top 10 opnegrondsgewassen.

* Bron Productschap Tuinbouw 2011: uit omzet € (PT/Nielsen) / kg prijs (PT/GFK)

Voor het inschatten van de reststromen uit de detailhandel branch per provincie gaan we er van uit dat de omzet (en aantal supermarkten) gerelateerd is aan het aantal inwoners per provincie. Hoewel Albert Heijn heeft aangegeven dat de reststromen per filiaal variërend is, gaan we er voor de inschatting van uit dat er geen grote verschillen in reststromen per supermarkt aanwezig zijn. Met deze aannames kunnen we de volgende inschatting reststromen van de top 10 opengrond groentegewassen per provincie maken

	uien	peen	kool	prei	sla	Spruit- kool	Andijvie spinazie	Witlof	sperzie bonen	Bloem- kool
Groningen	90	76	11	33	44	19	32	44	38	64
Friesland	100	84	12	37	49	22	36	49	42	72
Drenthe	76	64	9	28	38	16	27	37	32	54
Overijssel	176	148	21	65	87	38	64	86	74	126
Flevoland	61	51	7	23	30	13	22	30	26	44
Gelderland	310	261	38	116	154	67	112	151	130	222
Utrecht	191	161	23	71	94	41	69	93	80	137
Noord-Holland	418	352	51	156	207	90	151	203	175	299
Zuid-Holland	548	461	67	204	271	118	198	267	230	393
Zeeland	59	50	7	22	29	13	21	29	25	42
Noord Brabant	380	320	46	142	188	82	138	185	159	273
Limburg	173	146	21	65	86	37	63	84	73	124

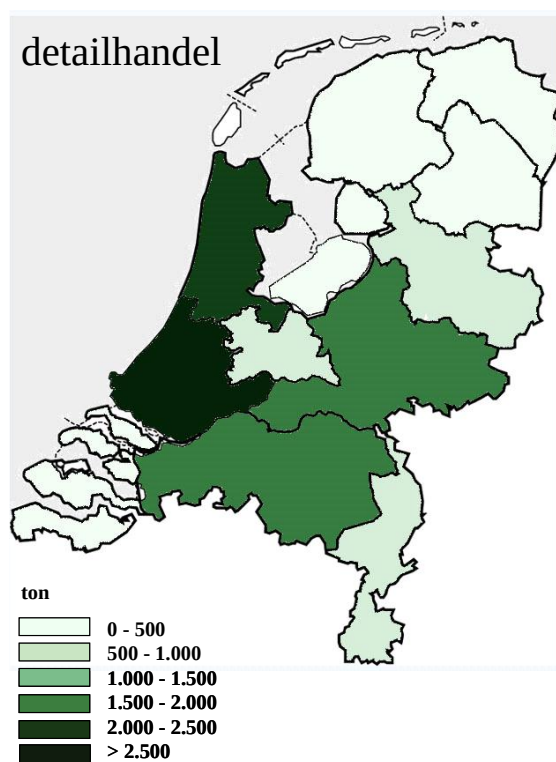
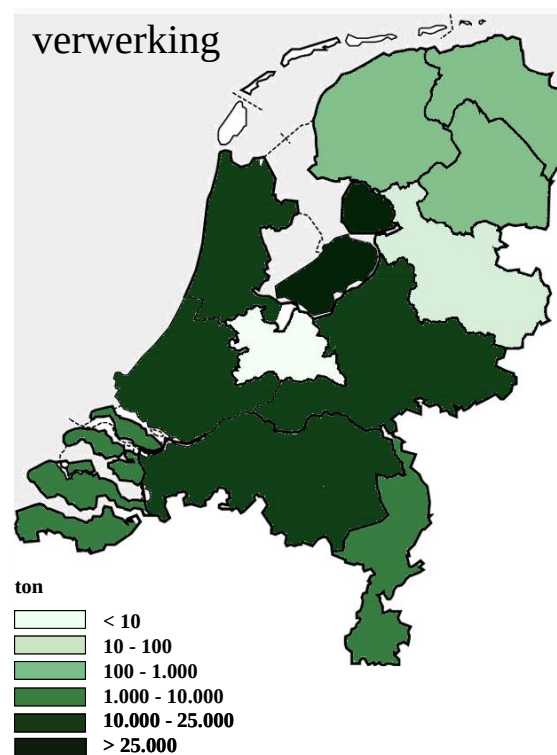
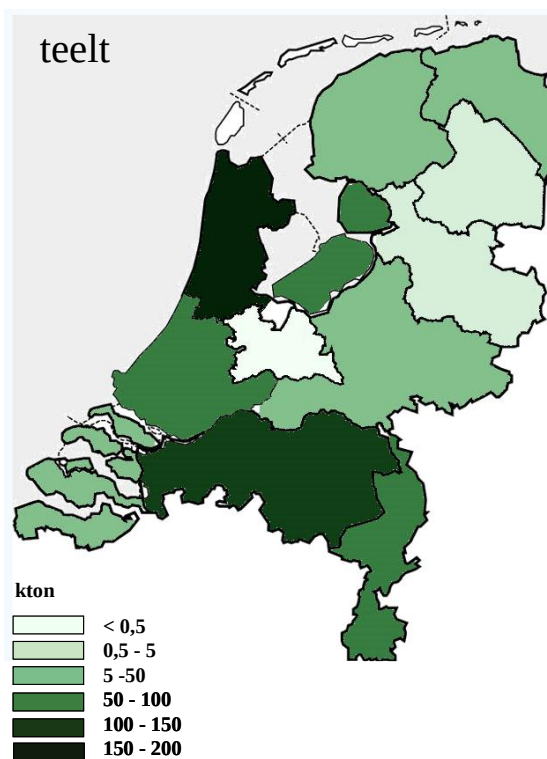
Tabel 14 Geschatte hoeveelheden restafval supermarkten per provincie (ton)

2.2.2.4. Totaal reststromen opengrond teelt

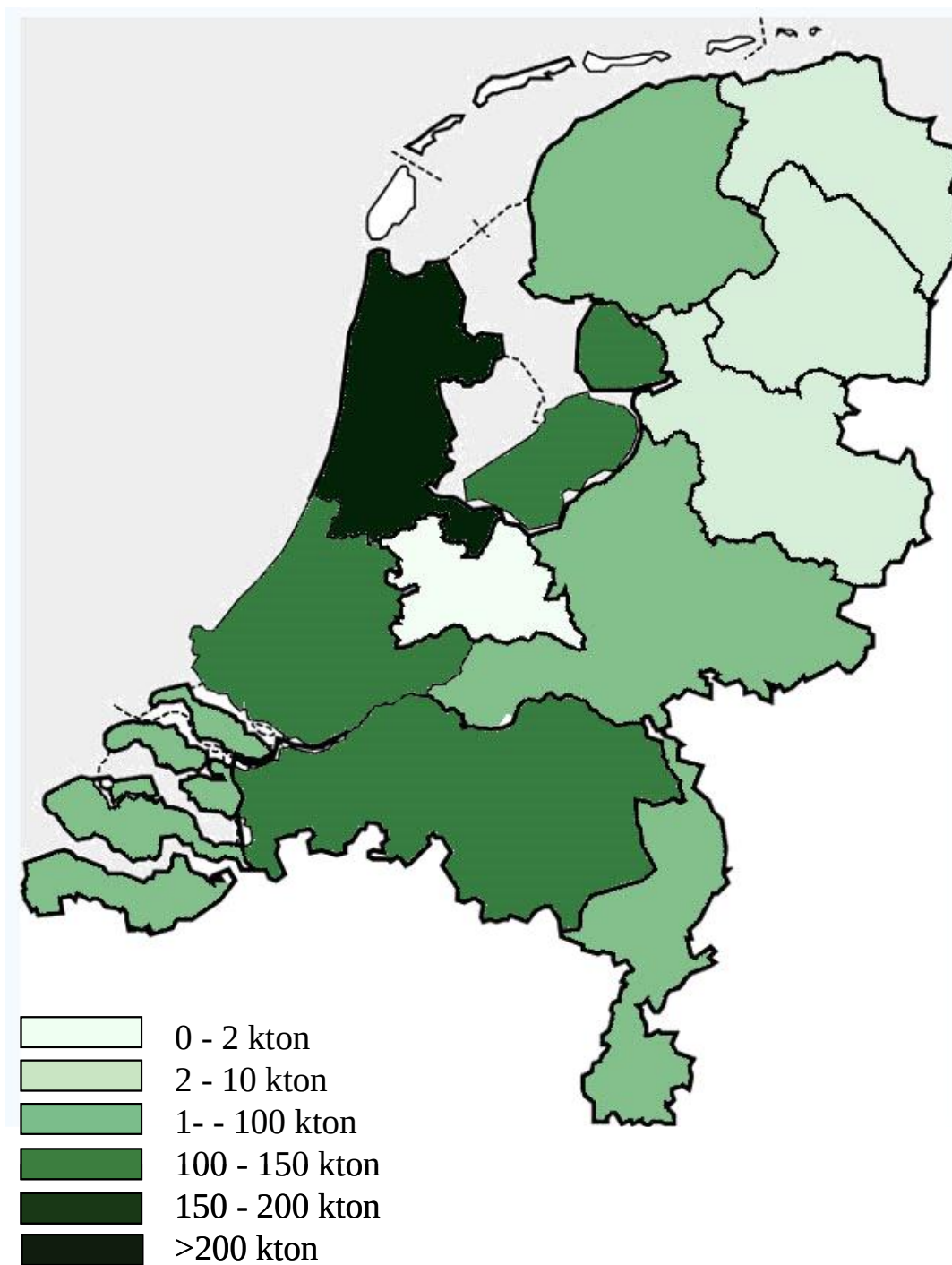
De verdeling van de reststromen van de 10 grootste opengrond teeltgewassen (cumulatief) per provincie ziet er als volgt uit:

provincie	Reststroom teelt (ton)	Reststroom verwerking (ton)	Reststroom detailhandel (ton)	Totaal (ton)
Groningen	8.251	897	452	9.600
Friesland	19.856	712	503	21.071
Drenthe	2.185	176	382	2.743
Overijssel	1.453	54	884	2.391
Flevoland	55.284	56.981	307	112.572
Gelderland	6.813	14.447	1.562	22.822
Utrecht	110	8	959	1.077
Noord-Holland	190.946	17.586	2.103	210.635
Zuid-Holland	54.173	15.228	2.756	72.157
Zeeland	39.062	4.810	297	44.169
Noord Brabant	130.071	10.600	1.913	142.584
Limburg	76.369	1.700	873	2.649

Tabel 15 totaal overzicht van de reststromen van de top 10 opengrondsgewassen in Nederland



Figuur 6. Topografisch overzicht van de reststromen openground tuinbouwgewassen voor de verschillende stappen in de keten.



Figuur 7 Topografisch totaaloverzicht van de beschikbaarheid reststromen uit de top-10 opengronds tuinbouwgewassen in Nederland

3. Inventarisatie waarden reststromen uit sierteelt en opengrond tuinbouwgewassen

Zoals in de inleiding al is weergegeven wordt bij een waardebeoordeling van de reststromen in het kader van de biobased economy vaak gebruik gemaakt van de waardepiramide. In dit hoofdstuk begint met de top van de piramide: stoffen uit reststromen met een potentiële waarde en toepassingsmogelijkheden in voeding, industrie en farma. Het hoofdstuk zal worden afgesloten met de basis van de piramide: brandstoffen met een focus op de vergistingswaarde van de reststromen.

3.1. Potentiële waarde van reststromen voor voeding (food, feed), industrie en farmaceutische toepassingen

De plant bezit van nature een complex mechanisme om zich te beschermen tegen bedreigende invloeden uit zijn omgeving. Immers een plant kan niet vluchten bij veranderende weersomstandigheden of wanneer de plant wordt aangevallen door bijvoorbeeld insecten. Dit complex mechanisme bevat onder andere het induceren van genen (eiwitten) die er voor zorgen dat specifieke stoffen worden aangemaakt die de plant beschermen. Deze specifieke stoffen worden aangeduid met **secundaire metabolieten**. Tijdens stressomstandigheden (bv verandering van weersomstandigheden tijdens teelt) draait het secundaire metabolisme draait dan op volle toeren waarbij veel secundaire metabolieten worden aangemaakt om de plant te beschermen. Dit zal met name veelvuldig optreden bij gewassen die bloot worden gesteld aan veranderende weersomstandigheden nl. gewassen uit de opengrond teelt.

Iedere plant is in staat om een breed scala aan secundaire metabolieten te produceren. Een aantal daarvan is soort specifiek. Door de grote diversiteit in het plantenrijk betekent dit dat er een enorme diversiteit aan secundaire metabolieten geproduceerd kan worden. Op dit moment zijn er zo'n 100.000 verschillende secundaire metabolieten in kaart gebracht. Een groot aantal hiervan is zo complex van structuur dat het door de chemische industrie nooit nagemaakt kan worden. Mens en dier hebben van oudsher ook altijd gebruik gemaakt van deze secundaire metabolieten die door de plant geproduceerd worden. Naast een beschermende rol voor de plant hebben veel secundaire metabolieten ook een geneeskrachtige waarde of zijn ze attractief voor de mens en dier als kleur-, geur- of smaakstof.

De laatste jaren zijn secundaire metabolieten weer volop in de belangstelling komen staan. Enerzijds komt er vanuit de maatschappij steeds meer belangstelling voor producten met een natuurlijke en duurzame basis, anderzijds biedt het breed scala aan de complexe structuren nieuwe mogelijkheden voor de ontdekking van nieuwe geneesmiddelen voor de farmaceutische industrie. De inventarisatie in dit hoofdstuk zal zich voornamelijk richten op de aanwezigheid en toepassingsmogelijkheden van dit soort type stoffen in de reststromen van de top 10 sierteelt en vollegrondse tuinbouwgewassen.

Bij de inventarisatie is voornamelijk gebruik gemaakt van wetenschappelijke literatuur en openbare databases. Uit wetenschappelijke literatuur zijn vaak gegevens te halen met betrekking tot de biologische activiteit van bepaalde componenten (toepassing in de farma); De database geven veelal “ruwe” informatie over basiscomponenten die voor voedingstoepassingen en dier/veevoedertoepassingen waardevol kunnen zijn (vet, vezels, koolhydraten, eiwitten) alsmede informatie over aminozuren die voor industriële toepassingen waardevol kunnen zijn. De gegevens zijn vaak gebaseerd op onderzoek naar één bepaalde variëteit. Bij de commerciële kwekers (sierteelt) en tuinders (opengrond gewassen) vinden we juist een grote verscheidenheid aan verschillende variëteiten. De literatuur en databasegegevens zoals beschreven in onderstaande paragrafen moeten daarom als globale gegevens worden geïnterpreteerd. Bij de informatie zal zoveel mogelijk worden beschreven uit welke variëteit de informatie afkomstig is. De openbare database die voor deze studie is gebruikt is Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases [24]. Deze database is niet compleet en geeft vaak grote marges aan waartussen bepaalde waardes kunnen variëren. Voor een zeer uitgebreide database (inhoudstoffen en farmaceutische toepassingen) kan worden verwezen naar de commerciële database “Napralert” (www.napralert.org): zie hiervoor bijlage I.

3.1.1. Secundaire metabolieten en toepassingsmogelijkheden m.b.t. sierteeltgewassen

3.1.1.1. Alstroemeria.(napralert)

Er zijn in de wetenschappelijke literatuur weinig gegevens beschikbaar over bruikbare componenten uit Alstroemeria. Een wetenschappelijk artikel beschrijft de aanwezigheid van significante hoeveelheden alkaloiden in de wortels van *Alstroemeria patagonica* [11]. Alkaloiden zijn stoffen die doorgaans als cytostatica gebruikt kunnen worden. Daarnaast worden er in de literatuur wel vluchtige componenten beschreven (terpenoiden) maar die lijken geen directe toepassingsmogelijkheid te hebben. Bij de commerciële database “Napralert” zijn er 366 componenten beschreven met 20 toepassingsmogelijkheden.

3.1.1.2. Anthurium (napralert)

Ook voor anthurium is de beschikbaarheid van relevante wetenschappelijke informatie schaars. Van *Anthurium schlechtendalii* is wel aangetoond dat in polaire extracten gemaakt van de wortel anti-inflammatoire (ontstekingsremmend) en cytostatische (antitumor) activiteiten aanwezig zijn [12]. Dit geldt ook voor de bovengrondse delen van de plant zoals het bladmateriaal. Er wordt geen melding gemaakt van de hoeveelheden.

Bij de commerciële database “Napralert” zijn er 53 componenten beschreven met 12 toepassingsmogelijkheden.

3.1.1.3. Chrysant

In de bloem van de Chrysant worden stoffen aangetroffen met een farmaceutische activiteit met betrekking tot remming van het HIV virus. De Chrysant staat voornamelijk

bekend als bron voor de zogenaamde pyrethrinoiden [14]. Dit zijn stoffen met een insecticide werking zonder dat ze schadelijk zijn voor zoogdieren. Ook worden er in de bloem veel stoffen aangetroffen de voorloper (precursor) zijn voor deze insecticiden. Er is niets bekend over de concentratie van de stoffen in de bloem. In onderstaande tabel staan deze stoffen weergegeven. Ook is de bloem van de chrysant eetbaar en wordt veel gebruikt in de Chinese keuken en als gezondheidsbevorderende thee.

stof	species	deel plant	concentratie	toepassing	ref
acacetin-7-)-beta-D-galactopyranoside	<i>C. Morifolium</i>	Bloem		Anti HIV	13
pyrethrinoids	<i>C.cineraraifolium</i>	Bloem		Insecticide	14
chrysanthemic acid		Bloem		Precursor pyrethrinoids	15
pyrethric acid		Bloem		Precursor pyrethrinoids	15
pyrethrolone		Bloem		Precursor pyrethrinoids	15
jasmololone		Bloem		Precursor pyrethrinoids	15
cinerolone		Bloem		Precursor pyrethrinoids	15
pyrethrin I		Bloem		Insecticide	15
Jasmolin I		Bloem		Insecticide	15
cinerin I		Bloem		Insecticide	15
pyrethrin II		Bloem		Insecticide	15
Jasmolin II		Bloem		Insecticide	15
cinerin II		Bloem		Insecticide	15

Tabel 16 Inhoudstoffen Chrysant met een potentiële toepassing en commerciële waarde.

Andere waardevolle stoffen zijn de basisstoffen koolhydraten, vezels, eiwit en vet (als food-feed) en aminozuren die als bouwstenen kunnen dienen voor producten uit de chemische industrie. Enkele belangrijke aminozuren in dit verband zijn : L-lysine, glutaminezuur en L-phenylalanine [64]. In de openbare database Dr Duke Phytochemical and Ethnobotanical Database [24] zijn vaak veel componenten van een bepaalde plant (incl. locatie en concentratie) te vinden alhoewel deze database verre van compleet is. Een overzicht van de koolhydraten, vezels, eiwit , vet en aminozuren is in tabel 17 weergegeven. De overige componenten die voor Chrysant in deze database te vinden zijn staat weergegeven in bijlage I.

stof	Maimale hoeveelheid gemeten (ppm)			
	<i>C.balsamita</i>	<i>C. cineraraifolium</i>	<i>C.coronarium</i>	<i>C.parthenium</i>
Koolhydraten		974.000 (stengel)	507.700 (blad)	514.000 (plant)
Vezels		236.000 (stengel)	138.460 (blad)	143.000 (plant)
Eiwit		130.000 (stengel)	276.925 (blad)	276.000 (plant)
vet		5.000 (stengel)	46.155 (blad)	48.000 (plant)
L-lysine				

Glutamic acid
L-phenylalanine

Tabel 17. Aanwezigheid waardevolle stoffen in verschillende variëteiten van Chrysant. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

3.1.1.4. Anjer

Voor de anjer is relatief veel informatie in de literatuur terug te vinden met betrekking tot farmaceutische activiteiten. Deze hebben betrekking op remming HIV virus, tumorremmende activiteit, remming osteoporose, en antimicrobiële werking. Een overzicht van stoffen in anjer met bijbehorende activiteit (voor zover in wetenschappelijke studies aangetoond) staat weergegeven in tabel 18.

stof	species	deel plant	Concen -tratie	toepassing	ref
euganol	<i>D. caryophyllus</i>	bloemknop		anti microbieel	16
thymol	<i>D. caryophyllus</i>	bloemknop		anti microbieel	16
DAP 30 (eiwit)	<i>D. caryophyllus</i>	blad		anti HIV	17
DAP 32 (eiwit)	<i>D. caryophyllus</i>	blad		anti HIV	17
dianthin C	<i>D. superbus</i>	bovengronds			20
dianthin D	<i>D. superbus</i>	bovengronds			20
dianthin E	<i>D. superbus</i>	bovengronds		osteoporose, anti tumor	18 20
Dianthin F	<i>D. superbus</i>	bovengronds			20
dianthin G	<i>D. superbus</i>	bovengronds		osteoporose	18
dianthin H	<i>D. superbus</i>	bovengronds		osteoporose	18
longicalycinin A	<i>D. superbus</i>	bovengronds			19
vaccaroside A	<i>D. superbus</i>	bovengronds			19
dianoside A	<i>D. superbus</i>	bovengronds			19
Dianoside G	<i>D. superbus</i>	bovengronds			19
3-(4-hydroxy-3-methoxy-phenyl)propionic acid methyl ester	<i>D. superbus</i>	bovengrond			19
p-hydroxybenzoic acid	<i>D. superbus</i>	bovengronds			19
p-hydroxybenzaldehyde	<i>D. superbus</i>	bovengronds			19
4-methoxydianthramide B	<i>D. superbus</i>	bovengronds		anti tumor	20
Dianversicoside A	<i>D. versicolor</i>	hele plant		anti tumor	21
Dianversicoside B	<i>D. versicolor</i>	hele plant		anti tumor	21
Dianversicoside C	<i>D. versicolor</i>	hele plant		anti tumor	21
Dianversicoside D	<i>D. versicolor</i>	hele plant		anti tumor	21
Dianversicoside E	<i>D. versicolor</i>	hele plant		anti tumor	21
Dianversicoside F	<i>D. versicolor</i>	hele plant		anti tumor	21
Dianversicoside G	<i>D. versicolor</i>	hele plant		anti tumor	21
Dianchinenoside A	<i>D. versicolor</i>	hele plant			21
Dianchinenoside B	<i>D. versicolor</i>	hele plant			21
Dianchinenoside C	<i>D. versicolor</i>	hele plant			21
	<i>D. chinensis</i>	bovengronds			22
Dianchinenoside D	<i>D. versicolor</i>	hele plant			21
	<i>D. chinensis</i>	bovengronds			22
Dianchinenoside G	<i>D. versicolor</i>	hele plant			21

Dianchinoside H	<i>D. versicolor</i>	hele plant	21
vaccaroid A	<i>D. versicolor</i>	hele plant	21
vaccaroid C	<i>D. versicolor</i>	hele plant	21
hainanenside	<i>D. versicolor</i>	hele plant	21

Tabel 18 Inhoudstoffen anjer met een potentiële toepassing en commerciële waarde.

Single and combined MIC values of thymol and eugenol isolated from *T. kotschyanus* and *D. caryophyllus* oils, respectively.

Microorganisms	MIC values (µg/ml)				
	Compounds		Combined T and E	Control	
	T	E		G	C
<i>S. aureus</i>	31.2	31.2	15.6	15.6	7.8
<i>B. cereus</i>	15.6	15.6	15.6	15.6	7.8
<i>L. monocytogenes</i>	31.2	15.6	15.6	7.8	> 500
<i>P. mirabilis</i>	62.5	31.2	7.8	15.6	> 500
<i>E. coli</i>	62.5	31.2	7.8	15.6	> 500
<i>K. pneumoniae</i>	250	15.6	15.6	31.2	7.8
<i>P. aeruginosa</i>	> 500	> 500	> 500	15.6	7.8

T: thymol; E: eugenol; G: gentamycin; C: chloramphenicol.

Figuur 8. Voorbeeld antimicrobiële werking thymol en euganol afkomstig uit de bloemknoppen van anjer [16]

3.1.1.5. Freesia

Voor freesia zijn in een wetenschappelijke studie wel een aantal stoffen in kaart gebracht (zie tabel 19). Dit zijn voornamelijk vluchtige componenten. Er worden in deze studie geen farmaceutische effecten van deze stoffen beschreven.

In tabel 20 staat een overzicht van de concentratie van deze stoffen in twee geteste cultivars. Hieruit kan worden afgeleid dat linalool in grote hoeveelheden voorkomt. Voor linalool wordt in de database [24] de volgende activiteiten beschreven:

- insecticide (LC50=156-194 mg/l)
- antimicrobieel (MIC 1,600 µg/ml)
- antileukemie (IC50=3.5-4.2 µg/ml)
- antiseptisch

Daarnaast komen met name in de gele cultivar nog significante hoeveelheden van de stoffen terpineol, dihydro-ionone en ionone voor. Van terpineol is bekend dat het een pijnstillende werking heeft (10 – 100 µg/ml) en evenals linalool een insecticide werking (LC50=156-194 mg/l) [24]. Ionone-achtige worden vaak als geurstoffen toegepast..

stof	species	deel plant	Concentratie	ref
Thujene	<i>f.hybrida</i>	bloem	Zie figuur 9	23
Pinene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Phellandrene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Myrcene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Eucalyptol	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Limonene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Terpinene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
cis-Linaloloxide	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Terpinolene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Linalool	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Naphthalene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
L-4-Terpineneol	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Terpineol	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Decanal	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Eucarvone	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Cyclocitral	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
cis-Geraniol	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
2,6-Dimethyl-undecane	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
trans-Geraniol	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
2-Methyl-naphthalene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
2,6,10-Trimethyl-dodecane	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
trans-Ionone	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
4-(2,6,6-trimethyl-2-cyclohexen-1-ylidene)-2-butanone	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Diphenyl ether	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Longifolene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Dihydro-ionone	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Sesquiphellandrene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Farnesene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Ionone	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Gurjunene	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
2,6,10-Trimethyl-pentadecane	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
2,6,10,14-Tetramethyl-pentadecane	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Hexadecanoic acid methyl ester	<i>f.hybrida</i>	bloem		23
Hexadecanoic acid ethyl ester	<i>f.hybrida</i>	bloem		23

Tabel 19 Inhoudstoffen in freesia met een potentiële toepassing en commerciële waarde.

Compounds	RI	Pink-yellow cultivar		Yellow cultivar	
		Un-cut flower	Cut flower	Un-cut flower	Cut flower
Thujene	918	nd	nd	0.05	nd
Pinene*	928	nd	nd	2.08	2.50
Phellandrene*	973	nd	nd	1.99	2.34
Myrcene*	993	nd	nd	2.34	2.46
Eucalyptol*	1028	nd	nd	5.76	6.06
Limonene	1045	nd	nd	0.36	0.29
Terpinene	1053	nd	nd	0.29	0.24
cis-Linaloloxide	1075	nd	nd	tr	tr
Terpinolene	1081	nd	nd	0.21	tr
Linalool*	1088	96.36	96.87	68.04	66.87
Naphthalene	1162	0.29	0.28	tr	nd
L-4-Terpineneol	1166	nd	nd	0.16	0.16
Terpineol*	1179	nd	nd	11.87	12.70
Decanal	1192	0.19	0.16	tr	0.05
Eucarvone	1196	0.14	0.09	tr	tr
Cyclocitral	1202	nd	nd	tr	tr
cis-Geraniol	1219	0.26	0.20	0.05	0.06
2,6-Dimethyl-undecane	1227	0.33	0.30	tr	tr
trans-Geraniol	1246	nd	nd	0.05	0.05
2-Methyl-naphthalene	1277	0.58	0.46	nd	nd
2,6,10-Trimethyl-dodecane	1297	0.26	0.28	nd	nd
trans-Ionone	1362	nd	nd	tr	tr
4-(2,6,6-trimethyl-2-cyclohexen-1-ylidene)-2-butanone	1372	nd	nd	tr	tr
Diphenyl ether	1378	nd	nd	tr	tr
Longifolene	1411	nd	nd	tr	tr
Dihydro-ionone*	1426	nd	nd	3.25	3.08
Sesquiphellandrene	1444	nd	nd	0.05	tr
Farnesene	1456	0.57	0.56	nd	nd
Ionone*	1475	0.35	0.41	2.50	2.14
Gurjunene	1481	0.30	0.24	tr	tr
2,6,10-Trimethyl-pentadecane	1666	nd	nd	0.05	tr
2,6,10,14-Tetramethyl-pentadecane	1723	nd	nd	tr	tr
Hexadecanoic acid methyl ester	1928	nd	nd	tr	tr
Hexadecanoic acid ethyl ester	1998	0.18	0.14	nd	nd
Total compounds		12	12	30	28

Tabel 20. Overzicht concentraties van vluchtige stoffen afkomstig uit de roze en gele cultivar van freesia (referentie [23]). Nd: niet bepaald

3.1.1.6. Gerbera.

Rastafval van gerbera's (wortel en stengel) bevatten diverse coumarines zoals gerberlines, die een cytotoxisch effect hebben en interessant kunnen zijn voor de ontwikkeling van antitumor-middelen [26]. Daarnaast zijn er ook stoffen aangetroffen in de bloemsteel en het blad van de gerbera (parasorboside en gerberin) die in de tuinbouw gebruikt kunnen worden ter bescherming van planten tegen pathogenen en insecten [25].

stof	species	deel plant	toepassing	ref
parasorboside	<i>G.hybrida</i>	bloemsteel, blad	insect en pathogeen resistentie	25
gerberin	<i>G.hybrida</i>	bloemsteel, blad	insect en pathogeen resistentie	25
gerberlin A	<i>G. saxatilis</i>	wortel, stam	cytotoxisch tumorcel	26
gerberlin B	<i>G.saxatilis</i>	wortel, stam	cytotoxisch tumorcel	26
gerberlin C	<i>G.saxatilis</i>	wortel, stam	cytotoxisch tumorcel	26
2, 2, 10 - trimethyl-2H, 5H-pyrano[3,2-c] [1]benzopyran-5-one	<i>G.saxatilis</i>	wortel, stam	cytotoxisch tumorcel	26

Tabel 19 Inhoudstoffen in *Gerbera* met een potentiële toepassing en commerciële waarde.

3.1.1.7. Orchidee

Orchideeën zijn populaire planten voor gebruik en verwerking in de Traditionele Chinese Geneeskunde (TCM). Er worden vele medicinale werkzaamheden en wordt momenteel voornamelijk gebruikt bij indigestie, rehydratie en verhogen van het aantal witte bloedcellen [27].

Over bioactiviteit van phalaenopsis is in de literatuur niet erg veel over beschreven. Er is wel veel informatie beschikbaar over de orchidee *Dendrobium nobile*. In deze orchidee zijn enkele interessante stoffen gevonden waaronder Moscatiline en gigantol. Moscatilin [28] is een stof die voorkomt in de orchidee met een cytotoxisch effect op maag- en longkankercellijnen. Gigantol is een antimutagene stof die beschermt tegen kankerverwekkende stoffen en UV. Ook zijn er een aantal antibacteriële componenten gevonden in de orchidee *Bletilla striata* [28].

In het geslacht *Dendrobium* zijn vele farmaceutische activiteiten gerapporteerd die door bepaalde klassen stoffen worden bewerkstelligd:

Klasse stoffen	activiteit	ref
Bibenzyl	Herbicide	29
Phenanthrene	Cytotoxisch / antitumor	30
Anthracene	Cytotoxisch / antitumor	31
Fluorene	Antifungal	31
Coumarine	Cytotoxisch / antitumor	31
Flavone	Antimutageen	24
Cinnamate	Pesticide	24
Alkaloids*	Cytotoxisch / antitumor	31
Polysacchariden	immunomodulerend	31

Tabel 20. Plantstoffen uit orchidee

*Hoewel orchideeën rijk zijn aan alkaloiden die over het algemeen een cytotoxisch effect hebben, zijn er nog geen echte harde bewijzen geleverd die kunnen leiden tot farmaceutische toepassingsmogelijkheden van alkaloiden uit orchideeën.

3.1.1.8 Lelie

De diversiteit aan lelies is erg groot. Dit is ook terug te vinden in de wetenschappelijke literatuur. Het de lelie *Lilium longiflorum* is een veel gebruikte plant in de traditionele geneeskunde. De plant staat in de literatuur vooral bekend als bron voor steroid saponine [32]. Aan steroid saponines worden tal van activiteiten aan toegeschreven zoals fungicide, antiviraal, anti-tumor, antidiabetes, cholesterolverlaging. Daarnaast hebben deze stoffen ook industriële toepassingen zoals schuimmiddelen, vetoplossers en adjuvants voor vaccins. In de lelie *Lilium Longiflorum* zijn de volgende steroid saponines bekend [32]

compound	concentration ^a (mg/g dw)							
	bulb scale	fibrous root	fleshy root	leaf	lower stem	upper stem	bud	flower
1	3.31c ± 0.12	0.30g ± 0.05	0.55f ± 0.02	4.23b ± 0.01	3.17c ± 0.05	2.87d ± 0.15	4.82a ± 0.19	1.96e ± 0.03
2	2.52bc ± 0.07	0.26f ± 0.04	0.44f ± 0.01	2.68b ± 0.22	2.05d ± 0.05	2.34c ± 0.12	3.67a ± 0.11	0.96e ± 0.05
total 1–2	5.83c ± 0.15	0.56g ± 0.09	0.99f ± 0.01	6.91b ± 0.22	5.22d ± 0.1	5.21d ± 0.27	8.49a ± 0.30	2.92e ± 0.07
3	1.51c ± 0.08	0.47f ± 0.03	1.55c ± 0.01	2.01b ± 0.07	1.50c ± 0.12	1.15d ± 0.04	2.92a ± 0.06	0.88e ± 0.05
4	0.81c ± 0.04	0.26f ± 0.02	1.76b ± 0.04	0.29f ± 0.01	2.18a ± 0.04	0.67d ± 0.03	0.41e ± 0.01	0.35e ± 0.01
5	0.69c ± 0.05	0.13f ± 0.01	1.06b ± 0.03	0.15f ± 0.01	1.19a ± 0.02	0.37d ± 0.04	0.20e ± 0.01	0.22e ± 0.01
total 3–5	3.01d ± 0.17	0.86h ± 0.07	4.37b ± 0.07	2.45e ± 0.09	4.87a ± 0.13	2.19f ± 0.05	3.53c ± 0.06	1.45g ± 0.05
total 1–5	8.84d ± 0.3	1.42h ± 0.14	5.36f ± 0.08	9.36c ± 0.27	10.09b ± 0.23	7.4e ± 0.32	12.02a ± 0.36	4.38g ± 0.12

^a Concentrations are means of triplicates ± SD, expressed on a dry weight basis (dw). Values with the same letter in each row are not significantly different ($p < 0.05$).

Tabel 21. Aanwezigheid en concentratie van steroid saponins in verschillende delen van de lelie (ref [32]). De compounds zijn:

- 1: (22R,25R)-spirosol-5-en-3 β -yl O- α -l-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β -d-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- β -d-glucopyranoside,
- 2: (22R,25R)-spirosol-5-en-3 β -yl O- α -l-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-[6-O-acetyl- β -d-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)]- β -d-glucopyranoside,
- 3: (25R)-26-O-(β -d-glucopyranosyl)furost-5-ene-3 β ,22 α ,26-triol 3-O- α -l-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β -d-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)- β -d-glucopyranoside,
- 4: (25R)-26-O-(β -d-glucopyranosyl)furost-5-ene-3 β ,22 α ,26-triol 3-O- α -l-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- α -l-arabinopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- β -d-glucopyranoside,
- 5: (25R)-26-O-(β -d-glucopyranosyl)furost-5-ene-3 β ,22 α ,26-triol 3-O- α -l-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- α -l-xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- β -d-glucopyranoside

Naast steroid saponines bevat deze lelie ook flavonoiden (zoals kaempferol, kaempferol-glycosides, quercitine en quercitine glycosides) waaraan anti-oxidante en ontstekingsremmende en pijnstillende (COX-remmers) eigenschappen worden toegeschreven [33].

3.1.1.9. Roos

Net zoals voor lelie geldt dat de diversiteit aan rozenvariëteiten erg groot is. Rozen zijn rijk aan tannine en phenolische componenten. Dit zijn over het algemeen sterke anti-oxidanten. Verder is er veel wetenschappelijke informatie beschikbaar over het medicinaal gebruik van roos (met name uit de traditionele geneeskunde) maar dit betreft vooral rozenbottels. De aanwezigheid van rozenbottels in de reststroom is waarschijnlijk

zeer beperkt vandaar dat daar in deze studie niet verder op in wordt gegaan. Van de onderdelen die wel in de reststromen terechtkomen is het volgende bekend:

stof	Deel plant	Concentratie	effect	ref
Meerzoudig onverzadigde vetzuren	Bloem	47 mg/g	cholesterol	34
Suikers	Bloem			34
Tocopherol	Bloem	130 mg/g		34
Ascorbic acid	Bloem	0,4 mg/g	Vitamine	34
β carotene	Bloem	6 mg/g	Vitamine	34
lycopeen	Bloem	0,02 mg/g	Pigment	34
pyrogallotannine	Bloem	0,02 mg/g	Pigment	34
tannine	Wortel	Tot 15 mg/g		24
triperpenen	Blad	Tot 260 mg/g	Anti oxidant	24
anthocyanines	Wortel	5 mg/g (wortel)		24
proanthocyanidins	Bloem		Antimicrobieel	
tellimagrandin I	Bloem		Antimicrobieel	
rogosin B	Bloem		Antimicrobieel	
carotenoids	Bloem		Antimicrobieel	
essentiele olieen	Bloem		Antimicrobieel	

Tabel 22 Stoffen uit roos met een potentiële toepassing en/of commerciële waarde

3.1.2. Secundaire metabolieten en toepassingsmogelijkheden m.b.t. opengrond tuinbouwgewassen

3.1.2.1. Ui

Uien zijn samen met knoflook een rijke bron van gezondheidsbevorderende componenten met een beschermende werking tegen hart- en vaatziekten, kanker, diabetes type 2, obesitas, maag- en darmstoornissen. Ui en knoflook hebben een lange traditie in toepassingen in de geneeskunde en zijn ook momenteel nog steeds erg populair. In de literatuur is veel bekend over inhoudstoffen met betrekking tot een mogelijke farmaceutische toepassing. De bekendste (meest veelbelovende) staan hieronder weergegeven.

A. Zwavel en selenium houdende componenten.

Deze vaak vluchtige componenten geven de ui en knoflook zo'n typerende smaak. Deze componenten hebben een beschermende werking tegen het ontstaan van kanker [40].

Zwavelhoudende componenten in ui zijn:

- S-Alk(en)yl cysteine sulfoxides (als precursor)
- sulfides
- di, tri- en polysulfides
- thiosulfinates
- vinylidithiins
- ajoen
- di- en methyl allyl
- sulfoxides

Seleniumhoudende componenten in de ui zijn:

- Selenate
- Dimethylselenide
- Methaneseleninic acid
- Se-methionine
- Se-cysteine
- Se-methyl selenocysteine
- Se-propyl selenocysteine
- Se-cystathionine
- γ -Glutamyl-Se-methyl
- Selenocysteine
- γ -Glutamyl-Semethionine

B. Flavonoiden.

Uien zijn een rijke bron van flavonoiden (met name quercitine en quercitine-gerelateerde componenten) die een beschermende werking bieden tegen ontstekingen, hart- en

vaatziekten en kanker. In tabel 23 staat een overzicht van de concentraties deze belangrijke groep flavonoiden in verschillende variëteiten van ui. De gerapporteerde totaalconcentraties van flavonoiden variëren van 270-1187 mg/kg versgewicht voor gele uien en 415-1917 mg/kg versgewicht voor rode uien [41]. Daarnaast bevatten rode uien een substantiële hoeveelheid anthocyanines (39 – 240 mg/kg). Anthocyanines hebben o.a. een beschermend effect tegen hart- en vaatziekten en zijn waardevol als kleurstof in de industrie. Tabel 24 geeft een overzicht van de flavonoiden aanwezig in ui.

cultivar	que 3,4'-diglc	rutin	que 4'-glc	que
Red				
Karmen ^a		157	32234	163
Póvoa red	261		353	1
Red Baron	1375		394	9
Rose	1052		302	15
Red Baron ^b	1001		889	17
unspecific	410		350	20
Tropea Rossa	11	2	126	558
Rossa Lilla	33	3	352	58
Redwing	30	2	419	77
Yellow				
Vsetana ^a		64	23283	56
Rijnsburger	1117		360	39
Cross Bow ^b	504		653	29
unspecific	170		130	10
Festival	43	2	374	56
Tamara	38	5	460	67
Daytona	41	6	713	112
Dorata Density	73	14	725	95
Castillo	51	9	611	65
Santana	49	6	547	92
Kitamiko27	263		254	
Toyohira	266		355	
Kitawase3	208		172	
Tsukisappu	294		344	
Superkitamomiji	297		343	
CS3-12	276		304	
Tsukiko22	412		364	
2935A	290		392	
K83211	356		347	
Barito ^c	177		337	
Hyskin ^c	180		334	
Summit ^c	157		281	
White				
Ala ^a		15	265	1
Póvoa white	109		147	0
Albion	50		36	3
Gladstone			1	1
Southport			2	1
White Hawk			1	1

Tabel 23: Overzicht van de concentraties (mg/kg versgewicht) van de flavonoiden quercitine 3,4' diglucoside, rutine, quercitine 4'glucoside en quercitine in verschillende variëteiten van de ui [41].

Flavonols

quercetin
 quercetin 4'-glucoside
 quercetin 3,4'-diglucoside
 quercetin 7-glucoside
 quercetin 7,4'-diglucoside
 quercetin 3-glucoside
 quercetin 3'-glucoside
 quercetin 3,7-diglucoside
 quercetin 3,7,4'-triglucoside
 quercetin 3-rhamnoside
 quercetin 3-rutinoside
 kaempferol
 kaempferol 4'-glucoside
 kaempferol 3-glucoside
 kaempferol 7,4'-diglucoside
 kaempferol 3,4'-diglucoside
 isorhamnetin 4'-glucoside
 isorhamnetin 3-glucoside
 isorhamnetin 3,4'-diglucoside
 isorhamnetin
 myricetin
 quercetin dimer
 4'-glucoside of quercetin dimer
 condensation products of quercetin and protocatechuic acid
 quercetin trimer

Anthocyanins

cyanidin 3-glucoside
 cyanidin 3-(3''-glucosylglucoside) = cyanidin 3-laminaribioside
 cyanidin 3-(3''-malonylglucoside)
 cyanidin 3-(6''-malonylglucoside)
 cyanidin 3-(3''-glucosyl-6''-malonylglucoside)
 cyanidin 3-(3'',6''-dimalonylglucoside)
 cyanidin 3-(dimalonyl)laminaribioside
 cyanidin 3-(3''-acetylglucoside)
 cyanidin 3-(malonyl)(acetyl)glucoside
 cyanidin 3,5-diglucoside
 cyanidin 3-(malonyl)-glucoside-5-glucoside
 cyanidin 4'-glucoside
 cyanidin 3,4'-diglucoside
 cyanidin 3-(3''-glucosyl-6''-malonylglucoside)-4'-glucoside
 cyanidin 7-(3''-glucosyl-6''-malonylglucoside)-4'-glucoside
 peonidin 3-glucoside
 peonidin 3-(6''-malonylglucoside)
 peonidin 3,5-diglucoside
 peonidin 3-(6''-malonylglucoside)-5-glucoside
 delphinidin 3-glucoside
 delphinidin 3-glucosylglucoside
 petunidin glucoside
 petunidin (glucosylglucoside)
 5-carboxypyranocyanidin 3-glucoside
 5-carboxypyranocyanidin 3-(6''-malonylglucoside)

Dihydroflavonols

taxifolin 4'-glucoside
 taxifolin
 taxifolin 7-glucoside
 taxifolin 3-glucoside

Tabel 24. Overzicht van de flavonoiden (flavonols, anthocyanines en dihydroflavonols) in de ui [41]

In het rapport “verwaarding reststroom uienbewerking” [6] is een overzicht van een brainstormsessie weergegeven over mogelijke toepassingen van uienreststromen in de diverse lagen van de Biobased Economy piramide. Dit overzicht is weergegeven in tabel 26. Of dit uiteindelijk tot rendabele toepassingen heeft geleid is niet bekend.

In tabel 25 staat een overzicht van de concentraties van de basiscomponenten koolhydraten, vezels, eiwit, vet en bruikbare aminozuren volgens opgaven van de Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases [24]. Een volledig overzicht van de componenten uit ui aanwezig in database staat weergegeven in de bijlage.

stof	Marge hoeveelheid gemeten (ppm)	
	<i>bol</i>	<i>blad</i>
Koolhydraten	73.200 – 798.000	47.000 – 603.000
Vezels	4.400 – 126.000	11.000 – 141.000
Eiwit	10.940 – 162.000	18.000 – 231.000
Vet	1.000 – 36.079	6.000 – 77.000
L-lysine	560 – 6.104	
Glutamic acid		
L-phenylalanine	300 – 3.270	

Tabel 25. Aanwezigheid waardevolle basis stoffen in de bol en blad van de ui. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

Nr	Toepassing	Soort(en) reststroom die kan dienen als grondstof voor toepassing						
		UPG	GPE	GSP	OND	P&S	UVE	USA
	Fertilizer (compost, bodemverbeteraar)							
1	Individuele compostering en deze aanwenden op eigen perceel	*		*	*	*		
2	Individuele compostering en (centraal) vermarkten	*		*	*	*		
3	Gecentraliseerde compostering en vermarkten	*		*	*	*		
4	Strooisellaag bij bloemen/bloembollen, bomen voor vorstbescherming en bestrijding van onkruid	*		*	*	*		
5	Grondverbeteraar met schimmelwerende eigenschappen	*	*			*		
6	Grondstof voor meststof of substraat, (champignon-substraat)	*		*	(*)	*		
7	Grond		*	*				
	Fuel (energie)							
8	Grondstof voor verbranding			*		*		
9	Grondstof voor covergisting of biogas-productie			*	*	*		
10	Grondstof voor bio-ethanol			*	*	*		
11	Olie: te winnen via pyrolyse			*	*	*		
12	Grondstof voor biodiesel			*	*	*		
	Fibre (vezel)							
13	Composietversterker		*					
14	Grondstof voor papier			*	*	*		
15	Ingrediënt kattenbakkorrels					*	*	
16	Zware metaal binder			*	*	*		
17	Vochtabsorberende vezels						*	
18	Ingrediënt waterafstotende coating						*	
	Feed (veevoer)							
19	Diervoeding				*			
20	Petfood			*		*		
	Food (humane voeding)							
21	Grondstof ui olie				*			
22	Kleurstof			*	*	*		*
23	Antibacterieel middel			*	*	*		*
24	Vochtabsorberende vezels						(*)	
25	Anti oxidant voor levensmiddelen			(*)	(*)			*
26	Geur- en smaakstof voor levensmiddelen				*			*
	Farma							
27	Antibacterieel middel			*	*	*		*
28	Ingrediënt tabletten met anti-oxidant (quercetine)			*	*	*		*
29	Ingrediënt huidcrèmes				*	*		*
30	Middel om astma te verlichten bij varkens							*
	Other (overige toepassingen)							
31	Insecticide			*	*	*		*
32	Antischimmel middel			*	*	*		*
33	UV blokker				*	*		*
34	Kleurstof			*	*			*

Tabel 26. Brainstorm toepassingsmogelijkheden reststromen uien [6].UPG: uienpellen, GPE: grond met pellen, GSP: geschoonde pellen, OND: ondermaatse uien, P&S:pellen en staarten; UVE: uivezels na extractie pellen, USA ui extract van pellen.

3.1.2.2. peen

Peen staat in de traditionele geneeskunde bekend als gezondheidsbevorderend o.a. werkzaam tegen kanker. Onlangs zijn in peen stoffen geïdentificeerd als interessante leads voor een medicijn tegen leukemie [39]. Het zijn de stoffen falcarinol en falcarindiol-3-acetate die vallen onder de klasse van poly-acetylenen. Deze stoffen komen voor in concentraties van 20-100 mg/kg vers gewicht.

stof	Marge hoeveelheid gemeten (ppm)	
	wortel	
Koolhydraten	101.000 – 850.000	
Vezels	10.000 – 134.000	
Eiwit	72.000 – 106.000	
vet	1.700 – 29.000	
L-lysine	400 – 3.275	
Glutamic acid	2.020 – 16.545	
L-phenylalanine	320 – 2.620	

Tabel 27. Aanwezigheid waardevolle basis stoffen in peen. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

In de wetenschappelijke literatuur zijn veel stoffen uit de peen geïdentificeerd. Een overzicht van deze stoffen staan weergegeven in tabel 28 en 29a-c. Bij het merendeel van deze stoffen zijn geen toepassingsmogelijkheden bekend. Van deze “onbekende” stoffen zijn α -pinene, β -bisabolene en terpinoleen in vrij hoge concentraties in de peen aanwezig. A-pinene heeft een anti-inflammatoire werking (500 mg/kg) en kan toegepast worden als herbicide (IC50 = 30 μ M) en insecticide (0,82 μ M). B bisabolene heeft een werkzaamheid tegen virussen en zweren. Terpinoleen heeft een antioxidante, fungicide en pesticide werking [24] .

stof	Deel plant	Concentratie (ug-g dw)	toepassing	ref
(E)-Methylisoeugenol	bovengrondse delen	1308	anti-bacterieel	36
Elemicin	bovengrondse delen	978	anti-bacterieel	36
alpha-pinene		954		36
camphene		42		36
sabinene		162		36
beta-pinene		66		36
myrcene		120		36
p-cymene		12		36
limonene		102		36
(Z)-beta-ocimene		6		36
gamma-terpinene		12		36
terpinen-4-ol		12		36
bornyl acetate		30		36

methyleugenol		12	36
alpha-cedrene		18	36
beta-cedrene		12	36
trans-alpha-bergamotene		12	36
veratraldehyde		12	36
(E)-beta-farnesene		30	36
germacrene		30	36
6-epi shyobunone		30	36
beta-selinene		30	36
alpha-selinene		54	36
beta-bisabolene		1278	36
shyobunone		78	36
(E)-alpha-bisabolene		66	36
11alpha-H-himachal-4-en-1beta-ol		42	36
(E)-asarone		48	36
alpha-bisabolol		12	36
eudesm-7(11)-en-4alpha-ol		42	36
isocalamendiol		12	36
camphene	wortel	Zie tabel 29a	37
beta-pinene	wortel	"	37
sabinene	wortel	"	37
alpha-phellandrene	wortel	"	37
beta-myrcene	wortel	"	37
alpha-terpinene	wortel	"	37
limonene	wortel	"	37
beta-phellandrene	wortel	"	37
gamma--terpinene	wortel	"	37
(E)-beta-ocimene	wortel	"	37
p-cymene	wortel	"	37
terpinolene	wortel	"	37
octanal	wortel	"	37
6-methyl-5-hepten-2-one	wortel	"	37
p-cymenene	wortel	"	37
alpha-copaene	wortel	"	37
camphor	wortel	"	37
bornyl acetate	wortel	"	37
beta-caryophyllene	wortel	"	37
thymol methyl ether	wortel	"	37
aromadendrene	wortel	"	37
(Z)-beta-farnesene	wortel	"	37
alpha-humulene	wortel	"	37
(E)-beta-farnesene	wortel	"	37
valencene	wortel	"	37
alpha-terpinyl acetate	wortel	"	37
beta-bisabolene	wortel	"	37
(E,E)-alpha-farnesene	wortel	"	37
(E)-gamma-bisabolene	wortel	"	37
alpha-zingiberenec	wortel	"	37
(Z)-gamma-bisabolene	wortel	"	37
beta-ionone	wortel	"	37
caryophyllene oxide	wortel	"	37
elemicin	wortel	"	37
myristicin	wortel	"	37
alpha-thujene	wortel	Zie tabel 29b	38
alpha-pinene	wortel	"	38
camphene	wortel	"	38

sabinene	wortel	“	38
beta-pinene	wortel	“	38
myrcene	wortel	“	38
alpha-phellandrene	wortel	“	38
alpha-terpinene	wortel	“	38
p-cymene	wortel	“	38
limonene	wortel	“	38
cis-ocimene	wortel	“	38
trans-ocimene	wortel	“	38
gamma-terpinene	wortel	“	38
terpinolene	wortel	“	38
2,5-dimethylstyrene	wortel	“	38
undecane	wortel	“	38
bornyl acetate	wortel	“	38
beta-caryophyllene	wortel	“	38
trans-alpha-bergamotene	wortel	“	38
alpha-humulene	wortel	“	38
cis-beta-farnesene	wortel	“	38
beta-bisabolene	wortel	“	38
gamma-bisabolene	wortel	“	38
3'-caffeoylquinic acid		Zie tabel 29c	38
cis-3'-caffeoylquinic acid		“	38
5'-caffeoylquinic acid		“	38
caffeic acid		“	38
3'-p- coumaroylquinic acid		“	38
3'- feruloyquinic acid		“	38
3',4'dicaffeoylquinic acid		“	38
5'-feruloyquinic acid		“	38
cis-5'-caffeoylquinic acid		“	38
5'-p-coumaroylquinic acid		“	38
4'-feruloyquinic acid		“	38
3',5'-dicaffeoylquinic acid		“	38
3',4'- diferuloylquinic acid		“	38
3',5'- diferuloylquinic acid		“	38
vitamine C		“	38
alpha carotene		“	38
betacarotene		“	38
falcarinol		anti fungal; anti inflammatoir, anti tumor	39
falcarindiol diacetate		anti fungal; anti inflammatoir, anti tumor	39

Tabel 28. Overzicht inhoudstoffen in peen volgens de wetenschappelijke literatuur.

isolated compound ^b	RI _{CP-Wax 52CB}	content in ng/50 g/1.5 h ^d				signif. ^e	CV (%) ^f
		Brasilia	Duke	Fancy	Cortez		
α-pinene	1008	4350 c	7780 b	13500 a	4680 c	***	10.3
camphene	1044	236 bc	194 c	545 a	270 b	***	9.5
β-pinene	1086	799 c	1730 b	2930 a	1630 b	***	11.5
sabinene	1105	353 d	2920 c	6220 a	4310 b	***	8.7
α-phellandrene	1147	253 a	21 d	220 b	173 c	***	9.3
β-myrcene	1153	2960 c	2330 c	13100 a	8750 b	***	12.2
α-terpinene	1162	114 c	140 c	188 b	268 a	***	12.5
limonene	1183	2430 b	1360 c	3170 a	2120 b	***	10.0
β-phellandrene	1191	149 c	193 bc	495 a	250 b	***	10.4
γ-terpinene	1230	9050 b	4220 c	12500 a	9070 b	***	11.5
(E)-β-ocimene	1241	109 b	68 b	146 b	828 a	***	9.5
p-cymene	1252	8190 b	5340 c	17300 a	5280 c	***	11.9
terpinolene	1266	26700 a	13500 c	25200 a	17700 b	***	10.7
octanal	1274	249 a	280 a	332 a	355 a	ns	16.1
6-methyl-5-hepten-2-one	1346	1230 a	1110 a	1660 a	1260 a	ns	17.6
unknown	1376	156 a	142 a	177 a	45 a	ns	43.6
(m/z 135, 150, 91, 79, 107, 77, 105)							
unknown	1389	46 a	51 a	15 b	nd c	***	13.1
(m/z 135, 91, 150, 79, 107, 77, 105)							
p-cymenene	1411	146 a	105 a	136 a	149 a	ns	25.5
unknown monoterpene	1422	241 a	204 a	231 a	67 b	*	23.7
(m/z 79, 110, 95, 77, 67, 91, 152)							
α-copaene	1457	202 a	103 b	29 c	nq c	***	19.9
unknown sesquiterpene	1459	12 a	12 a	18 a	nq a	ns	47.0
(m/z 161, 121, 105, 91, 134, 93, 204)							
camphor	1507	nq a	nq a	15 a	nd a	ns	11.5
unknown sesquiterpene	1518	117 c	499 b	1070 a	236 bc	***	26.6
(m/z 161, 105, 91, 204, 119, 133, 147)							
bornyl acetate	1574	nq a	nq a	16 a	nd a	ns	23.0
β-caryophyllene	1576	20200 b	11500 c	24300 b	40700 a	***	11.3
thymol methyl ether	1587	185 a	166 a	nd b	nd b	*	23.8
aromadendrene	1622	nd a	nd a	109 a	nd a	ns	21.7
(Z)-β-farnesene	1632	nd a	nd a	22 a	nd a	ns	21.7
α-humulene	1640	1200 c	740 d	1610 b	2540 a	***	12.4
unknown sesquiterpene	1643	29 b	58 b	128 a	86 a	*	35.0
(m/z 91, 93, 119, 161, 77, 133, 69, 204)							
(E)-β-farnesene	1650	117 b	460 a	382 a	465 a	***	14.2
valencene	1671	41 d	756 a	315 c	477 b	***	13.1
α-terpinyl acetate	1698	36 a	36 a	26 a	nq a	ns	60.0
β-bisabolene	1708	440 c	508 c	945 a	731 b	***	10.6
(E,E)-α-farnesene	1713	26 a	25 a	47 a	38 a	ns	31.3
unknown sesquiterpene	1722	15 a	13 a	nd b	nd b	***	9.4
(m/z 67, 93, 79, 107, 147, 161, 189, 204)							
(E)-γ-bisabolene	1737	5620 c	7160 c	12100 a	10400 ab	**	14.9
α-zingiberene ^c	1745	11 c	47 a	32 b	nd c	***	15.6
(Z)-γ-bisabolene	1756	276 b	205 b	866 a	949 a	***	16.1
β-ionone	1853	51 a	48 a	58 a	25 a	ns	29.4
unknown sesquiterpene	1951	30 a	7.2 b	5.4 b	nq c	***	11.7
(m/z 91, 79, 93, 105, 121, 131, 187, 205)							
caryophyllene oxide	1969	303 a	230 a	286 a	350 a	ns	20.8
elemicin	2202	6.5 c	6.2 c	23 a	15 b	***	20.7
myristicin	2225	12 b	8.4 b	58 a	79 a	***	21.1
total monoterpenes		56300 b	40300 c	95900 a	55600 b	***	10.4
total sesquiterpenes		28600 c	22300 c	42200 b	56900 a	***	12.1
total volatiles		86700 c	64200 d	140400 a	114300 b	***	10.3

Tabel 29a: kwantificering aanwezigheid stoffen in verschillende variëteiten van peen [37]

compound	levels of volatile compounds (ppm)			
	orange	purple	yellow	white
α -thujene	0.001 $\pm$ 0.000	tr ^c	0.013 $\pm$ 0.002	0.046 $\pm$ 0.003
α -pinene	0.180 $\pm$ 0.026	0.017 $\pm$ 0.006	0.018 $\pm$ 0.004	1.242 $\pm$ 0.073
camphene	0.005 $\pm$ 0.001	0.002 $\pm$ 0.001	tr	0.065 $\pm$ 0.006
sabinene	0.023 $\pm$ 0.002	0.001 $\pm$ 0.000	0.537 $\pm$ 0.063	1.624 $\pm$ 0.089
β -pinene	0.089 $\pm$ 0.014	0.043 $\pm$ 0.007	0.103 $\pm$ 0.013	0.597 $\pm$ 0.051
myrcene	0.351 $\pm$ 0.042	0.494 $\pm$ 0.192	0.196 $\pm$ 0.019	0.791 $\pm$ 0.130
α -phellandrene	0.170 $\pm$ 0.010	0.066 $\pm$ 0.005	0.081 $\pm$ 0.004	0.326 $\pm$ 0.032
α -terpinene	0.010 $\pm$ 0.001	0.002 $\pm$ 0.001	0.020 $\pm$ 0.004	0.116 $\pm$ 0.028
<i>p</i> -cymene	0.057 $\pm$ 0.014	0.017 $\pm$ 0.008	0.004 $\pm$ 0.001	0.209 $\pm$ 0.068
limonene	0.236 $\pm$ 0.039	0.066 $\pm$ 0.008	0.049 $\pm$ 0.007	0.638 $\pm$ 0.073
<i>cis</i> -ocimene	0.103 $\pm$ 0.011	0.013 $\pm$ 0.002	nd ^d	0.041 $\pm$ 0.004
<i>trans</i> -ocimene	0.016 $\pm$ 0.004	0.001 $\pm$ 0.001	tr	0.004 $\pm$ 0.002
γ -terpinene	0.569 $\pm$ 0.096	0.056 $\pm$ 0.014	0.044 $\pm$ 0.008	1.210 $\pm$ 0.090
terpinolene	3.465 $\pm$ 0.354	0.810 $\pm$ 0.135	0.569 $\pm$ 0.088	7.290 $\pm$ 0.760
2,5-dimethylstyrene	0.079 $\pm$ 0.012	0.012 $\pm$ 0.003	0.007 $\pm$ 0.001	0.205 $\pm$ 0.021
undecane	0.023 $\pm$ 0.005	0.004 $\pm$ 0.001	0.001 $\pm$ 0.000	0.005 $\pm$ 0.002
bornyl acetate	tr	nd	tr	0.098 $\pm$ 0.006
β -caryophyllene	0.749 $\pm$ 0.060	1.025 $\pm$ 0.090	0.332 $\pm$ 0.014	1.251 $\pm$ 0.018
<i>trans</i> - α -bergamotene	0.023 $\pm$ 0.002	0.010 $\pm$ 0.001	0.011 $\pm$ 0.001	0.022 $\pm$ 0.000
α -humulene	0.035 $\pm$ 0.001	0.052 $\pm$ 0.005	0.014 $\pm$ 0.002	0.061 $\pm$ 0.003
<i>cis</i> - β -farnesene	0.006 $\pm$ 0.000	0.008 $\pm$ 0.001	0.012 $\pm$ 0.001	0.001 $\pm$ 0.001
β -bisabolene	0.054 $\pm$ 0.005	0.007 $\pm$ 0.001	0.019 $\pm$ 0.001	0.064 $\pm$ 0.005
γ -bisabolene	0.424 $\pm$ 0.024	0.245 $\pm$ 0.024	0.338 $\pm$ 0.006	0.344 $\pm$ 0.021
monoterpenes	5.275 (79.11) ^e	1.588 (53.81)	1.634 (69.00)	14.199 (87.38)
sesquiterpenes	1.291 (19.36)	1.347 (45.65)	0.726 (30.66)	1.743 (10.73)
total volatiles	6.668 $\pm$ 0.576 ^f	2.951 $\pm$ 0.261 ^g	2.368 $\pm$ 0.220 ^h	16.250 $\pm$ 1.177 ⁱ

Tabel 29b: Vervolg kwantificering aanwezigheid stoffen (terpenoiden) in verschillende variëteiten van peen [38]

compound	levels of phenolic compounds (mg/100 g)			
	orange	purple	yellow	white
3'-caffeoylquinic acid	0.28 $\pm$ 0.02 ^d	0.88 $\pm$ 0.05 ^c	0.09 $\pm$ 0.01 ^e	0.09 $\pm$ 0.01 ^e
<i>cis</i> -3'-caffeoylquinic acid	nd ^g	1.94 $\pm$ 0.10	nd	nd
5'-caffeoylquinic acid	8.50 $\pm$ 0.24 ^d	54.08 $\pm$ 3.10 ^c	4.41 $\pm$ 0.21 ^e	4.47 $\pm$ 0.20 ^e
caffeic acid	nd	2.42 $\pm$ 0.16	nd	nd
3'- <i>p</i> -coumaroylquinic acid	0.54 $\pm$ 0.02 ^d	0.91 $\pm$ 0.06 ^c	0.20 $\pm$ 0.02 ^f	0.31 $\pm$ 0.02 ^e
3'-feruloylquinic acid	0.21 $\pm$ 0.02 ^{def}	7.30 $\pm$ 0.20 ^c	0.19 $\pm$ 0.01 ^f	0.26 $\pm$ 0.02 ^{de}
3',4'-dicafeoylquinic acid	2.08 $\pm$ 0.15 ^d	2.78 $\pm$ 0.18 ^c	1.30 $\pm$ 0.07 ^e	1.06 $\pm$ 0.06 ^f
5'-feruloylquinic acid	0.11 $\pm$ 0.01 ^f	0.96 $\pm$ 0.03 ^c	0.51 $\pm$ 0.03 ^d	0.39 $\pm$ 0.02 ^e
<i>cis</i> -5'-caffeoylquinic acid	nd	0.49 $\pm$ 0.02	nd	nd
5'- <i>p</i> -coumaroylquinic acid	0.13 $\pm$ 0.01 ^d	0.74 $\pm$ 0.03 ^c	0.11 $\pm$ 0.01 ^d	nd
4'-feruloylquinic acid	0.40 $\pm$ 0.03	nd	nd	nd
3',5'-dicafeoylquinic acid	3.80 $\pm$ 0.20 ^c	0.44 $\pm$ 0.02 ^f	0.75 $\pm$ 0.02 ^e	1.74 $\pm$ 0.09 ^d
3',4'-diferuloylquinic acid	0.07 $\pm$ 0.01 ^e	0.53 $\pm$ 0.03 ^c	0.12 $\pm$ 0.01 ^e	0.31 $\pm$ 0.02 ^d
3',5'-diferuloylquinic acid	0.09 $\pm$ 0.01 ^d	1.17 $\pm$ 0.02 ^c	0.04 $\pm$ 0.01 ^d	0.06 $\pm$ 0.01 ^d
total phenolics	16.21 $\pm$ 0.21 ^d	74.64 $\pm$ 3.32 ^c	7.72 $\pm$ 0.22 ^e	8.69 $\pm$ 0.24 ^e

Tabel 29c: Vervolg kwantificering aanwezigheid stoffen (phenolische componenten) in verschillende variëteiten van peen [38]

De huidige toepassing van reststromen van de peen zijn voornamelijk gericht op de productie van wortelsap in de food-sector (Provalor) en als veevoeder in de feed-sector.

3.1.2.3. Kool, bloemkool en spruitkool

Van kool (*Brassica oleracea*) zijn er verschillende variëteiten bekend (witte kool, rode kool, spitskool, aamr ook spruitkool, brocolli en bloemkool). Veel biosynthese routes van inhoudstoffen zijn bij al deze variëteiten aanwezig. Vandaar dat in deze paragraaf de inhoudstoffen van alle koolsoorten tezamen worden beschreven (indien bekend zal de variëteit worden vermeld).

Met betrekking tot mogelijke farmacologische toepassingen van afvalstromen zijn de flavonoiden en de glucosinolaten interessant. De flavonoiden hebben over het algemeen een anti-oxidante (tumorpreventieve) en een anti-inflammatoire werking. Glucosinolaten zijn precursors voor isothiocyanaten (omzetting via enzymatische reactie) die op hun beurt weer een sterke anti-tumor werking hebben.

In tabel 30 en 31 staat een overzicht van de stoffen in kool die in de wetenschappelijke literatuur beschreven staan.

stof	Var.	conc. µg/g dw	toepassing	ref
alpha tocopherol		675	Anti-inflammatoir	42
gamma tocopherol		75	Anti-inflammatoir	42
Beta caroteen		150		42
lutein		400		42
lutein epoxide		275		42
neoxanthin		225		42
violaxanthin		150		42
chlorophyl a		700		42
chlorophyl b		350		42
apocarotenal		75		42
kaempferol 3-O-sophorotrioside-7-O-glucoside	Costata	300	kanker preventief	43
kaempferol 3-O- (methoxycaffeoyl/caffeoyl)sophoroside-7-O-glucoside	“	300	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-sophoroside-7-O-glucoside	“	750	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-sophorotrioside-7-O-sophoroside	“	21	kanker preventief	43
kaempferol-3-O-sophoroside-7-O-sophoroside	“	40	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-tetraglucoside-7-O-sophoroside	“	40	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-(sinapoyl/caffeoyl)sophoroside-7-O-glucoside	“	185	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-(feruloyl/caffeoyl)sophoroside-7-O-glucoside	“	500	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-sophorotrioside	“	100	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-(sinapoyl)sophoroside	“	75	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-(feruloyl)sophorotrioside	“	185	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-(feruloyl)sophoroside	“	120	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-sophoroside	“	120	kanker preventief	43
kaempferol 3-O-glucoside	“		kanker preventief	43
Glucoiberin		2.66	anti-oxidant	44
Sinigrin		1.4	anti-oxidant	44
glucobrassicin		5.81	anti-oxidant	44
kaempferol-3-O-(caffeoyl)-sophoroside-7-O-glucoside		2.17	anti-oxidant	44
3-caffeoyl quinic acid		0.64	anti-oxidant	44
3-p-coumaroyl quinic acid		0.5	anti-oxidant	44
sinapic acid		1.8	anti-oxidant	44
1-sinapoyl-2-feruloylgentiobioside		3.26	anti-oxidant	44
kaempferol-3-O-(p-coumaroyl)-sophoroside-7-O-			anti-oxidant	44

glucoside				
Quercetin-7-O-D-glucoside	Sabellica			45
Quercetin-3-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-D-glucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-sophoroside	“			45
Kaempferol-3-O-sophoroside	“			45
Isorhamnetin-3-O-sophoroside	“			45
Quercetin-3-O-gentiobioside	“			45
Kaempferol-3-O-gentiobioside	“			45
Isorhamnetin-3-O-gentiobioside	“			45
Quercetin-3-O-D-glucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-D-glucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-D-glucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-D-glucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-gentiobioside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3,7,4'-O-D-triglucoside	“			45
Kaempferol-3,7,4'-O-D-triglucoside	“			45
Isorhamnetin-3,7,4'-O-D-triglucoside	“			45
Quercetin-3-O-triglucoside	“			45
Kaempferol-3-O-triglucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-triglucoside	“			45
Quercetin-3-O-sophoroside-7-O-diglucoside	“			45
Kaempferol-3-O-sophoroside-7-O-diglucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-gentiobioside-7-O-diglucoside	“			45
Quercetin-3-O-hydroxyferuoyl-sophoroside	“			45
Kaempferol-3-O-hydroxyferuoyl-sophoroside	“			45
Quercetin-3-O-caffeoyl-sophoroside	“			45
Kaempferol-3-O-caffeoyl-sophoroside	“			45
Quercetin-3-O-sinapoyl-sophoroside	“			45
Kaempferol-3-O-sinapoyl-sophoroside	“			45
Quercetin-3-O-feruloyl-sophoroside	“			45
Kaempferol-3-O-feruloyl-sophoroside	“			45
Kaempferol-3-O-coumaroyl-sophoroside	“			45
Quercetin-3-O- hydroxyferuoyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O- hydroxyferuoyl- sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O- hydroxyferuoyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-caffeoyl-sophoroside -7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-caffeoyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-caffeoyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-sinapoyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-sinapoyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-sinapoyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-feruloyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-feruloyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-feruloyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-coumaroyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-coumaroyl-sophoroside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-hydroxyferuoyl-sophoroside-7-O-	“			45

diglucoside				
Kaempferol-3-O-caffeoyl-sophoroside-7-O-diglucoside	“			45
Kaempferol-3-O-sinapoyl-sophoroside-7-O-diglucoside	“			45
Kaempferol-3-O-feruloyl-sophoroside-7-O-diglucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-feruloyl-sophoroside-7-O-diglucoside	“			45
Quercetin-3-O-sophoroside-7-O-sinapoyl-diglucoside	“			45
Quercetin-3-O-sophoroside-7-O-feruloyl-diglucoside	“			45
Quercetin-3-O-disinapoyl-triglucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-disinapoyl-triglucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-disinapoyl-triglucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-disinapoyl-triglucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-sinapoyl,feruloyl-triglucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Quercetin-3-O-sinapoyl,feruloyl-triglucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-feruloyl, sinapoyl -triglucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-feruloyl, sinapoyl -triglucoside-7-O-D-glucoside	“			45
Kaempferol-3-O-disinapoyl-triglucoside-7-O-diglucoside	“			45
Isorhamnetin-3-O-disinapoyl-triglucoside-7-O-diglucoside	“			45
Quercetin-3-O-sinapoyl,feruloyl-triglucoside-7-O-diglucoside	“			45
Kaempferol-3-O-feruloyl, sinapoyl -triglucoside-7-O-diglucoside	“			45
Kaempferol-3-O-diferuloyl-triglucoside-7-O-diglucoside	“			45
Quercetin-3-O-sinapoyl-triglucoside-7-O-sinapoyl-diglucoside	“			45
lupeol		28400	Anti tumor	46
alpha amyrrin		4700	Anti inflammatoir	46
beta amirin		6400		46

Tabel 30 Overzicht van inhoudstoffen uit kool volgens de wetenschappelijke literatuur.

glucosinolates		broccoli	Brussels sprouts	cabbage	cauliflower	kale
group	form					
aliphatics	sinigrin	0.1 ± 0.4	8.9 ± 0.2	7.8 ± 0.1	9.3 ± 0.1	10.4 ± 0.0
	gluconapin	1.0 ± 1.5	6.9 ± 0.7	0.7 ± 0.4	0.3 ± 0.2	1.0 ± 0.1
	glucobrassicinapin	0.3 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
	progoitrin	1.0 ± 0.8	2.4 ± 0.4	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.6 ± 0.1
	epiprogoitrin	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
	napoleiferin	0.7 ± 0.6	0.4 ± 0.3	0.0 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.0 ± 0.0
	glucoiberin	0.1 ± 0.2	0.0 ± 0.1	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
	glucoraphanin	7.1 ± 2.5	1.0 ± 1.3	0.1 ± 0.6	0.5 ± 0.3	1.0 ± 0.2
	glucoalysin	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
	gluconasturtiin	0.4 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0
phenyl indoles	glucobrassicin	1.1 ± 0.4	3.2 ± 0.2	0.9 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.2 ± 0.0
	4-OH glucobrassicin	0.2 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.3 ± 0.0	1.6 ± 0.0	0.1 ± 0.0
	4-CH ₃ OH glucobrassicin	0.4 ± 0.4	0.4 ± 0.2	0.3 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.2 ± 0.0
	neoglucobrassicin	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0
total		12.8	25.1	10.9	15.1	15.0

Tabel 31. Overzicht van de glucosinolaten in verschillende koolsoorten (mg/kg drooggewicht [47])

In de wetenschappelijke literatuur is een publicatie verschenen over de valorisatie van reststromen van bloemkool. Reststromen van bloemkool zijn een gemakkelijke, rijke en goedkope bron van fenolische componenten met een anti-oxidante werking [56]

Tabel 32 geeft een in een overzicht weer hoeveel fenolische componenten uit bloemkool restafval te isoleren zijn.

		phenolic content				extract yield ^a
		caffeic acid derivatives	sinapic acid derivatives	total flavonoids	total	
CLW	phenolic content ^b	1.4 ± 0.10	0.46 ± 0.020	32.0 ± 0.20	33.8 ± 0.32	53.3
	phenolic yield ^c	0.07 ± 0.01	0.024 ± 0.010	1.7 ± 0.11	1.8 ± 0.12	
CLEt	phenolic content ^b	2.1 ± 0.10	1.45 ± 0.200	58.7 ± 0.20	62.1 ± 0.30	25.6
	phenolic yield ^c	0.05 ± 0.01	0.037 ± 0.010	1.5 ± 0.01	1.6 ± 0.01	
ACLW	phenolic content ^b	N.D. ^d	1.74 ± 0.270	185.0 ± 5.80	186.8 ± 6.10	6.4
	phenolic yield ^c	N.D.	0.011 ± 0.001	1.2 ± 0.10	1.2 ± 0.10	
ACLEt	phenolic content ^b	N.D.	6.10 ± 0.014	305.0 ± 0.28	311.1 ± 5.80	3.6
	phenolic yield ^c	N.D.	0.022 ± 0.001	1.1 ± 0.01	1.1 ± 0.01	

^a Freeze-dried extract g/kg byproducts f.w. ^b Total phenolic compounds mg/g freeze-dried extract. ^c Total phenolic compounds g/kg byproducts f.w.

Tabel 32. Overzicht hoeveelheid en opbrengst fenolische componenten (g/kg versgewicht) uit reststromen van bloemkool [56]. CLW: waterextract; CLEt: ethanol extract ACLW en ACLEt: extracten na zuivering.

Voor de basiscomponenten in witte kool, bloemkool en spruitkool is het volgende bekend:

stof	Maimale hoeveelheid gemeten (ppm)			
	Witte kool	bloemkool		spruitkool
		bloem	blad	
Koolhydraten	53.700 – 717.969	49.200 – 635.660	52.400 – 562.776	89.600 – 639.744
Vezels	6.000 - 106.960	8.000 – 132.000	10.760 – 122.866	15.100 – 107.814
Eiwit	10.780 – 179.425	18.680 – 300.000	28.710 – 331.159	32.580 – 250.000
Vet	1.090 – 33.559	1.800 – 29.400	3.160 – 41.242	2.000 – 28.560
L-lysine	1.970 – 12.675	1.070 – 13.825	1.410 – 15.143	1,540 – 10.996
Glutamic acid	3.740 – 24.065	2.650 – 34.240	3.750 – 40.275	
L-phenylalanine		710 – 9.175	840 – 9.022	980 – 6.997

Tabel 33. Aanwezigheid waardevolle stoffen in verschillende koolsoorten. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

3.1.2.4. Prei

Prei behoort tot dezelfde familie waartoe ook ui en knoflook behoren. Er is in de literatuur daarom ook veel overlap te vinden in componenten en biologische activiteit tussen ui en prei. Prei staat (net als ui) bekend om hun antikanker-, cytotoxische antidiabetes en anti-oxidant effecten. Daarnaast wordt bij prei ook vaak een anti-

trombose effect gerapporteerd. Ook met betrekking tot bioactieve componenten is er veel overlap.

Net als in ui worden in prei veel flavonoid-glucosides gevonden waaronder astragaline, kaempferol-3-O-neohesperidoside, kaempferol 3-O-[2-O-(trans-3-methoxy-4-hydroxycinnamoyl)-b-d-galactopyranosyl]-(1!4)-O-b-d-glucopyranoside en kaempferol 3-O-[2-O-(trans-3-methoxy-4-hydroxycinnamoyl)-b-d-glucopyranosyl]-(1!6)-O-b-d-glucopyranoside. Deze kaempferol-glucosides hebben een preventieve werking tegen arteriosclerose en trombose [48].

Ook is prei rijk aan bioactieve zwavelverbindingen. Er komen rijkelijk veel S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxides voor zoals isoalliin (15 tot 53 mg/g drooggewicht (afhankelijk van de variëteit)) en methiin (3 – 16 mg/g drooggewicht) die gebruikt kunnen worden als precursors voor de geur- en smaakstoffen industrie [50]

In prei worden ook saponines (Spirostanolsaponines, α -chlorogenin aglycone, 12-ketoporrigenin and 2,12-diketoporrigenin, cholestane bidesmosides) waarvan een aantal met een cytotoxische activiteit tegen kankercellijnen en een aantal met een fungicide effect [49]. Van het steroid saponine (3 β ,5 α ,6 β ,25R)-6-[(β -D-glucopyranosyl)oxy]-spirostan-3-yl O- β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-O-[β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)]- β -D-galactopyranoside) is onlangs een anti-inflammatoir effect en een genezend effect op maagzweren aangetoond [51].

Met betrekking tot de basiscomponenten uit prei zijn de volgende gegevens bekend:

stof	Marge hoeveelheid gemeten (ppm)	
	wortel	blad
Koolhydraten	103.000 – 752.000	70.000 – 767.000
Vezels		10.000 – 94.000
Eiwit	22.000 – 161.000	22.000 – 217.000
Vet	3.000 – 22.000	3.000 – 47.000
L-lysine		
Glutamic acid		
L-phenylalanine		

Tabel 34. Aanwezigheid waardevolle basis stoffen in de wortel en blad van prei. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

3.1.2.5. Sla

Sla is samen met witlof een rijke bron van fenolische componenten. Fenolische componenten staan bekend om hun anti-oxidante werking. In de wetenschappelijke literatuur worden afvalstromen van sla en witlof dan ook gezien als gemakkelijke en goedkope bron voor deze bioactieve fenolische componenten [55]. Per kg versgewicht afval van ijsbergsla levert met een methanolextractie zo'n 23 gram drooggewicht extract op. Voor witlof is dit zo'n 18 gram. In tabel 35 is de samenstelling en opbrengst van de fenolische componenten weergegeven.

	extract yield ^a	phenolic compounds									
		caffeic acid derivatives		flavones		flavonols		total flavonoids		total phenolics	
		phenolic content ^b	phenolic yield ^c	phenolic content ^b	phenolic yield ^c	phenolic content ^b	phenolic yield ^c	phenolic content ^b	phenolic yield ^c	phenolic content ^b	phenolic yield ^c
baby ^d											
BAW	27.2	40.00	1088.00	0.20	5.80	5.80	157.7	6.00	163.2	46.00	1251.20
BAM	31	39.20	1215.20	0.70	21.70	10.33	320.23	11.03	341.93	50.23	1557.13
ABAW	0.7	ND ^e	ND	5.02	3.54	181.40	127.00	186.42	130.44	186.42	130.54
ABAM	1	ND	ND	6.20	6.20	146.00	146.00	152.20	152.20	152.20	152.20
romaine											
ROW	25.6	19.37	496.00	1.81	46.33	3.29	84.22	5.10	130.56	24.47	626.43
ROM	13	17.00	221.00	2.34	30.42	6.55	85.15	8.89	115.57	25.89	336.57
AROW	0.8	2.40	1.93	14.06	11.24	19.20	15.36	33.26	26.60	35.66	28.50
AROM	1	1.00	1.00	10.20	10.20	16.30	16.30	19.78	19.78	27.50	27.50
iceberg											
ICW	21	10.05	211.05	0.34	7.14	1.04	21.84	1.38	29.00	11.43	240.03
ICM	23	4.70	108.10	0.40	9.20	1.06	24.38	1.46	33.58	6.16	141.68
AICW	0.4	58.70	23.48	13.17	5.26	45.16	18.06	58.33	23.32	117.03	46.81
AICM	0.6	17.36	10.42	15.27	9.26	79.20	47.52	94.47	56.68	111.83	67.1
chicory											
CHW	18	23.36	420.50	ND	ND	19.24	346.32	19.24	346.32	42.60	766.80
CHM	14.8	28.07	415.43	ND	ND	27.50	407.00	27.50	407.00	55.57	822.43
ACHW	0.8	23.90	19.12	ND	ND	284.90	227.93	284.90	227.93	308.80	247.04
ACHM	0.8	6.29	5.03	ND	ND	187.77	150.22	187.77	150.22	194.06	155.25

^a Freeze-dried extract, g/kg of byproduct fw. ^b Total phenolic compounds, mg/g of freeze-dried extract. ^c Total phenolic compounds, mg/kg of byproducts fw. ^d BA, baby; RO, romaine; IC, iceberg; CH, chicory; A, Amberlite; W, water extracted; M, methanol extracted. * Not detected. Standard deviation was always <10%.

Tabel 35 Opbrengsten en samenstelling van extracten gemaakt uit afvalstromen van o.a. ijsbergsla en witlof [55].

Verder zijn er voor sla in de literatuur een aantal stoffen beschreven waarbij een mogelijk farmacologische effect is onderzocht. Deze stoffen staan weergegeven in tabel een potentiële medicinale activiteit aan toe is gekend. De meest veelbelovende is lettucenine A. Hier wordt een zeer sterke antimicrobiële activiteit aan toegekend [54].

Uit sla kan ook het enzym lettucine gewonnen worden. Dit enzym kan eiwitten in melk afbreken en kan daarom worden gebruikt in de zuivelindustrie (karnemelk, kaas) [57]

stof	activiteit	Ref.
trans-phytol	cytotoxisch	52
3β-hydroxyglutin-5-ene		52
5,6-epoxy-3-hydroxy-7-megastigmen-9-one		52
11β-13-dihydrolactucin		52
2-phenylethyl β-D-glucopyranoside		52
cichorioside B		52
1-hydroxylinaloyl-6-O-β-Dglucopyranoside		52
(6S,9S)-roseoside		52
benzyl-β-D-glucopyranoside		52
2-(3'-O-β-D-glucopyranosyl-4'-hydroxyphenyl)-ethanol		52
3-(β-D-glucopyranosyloxymethyl)-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-5-(3-hydroxypropyl)-7-methoxydihydrobenzofuran		52
(+)-taraxafolin-B		52
protocatechulic acid	anti-oxidant	53
methyl p-hydroxybenzoate	anti-oxidant	53
caffeic acid	anti-oxidant	53
3,5-dicaffeoylquinic acid	anti-oxidant	53
luteolin 7-O-â-glucopyranoside	anti-oxidant	53
quercetin 3-O-â-glucopyranoside	anti-oxidant	53
lactucin	bitterstof	54

lactucopicrin	bitterstof	54
8-deoxylactucin	bitterstof	54
lactucenin A	antimicrobial	54
lactucopicrin-15-sulfate	insecticide	54
15-deoxy-8-lactucin-sulfaat	insecticide	54
dicafeoyltartaric acid	anti-oxidant	55
5-O-cafeoylquinic acid	anti-oxidant	55
3-O-cafeoylquinic acid	anti-oxidant	55
4-O-cafeoylquinic acid	anti-oxidant	55
3,5-O-dicafeoylquinic acid	anti-oxidant	55
Luteolin 7-O-glucuronide	anti-oxidant	55
quercetin 3-O-glucuronide	anti-oxidant	55
quercetin 3-O-glucoside	anti-oxidant	55
quercetin 3-O-(6-O-malonyl)glucoside	anti-oxidant	55
quercetin 7-O glucuronide-3-O-(6' '-malonylglucoside)	anti-oxidant	55
quercetin 7-O-glucoside-3-O-(6' '-malonylglucoside)	anti-oxidant	55

Tabel 36. Aanwezigheid inhoudstoffen in ijsbergsla met mogelijke farmacologische toepassingen.

Met betrekking tot de basiscomponenten uit ijsberg zijn de volgende gegevens bekend:

stof	Marge hoeveelheid gemeten (ppm)	
	blad	
Koolhydraten	35.000 – 583.333	
Vezels	7.000 – 116.667	
Eiwit	13.000 – 216.667	
vet	3.000 – 50.000	
L-lysine	840 – 14.000	
Glutamic acid	1.820 – 30.333	
L-phenylalanine	550 – 9.167	

Tabel 37. Aanwezigheid waardevolle basis stoffen ijsbergsla. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

3.1.2.6. Witlof

Witlof is rijk aan innuline, tannine en pectine. De typische bitter smaak van witlof wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van sesquiterpene-lactones. Van twee van deze sesquiterpene-lactones, lactucin en lactucopicrin is aangetoond dat ze een remmende werking hebben op vermeerdering van de malariaparasiet *P.falciparum* [60].

Sesquiterpene lactones worden ook in verband gebracht met de antiparasitaire werking van witlof met betrekking tot longwormen en wormen in het maag-darmkanaal bij dieren [61]. Witlof (extracten van witlof) worden in de literatuur ook vaak in verband gebracht

met een beschermende werking tegen leverschade [63]. De stof die hierbij waarschijnlijk is betrokken is de fenolische component esculine [64].

Waterextracten van witlof vertonen een antibacteriële werking tegen *A. radiobacter* sp. *A. tumefaciens*, *E. carotovora*, *P. fluorescens* and *P. aeruginosa*. [58]

Over het algemeen is witlof (net zoals ijsbergsla) een rijke bron aan fenolische componenten met een anti-oxidante werking.

In tabel 38 is een overzicht gegeven van de meest relevante stoffen uit witlof die in de literatuur beschreven staan.

stof	activiteit	ref
monocaffeoyl tartaric acid	Anti-oxidant	59
chlorogenic acid	Anti-oxidant	59
chicoric acid	Anti-oxidant	59
cyanidin 3-O-glucoside	Anti-oxidant	59
delphinidin 3-O-(6'' malonyl) glucoside	Anti-oxidant	59
cyanidin 3-O-(6'' malonyl) glucoside	Anti-oxidant	59
quercetin 3-O-glucuronide	Anti-oxidant	59
luteolin 7-O-glucuronide	Anti-oxidant	59
Lactucin	Anti-malaria	60
	Anti tumor	62
Lactucopicrin	Anti-malaria	60
1alpha,5alpha-epoxy-4alpha-hydroxyl-4beta,10beta-dimethyl-7alphaH,10alphaH-guaia-11(13)-en-12-oic acid		61
13,14-seco-stigma 9(11),14(15)-dien-3alpha-ol	Anti tumor	62
1beta-hydroxy-7alphaH,8,11betaH-eudesm-3-en-8,12-olide		62
bacosterol-3-O-beta-D-glucopyranoside		62
esculine	Anti leverschade	64

Tabel 38 Aanwezigheid inhoudstoffen uit witlof met een mogelijke farmacologische toepassing

Met betrekking tot de basiscomponenten uit witlof zijn de volgende gegevens bekend:

stof	Marge hoeveelheid gemeten (ppm)	
	wortel	blad
Koolhydraten	175.100 – 875.500	32.000 – 654.000
Vezels	19.500 – 97.500	9.000 – 153.000
Eiwit	14.000 – 70.000	10.000 – 246.000
Vet	2.000 – 10.000	1.000 – 29.000
L-lysine		390 – 7.956
Glutamic acid		
L-phenylalanine		240 – 4.896

Tabel 39. Aanwezigheid waardevolle basis stoffen in de wortel en blad van witlof. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

3.1.2.7. Andijvie / spinazie

Spinazie is een rijke bron aan Vitamines (C, E, K), carotenen, fenolische zuren en flavonoiden en flavonoid-glucosides [65]. Vitamine C (Ascorbinezuur) is een belangrijke antioxidant die in de voedingsindustrie toegepast kan worden. De concentratie vitamine C in spinazie kan oplopen tot 7500 ppm [24]. De gemiddelde concentratie aan flavonoiden ligt rond 20 mg/gram drooggewicht [66]. Een overzicht van de belangrijkste gerapporteerde flavonoiden en flavonoid-glucosides is weergegeven in tabel 40.

stof		ref
patuletin-3-glucosyl-(1-6)[apiosyl(1-2)]-glucoside	Anti-oxidant	65
spinacetin-3-glucosyl-(1-6)[apiosyl(1-2)]-glucoside	Anti-oxidant	65
patuletin-3-gentiobioside	Anti-oxidant	65
patuletin-3-(2''-feroylglucosyl)(1-6)[apiosyl(1-2)]-glucoside	Anti-oxidant	65
spinacetin-3-(2''-feroylglucosyl)(1-6)[apiosyl(1-2)]-glucoside	Anti-oxidant	65
spinacetin-3-gentiobioside	Anti-oxidant	65
patuletin-3-gentiobioside	Anti-oxidant	65
spinacetin-3-(2''-feroylglucosyl)(1-6)-glucoside	Anti-oxidant	65
spinatoside-4'-glucuronide	Anti-oxidant	65
5,3',4'-trihydroxy-3-methoxy-6:7-methylene-dioxyflavone-4'-glucuronide	Anti-oxidant	65
5,4'-dihydroxy-3,3'-dimethoxy-6:7-methylenedioxyflavone-4'-glucuronide,	Anti-oxidant	65
Vitamine C		
Vitamine E		64
Vitamine K		64
B-caroteen		64
Lutein		64
3,6-dimethoxy-5,7,3,4-tetrahydroxyflavone 4-O- β -D-glucopyranuronide		64
3-O- β -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-[β -D-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-glucopyranoside	Antioxidanten	Refs 64
patuletin 3-O- β -gentiobioside	↓	↓
spinacetin 3-O- β -gentiobioside		
6-methoxy-3,5,7,3,4-pentahydroxyflavone 3-O- β -D-glucosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-[β -D-apiosyl-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-glucoside		
6-methoxy-3,5,7,3',4'-pentahydroxyflavone 3-O- β -gentiobioside		
6,3'-dimethoxy-3,5,7,4'-tetrahydroxyflavone 3-O- β -gentiobioside		
Spinatoside		
spinacetin 3-O- β -d-glucopyranosyl(1 $\rightarrow$ 6)-[β -d-apiofuranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]- β -d-glucopyranoside		
patuletin 3-O- β -d-(2'' feruloylglucopyranosyl)(1 $\rightarrow$ 6)-[β -d-apiofuranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]- β -d-glucopyranoside		
spinacetin 3-O- β -d-(2'' -p-coumaroylglucopyranosyl)(1 $\rightarrow$ 6)-[β -d-apiofuranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]- β -d-glucopyranoside		
spinacetin 3-O- β -d-(2'' feruloylglucopyranosyl)(1 $\rightarrow$ 6)-[β -d-apiofuranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]- β -d-glucopyranoside		
spinacetin 3-O- β -d-(2'' feruloylglucopyranosyl)(1 $\rightarrow$ 6)- β -d-		

lucopyranoside jaceidin 4' -glucuronide 5,3',4' -trihydroxy-3-methoxy-6:7-methylenedioxyflavone 4' - glucuronide 5,4' -dihydroxy-3,3-dimethoxy-6:7-methylenedioxyflavone 4' -glucuronide patuletin 3-glucosyl(1 → 6)-[apiosyl(1 → 2)] glucoside spinacetin 3-gentiobiosides	↓	↓
---	---	---

Tabel 40. Overzicht van de gerapporteerde inhoudstoffen uit spinazie (vnl. flavonoiden en flavonoid-glucosides).

Andijvie is familie van witlof. Voor beschrijving van activiteiten en inhoudstoffen zie paragraaf 3.1.2.6.

Met betrekking tot de basiscomponenten uit spinazie en andijvie zijn de volgende gegevens bekend:

stof	Marge hoeveelheid gemeten (ppm)	
	spinazie	andijvie
Koolhydraten	35.000 – 415.660	33.500 – 539.452
Vezels	6.000 – 111.634	9.000 – 144.927
Eiwit	27.480 – 352.954	12.000 – 209.300
Vet	3.070 – 46.672	2.000 – 32.200
L-lysine	1.740 – 20.664	630 – 10.145
Glutamic acid	3.430 – 40.735	1.660 – 26.731
L-phenylalanine	1.290 – 15.320	530 – 8.535

Tabel 41. Aanwezigheid waardevolle basis stoffen in de wortel en blad van witlof. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

3.1.2.8. Sperziebonen

Sperziebonen zijn rijk aan fenolische componenten (ongeveer 30 mg/100 g) zoals flavonoiden en tannines. Tannines hebben een anti-tumor effect. Daarnaast is bij aangetoond dat de tannines een antimicrobieel effect op de bacteriën *Brochothrix thermosphacta*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* Scott A, *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Pseudomonas fragi* en *Lactobacillus plantarum* [67].

Zeer recentelijk is er een wetenschappelijk artikel verschenen over de samenstelling van inhoudstoffen in enkele cultivars van de groene boon *Phaseolus vulgaris* L namelijk: Perona, Helda en Strike (allen cultivars die in Spanje worden geteeld) [68]. Een overzicht van deze inhoudstoffen is in tabel 42 weergegeven.

Group		Peak	R_t	$[M - H]^-$	Molecular formula	Error (ppm)	mSigma	ISCID (MS) fragments	Assignment	Variety
Phenolic acids	Hydrobenzoic acid derivatives	2	10.89	431.1209	$C_{16}H_{23}O_{12}$	3.1	34.6	137	Primeveroside salicylic acid I	P, H
		3	11.21	255.0509	$C_{11}H_{11}O_7$	0.7	9.2	—	(+)-Piscidic acid	P, H, S
		4	11.44	329.0856	$C_{14}H_{17}O_9$	6.7	0.7	167	Vanillic acid β -glucoside	P, H, S
		5	12.06	461.1288	$C_{19}H_{25}O_{13}$	2.7	10.1	—	Sibiricose A3	P, H, S
		6	12.23	431.1194	$C_{16}H_{23}O_{12}$	0.2	3.7	137	Primeveroside salicylic acid II	S
		7	15.36	355.1036	$C_{16}H_{19}O_9$	0.3	7.5	193	Ferulic acid β -glucoside I	P, H, S
	Hydrocinnamic acid derivatives	10	16.49	325.0937	$C_{15}H_{17}O_8$	2.4	34.7	163	Coumaroylglucose	P, H, S
		12	16.61	353.0871	$C_{16}H_{17}O_9$	2.1	44.5	191	Chlorogenic acid	H, S
		13	16.85	341.0860	$C_{15}H_{17}O_9$	5.2	11.2	179	Caffeoylglucose	P, H, S
		16	18.05	355.1024	$C_{16}H_{19}O_9$	2.9	18.5	193	Ferulic acid β -glucoside II	P, H
Flavonoids	Flavonol derivatives	8	15.90	609.1441	$C_{27}H_{29}O_{16}$	3.3	23.7	285	Kaempferol 3,7-dihexoside I	P, H
		9	16.34	887.2480	$C_{38}H_{47}O_{24}$	1.9	24.4	447	Kaempferol-O-trihexosyl-pentoside	P, H
		11	16.58	639.1202	$C_{27}H_{27}O_{18}$	0.1	30.8	301	Quercetin 3-glucuronide-7-glucoside	P, H, S
		14	16.93	771.1984	$C_{33}H_{39}O_{21}$	0.7	17.7	301	Glucopyranosylrutin	P, H, S
		15	17.56	755.2043	$C_{33}H_{39}O_{20}$	0.4	23.1	—	Quercetin 3-(2 G-rhamnosylrutinoside) or kaempferol-3-O-rutinoside-7-O-glucose I	S
		17	18.22	595.1669	$C_{27}H_{31}O_{15}$	0.1	31.1	—	Quercetin 3-vicianoside I	P, H
		18	18.32	609.1454	$C_{27}H_{29}O_{16}$	1.1	33.5	—	Kaempferol 3,7-dihexoside II	P, H
		19	18.50	755.2028	$C_{33}H_{39}O_{20}$	1.6	3.6	593	Kaempferol-3-O-rutinoside-7-O-glucose I	P, H, S
		20	18.94	755.2042	$C_{33}H_{39}O_{20}$	0.3	37.8	609	Quercetin 3-(2 G-rhamnosylrutinoside)	S
		21	19.02	741.1857	$C_{32}H_{37}O_{20}$	3.6	21.8	301	Quercetin 3-O-xylosylrutinoside I	S

22	19.55	579.1334	$C_{26}H_{27}O$ 15	3.8	19.3	285	Kaempferol 3-sambubioside I	S
23	19.71	593.1499	$C_{27}H_{29}O$ 15	2.3	5.7	285	Kaempferol 3-rutinoside I	S
27	20.71	579.1329	$C_{26}H_{27}O$ 15	4.6	12	—	Kaempferol 3-sambubioside II	S
28	20.86	711.2105	$C_{39}H_{35}O$ 13	3	48.4	—	(+)-Catechin-3-O- β -D-gluc(2,6-bis-cinnamoyl)-pyranoside	P, H
29	21.00	741.1886	$C_{32}H_{37}O$ 20	0.3	7.8	301	Quercetin 3-O-xylosylrutinoside II	P, H, S
31	21.09	755.2037	$C_{33}H_{39}O$ 20	0.4	61.2	—	Quercetin 3-(2 G-rhamnosylrutinoside) or kaempferol-3-O-rutinoside-7-O-glucose II	S
32	21.26	741.1886	$C_{32}H_{37}O$ 20	0.4	7.6	301	Quercetin 3-O-xylosylrutinoside III	P, H, S
33	21.38	755.2024	$C_{33}H_{39}O$ 20	2.1	11.8	593, 285	Kaempferol-3-O-rutinoside-7-O-glucose II	P, H, S
35	21.76	447.0936	$C_{21}H_{19}O$ 11	0.7	11.9	301	Quercetin rhamnoside I	S
38	21.96	609.1076	$C_{26}H_{25}O$ 17	3.5	10.6	301	Quercetin rutinoside (rutin)	P
39	22.18	595.1279	$C_{26}H_{27}O$ 16	4.3	9.2	301	Quercetin 3-vicianoside II	P, H
40	22.26	741.1863	$C_{32}H_{37}O$ 20	2.8	35.4	-	Quercetin 3-O-xylosylrutinoside IV	S
41	22.43	595.1279	$C_{26}H_{27}O$ 16	4.4	6.9	301	Quercetin 3-vicianoside III	H
42	22.46	447.0931	$C_{21}H_{19}O$ 11	0.5	11.6	—	Quercetin rhamnoside II	S
43	22.52	609.1420	$C_{27}H_{29}O$ 16	6.8	7	285	Kaempferol 3,7-dihexoside III	P, H

45	22.78	593.1521	$C_{27}H_{29}O_{15}$	1.5	29.4	285	Kaempferol 3-rutinoside II	S
47	22.88	725.1940	$C_{32}H_{37}O_{19}$	0.7	5.5	593, 285	Kaempferol 3-(2 G-xylosylrutinoside)	P, H, S
48	22.93	755.2021	$C_{33}H_{39}O_{20}$	2.5	31	285	Kaempferol 3-O-rutinoside-7-O-glucoside III	P, H
51	23.48	637.1752	$C_{29}H_{33}O_{16}$	3.5	28.8	—	Ombuin-3 β -rutinoside	S
52	23.55	609.1456	$C_{27}H_{29}O_{16}$	0.9	2.7	301	Quercetin rutinoside (rutin) I	P, H, S
53	24.04	463.0869	$C_{21}H_{19}O_{12}$	2.8	5.9	301	Quercetin 3-galactoside or quercetin 3-glucoside I	P
54	24.21	579.1330	$C_{26}H_{27}O_{15}$	4.4	5.4	301	Quercetin 3-O- β -xylopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-O- α -rhamnopyranoside	P, H, S
55	24.27	477.0655	$C_{21}H_{17}O_{13}$	0.4	6	301	Quercetin 3-O-glucuronide	P, H, S
56	24.29	463.0858	$C_{21}H_{19}O_{12}$	5.1	9.2	301	Quercetin 3-galactoside or quercetin 3-glucoside II	H
57	24.37	755.2009	$C_{33}H_{39}O_{20}$	4.1	14.6	—	Quercetin 3-(2 G-rhamnosylrutinoside) or kaempferol-3-O-rutinoside-7-O-glucose III	S
58	24.96	463.0879	$C_{21}H_{19}O_{12}$	0.6	7.6	301	Quercetin 3-galactoside or quercetin 3-glucoside II	S
61	25.59	593.1502	$C_{27}H_{29}O_{15}$	1.8	8.4	285	Kaempferol 3-rutinoside III	P, H, S
62	25.96	623.1600	$C_{26}H_{31}O_{16}$	2.8	26.8	315	Isorhamnetol 3-O-rutinoside	P, H, S
63	26.56	461.0719	$C_{21}H_{17}O_{12}$	1.4	3.4	285	Kaempferol 3-O- β -glucuronide	P, H, S

	67	27.21	447.0929	C ₂₁ H ₁₉ O ₁₁	0.8	12.1	285	Kaempferol 3-O-glucoside	S
	69	27.45	491.0808	C ₂₂ H ₁₉ O ₁₃	4.7	23.5	315	Isorhamnetin 3-glucuronide	S
Flavones	30	21.06	563.1391	C ₂₆ H ₂₇ O ₁₄	2.8	23.6	269	Schaftoside I	S
	34	21.61	563.1390	C ₂₆ H ₂₇ O ₁₄	2.9	6.3	–	Schaftoside II	S
	44	22.58	563.1393	C ₂₆ H ₂₇ O ₁₄	2.4	7.5	269	Schaftoside III	S
	65	27.08	665.1328	C ₂₉ H ₂₉ O ₁₈	4.7	3.2	621, 447	Luteolin-O-6'-malonyl-apiosylglycoside	S
	70	29.67	431.0986	C ₂₁ H ₁₉ O ₁₀	0.6	11	269	Apigenin 7-O-glucoside	S
	72	31.11	461.1092	C ₂₂ H ₂₁ O ₁₁	2	3	–	Chrysoeriol 7-glucoside	H, S
Dihydroflavonols	24	20.14	449.1086	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₁	0.8	14.1	303	Taxifolin 3-O-rhamnoside	P, H
Flavanones	25	20.16	463.1225	C ₂₂ H ₂₃ O ₁₁	4.6	29	301	Hesperetin 7-glucoside	P
	37	21.91	593.1844	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₄	5.3	9.3	285	Isosakuranetin 7-rutinoside or Isosakuranetin 7-neohesperidoside I	H, S
	50	23.45	593.1854	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₄	3.7	41.3	285	Isosakuranetin 7-rutinoside or Isosakuranetin 7-neohesperidoside II	H
	64	27.03	609.1821	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₅	0.6	8.2	301	Hesperetin 7-rutinoside or Hesperetin 7-neohesperidoside I	P, H, S
	66	27.17	609.1794	C ₂₈ H ₃₃ O ₁₅	5	0.9	301	Hesperetin 7-rutinoside or Hesperetin 7-neohesperidoside II	H
	71	30.46	433.1142	C ₂₁ H ₂₁ O ₁₀	0.5	9.4	271	Naringenin 7-glucoside	S
Isoflavones	1	7.60	425.1232	C ₂₃ H ₂₁ O ₈	2.3	41.2	–	Dalbinol	P, H, S
	36	21.81	709.1975	C ₃₂ H ₃₇ O ₁₈	1.4	28.5	–	Biochanin A 7-O-[β-D-apiofuranosyl-(1→5)-β-D-apiofuranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranoside]	P, H, S

		46	22.85	709.1982	$C_{32}H_{37}O_{18}$	0.4	26.7	–	Biochanin A 7-O-[β-D-apiofuranosyl-(1 → 5)-β-D-apiofuranosyl-(1 → 6)-β-D-glucopyranoside] I	H, S
		68	27.27	429.1221	$C_{22}H_{21}O_9$	7	36.1	–	Formononetin 7-O-glucoside (Ononin)	P, H, S
	Isoflavanone	60	25.51	533.1639	$C_{26}H_{29}O_{12}$	4.8	17.1	–	Dalpanin	H, S
Lignans		49	23.27	521.2010	$C_{26}H_{33}O_{11}$	3.5	32.4	359	Isolariciresinol 9-O-β-D-glucopyranoside I	H, S
		59	25.46	521.2015	$C_{26}H_{33}O_{11}$	2.6	24	359	Isolariciresinol 9-O-β-D-glucopyranoside II	S
Other polar compounds	Iridoid	26	20.32	511.1460	$C_{23}H_{27}O_{13}$	0.5	43.3	193	Kutkoside	P

Tabel 42. Overzicht inhoudstoffen uit verschillende variëteiten van de groene boon. Variëteiten zijn Perona (P), Helda (H) en Strike (S). Tabel afkomstig uit referentie [68]

De groene boon staat in de belangstelling van de farmaceutische industrie door de hoge concentratie fenolische componenten waarbij wordt gedacht aan toepassingen als anti-oxidanten, anti-diabetes, verminderd risico tumorvorming en botmetabolisme. Door de hoge concentratie aan isoflavonen staat de boon ook in de belangstelling als toepassing in geheugenverbetering bij ouderen (anti-aging) [68].

Andere winbare componenten uit de boon zijn phytic acid (tot 2% aanwezig in boon) met antikanker eigenschappen en fytosterolen zoals β-sitosterol, campesterol en stigmasterol met een gunstig effect op hart en vaatziekten (cholesterolverlaging)

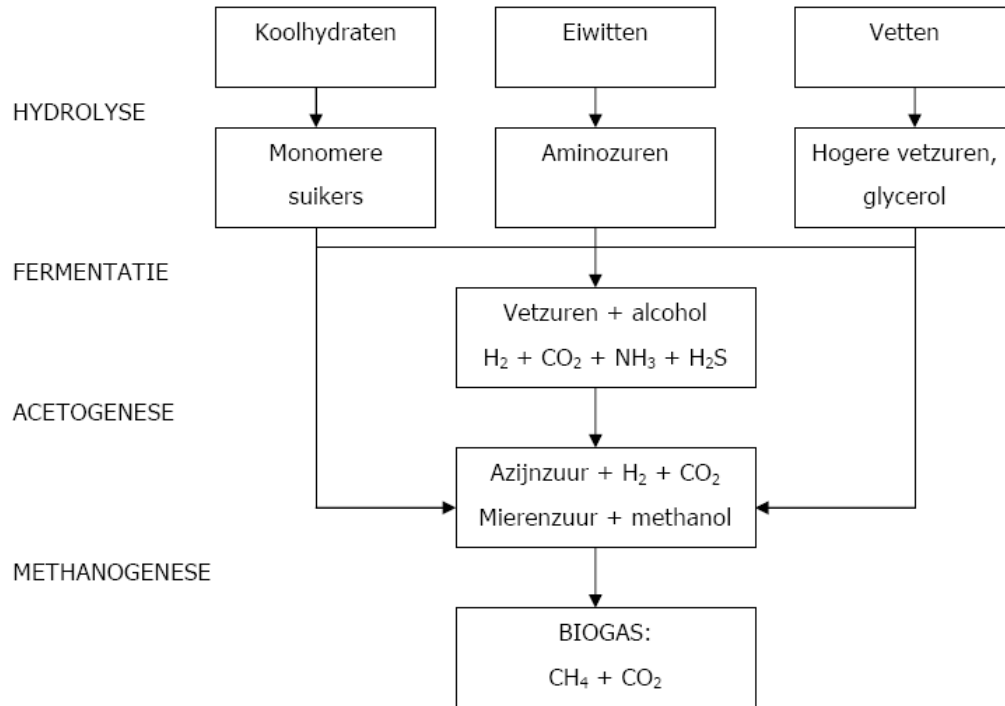
Met betrekking tot de basiscomponenten uit boon zijn de volgende gegevens bekend:

stof	Marge hoeveelheid gemeten (ppm)		
	blad	boon	zaad
Koolhydraten	66.000 – 500.000	56.000 – 733.778	278.000 – 701.039
Vezels	28.000 – 212.000	10.000 – 159.000	37.000 – 88.700
Eiwit	36.000 – 297.000	1.700 – 224.000	98.000 – 394.000
Vet	4.000 – 54.000	2.000 – 47.000	3.000 – 24.000
L-lysine		880 – 9.044	14.830 – 16.667
Glutamic acid		1.870 – 19.219	32.940 – 37.019
L-phenylalanine		670 – 6.886	11.680 – 13.127

Tabel 43. Aanwezigheid waardevolle basis stoffen in blad, boon en zaad van de groene boon.. Bron: Dr. Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases:

3.2. Potentiële waarde van reststromen voor energie: Vergisting

Aan de Onderkant de waardepiramide staat het gebruik van reststromen als brandstof. (Co)vergisting is een van de gebruikte methode om bruikbare brandstoffen uit reststromen te halen. Bij dit biologische proces wordt onder anaerobe (zuurstofloze) omstandigheden organische stoffen zoals eiwitten, vetten en koolhydraten door bacteriën afgebroken tot biogas in de vorm van methaan.



Figuur 8. Schematisch overzicht van het vergistingsproces van reststromen tot biogas [69]

Dit proces wordt uitgevoerd in grote vergistingsinstallaties die in Nederland zijn opgesteld. De hoeveelheid en samenstelling van eiwitten, vetten en koolhydraten is bepalend voor het rendement van het vergistingsproces. Dit betekent dat het rendement (vergistingswaarde) voor elke reststroom die in dit rapport is bestudeerd anders zal zijn. Alhoewel in de praktijk vaak gekozen wordt om reststromen te mengen (met aardappelen, mais) om het rendement van het vergistingsproces te verhogen (zogenaamde co-vergisten) zal in dit hoofdstuk een indicatie worden gegeven van de vergistingswaarde van de reststromen 10 grootste sierteeltgewassen en opengrondteelt gewassen.

De vergistingswaarde hangt af van de hoeveelheid organische droge stof (koolstofhoudende stoffen) die in de plant aanwezig is. De meeste organische stoffen zijn in de plant opgeslagen als vetten, suikers, zetmeel, lignine en in mindere mate secundaire metabolieten. De exacte samenstelling van de van vetten, suikers, zetmeel, lignine en andere inhoudstoffen is sterk afhankelijk van het gewas. In de gegevens over deze samenstelling die we uit de database hebben gehaald zit een enorme marge. Hierdoor

hebben we voor de sierteelt en tuinbouwgewassen een richtingspercentage aangehouden die veelvuldig in de literatuur genoemd wordt: Dit richtingspercentage geeft aan dat ruwweg 80% van het drogestofgehalte van een gewas uit organische droge stof bestaat en dat per kg droge stof ongeveer ruwweg 0,4 m³ biogas geproduceerd wordt (waarvan 60% methaan) [70,71]

3.2.1. Vergistingswaarde sierteeltgewassen

gewas	%DS	ODS kg/ ton	m ³ biogas / ton
chrysant	7 – 13*	56 - 104	22.4 - 41.6
roos	22 – 25*	176 - 200	70.4 - 80
orchidee	16	128	51.2
lelie	12	96	38.4
gerbera	13 – 15*	104 - 120	41.6 - 48
freesia	12	96	38.4
anthurium	20*	160	64
alstroemeria			
anjer	8 – 14*	64 - 112	25.6 - 44.8

Tabel 44. Schatting vergistingswaarde van sierteeltgewassen.

* Bron: Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder glas [72]

3.2.2. Vergistingswaarde opengrondteelt gewassen

gewas	%DS	ODS kg/ ton	m ³ biogas / ton
uien	13	168	67.2
peen	13	168	67.2
kool (vnl.wit)	8	64	25.6
prei	12	96	38.4
ijsbergsla	5.0	40	16
spruitkool	14.0	112	44.8
spinazie/andijvie	6.1	48.8	19.5
witlof	7.6	60.8	24.3
(stam) sperziebonen	17	136	54.4
bloemkool	9.4	75.2	30

Tabel 45 Schatting vergistingswaarde van opengrond tuinbouwgewassen

4. Conclusie

In deze studie zijn de reststromen van de top 10 sierteeltgewassen en opengronds tuinbouwgewassen anno 2012 geïnventariseerd. Deze inventarisatie had betrekking op hoeveelheden, locatie en mogelijke valorisatie in het kader van de Biobased Economie met de waardepiramide als leidraad. De belangrijkste conclusies worden in dit hoofdstuk weergegeven.

In de sierteelt zijn de veilingen een goed toegankelijke bron voor reststromen. Op een beperkt aantal locaties vindt op gezette tijden op slechts enkele vierkante meters een continue afvalstroom van niet verhandelde sierteeltgewassen plaats. Hoewel goed toegankelijk, is de stroom niet op gewas gesorteerd en bevat het nog een significante hoeveelheid verpakkingsmateriaal (m.n. plastic omhulsels bij bloembossen en samengestelde boeketten). De veilingen moeten dus bereid zijn om niet verhandelde sierteeltgewassen met bruikbare inhoudstoffen uit de afvalstroom te sorteren. Dit zou met name interessant kunnen zijn voor de gewassen gerbera en chrysant voor de winning van natuurlijke insecticiden. Pyrethrum is een van de bekendste insecticiden gemaakt op basis van pyrethrinoiden afkomstig van deze gewassen. Bayer is een van de bedrijven die Pyrethrum op de markt brengt. Sierteeltgewassen bevatten ook tal van stoffen die voor de farmaceutische industrie mogelijk interessant kunnen zijn (bv anjer, orchidee). Een probleem is echter dat de afvalstroom niet constant is (soms veel en soms weinig). Daarnaast worden er van meeste sierteeltgewassen een breed scala aan variëteiten aangeboden. Deze variëteiten zijn in de loop der jaren ontstaan door veredeling waarbij voornamelijk is geselecteerd op aantrekkelijkheid (kleur, geur, vorm) en ziekteresistentie en niet zo zeer op de aanwezigheid van farmaceutisch interessante componenten. Hierdoor bestaat de kans dat farmaceutisch actieve componenten die voor een bepaald sierteeltgewas in kaart zijn gebracht niet in elke variëteit in winbare hoeveelheden aanwezig zal zijn. Naast de variatie in het aanbod van reststromen van een bepaald sierteeltgewas dient dus ook nog rekening te worden gehouden met de variatie door het aanbod van verschillende variëteiten. Voor farmaceutische toepassingen van componenten uit sierteeltgewassen zou een gerichte teelt een betere optie zijn dan winning uit reststromen.

Voor de opengrond tuinbouwgewassen is de teelt over het algemeen goed afgestemd op de marktvraag dus de beschikbaarheid van bruikbare reststromen is voor deze sector relatief beperkt. Alleen bij overproductie (bv. door gunstige weersomstandigheden) of productie die ongeschikt is voor consumptie (bv. veroorzaakt door slechte weersomstandigheden) kan het aanbod van reststromen wel groot zijn. Echter dit onzekere aanbod is geen goede basis voor het ontwikkelen van een businesscase. Bij sommige opengrond tuinbouwgewassen is er wel sprake van een continue en significante reststroom zoals bij ui en witlof. De reststromen van ui zijn een interessante bron voor zwavel- en seleniumhoudende bioactieve componenten en flavonoiden met potentiële toepassingen in de top van de biobased piramide. Op dit moment zijn er in Nederland al een aantal initiatieven (inventarisaties en projecten) om reststromen van ui te valoriseren (ZUVER, Syntens/Innovation in Food, WUR). Ook bij witlof is er een continue reststroom van pennen die vrijkomen na het trekken van de witlof. Reststromen van

witlof vallen wellicht ook in de top van de biobased piramide omdat witlof componenten bevat met een anti-parasitaire werking en wellicht toepassingsmogelijkheden heeft bij de bestrijding van malaria. Lactucine, behorende tot de klasse van sesquiterpene lactones, is een van deze componenten met sterke anti-parasitaire werking. Op dit moment zijn er nog geen initiatieven bekend over winning van lactucine uit witlof. Wel zijn er initiatieven voor het winnen van artimisinine uit genetisch gemodificeerde witlof (WUR i.s.m. het Belgische Dafra Pharma). Artimisinine is ook een component vallend onder de klasse van sesquiterpene lactones met een anti-malaria activiteit.

Restafval van snijderijen (sla, koolsoorten) zijn over het algemeen gemakkelijke bronnen voor de winning van anti-oxidanten met toepassingsmogelijkheden als voedingssupplementen in de food en feed sector. In hoeverre hier een rendabele businesscase mogelijk is zal verder uitgezocht moeten worden.

4. Referenties

1. Bondt N., Janssens B., de Smet A. Afval uit de landbouw. LEI Nota 10-061 (2010).
2. Elbersen W., Janssens B., Koppejan J. De Beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agroindustrie. WUR rapport 1200 (2011)
3. Van der Voort M., de Rooij M. Inventarisatie van biomassa in Flevoland. ACRRES-WUR, PPO-494 (2012)
4. Van der Voort M., van der Klooster A., van der wekken J., Kemp H. Dekker P. Covergisting van gewasresten WUR PPO nr 530030 (2006)
5. Zwart K., Pronk A., Kater L. Verwijderen van gewasresten in de open teelten PPO nr. 530133 (2004)
6. Meeusen M., Schroot J., Mulder W., Elbersen W. Verwaarding reststroom uienbewerking AFSG nr 886 (2008)
7. Smakman GJJ., De grondstoffenbank als nieuw concept voor decentrale bioraffinage. ACCRES WUR KB2011:13-003-009 (2012)
8. Van den Berg W., Slagboom E., Schutter R. Marktmonitor Groente en Fruit Nederland 2011; Deel II Nederlandse productie, import, export en doorvoer. Productschap Tuinbouw PT 2011-69 (2011).
9. Van de Zande Advies BV. Reductie reststromen Albert Heijn keten. (2003)
10. Schutter R., van den Berg W. Marktmonitor Groenten en Fruit Nederland 2011; Deel I: Consument en supermarktverkoop. Productschap Tuinbouw PT 2011-47 (2011).
11. Pedro Cuadra , Mari´a Furriana , Alejandra Oyarzu´n ,Erwin Ya´nez, Amalia Gallardo, Vı´ctor Fajardo. Biological activity of some Patagonian plants, Fitoterapia 76 (2005) 718–721
12. Stark N., Gridling M., Madlener S., Bauer S., Lackner A., Popsecu R., Diaz R., Tut F.M., Nha T-H, Vonach C., Giessrigl B., Saiko P., Grusch M., Fritzer-Szekeres M., Scekeres T., Kopp B., Frisch R., Krupitza G. A polar extract of the Maya healing plant *Anthurium schlechtendalii* (Aracea) exhibits strong in vitro anticancer activity, Int. J. Mol. Med. 24: 513-521, (2009)
13. Wang HK, Xia Y, Yang ZY, Natschke SL, Lee KH. Recent advances in the discovery and development of flavonoids and their analogues as antitumor and anti-HIV agents Adv Exp Med Biol. 1998;439:191-225..
14. Krief A. , Jeanmart S., Kremer A. Inspired by flowers: Synthetic routes to scalemic deltamethrinic acid Bioorganic & Medicinal Chemistry 17 (2009) 2555–2575
15. Matsuda K. Pyrethrin Biosynthesis and Its Regulation in *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Top Curr Chem (2012) 314: 73–82
16. Muthanna J.Mohammed,FirasA.Al-Bayati Isolation and identification of antibacterial compounds from *Thymus kotschyanus* aerial parts and *Dianthus caryophyllus* flower buds Phytomedicine16(2009)632–637

17. Sylvia Lee-Huang, Hsiang-fu Kung, Paul L. Huang, Philip L. Huang, Bao-Qun Li, Peter Huang, Henry 1. Huang and Ha0-Chia Chen. A new class of anti-HIV agents: GAP31, DAPs 30 and 32. *FEBS Letts.* 291, 1, 139-144
18. Yun Tong, Jian-Guang Luo, Rui Wang, Xiao-Bing Wang, Ling-Yi Kong New cyclic peptides with osteoblastic proliferative activity from *Dianthus superbis* *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 22 (2012) 1908–1911
19. Pei-Wen HSIEH, Fang-Rong CHANG, Ching-Chung WU, Chien-Ming LI, Kuen-Yuh WU, Su-Li CHEN, Hsin-Fu YEN, and Yang-Chang WU, Longicalycinin A, a New Cytotoxic Cyclic Peptide from *Dianthus superbis* var. *longicalycinus* (MAXIM.) WILL. *Chem. Pharm. Bull.* 53(3) 336—338 (2005)
20. Pei-Wen Hsieh, Fang-Rong Chang, Ching-Chung Wu, Kuen-Yuh Wu, Chien-Ming Li, Su-Li Chen, and Yang-Chang Wu New Cytotoxic Cyclic Peptides and Dianthramide from *Dianthus superbis*. *J. Nat. Prod.* 2004, 67, 1522-1527
21. Li Ma, Yu-Cheng Gu, Jian-Guang Luo, Jun-Song Wang. Xue-Feng Huang, and Ling-Yi Kong. Triterpenoid Saponins from *Dianthus versicolor* *J. Nat. Prod.* 2009, 72, 640–644
22. Hong-Yu Li, Kazuo Koike, Taichi Ohmoto. Triperpenoid saponins from *dianthus chinensis*. *Phytochemistry* 1994 35 (3), 751
23. Man Ao , Baofeng Liu & Li Wang Volatile compound in cut and un-cut flowers of tetraploid *Freesia hybrida* *Natural Product Research* 2012, 1–4, iFirst
24. Dr Duke Phytochemical and Ethnobotanical Databases. www.ars-grin.gov/duke
25. Sg1 Teijo Yrjönen, Pia Vuorela, Karel D. Klika, Kalevi Pihlaja, Teemu H. Teeri and Heikki Vuorela Application of Centrifugal Force to the extraction and Separation of Parasorboside and Gerberin from *Gerbera hybrida*. *Phytochem. Anal.* 13, 349–353 (2002)
26. Yin Qiang, Yan-Jun Chen, Ya Li, Jing Zhao, Kun Gao. Coumarin derivatives from *Gerbera saxatilis*. *Planta Med.* (2011) 77:175
27. Bulpitt CJ. The uses and misuses of orchids in medicine. *J. Royal Soc. Med.* 100-558 (2007)
28. Kong J-M., Goh, N-K., Chia, L-S., Chia T-F Recent advances in traditional plant drugs and orchids. *Acta Pharmacol Sin.* 24:7 (2003)
29. Hernández-Romero Y, Acevedo L, Sánchez Mde L, Shier WT, Abbas HK, Mata R. Phytotoxic activity of bibenzyl derivatives from the orchid *Epidendrum rigidum*. *J Agric Food Chem.* 53: 6276 (2005).
30. Shriram V, Kumar V, Kishor PB, Suryawanshi SB, Upadhyay AK, Bhat MK. Cytotoxic activity of 9,10-dihydro-2,5-dimethoxyphenanthrene-1,7-diol from *Eulophia nuda* against human cancer cells. *J Ethnopharmacol.* 128: 251(2010)
31. Hsieh et. Al. Structure and activity of the polysaccharides in medicinal plant *Dendrobium huoshanense*. *Bioorganic Medicinal Chem.* 16; 6054 (2008)
32. John P. Munafo , Jr. and Thomas J. Gianfagna Quantitative Analysis of Steroidal Glycosides in Different Organs of Easter Lily (*Lilium longiflorum* Thunb.) by LC-MS/MS. *J. Agric. Food Chem.* 59 ; 995 (2011)
33. Francis JA., Rumbelha W., Nair MG. Constituents in Easter lily flowers with medicinal activity. *Life Science* 76: 671 (2004).
34. Guimaraes, R, Barros, L., Carvalho, AM., Ferreira ICFR Studies on chemical constituents and bioactivity of *Rosa micrantha*: An alternative antioxidant source

- for food, pharmaceutical or cosmetic applications. *J Agric. Food Chem* 58:6277 (2010).
35. Karthic Rajamanickam and Singaram Sivasubramaniyam Sudha. A study on antimicrobial activity and toxicity of different rose flower against human pathogens. *Asian Pac J Trop Biomed* 1: 1-5 (2012)
 36. Rossi PG, Bao L, Luciani A, Panighi J, Desjobert JM, Costa J, Casanova J, Bolla JM, Berti L. (E)-Methylisoeugenol and elemicin: antibacterial components of *Daucus carota* L. essential oil against *Campylobacter jejuni*. *J Agric Food Chem*. 55:7332 (2007)
 37. Frank Kjeldsen, Lars P. Christensen,* and Merete Edelenbos Quantitative Analysis of Aroma Compounds in Carrot (*Daucus carota* L.) Cultivars by Capillary Gas Chromatography Using Large-Volume Injection Technique *J. Agric. Food Chem*. 49, 4342 (2001)
 38. Cesarettin Alasalvar,, John M. Grigor, Donglin Zhang, Peter C. Quantick, and Fereidoon Shahidi Comparison of Volatiles, Phenolics, Sugars, Antioxidant Vitamins, and Sensory Quality of Different Colored Carrot Varieties. *J. Agric. Food Chem*. 49, 1410 (2001)
 39. Maciej Roman, Jan Cz. Dobrowolski, Malgorzata Baranska, and Rafal Baranski Spectroscopic Studies on Bioactive Polyacetylenes and Other Plant Components in Wild Carrot Root *J. Nat. Prod*. 74, 1757 (2011)
 40. Ingrid Arnault, Jacques Auger. Seleno-compounds in garlic and onion. *Journal of Chromatography A*, 1112 23–30 (2006)
 41. Slimestad R., Sossen T., Molund Vagen I. Onions: A Source of Unique Dietary Flavonoids. *J. Agric. Food Chem*. 55, 10067 (2007)
 42. Ivette Guzman, Gad G. Yousef, and Allan F. Brown, Simultaneous Extraction and Quantitation of Carotenoids, Chlorophylls, and Tocopherols in Brassica Vegetables. *J. Agric. Food Chem*. 60, 7238 (2012)
 43. Ferreres F, Valentão P, Llorach R, Pinheiro C, Cardoso L, Pereira JA, Sousa C, Seabra RM, Andrade PB. Phenolic compounds in external leaves of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *costata* DC). *J Agric Food Chem*. 53: 2901 (2005)
 44. Pablo Velasco, Marta Francisco, Diego A. Moreno Federico Ferreres, Cristina García-Viguera and María Elena Cartea. Phytochemical Fingerprinting of Vegetable *Brassica oleracea* and *Brassica napus* by Simultaneous Identification of Glucosinolates and Phenolics. *Phytochem. Anal*. 22, 144 (2011)
 45. Susanne Schmidt, Michaela Zietz, Monika Schreiner, Sascha Rohn, Lothar W. Kroh and Angelika Krumbein Identification of complex, naturally occurring flavonoid glycosides in kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) by high-performance liquid chromatography diode-array detection/electrospray ionization multi-stage mass spectrometry. *Rapid Commun. Mass Spectrom*. 24: 2009 (2010)
 46. Mitja Martelanc, Irena Vovk , Breda Simonovska Determination of three major triterpenoids in epicuticular wax of cabbage (*Brassica oleracea* L.) by high-performance liquid chromatography with UV and mass spectrometric detection . *Journal of Chromatography A*, 1164 :145 (2007)

47. Kushad MM, Brown AF, Kurilich AC, Juvik JA, Klein BP, Wallig MA, Jeffery EH. Variation of glucosinolates in vegetable crops of Brassica oleracea. J Agric Food Chem. 47: 1541 (1999)
48. Ernesto Fattorusso, Virginia Lanzotti, Orazio Tagliatela-Scafati, Carla Cicala. The flavonoids of leek, Allium porrum. Phytochemistry 57: 565 (2001)
49. Ernesto Fattorusso, Virginia Lanzotti, Orazio Tagliatela-Scafati, Massimo Di Rosa, Angela Ianaro. Cytotoxic Saponins from Bulbs of Allium porrum L. J. Agric. Food Chem. 48, 3455 (2000)
50. Bernaert N, Goetghebeur L, De Clercq H, De Loose M, Daeseleire E, Van Pamel E, Van Bockstaele E, Van Droogenbroeck B. Influence of Cultivar and Harvest Time on the Amounts of Isoalliin and Methiin in Leek (Allium ampeloprasum var. porrum). J Agric Food Chem. 60: 10910 (2012).
51. Camila Rodrigues Adão, Bernadete Pereira da Silva, José Paz Parente. A new steroidal saponin with antiinflammatory and antiulcerogenic properties from the bulbs of Allium ampeloprasum var. porrum. Fitoterapia 82: 1175 (2011)
52. Kim KH, Lee KH, Choi SU, Kim YH, Lee KR. Terpene and phenolic constituents of Lactuca indica L. Arch Pharm Res. 31(8):983 (2008)
53. Wang SY, Chang HN, Lin KT, Lo CP, Yang NS, Shyur LF. Antioxidant properties and phytochemical characteristics of extracts from Lactuca indica. J Agric Food Chem. 51(5):1506 (2003).
54. Sessa RA, Bennett MH, Lewis MJ, Mansfield JW, Beale MH. Metabolite profiling of sesquiterpene lactones from Lactuca species. Major latex components are novel oxalate and sulfate conjugates of lactucin and its derivatives. J Biol Chem Sep;275:26877 (2000)
55. Llorach R, Tomás-Barberán FA, Ferreres F. Lettuce and chicory byproducts as a source of antioxidant phenolic extracts. J Agric Food Chem. 52(16):5109 (2004)
56. Llorach R, Espín JC, Tomás-Barberán FA, Ferreres F. Valorization of cauliflower (Brassica oleracea L. var. botrytis) by-products as a source of antioxidant phenolics. J Agric Food Chem. 51(8):2181 (2003)
57. Lo Piero AR, Puglisi I, Petrone G. Characterization of "lettucine", a serine-like protease from Lactuca sativa leaves, as a novel enzyme for milk clotting. J Agric Food Chem. 50(8):2439 (2002)
58. J. Petrovic, A. Stanojkovic, Lj. Comic, , S. Curcic. Antibacterial activity of Cichorium intybus. Fitoterapia 75: 737 (2004)
59. Marzia Innocenti , Sandra Gallori , Catia Giaccherini , Francesca Ieri , Franco F. Vincieri , and Nadia Mulinacci. Evaluation of the Phenolic Content in the Aerial Parts of Different Varieties of Cichorium intybus L. J. Agric. Food Chem 53: 6497 (2005)
60. Bischoff TA, Kelley CJ, Karchesy Y, Laurantos M, Nguyen-Dinh P, Arefi AG. Antimalarial activity of lactucin and lactucopicrin: sesquiterpene lactones isolated from Cichorium intybus L. J Ethnopharmacol. 95: 455 (2004)
61. Molan AL, Duncan AJ, Barry TN, McNabb WC. Effects of condensed tannins and crude sesquiterpene lactones extracted from chicory on the motility of larvae of deer lungworm and gastrointestinal nematodes. Parasitol Int. 52:209 (2003)
62. Zhou CX, Zou L, Zhao ZZ, Zhu H, He QJ, Yang B, Gan LS. Terpenoids from Cichorium intybus. Nat Prod Commun. 7(8):971 (2012)

63. Hassan HA, Yousef MI. Ameliorating effect of chicory (*Cichorium intybus* L.)-supplemented diet against nitrosamine precursors-induced liver injury and oxidative stress in male rats. *Food Chem Toxicol.* 48(8-9):2163 (2010)
64. Tuck CO, Pérez E, Horváth IT, Sheldon RA, Poliakoff M. Valorization of biomass: deriving more value from waste. *Science.* 337(6095):695 (2012)
65. Bottino A, Degl'Innocenti E, Guidi L, Graziani G, Fogliano V. Bioactive compounds during storage of fresh-cut spinach: the role of endogenous ascorbic acid in the improvement of product quality. *J Agric Food Chem.* 2009 57(7):2925 (2009).
66. Bergquist SA, Gertsson UE, Knuthsen P, Olsson ME. Flavonoids in baby spinach (*Spinacia oleracea* L.): changes during plant growth and storage. *J Agric Food Chem.* 53(24):9459.(2005)
67. Ryszard Amarowicza, Gary A. Dykes, Ronald B. Pegg, Antibacterial activity of tannin constituents from *Phaseolus vulgaris*, *Fagopyrum esculentum*, *Corylus avellana* and *Juglans nigra* *Fitoterapia* 79: 217 (2008).
68. Ibrahim M. Abu-Reidah, David Arráez-Román, Jesús Lozano-Sánchez, Antonio Segura-Carretero, Alberto Fernández-Gutiérrez. Phytochemical Characterisation of Green Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by Using High-performance Liquid Chromatography Coupled with Time-of-flight Mass Spectrometry.
69. Lettinga G., Biologische waterzuivering, onderdeel anaerobe zuivering, Collegedictaat door G. Lettinga, L.W. Hulshoff Pol en G. Zeeman, Vakgroep Milieutechnologie – Landbouwniversiteit Wageningen, Onuitgegeven, (1993)
70. Tim Keyzers. Vergisting met nabehandeling van het digistaat. (2006)
71. Koen Meesters, Piet Boonekamp, Marieke Meeusen, David Verhoog, Wolter Elbersen. Monitoring Groene Grondstoffen. WUR-AFSG (2010)
72. de Kreij C., Sonneveld C, Warmenhoven MG, Straver N. Normen voor gehalten aan voedingselementen van groenten en bloemen onder glas. Serie. Voedingsoplossingen voor de tuinbouw no 12 (1992)

Bijlagen

Bijlage 1

Oberzicht hits bij commerciële “Napralert” database voor de top 10 sierteelt- en vollegrond tuinbouwgewassen

gewas	Aantal componenten	Aantal gerapporteerde biologische test-runs
chrysant	1074	418
roos	1276	595
orchidee (phalaenopsis)	35	1
lelie	518	112
gerbera	115	25
freesia	65	1
anthurium	38	53
alstroemeria	366	20
anjer	270	155
uien	825	808
peen	894	351
kool (wit, spruit, bloem)	658	503
prei	304	25
ijsbergsla	156	212
spinazie	271	110
andijvie	120	13
witlof	254	317
(stam) sperziebonen	493	162