

Inhoudstoffen Bloemkool

Quick-scan naar de perspectieven van inhoudstoffen in bloemkool

Hans van der Mheen
en Gwendelyn Gordijn

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Business-unit Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroente
PPO nr. 500151
November 2005

© 2005 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit onderzoek is gefinancierd is door:



Productschap Tuinbouw
Postbus 280
2700 AG Zoetermeer

Projectnummer: 500151

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenteteelt

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 291 111
Fax : 0320 – 230 479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

Pagina

Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Brassica oleracea var. botrytis.....	9
3 Bloemkool productie	11
3.1 Productie en areaal	11
3.2 Verhoudingen gewasonderdelen	11
4 Bestaande afzet en mogelijke alternatieven	13
4.1 Bloemkool bestaande afzet	13
4.2 Mogelijke alternatieven.....	13
4.3 Beperkingen.....	14
5 Aanpak onderzoek inhoudstoffen, extrapolatie bladgegevens uit sluitkool.....	15
6 Voedingswaarde en primaire metabolieten	17
7 Belangrijkste inhoudstoffen	19
7.1 Mineralen en sporenelementen	19
7.2 Vitamines.....	20
7.3 Amino-zuren.....	20
7.4 Overige inhoudstoffen.....	21
8 Hectare opbrengsten van enkele inhoudstoffen.....	23
9 Discussie en conclusies.....	25
Bijlage 1.....	27
Bijlage 2.....	29
Bijlage 3. Literatuur/bronvermelding	31

Samenvatting

Op verzoek van de landelijke commissie bloemkool en het PT is er, in het kader van een zoektocht naar een verbreding van de afzetmogelijkheden van bloemkool, door het PPO-agv een bureaustudie uitgevoerd naar de perspectieven van inhoudstoffen uit bloemkool en de bloemkool gewasresten (met name het bloemkoolblad). Het betreft een literatuuronderzoek waarbij uit 'databases' de, min-of-meer bekende, inhoudstoffen en de gehalten daarvan op een rij zijn gezet. De gehalten in witte bloemkool zijn daarbij steeds vergeleken met die in groene bloemkool, en in broccoli. Voor een inschatting van de inhoudstofgehalten in het bloemkoolblad is geëxtrapoleerd vanuit sluitkolen.

De mogelijkheden en beperkingen bij een alternatieve afzet gericht op de inhoudstoffen zijn kort weergegeven.

Op basis van de resultaten wordt duidelijk dat het moeilijk zal zijn om witte bloemkool, op basis van gehalten aan specifieke inhoudstoffen, te profileren. Groene bloemkool doet het wat dat betreft beter en broccoli lijkt (gebaseerd op de inhoudstoffengehalten) onderscheidend gezonder. Ook de meerwaarde van de benutting van bloemkoolblad (of oogstresten) valt tegen. Een en ander moet overigens worden afgewogen tegen de mogelijkheden voor verwerking van bloemkool/-inhoudstoffen in hoogwaardige producten (zoals b.v. voedingssupplementen) in de markt, en de kosten voor winning, en/of extractie en productie.

1 Inleiding

Begin 2005 kwam vanuit de Flevolandse Bloemkoolstudieclub (via Peter Meurs) bij het PPO-AGV in Lelystad de vraag naar de mogelijkheid voor een inventarisatie van interessante en perspectievolle inhoudstoffen uit bloemkool en bloemkool gewasresten. Achterliggende gedachte was om te onderzoeken of er, naast de traditionele afzet van bloemkool als verse groente, andere afzetmogelijkheden voor dit gewas te vinden zijn waarvoor reeds een markt bestaat of waarvoor nieuwe markten ontwikkeld kunnen worden.

Ondersteund vanuit de Landelijke Commissie Bloemkool werd er eind april vanuit PPO een projectvoorstel voor een 'Quick scan naar de perspectieven voor inhoudstoffen in bloemkool' geformuleerd en bij het PT ter financiering voorgelegd. Het betrof een qua inzet, doorlooptijd en inhoud een beperkt en afgebakend projectvoorstel.

De 'Quick-scan' (cq. bureaustudie) werd in 10 weken tijd (september/oktober), onder leiding van de PPO gewasonderzoeker kruidenteelt (Hans van der Mheen), grotendeels door een stagiaire (Gwendelyn Gordijn) van het van Hall-instituut (HAS-Leeuwarden) uitgevoerd en is voornamelijk gebaseerd op literatuuronderzoek.

Om een indruk te krijgen van het bloemkoolgewas, de teelt- en de oogsttechniek, en voor het verkrijgen van gewasmonsters (voor een oriënterende opbrengstbepaling), werd eenmaal een praktiserende bloemkoolteler bezocht (Monsma, Dronten). In de vergadering van de Landelijke Bloemkoolcommissie op 3 oktober 2005, te Maarssen werden de, nagenoeg definitieve, resultaten gepresenteerd.

In dit projectrapport zijn de bevindingen neergelegd.

2 Brassica oleracea var. botrytis

Bloemkool, een van de belangrijke vollegrondsgroentegewassen, behoort tot de familie der kruisbloemigen (*Brassicaceae*), en het geslacht *Brassica*. Dit geslacht bevat een aantal uiteenlopende landbouwgewassen, van koolzaad tot radijs en boerenkool (1).

Verreweg de meeste koolgewassen behoren tot de soort *Brassica oleracea*. Bloemkool is hiervan een van de ondersoorten/variëteiten met de volledige Latijnse naam naam; *Brassica oleracea* var. *Botrytis*. Naast de gebruikelijke witte bloemkool bestaat er ook groengekleurde bloemkool en zijn er de zogenoemde 'romanesco' groene bloemkooltypes met de puntig gespitste roosjes.

Andere koolsoorten uit dezelfde *Brassica oleracea*-soortsgroep zijn broccoli (*Brassica oleracea italica*), koolrabi (*Brassica oleracea* var. *caulorapa*), rode kool (*Brassica oleracea* convar. *capitata* var. *sabauda*) en witte kool (*Brassica oleracea* var. *alba*).

Bloemkool, broccoli, koolrabi, maar ook rode en witte kool lijken sterk aan elkaar verwant te zijn. In deze bureaustudie naar de inhoudstoffen wordt de nadruk gelegd op de witte en groene bloemkool waarvan het oogstproduct de bloembodem en het omblad betreft. De broccoli wordt, als referentie ter vergelijking, meegenomen.

Om een inschatting te maken van de inhoudstoffen in de gewasresten (met name blad) die na de oogst van de bloemkool op het land achter blijven, is gekeken naar de inhoudstofgegevens van enkele sluitkoolsoorten (witte en rode kool, en savooie kool).

3 Bloemkool productie

3.1 Productie en areaal

Het areaal van de Nederlandse bloemkoolteelt lag in 2003 op de 2326 hectare. Bij een totaalproductie van 42000 ton komt dit neer op een gemiddelde gewasopbrengst van 18 ton/ha (zie ook tabel 1).

(2-6)

In Nederland wordt verreweg de meeste ($\pm 85\%$) bloemkool geteeld voor de verse afzet (via de veilingen of rechtstreeks aan de handel). Afzet voor industriële verwerking (conserven) lijkt beperkt te zijn en is vanaf 2003 niet apart geregistreerd. In België is deze afzetvorm belangrijker. Daar is ruwweg 60% van de bloemkoolproductie bestemd voor de industrie.

De bloemkoolteelt kenmerkt zich door diverse teeltmethodes (weeuwenteelt, zomer-, herfst- en wintersteelt) die er voor zorgen dat er nagenoeg jaarrond teelt en productie van bloemkool mogelijk is (7).

Tabel 1. **Areaal, productie, export en import van Bloemkool in Nederland. (bron PT).**

Land	Nederland				
Product	Bloemkool				
Jaar	2004*	2003	2002	2001	2000
Areaal vollegrond in ha	2321	2326	2269	2174.5	2160
Aantal teeltbedrijven vollegrond	?	?	513	571	672
Productie x 1000 kg	?	42000	42000	40000	43000
Productie x 1000 euro	?	19740	26460	25420	23615
Export Ned. product x 1000 kg	6554	7411	6183	6900	5364
Import x 1000 kilo	?	?	32000	33000	28000
Industriële verwerking x 1000 kg	?	?	5000	4000	5200

*= Onder voorbehoud, schatting van PT, ?= onbekend bij PT.

De teelt van groene bloemkool lijkt in Nederland verwaarloosbaar klein, en voorbehouden te zijn aan telers met een specialistische afzet.

In Nederland wordt aanmerkelijk minder broccoli geteeld dan bloemkool (2). In 2004 bedroeg het broccoli areaal 1300 ha met een productie van 13 miljoen kg (gem. 9.6 ton/ha).

3.2 Verhoudingen gewasonderdelen

Om een beeld te krijgen van de gewichtverdelingen in de bloemkoolplant is er uitgegaan van de aanwezige onderzoeksgegevens bij PPO (8). Het gaat hier om driejarige gemiddelden van een groot aantal praktijkbemonsteringen waarvan de gegevens in tabel 2 zijn samengevat.

Tabel 2. **De verdeling van vers en drooggewicht uitgedrukt in kg/ha en procentueel (8).**

Gewasonderdelen	Kg/ha vers	Procentueel	Ds%	Kg/ha droog	Procentueel
Kool	24089	33	6.76	1626	29
Omblad	10123	14	6.10	618	11
Blad	33523	46	8.80	2950	53
Stronk	5115	7	7.95	407	7
Totaal	72850	100	29.61	5601	100

De gewichtsverdeling vers tussen bladeren, stronk en oogstbare kool (kool en omblad) bedraagt 46:7:47. Dit houdt in dat er ongeveer evenveel blad aanwezig is als oogstbare kool (inclusief omblad). Aan de stronk en blad blijft er 53% van het verse totaalgewicht op het veld achter. Gebaseerd op drogestof is de gewichtsverhouding tussen bladeren, stronk en oogstbare kool 53:7:40. 60% van de bovengrondse drogestof productie blijft dus achter op het veld.

4 Bestaande afzet en mogelijke alternatieven

Zoals in de inleiding beschreven, is de achterliggende gedachte voor deze studie om te onderzoeken of er, naast de traditionele afzet van bloemkool als verse groente, andere afzetmogelijkheden voor dit gewas te vinden zijn waarvoor reeds een markt bestaat of waarvoor nieuwe markten ontwikkeld kunnen worden.

Het is daarom goed om, zover mogelijk, een beeld te schetsen van de bestaande afzet, mogelijke alternatieven en de beperkingen daarbij.

4.1 Bloemkool bestaande afzet

Bloemkool wordt op verschillende manieren afgezet op de markt. De belangrijkste afzet is de bloemkool (incl. omblad) als groente (via de veiling of particuliere handel) voor directe consumptie. Daarnaast wordt de kool, al of niet tot roosjes verwerkt, afgezet in de (conserven)industrie. Recentelijk bestond er in de biologische sector veel belangstelling voor de verwerking van bloemkoolroosjes in babyvoeding. Andere afzet van 'industriekool' (zonder-omblad) liggen op het terrein van de verwerking in de snijderij tot het zgn. 'convenience-food'.

4.2 Mogelijke alternatieven

Bij de alternatieven moet gedacht worden aan hoogwaardige en laagwaardige alternatieven. Alles hangt natuurlijk af van de meerwaarde (toegevoegde waarde) in de markt, afgezet tegen de kosten/inspanningen die noodzakelijk zijn om de toepassing te realiseren.

In het hoogwaardige segment zal het moeten gaan om verbreding van het gebruik (als kool, als verwerkt product of evt. als geformuleerde geïsoleerde inhoudstoffen) binnen de voedselverwerkende industrie voor humaan gebruik (food/farma).

De bloemkool (met of zonder omblad) kan wellicht voor alternatieve (consumptie)mogelijkheden worden aangewend (10). Recentelijk is er in Nederland een initiatief gestart voor het 'versappen' van groentes als peen en (rode)bieten. Ook broccoli zou zich hiervoor lenen, maar het is onduidelijk of er, voor deze verwerkings- en afzetmethode, ook aan bloemkool wordt gedacht. Mogelijk dat bloemkool sappen en/of extracten kunnen worden verwerkt in ijs, thee, ijsthee, energiedrank, enz.

Extracten kunnen eventueel worden gedroogd en/of worden gecapsuleerd tot voedingssupplementen (11). Er is veel belangstelling voor voedingssupplementen, omdat de consument over het algemeen te weinig vitamines en mineralen binnen krijgt.

Het lijkt logisch deze producten te maken uit de oogstbare (industrie-)kool, maar het is wellicht ook mogelijk om gelijksoortige producten uit de het gehele bloemkoolgewas of de reststromen daarvan (blad en stronk) te vervaardigen.

Voor deze alternatieve hoogwaardige toepassingen zullen de inhoudstoffen (de specifieke samenstelling) van de bloemkool en het bloemkoolgewas (blad, restproduct), zoals die hierna worden beschreven, een aanleiding moeten vormen.

Voor de laagwaardige toepassingen kan worden gedacht aan de afzet van oogst- en restproducten richting diervoeders (feed) of in compostering of (co-)vergisting van het restproduct (12). De toegevoegde waarde van deze laatste toepassingen is naar verwachting uiterst laagwaardig en moet worden afgewogen tegenover de bemestende waarde van een (al of niet geoogst) kapot gefreesd gewas.

4.3 Beperkingen

Oogst van een volledig, gemiddeld genomen oogstrijp, veldgewas (afzonderlijke plantingen) voor een alternatieve afzet als het 'versappen' of het extraheren van inhoudstoffen kan relatief eenvoudig (eventueel zelfs met een hakselaar) plaatsvinden. In tijden van overschot op de consumptiemarkt kan dit een welkome mogelijkheid zijn om zo de druk op de markt te verlichten.

Beperkingen voor alternatieve afzet, met name van de reststromen, liggen in het feit dat de kooloogst gefaseerd (en enkele keren per teelt) plaatsvindt en dat het daarbij tot nog toe niet gebruikelijk is de reststromen mee te nemen. Als het al zou kunnen worden rondgezet (technisch moet daarop iets te vinden zijn) leidt het hoe dan ook tot een zeer discontinu aanbod (qua volume en kwaliteit) wat voor de industriële verwerking nadelig is. Afvoeren van het restproduct na afloop van de teelt kan een alternatief zijn, maar dan zal er gerekend moeten worden met (kwanti- en kwalitatieve) verliezen. In verband met houdbaarheid en bederf (kwaliteitsverlies) is het van belang om te weten hoe het product voor alternatieve benutting moet worden afgeleverd (gedroogd of vers) en wat voor consequenties dit heeft voor de 'handling' (tussenopslag, logistiek).

Bij de laagwaardige toepassingen, als vergisting en compostering, moet nagegaan worden of de bloemkool reststoffen zich (qua rendement/samenstelling) hier wel voldoende voor lenen. Dit geldt ook voor de reststromen die na een eventuele industriële verwerking (extractie van inhoudstof(fen)) overblijven.

5 Aanpak onderzoek inhoudstoffen, extrapolatie bladgegevens uit sluitkool

Over de voedingswaarde en de inhoudstoffen van bloemkool is in diverse databanken informatie beschikbaar. De voedingsmiddelentabel van het Nederlands Voedingscentrum geeft informatie over de voedingswaarde en de gehalten van enkele primaire metabolieten (koolhydraten, eiwitten, vetten). Op een omvangrijke site van de Amerikaanse USDA zijn gegevens over de samenstelling voor wat betreft mineralen, sporenelementen, vitamines en aminozuren gehaald. Informatie over enkele specifieke (maar belangrijke) secundaire metabolieten, als de carotenen en glucosinolaten, zijn uit andere bronnen (publicaties, proefschrift) verkregen. De kosten die waren begroot voor dit onderzoek lieten geen eigen analyses van specifieke inhoudstoffen toe.

De gevonden informatie over voedingswaarde en inhoudstoffen betreffen alleen de consumabele (eetbare) bloemkool. Omdat van broccoli algemeen bekend is dat deze groente gezondheidsbevorderende eigenschappen/inhoudstoffen heeft zijn, ter vergelijking, naast de gegevens van de witte bloemkool de waarden van broccoli en groene bloemkool gezet. In bijlage 2 zijn alle gegevens in één tabel samengevat (13).

Aangezien er geen gegevens bekend zijn over de voedingswaarde en de inhoudstoffen uit het blad van de bloemkool zijn hiervoor de gegevens uit de sluitkolen (witte kool, rode kool en savooie kool) als indicatie genomen. Achterliggende gedachte hierbij is dat sluitkolen, in vergelijking met 'losse' bloembodems/bloemschermen als bloemkool en broccoli, feitelijk (nagenoeg massieve) bladclusters zijn. Verwacht mag worden dat de samenstelling daarvan een grote gelijkenis vertoont met het blad van bloemkool.

Bijlage 3 geeft een tabel met de voedingswaardegegevens en de gehalten aan primaire en secundaire metabolieten van de drie sluitkoolsoorten. De gemiddelde sluitkoolcijfers zijn als de geëxtrapoleerde waarden voor bloemkool blad in de laatste kolom van de tabel in Bijlage 2 overgenomen.

Na behandeling van de voedingswaarde en de, in afzonderlijke hoofdstukjes beschreven, inhoudstoffen wordt aangegeven wat, op basis van de gemiddelde opbrengsten van de gewascomponenten, er (potentieel) per hectare bloemkool aan opbrengst van enkele van de meest interessante inhoudstoffen aanwezig is.

6 Voedingswaarde en primaire metabolieten

Tabel 3 geeft een overzicht van wat er aan voedingswaarde (energie) en aan primaire metabolieten er in witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool (als maat voor het bloemkool blad) aanwezig is (14).

Tabel 3. **De voedingswaarde (energie) en belangrijkste primaire metabolieten (eiwit, vet, koolhydraten) van witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool, cq. bloemkoolblad (per 100 g versgewicht).**

	Eenheid	Bloemkool wit	Bloemkool groen	Broccoli	Sluitkool cq. Bloemkoolblad
Energie	Kcal	25	31	34	27
Energie	kJ	103	131	141	116
Eiwitten	Gr	1.98	2.95	2.82	1.62
Vet totaal	Gr	0.10	0.30	0.37	0.13
As	Gr	0.71	0.88	0.87	0.72
Koolhydraten	Gr	5.30	6.09	6.64	6.35
Vezels	Gr	2.5	3.2	2.6	2.5
Suikers	Gr	2.40	3.03	1.70	3.25

Bloemkool is een, voor wat betreft kolen, laagcalorische groente. Gemiddeld genomen levert 100 gram verse bloemkool nog niet eens 1% van de dagelijkse energiebehoefte. Voor gekookte bloemkool is dit nog eens 40% minder. Het gehalte aan vet is, zoals in de meeste andere groenten, minimaal. De eiwit- en koolhydraat gehalten zijn in vergelijking met andere groentes bovengemiddeld. Ook voor wat betreft vezels behoort bloemkool tot de hoogstgehaltige groenten.

7 Belangrijkste inhoudstoffen

7.1 Mineralen en sporenelementen

Het verschil tussen mineralen (de macro-elementen) en sporenelementen wordt bepaald door de hoeveelheid die je lichaam ervan nodig heeft: van sporenelementen is er minder nodig dan van de mineralen/macro-elementen. Macro-elementen zijn: calcium, magnesium, fosfor, natrium en kalium. Belangrijke sporenelementen voor de mens zijn: chroom, koper, ijzer, seleen, jood, fluor, zink, mangaan en molybdeen (15-18).

In tabel 4 zijn de belangrijkste mineralen en sporenelementen in witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool (als maat voor het bloemkoolblad) weergegeven.

Tabel 4. **De mineralen en sporenelementen van witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool, cq. bloemkoolblad (per 100 g versgewicht).**

	Eenheid	Bloemkool wit	Bloemkool groen	Broccoli	Sluitkool cq. Bloemkool-blad
Mineralen					
Calcium, Ca	Mg	22	33	47	42
Magnesium, Mg	Mg	15	20	21	20
Fosfor, P	Mg	44	62	66	32
Kalium, K	Mg	303	300	316	240
Natrium, Na	Mg	30	23	33	24
Sporenelementen					
Zink, Zn	Mg	0.28	0.64	0.41	0.22
IJzer, Fe	Mg	0.44	0.73	0.73	0.60
Koper, Cu	Mg	0.042	0.041	0.049	0.034
Mangaan, Mn	Mg	0.156	0.247	0.210	0.194
Seleen, Se	Mcg	0.6	0.6	2.5	0.8

Uit tabel 4 wordt duidelijk dat het gehalte van vrijwel alle mineralen en sporenelementen (deels beduidend) lager ligt dan die bij groene bloemkool en broccoli (een uitzondering vormen K en Cu, die gelijkwaardig zijn aan de groene bloemkool).

De mineralengehaltes van groene bloemkool liggen in zijn algemeenheid tussen die van witte bloemkool en broccoli in. Van Zink en Mangaan is het gehalten in groene bloemkool zelfs hoger dan in broccoli.

Gebaseerd op het mineralengehalte van sluitkool kan geconcludeerd worden het blad van de bloemkool (als restproduct) ten opzichte van de kool een meerwaarde heeft voor wat betreft het gehalte aan Ca, Fe, Mn en Se.

Selenium is een essentieel sporenelement dat tegenwoordig in de belangstelling staat. Selenium werkt als een antioxidant en is belangrijk voor de vorming van bepaalde enzymen (o.m. glutathionperoxidase) in het lichaam die een rol spelen bij de natuurlijke verdediging tegen oxidanten. Dit zou bij cardiovasculaire ziekten en in sommige specifieke vormen van kanker een rol kunnen spelen. Recentelijk is een onderzoek verschenen waarin het belang van Selenium en Selenium-conjugaten als pro-drug (voor een effectieve werking van geneesmiddelen) wordt beschreven. Vergeleken met broccoli bevat zowel de bloemkool als het bloemkoolblad (hoewel iets beter) maar weinig Se.

7.2 Vitamines

Vitamines zijn van belang voor de regulatie van enzymatische processen en spelen bijvoorbeeld een rol in de opbouw en afbraak van vetten (B5, pantotheenzuur) en in de energiehuishouding, Krebs-cyclus. Ook zijn ze essentieel voor een goed functionerend zenuwstelsel, immuunsysteem en voor de foliumzuurhuishouding (B6, pyridoxine). Vitamine E speelt een rol in de vorming van precursors voor glucosinolaten en tocopherolen (19). Een aantal vitamines, waaronder het essentiële vitamine C, is een sterke antioxidant.

In tabel 5 zijn de belangrijkste vitamines in witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool (als maat voor het bloemkoolblad) weergegeven.

Tabel 5. **De vitamines van witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool, cq. bloemkoolblad (per 100 g versgewicht).**

	Eenheid	Bloemkool wit	Bloemkool groen	Broccoli	Sluitkool cq. Bloemkoolblad
Vitaminen					
Vitamine C	Mg	46.4	88.1	89.2	40.1
Vitamine B1	Mg	0.057	0.080	0.071	0.061
Vitamine B2	Mg	0.063	0.102	0.117	0.046
Vitamine B3	Mg	0.526	0.734	0.639	0.339
Vitamine B5	Mg	0.652	0.696	0.573	0.158
Vitamine B6	Mg	0.222	0.222	0.175	0.165
Vitamine E	Mg	0.08	0.04	0.78	0.014
Vitamine K	Mcg	16.0	20.2	101.6	55.7

Uit tabel 5 blijkt dat bij witte en groene bloemkool de B-vitamines (met name B5 en B6) goed vertegenwoordigd zijn. Deze waarden liggen zelfs hoger dan bij broccoli!

Bij broccoli valt daarentegen het enorme gehalte aan vitamine E op, een belangrijk vitamine dat bij witte en groene bloemkool nagenoeg ontbreekt.

Het gehalte aan vit. C en vit. B3 van groene bloemkool is aanmerkelijk hoger dan bij witte bloemkool. Met betrekking tot het blad van bloemkool kan, geëxtrapoleerd op basis van sluitkool, verwacht worden dat het een hoog gehalte aan vitamine K bevat. Dit lijkt interessant, maar bedacht moet worden dat het gehalte is uitgedrukt in Mcg!

Vitamine K is onmisbaar voor de synthese van bloedstollingscomponenten in de lever. Ook voor de botopbouw is vitamine K nodig. Vitamine K wordt echter door het lichaam zelf aangemaakt door bacteriën in de dikke darm waardoor een tekort zeldzaam is.

7.3 Aminosuren

De aminosuren, ongeveer 20 verschillende betrekkelijk eenvoudige (stikstof-/aminogroep-houdende) moleculen, vormen de bouwstenen van eiwitten, enzymen en het DNA/RNA. In wisselende aantallen en volgorde (sequentie) gecombineerd vormen ze de basis voor de essentiële levensprocessen.

Van de 18 in tabel 6 weergegeven aminosuren zijn er acht tot tien zgn. essentiële aminosuren (eerste lettergreep vetgedrukt) die niet door de mens zelf kunnen worden gesynthetiseerd (16, 17, 24). Voor de volwassen mens zijn dit er acht: lysine, tryptofaan, fenylalanine, leucine, isoleucine, threonine, methionine en valine, en voor kinderen zijn er nog twee extra; histidine en arginine.

In tabel 6 zijn de belangrijkste aminosuren in witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool (als maat voor het bloemkoolblad) weergegeven.

Tabel 6. **De aminozuren van witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool, cq. bloemkoolblad (per 100 g versgewicht).**

	Einheid	Bloemkool wit	Bloemkool groen	Broccoli	Sluitkool cq. Bloemkoolblad
Aminozuren					
Tryptofaan	Gr	0.026	0.039	0.033	0.015
Treonine	Gr	0.072	0.107	0.088	0.053
Isoleucine	Gr	0.075	0.112	0.079	0.069
Leucine	Gr	0.116	0.172	0.129	0.074
Lysine	Gr	0.106	0.158	0.135	0.069
Methionine	Gr	0.028	0.042	0.038	0.016
Cysteïne	Gr	0.023	0.034	0.028	0.013
Fenylalanine	Gr	0.071	0.105	0.117	0.045
Tyrosine	Gr	0.043	0.064	0.050	0.026
Valine	Gr	0.099	0.148	0.125	0.065
Arginine	Gr	0.095	0.142	0.191	0.090
Histidine	Gr	0.040	0.059	0.059	0.032
Alanine	Gr	0.104	0.156	0.104	0.057
Asparaginezuur	Gr	0.232	0.345	0.325	0.057
Glutaminezuur	Gr	0.264	0.393	0.542	0.377
Glycine	Gr	0.064	0.095	0.089	0.037
Proline	Gr	0.085	0.127	0.110	0.244
Serine	Gr	0.104	0.154	0.121	0.090

In een aantal gevallen liggen de aminozuurgehalten van witte bloemkool dicht tegen die van broccoli aan (Alanine, Isoleucine, Cysteïne), maar meestal liggen ze beduidend lager.

Opvallend zijn de hoge aminozuurhoeveelheden bij groene bloemkool. De gehalten van maar liefst 15 van de 18 aminozuren liggen zelfs (veelal beduidend) hoger dan bij broccoli. Opvallend zijn daarbij Leucine, Valine, Alanine, Serine

Op basis van de sluitkoolgehalten kan geconcludeerd worden dat het blad van de bloemkool (als reststroom), in vergelijking met de kool, voor wat betreft de aminozuren, weinig meerwaarde bezit. Een opvallende (en duidelijke) uitzondering vormt het aminozuur Proline, waarvan de sluitkool (en dus waarschijnlijk het bloemkoolblad) aanzienlijk meer bevat dan de bloemkool en broccoli. Proline is voor het menselijk lichaam echter een niet-essentieel aminozuur. Proline wordt vooral veel gevonden in collageen en helpt bij de vorming van hartspierweefsel en bindweefsel. Technisch gezien is proline een iminozuur, omdat het geen aminogroep bevat

7.4 Overige inhoudstoffen

Na de, in meer-of-mindere-mate, gangbaar in alle gewassen aanwezige inhoudstoffen zijn er nog een aantal overige inhoudstoffen te noemen. Het gaat daarbij om, de carotenoiden, de glycosinolaten en de (poly-) fenolen, waarvoor tegenwoordig veel belangstelling bestaat vanwege de interessante gezondheidsbevorderende eigenschappen die eraan worden toegeschreven.

De carotenoiden (luteïne, zeaxanthine) komen vooral voor in groene bladgroenten en hebben een specifieke antioxidatieve werking waarmee delicate weefselstructuren zoals het oognetvlies tegen vrije radicalen worden beschermd. Beta-caroteen, bekend vanuit wortels/peen, is een precursor voor vitamine A, en versterkt het immuunsysteem.

De glucosinolaten zijn een groep van verbindingen die specifiek voorkomen in de Brassiceae. De verbindingen bevatten zwavel en stikstofmoleculen en zijn verbonden aan een glucosegroep. In de stofwisseling worden ze afgebroken tot isothiocyanaten die het antioxidatieve systeem in het lichaam versterken en waarvan een werking tegen specifieke kankersoorten (borst, prostaat en darmkanker)

uitgaat (19, 25, 27, 28). Er zijn een groot aantal, ruim honderd, verschillende glucosinolaten beschreven. In iedere koolsoort valt een verschillend spectrum aan te treffen. De vier die in tabel genoemd worden zijn het meest karakteristiek voor bloemkool.

Ook de omvangrijke groep van (poly)fenolen (waaronder rozemarijnzuur, cafeïnezuur, flavonoiden en lignanen) staan tegenwoordig in de belangstelling als antioxidanten en beschermers tegen hart en vaatziekten. Koolgewassen staan niet bekend om het bezit van deze stoffen, waardoor de informatie hierover ontbreekt.

In tabel 7 zijn de belangrijkste overige inhoudstoffen in witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool (als maat voor het bloemkoolblad) weergegeven.

Tabel 7. **De hoeveelheden belangrijkste carotenoïden en glucosinolaten van witte en groene bloemkool, broccoli en sluitkool, cq. bloemkoolblad (per 100 g versgewicht) (25).**

	Eenheid	Bloemkool wit	Bloemkool groen	Broccoli	Sluitkool cq. Bloemkoolblad
Carotenoïden					
Luteïne, zeaxanthin	Mcg	33	42	1691	239
Alfa caroteen	Mcg	0	0	25	8.33
Beta caroteen	Mcg	8	93	383	453
Glucosinolaten					
Sinigrin	Mmol	27.3	-	-	39.3
Glucoraphanin	Mmol	63.8	-	80.0	54.0
Glucobrassicin	Mmol	33.5	-	74.1	70.2
Glucobrassicin	Mmol	49.5	-	57.7	74
Totaal	Mmol	135	-	199	182
(poly)Fenolen					
rozemarijnzuur, cafeïnezuur, flavonoiden en lignanen		-	-	-	-

Het wordt snel duidelijk dat broccoli aanmerkelijk meer van de interessante inhoudstoffen als carotenoïden en glucosinolaten bevat in vergelijking met bloemkool. Ook van de sluitkoolsoorten, en daarmee van het bloemkool blad liggen de gehalten veelal hoger dan van bloemkool. Van de groene bloemkool konden geen gegevens over de glucosinolaten worden gevonden.

Anders dan in broccoli bevat bloemkool het glucosinolaat sinigrin (2-propenyl glucosinolaat). Het is niet duidelijk of dit specifieke glucosinolaat een echte meerwaarde vertegenwoordigt.

De hoeveelheden aan glucosinolaten kunnen niet alleen per soort, maar ook zelfs per subspecie/ras verschillen. Recentelijk is er veel gepubliceerd over de invloed van de bewerking van kool (met name het snijden) op het glucosinolaatgehalte.

8 Hectare opbrengsten van enkele inhoudstoffen

Om de relevantie met betrekking tot de eventuele winning van inhoudstoffen uit bloemkool en bloemkoolgewasresten in het juiste perspectief te plaatsen is, gebaseerd op de gehalten en de hectareopbrengsten van de gewasonderdelen (uit tabel 2), voor de meest interessante inhoudstoffen de hectareopbrengst berekend en in tabel 8 weergegeven.

Tabel 8. **Opbrengsten (uitgedrukt in kg/hectare) van enkele inhoudstoffen in bloemkool en bloemkoolblad.**

Mineralen	Calcium	IJzer	Mangaan	Selenium	
bloemkool	5.3	0.11	0.04	0.00014	
Bloemkoolblad	14.8	0.20	0.07	0.0027	
Vitaminen	Vit. C	Vit. B5	Vit. B6	Vit. K	
Bloemkool	11.18	0.16	0.05	0.186	
Bloemkoolblad	13.44	0.05	0.06	0.00385	
Amino-zuren	Isoleucine	Cysteïne	Alanine	Proline	Serine
bloemkool	18.07	5.54	25.05	20.48	25.05
Bloemkoolblad	23.13	4.36		81.80	30.17
Overigen	Carotenoiden	Glucosinolaten			
Bloemkool	0.008	32.5 mol			
Bloemkoolblad	0.801	61 mol			

Met uitzondering van de amino-zuren, vitamine C en het mineraal Calcium zijn de theoretisch per hectare aanwezige hoeveelheden inhoudstoffen in bloemkool en/of bloemkoolblad (zeer) beperkt.

9 Discussie en conclusies

De studie is gericht geweest op de min-of-meer bekende inhoudstoffen die in de literatuur te vinden zijn. Er was geen mogelijkheid voor nadere analyse van bijv. de (poly)fenolen.

Voor wat betreft de onderzochte inhoudstoffen scoort witte bloemkool in vergelijking met broccoli niet hoog. Alleen van vitamine B5 en B6 en het specifieke glucosinolaat Sinigrin ligt het gehalte hoger. Voor de meeste inhoudstoffen liggen de gehalten in groene bloemkool ergens tussen die van witte bloemkool en broccoli in.

De eventuele meerwaarde van de oogst van bloemkoolblad als restproduct ligt in de mineralen Mangaan en Selenium, Vitamine K en het aminozuur Proline.

De vraag is of de genoemde inhoudstoffen aanleiding vormen om de bloemkool en het bloemkool blad als groente, sap of extract als gezondheidsbevorderend product te positioneren, of dat het de winning/extractie ervan uit de biomassa (voor eventuele verwerking in voedingssupplementen) rechtvaardigt. Dit is afhankelijk van de kosten die moeten worden gemaakt in verhouding tot de afzetmogelijkheden (en het prijsniveau daarbij) in de markt.

Geconcludeerd moet worden dat bloemkool altijd zal moeten opboksen tegen het, reeds bij veel consumenten (en gebaseerd op de gehalten) als gezond bekend staand koolgewas broccoli. Misschien dat daarom meer aandacht voor groene bloemkool (en ook de zgn. romanesco bloemkooltypes) als een soort tussenvorm gerechtvaardigd is.

Vanwege de actuele informatie over glucosinolaten in kool en de beschreven verschillen daarbij tussen soorten en rassen, en als gevolg van de verwerking/processing, zijn wellicht aanleiding om nog eens gericht te onderzoeken wat hiervan m.b.t. bloemkool aan meerwaarde te behalen valt.

Op de laagwaardige alternatieven, zoals diervoeder, compostering en vergisting is verder niet ingegaan omdat de bloemkooltelers over deze (naar verwachting hooguit kostenneutrale afzet) zelf, gegeven de bemestende waarde van een veldgewas en/of de gewasresten, een afweging kunnen maken.

Bijlage 1.

Overzicht hoeveelheden van diverse inhoudstoffen per 100 gram versgewicht van enkele Brassica oleraceae soorten. Bron/*13*)

	Eenheid	Bloemkool wit	Bloemkool groen	Broccoli	Gemiddelde sluitkool
Water	Gr	91.91	89.79	89.30	91.18
Energie	Kcal	25	31	34	27
Energie	kJ	103	131	141	116
Eiwitten	Gr	1.98	2.95	2.82	1.62
Vet totaal	Gr	0.10	0.30	0.37	0.13
As	Gr	0.71	0.88	0.87	0.72
Koolhydraten	Gr	5.30	6.09	6.64	6.35
Vezels	Gr	2.5	3.2	2.6	2.5
Suikers	Gr	2.40	3.03	1.70	3.25
Mineralen					
Calcium, Ca	Mg	22	33	47	42
IJzer, Fe	Mg	0.44	0.73	0.73	0.60
Magnesium, Mg	Mg	15	20	21	20
Fosfor, P	Mg	44	62	66	32
Kalium, K	Mg	303	300	316	240
Natrium, Na	Mg	30	23	33	24
Zink, Zn	Mg	0.28	0.64	0.41	0.22
Koper, Cu	Mg	0.042	0.041	0.049	0.034
Mangaan, Mn	Mg	0.156	0.247	0.210	0.194
Seleen, Se	Mcg	0.6	0.6	2.5	0.8
Vitaminen					
Vitamine C	Mg	46.4	88.1	89.2	40.1
Vitamine B1	Mg	0.057	0.080	0.071	0.061
Vitamine B2	Mg	0.063	0.102	0.117	0.046
Vitamine B3	Mg	0.526	0.734	0.639	0.339
Vitamine B5	Mg	0.652	0.696	0.573	0.158
Vitamine B6	Mg	0.222	0.222	0.175	0.165
Foliumzuur	Mcg	0	0	0	0
Vitamine B12	Mcg	0	0	0	0
Vitamine A	Mcg	0	0	0	0
Vitamine E	Mg	0.08	0.04	0.78	0.14
Vitamine K	Mcg	16.0	20.2	101.6	55.7
Aminozuren					
Tryptofaan, Trp	Gr	0.026	0.039	0.033	0.015
Treonine, Thr	Gr	0.072	0.107	0.088	0.053
Isoleucine, Ile	Gr	0.075	0.112	0.079	0.069
Leucine, Leu	Gr	0.116	0.172	0.129	0.074
Lysine, Lys	Gr	0.106	0.158	0.135	0.069
Methionine, Met	Gr	0.028	0.042	0.038	0.016
Cysteine, Cys	Gr	0.023	0.034	0.028	0.013
Fenylalanine, Phe	Gr	0.071	0.105	0.117	0.045
Tyrosine, Tyr	Gr	0.043	0.064	0.050	0.026

Valine, Val	Gr	0.099	0.148	0.125	0.065
Arginine, Arg	Gr	0.095	0.142	0.191	0.090
Histidine, His	Gr	0.040	0.059	0.059	0.032
Alanine, Ala	Gr	0.104	0.156	0.104	0.057
Asparaginezuur, Asp	Gr	0.232	0.345	0.325	0.057
Glutaminezuur, Glu	Gr	0.264	0.393	0.542	0.377
Glycine, Gly	Gr	0.064	0.095	0.089	0.037
Proline, Pro	Gr	0.085	0.127	0.110	0.244
Serine, Ser	Gr	0.104	0.154	0.121	0.090
Overige stoffen					
Beta caroteen	Mcg	8	93	383	453
Alfa caroteen	Mcg	0	0	25	8
Luteïne, zeaxanthin	Mcg	33	42	1691	239

Bijlage 2.

Overzicht hoeveelheden van diverse inhoudstoffen per 100 gram versgewicht van de drie sluitkoolsoorten op basis waaruit de gehalten aan bloemkoolblad zijn geëxtrapoleerd, (de gemiddelden, zoals opgenomen in de laatste kolom van de tabel in bijlage 2). Bron (13).

	Eenheid	Rode kool	Witte kool	Savoie kool
Water	Gr	93.39	92.15	91.00
Energie	Kcal	31	24	27
Energie	kJ	130	102	115
Eiwitten	Gr	1.43	1.44	2.00
Vet totaal	Gr	0.16	0.12	0.10
As	Gr	0.64	0.17	0.80
Koolhydraten	Gr	7.37	5.58	6.10
Vezels	Gr	2.1	2.3	3.1
Suikers	Gr	3.91	3.58	2.27
Mineralen				
Calcium, Ca	Mg	45	47	35
IJzer, Fe	Mg	0.80	0.59	0.40
Magnesium, Mg	Mg	16	15	28
Fosfor, P	Mg	30	23	42
Kalium, K	Mg	243	246	230
Natrium, Na	Mg	27	18	28
Zink, Zn	Mg	0.22	0.18	0.27
Koper, Cu	Mg	0.017	0.023	0.62
Mangaan, Mn	Mg	0.243	0.159	0.180
Seleen, Se	Mcg	0.6	0.9	0.9
Vitaminen				
Vitamine C	Mg	57.0	32.2	31.0
Vitamine B1	Mg	0.064	0.050	0.070
Vitamine B2	Mg	0.069	0.040	0.030
Vitamine B3	Mg	0.418	0.300	0.300
Vitamine B5	Mg	0.147	0.140	0.187
Vitamine B6	Mg	0.209	0.096	0.190
Foliumzuur	Mcg	0	0	0
Vitamine B12	Mcg	0	0	0
Vitamine A	Mcg	0	0	0
Vitamine E	Mg	0.11	0.15	0.17
Vitamine K	Mcg	38.2	60.0	68.8
Aminozuren				
Tryptofaan, Trp	Gr	0.010	0.015	0.020
Treonine, Thr	Gr	0.040	0.049	0.069
Isoleucine, Ile	Gr	0.035	0.072	0.101
Leucine, Leu	Gr	0.045	0.073	0.103
Lysine, Lys	Gr	0.045	0.067	0.094
Methionine, Met	Gr	0.015	0.014	0.020
Cysteine, Cys	Gr	0.010	0.012	0.017

Fenylalanine, Phe	Gr	0.025	0.045	0.064
Tyrosine, Tyr	Gr	0.020	0.024	0.034
Valine, Val	Gr	0.050	0.061	0.085
Arginine, Arg	Gr	0.075	0.081	0.114
Histidine, His	Gr	0.025	0.029	0.041
Alanine, Ala	Gr	0.050	0.050	0.070
Asparaginezuur, Asp	Gr	0.145	0.140	0.197
Glutaminezuur, Glu	Gr	0.370	0.316	0.445
Glycine, Gly	Gr	0.035	0.032	0.044
Proline, Pro	Gr	0.060	0.279	0.393
Serine, Ser	Gr	0.070	0.083	0.116
Overige stoffen				
Beta carotene	Mcg	670	90	600
Alfa carotene	Mcg	0	25	0
luteïne, zeaxanthin	Mcg	329	310	77

Bijlage 3. Literatuur/bronvermelding

1. Wikipedia. 2005 [cited; Available from: <http://nl.wikipedia.org/wiki/Kruisbloemenfamilie>.
2. Statistiek, C.B.v. 2005 [cited; Available from: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/table.asp?STB=G1,G2&LA=nl&DM=SLNL&PA=37738&D1=a&D2=a&D3=a&HDR=T>.
3. *Cauliflower, Brassica oleracea (Botrytis Group)*. 2005 [cited; Available from: <http://oregonstate.edu/Dept/NWREC/cauliflower.html>.
4. Kahn, B.A., J. Edelson, and J.P. Damicone. *Cole Crop Production, (Broccoli, Cabbage, and Cauliflower)*. 2005 [cited; Available from: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/HomePage>.
5. Tuinbouw, V.I.o.L.-e. 2005 [cited; Available from: <http://www.vilt.be/feitenencijfers/tomatenteelt/>.
6. Dril, A.W.N.v. *Sectorstudie groenten- en fruitverwerkende industrie*. 1996 [cited; Available from: <http://www.ecn.nl/ps/publicaties.nl.html>.
7. Moel, C.P.d., J. Alblas, and H.J. Hylkema, *Teelt van bloemkool*. 1993, Lelystad: PAGV [etc.]. 119.
8. Putter, H.d. and A.P. Everaarts, *Gele oderkanten bij bloemkool*. 2003, Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 54 p.
10. Birch, G.G., K.J. Parker, and J.T. Worgan, *Food from waste*. 1976, London: Applied science publishers. 301.
11. Bock, I.d. 2005 [cited; Available from: <http://healthyplace4u.nl/index.html?lang=nl&target=d175.html>.
12. Zwart, K., A. Pronk, and L. Kater, *Verwijderen van gewasresten in de open teelten*. 2004, Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. 80 p.
13. Agriculture, U.S.D.o. and A.R. Service. *Foodcomposition*. 2005 [cited; Available from: <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/index.html>.
14. Voedingscentrum, *Nederlandse voedingsmiddelentabel: voedingsstofgehalten, maten en gewichten, aanbevolen hoeveelheden energie en voedingsstoffen*. Nederlandse voedingsmiddelentabel: voedingsstofgehalten, maten en gewichten, aanbevolen hoeveelheden energie en voedingsstoffen. 2004: [s.n.].
15. Voedingscentrum. 2005 [cited; Available from: <http://www.voedingscentrum.nl/voedingscentrum/Public/Dynamisch/hoe+eet+ik+gezond/vitamines+en+mineralen/>.
16. Herpen, T.v. 2005 [cited; Available from: <http://www.natuurlijkerwijs.com/voedingscomponenten.htm>.
17. 2005 [cited; Available from: <http://www.nice-info.be/index.php>.
18. Educatie, S.O. 2005 [cited; Available from: <http://www.soe.nl/resindex.htm>.
19. Lister, C. and M. Bradstock, *Antioxidants a health revolution: all you need to know about antioxidants*. 2003, Christchurch: New Zealand Institute for Crop & Food Research. 96 p.
24. Physique. 2005 [cited; Available from: <http://www.physique.nl/eiwitten.htm>.
25. Verkerk, R., *Evaluation of glucosinolate levels throughout the production chain of Brassica vegetables: towards a novel predictive modelling approach*. 2002, [S.l.: s.n.]. 136 p.
27. (ACS), A.C.S. 2005 [cited; Available from: <http://pubs.acs.org/index.html>.
28. Verhoeven, D.T.H., et al. *A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by Brassica vegetables*. 1997 [cited; Available from: <http://www.sciencedirect.com/>.