

Onderscheid op Kwaliteit

Verdiepende literatuurstudie naar smaak- en gezondheidsstoffen in belangrijke biologische vollegrondsgroenten

Kees van Wijk, Marian Vlaswinkel

© 2006 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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.

Deze literatuurstudie is uitgevoerd in opdracht van LNV voor Bioconnect in het kader van het programma Systeeminnovatie Biologische Open teelten BO-04-004.

Projectnummer: 32500341

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Business-unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroente

Adres : Edelhertweg 1
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : infoagv.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	9
2 ALGEMENE INHOUDSTOFFEN EN SMAAKSTOFFEN.....	11
2.1 Belangrijke gezondheid beïnvloedende inhoudstoffen.....	11
2.1.1 Algemeen.....	11
2.1.2 Voor biologische sector.....	14
2.2 Smaakstoffen en textuur	15
2.2.1 Introductie.....	15
2.2.2 Smaak- en geurstoffen	15
2.2.3 Textuur	16
2.2.4 Voor biologische sector.....	17
2.3 Onderscheid en stuurbaarheid	17
2.3.1 Onderscheidbaarheid	17
2.3.2 Stuurbaarheid.....	18
3 SMAAK- EN INHOUDSTOFFEN PER GEWAS	21
3.1 Aardappel	21
3.1.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen.....	21
3.1.2 Kwaliteitsaspecten	22
3.1.3 Stuurbaarheid smaak- en inhoudstoffen	26
3.2 Peen.....	28
3.2.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen.....	28
3.2.2 Factoren die de smaak beïnvloeden.....	30
3.2.3 Stuurbaarheid smaak- en inhoudsstoffen.....	32
3.3 Ui en knoflook	35
3.3.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen.....	35
3.3.2 Stuurbaarheid smaak- en inhoudstoffen	37
3.4 Koolgewassen	41
3.4.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen.....	41
3.4.2 Stuurbaarheid smaak- en inhoudstoffen	42
3.5 Kroot, bladgewassen en pompoen	45
3.5.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen.....	46
3.5.2 Stuurbaarheid smaak- en inhoudstoffen	47
4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES	51
LITERATUUR.....	55



Biologische producten onderscheidbaar vermarkten !

Samenvatting

Deze literatuurstudie "Onderscheid op Kwaliteit" brengt van een aantal belangrijke biologische vollegrondsgroenten de stoffen in beeld die verantwoordelijk zijn voor de smaak en extra gezondheidsbevorderende stoffen. Verder is in kaart gebracht welke factoren de smaak bevorderen en/of de gehalten aan gezondheidsbevorderende stoffen verhogen. Vervolgens is in de literatuur nagegaan of door de biologische teeltwijze de smaak onderscheidbaar anders (beter) is en de gehalten van gezondheidsbeïnvloedende stoffen hoger. De textuur of consistentie van het product is alleen behandeld als het een relatie heeft met de smaakbeleving. Daar waar textuur de smaak niet beïnvloedt, is deze eigenschap buiten beschouwing gelaten.

Genoemde aspecten in de literatuur zijn bestudeerd bij de volgende gewassen: aardappel, peen, ui/knoflook, koolgewassen, kroot en een aantal bladgewassen (ijssla, spinazie, witlof) en pompoen. De conclusies per gewas zijn verwoord in hoofdstuk 4 Discussie en Conclusies.

Samenvattend kan gesteld worden dat onderscheidbaarheid op smaak en gezondheidsbevorderende stoffen puur en alleen door biologische teeltwijze niet zonder meer gegarandeerd is. Gemiddeld kennen biologische producten, door gebruik van organische mest, een "rustiger" groei, en daardoor een vastere textuur (consistentie) van het product. De variatie daarin is echter te groot om biologisch onderscheidend te zijn.

Wel kan de biologische sector door de juiste keuzes in de teelt en afzet de **smaak** van haar producten en de gehalten aan gezondheidsbeïnvloedende stoffen verbeteren. Dit kan de keerzijde hebben van een deels lagere productie, of in sommige perioden het ontbreken van product van Nederlandse herkomst. Verder zal er een grotere inspanning gepleegd moeten worden om een gezond, smaakvol en representatief product op de markt te brengen. Dit omdat naast de standaard hogere arbeidinzet, inherent aan de biologische teeltwijze, het biologische teeltproces minder stuurbaar is. Om toch kwalitatief goed en betrouwbaar product te kunnen aanbieden, zullen negatieve uitschieters op het gebied van smaak, inhoudstoffen en uiterlijke kwaliteit opgespoord en uitgeselecteerd moeten worden.

***Sturing** op goede smaak en extra gezonde inhoudsstoffen kan door bewuste raskeuze, aangepaste biologische teeltwijze en bewaar- en afzetmaatregelen.*

Door **raskeuze** met een bepaald smaakbeeld en hoge gehalten aan gezondheidsbevorderende stoffen kan de biologische teelt zich onderscheiden. Bepaald moet dan eerst worden welk smaakbeeld of smaakvariatie gewenst is. Als er rassen zijn die hieraan beantwoorden, moeten deze in redelijke mate productief zijn. Lagere opbrengsten zijn tot zekere grenzen acceptabel. De acceptabele opbrengstderiving verschilt per product en is afhankelijk van de teeltkosten en marktprijs. Daarnaast moeten de gekozen rassen genoeg ziekte en plaagwerend zijn om ze redelijkerwijs biologisch te kunnen telen. Bij het ontbreken van rassen die aan deze eisen voldoen, ligt er een (langer termijn) taak voor de biologische veredeling.

Een **terughoudende inzet van mineralen** en gebruik van organische mest geeft gemiddeld een rustigere groei van de gewassen. Daardoor krijgt het biologisch product een andere textuur (consistentie), wat zich onder andere uit in een hoger drogestof gehalte en een andere "beet".

Door de mindere voorspelbaarheid van het vrijkomen van mineralen uit organische mest (afhankelijk van vochttoestand van de grond en temperatuur) kunnen zich plotselinge groei-explosies voordoen, die de consistentie negatief beïnvloeden. Door monitoring daarop kunnen deze negatieve uitschieters van de markt geweerd worden.

Ook kunnen door het plotseling vrijkomen van mineralen uit organische mest de mineralengehalten meer oplopen dan voor het biologische afzetdoel gewenst of toegestaan is, bijvoorbeeld nitraat in peen voor peensap of in spinazie voor babyvoeding. Door monitoring dienen deze partijen van de markt geweerd te worden.

Seizoengebonden teelt garandeert eerder het gewenste smaakbeeld en de gehalten aan gewenste stoffen. Bij teelt en afzet aan de 'randen' van het seizoen moeten door monitoring de negatieve uitschieters van de markt geweerd worden.

Ook buiten het seizoen is er legitieme vraag naar goed smakend biologisch product. Hieraan kan door teelten in zuidelijke landen voldaan worden. Per product is daarvoor een goed Europees of globaal netwerk van biologisch teelt nodig, waarbij naast de smaak ook de energiebalans van buitenlandse teelten positiever moet zijn dan van lokale teelt. Anders is het wellicht beter om "neen" te verkopen aan de biologische consument.

Bewaringcondities zijn ook bij biologisch product gericht op fysieke kwaliteitbehoud. Veelal loopt behoud van smaak daaraan parallel, maar per teeltjaar en herkomst kunnen hierin verschillen optreden. Monitoring hierop is nodig om slecht smakende partijen uit de bewaring van de markt te weren.

Door de relatief kleine omvang van de biologische productie zijn de bewaringcondities in de praktijk niet altijd geoptimaliseerd. Goede bewaarcondities zijn een eerste en absolute basisvoorwaarde voor een concurrerend product.

Goede, maar relatief goedkope bewaarmethoden, als bewaring in de kuil, kunnen bij aan aantal producten het onderscheidende karakter van biologisch product versterken.

Smaak- en kwaliteitsbehoud in de keten: Voor behoud van de fysieke kwaliteit, smaak en gewenste inhoudstoffen is geconditioneerde verwerking en afzet een basisvoorwaarde. Ook hierin dient de relatief kleinschalige sector te professionaliseren. Dit proces is gaande maar dient sterk doorgezet te worden waarbij zoveel mogelijk de identiteit van het biologische product behouden moet worden.

Uitstalleven in natuurvoedingswinkel

De uitstraling van het biologische product in de winkel is qua versheid en presentatie niet altijd optimaal. Hiervoor zijn velerlei oorzaken. Door lage omloopsnelheid van het product, minder koelvitruines en minder mogelijkheden van nachtkoeling, deels terechte terughoudendheid tegen verpakking, en deels door onwetendheid van bedienend personeel, krijgt duur biologisch product niet de aandacht die het verdient. Regelmatige training hierin op de winkelvloer vanuit de winkelformule kan deze problemen oplossen.

Bewustwording en beleving van biologisch product en productiewijze naar de consument.

Hoewel door de biologische sector op dit gebied al veel gedaan wordt, blijft het een probleem deze boodschap steeds weer goed naar de consument over te brengen. Dit komt doordat meestal aan het product zelf niet te zien is dat het biologisch geproduceerd is.

Daar waar de biologische teeltwijze aan het product zichtbaar te maken is zonder de kwaliteit daaraan te kort te doen, moet dat als eerste gebeuren. Voorbeelden kunnen zijn ongewassen peen en aardappelen in het schap en die bij verkoop eventueel op verzoek van de klant te wassen. Dit soort zaken moet, waar mogelijk, per biologisch product ingevuld worden.

Verder kan bij het product deze info meegegeven worden:

- Koop op productnaam
- Recepten steeds startend met de "teeltachtergrond/ herkomst" van het product
- Verwijzing naar site van telersherkomst
- Informatie over logistieke stappen keten voor smaak en kwaliteitsbehoud
- Open dagen bij teler
- Houdbaarheidsdatum
- Bewaartips voor thuis
- Bereidingstips ter behoud van smaak
- Smaakadviezen van de winkelier
- Acties; bijvoorbeeld: Elk seizoen week van de smaak.
- Combinatie met dressing, wijnen, andere gerechten
- Wat zeker niet doen (smaakbederf, reductie van gezonde inhoudsstoffen)

Door consequente toepassing van bovenstaande wordt de smaak en gezondheidsidentiteit van het biologische product versterkt naast de al sterke identiteit van biologische teelt- en afzetwijze. Groenten staan al bekend als gezond. Als ook gehalten aan gezondheidsbevorderende stoffen versterkt wordt, is dat een extra plus.

Samenvattend:

Komende jaren zal, met behoud van de identiteit van biologische teelt, gestreefd moeten worden naar een herkenbaar, smaakvol, extra gezond en aantrekkelijk biologisch product.

Hiervoor moet een samenhangende "actieplan" opgesteld en uitgevoerd worden.

Deze verdiepende literatuurstudie "Onderscheid op Kwaliteit" is daarvoor een eerste basis.

Suggesties voor Aanpak en werkwijze.

De precieze invulling zal per gewas moeten plaatsvinden in samenspraak met belanghebbende ketenpartijen. Bij de uitvoering zal prioriteitkeuze naar de gewassen gemaakt moeten worden.

Daarna kunnen per gewas eendoelen voor smaak, gehalten aan inhoudsstoffen en uiterlijke kwaliteit geformuleerd worden.

Het proces zal gepaard moeten gaan met een goed te evalueren stappenplan op jaarbasis, met korte en lange termijn doelstellingen

Ervaringen met al lopende projecten rond smaak en onderscheidbaarheid kunnen hiervoor als leidraad dienen.

*Per gewas zijn vervolgens kort weergegeven de **belangrijkste smaak- en gezondheidstoffen**, en de factoren die de gehalten van deze stoffen beïnvloeden:*

Aardappel

De *smaak* wordt vooral bepaald door glyco alkaloiden en reducerende suikers en de knoltextuur (kookbaarheid).

Het gehalte aan smaakstoffen wordt bepaald door raskeuze, bemesting, teelt- en afzet- omstandigheden.

De textuur wordt bepaald door de raskeuze, N-bemesting en groeiomstandigheden.

Belangrijke extra *gezondheidsbevorderende stoffen* zijn bij aardappel niet bekend.

Voor gezondheid negatieve stoffen zijn glyco alkaloiden. Nitraat bij aardappel is geen probleem vanwege de lage gehalten. Bij bereiding als "bakken" geeft meer nitraat een donkerder product.

Peen

De *smaak* wordt vooral bepaald door: suikergehalte (zoetheid) en bittere stoffen.

Zoetheid wordt bepaald door ras, bemesting, hoeveelheid zonlicht en neerslag tijdens de teelt, rijpheid en mechanische stress. Bittere smaak wordt vooral bepaald door grondsoort, rijpheid, mechanische stress, bewaartemperatuur en wijze verwerking (versnijden). Ethyleenvorming tijdens bewaring stimuleert bittere smaak.

Belangrijke extra *gezondheidsbevorderende stoffen* zijn caroteen en farcinol/facarindiol. Het gehalte aan caroteen wordt bepaald door ras, grondsoort, hoeveelheid zonlicht (straling) tijdens de teelt, oogst- en bewaarmethode, bewaartemperatuur en bereidingswijze (koken/stampen). Farcinol/facarindiol gehalte is vooral afhankelijk van ras en bewaartemperatuur.

Ui

De *smaak* wordt vooral bepaald door de suikers, het gehalte aan zwavelverbindingen (S-alkyl cysteine sulfoxiden), de mate van afbraak daarvan door het enzym pyrovaat en bereidingswijze (rauw, gekookt of gebakken).

Het suikergehalte (zoetheid) wordt bepaald door ras en selenium (veel selenium geeft minder zoetheid).

Het gehalte aan zwavelverbindingen wordt bepaald raskeuze, bemesting (vooral stikstof en zwavelbemesting), hoeveelheid neerslag en de temperatuur tijdens de teelt, door rijpheid, wijze van verwerking (snijden van ui).

Het gehalte aan het enzym pyrovaat is rasgebonden en afhankelijk van bemesting (meer selenium leidt tot minder pyrovaat) en wellicht het drogestof gehalte (praktijkervaring). Bereidingswijze: bij bakken van uien

hebben suikers *en* eiwitten invloed op de smaak. Na koken wordt vooral de zoetheid merkbaar. Belangrijke *gezondheidsbevorderende stof* naast de zwavelverbindingen is het flavonol “quercetine”. Het gehalte aan quercetine is afhankelijk van raskeuze, stikstofbemesting, maar varieert ook sterk per teeltjaar.

Koolgewassen

De mate van bittere *smaak* bij koolgewassen wordt vooral bepaald door het gehalte aan glucosinolaten, vooral sinigrine en progoitrine. Het gehalte aan deze smaakstoffen wordt bepaald door raskeuze en door zwavelbemesting. Daarnaast is de bereidingswijze bepalend voor de smaak. Bereiding in de magnetron houdt meer glucosinolaten vast dan conventioneel koken.

Belangrijke *gezondheidsbevorderende stoffen* bij koolgewassen zijn ook de glucosinolaten (sinigrine, progoitrine en glucoraphanine) en vitamine C. Het vitamine C - gehalte wordt bepaald door temperatuur en straling.

Kroot

De *smaak* wordt bepaald door geosmin en suikergehalte. Geosim is verantwoordelijk voor het gronderig aroma component in de smaak van kroot. Het gehalte aan geosim wordt bepaald door raskeuze, groei problemen (bijv. wateroverlast), rijpheid en bereidingswijze (schillen). Van nature heeft kroot een hoog suikergehalte. De smaak wordt mede bepaald door een goede suiker/geosim-balans.

Gezondheidsstoffen: Kroot is van nature rijk aan ijzer, kalium en foliumzuur.

Krotenblad kan een hoog nitraatgehalte hebben als gevolg van veel stikstofaanbod, lage temperatuur en lage straling.

Kleurstof. Voor de rode kleur bij kroot is de groep van betalain stoffen verantwoordelijk waarvan betanin de belangrijkste is. Het gehalte aan deze kleurstoffen wordt bepaald door pH van de grond, neerslag, temperatuur en straling tijdens de groei.

Bladgewassen (sla en spinazie, witlof) en pompoen

De *smaak* in spinazie wordt bepaald door oxalaat en gereduceerde suikers.

Het gehalte aan smaakstoffen wordt bepaald door raskeuze en groeiomstandigheden en groeistadium van het gewas. Sla is vrij neutraal van smaak. De consistentie van het blad (zachtheid, vastheid) wordt bepaald door raskeuze en hoeveel beschikbaar vocht tijdens de groei.

Belangrijke *gezondheidsbevorderende stoffen* in bladgewassen zijn eiwitten en de vitaminen A, B en C.

Hoge bemesting en minder straling verlagen het vitamine C gehalte. Negatief voor de gezondheid kunnen zijn het nitraatgehalte in alle bladgewassen en oxaalzuur met name in spinazie. Nitraatgehalte wordt bepaald door raskeuze, stikstofaanbod en hoeveelheid licht tijdens de teelt. Oxaalzuurgehalte wordt bepaald door raskeuze, neemt toe onder lichtarme groeiomstandigheden en neemt af bij rijper wordend gewas.

De *smaak* in witlof wordt vooral bepaald door bitterheidsgehalte. De bitterheid wordt vooral bepaald door de raskeuze. De invloed van de trekmethodes is minder duidelijk.

De *smaak* in pompoen wordt vooral bepaald door aroma en zoetheid. Vooral aroma is rasgebonden. De zoetheid wordt naast het ras, ook beïnvloed oogstmoment en door de bewaarduur.

1 Inleiding

Kwaliteit is bij consumptiegewassen in de akkerbouw en groenteteelt een veelomvattend begrip. Het project “Onderscheid op kwaliteit” richt zich op kwaliteitsaspecten van *gezondheid- en smaak-* bepalende inhoudstoffen in de biologische sector.

Biologische producten staan er om bekend gezond en lekker te zijn. Door de biologische teeltwijze zijn er bijvoorbeeld nauwelijks pesticide residuen op de producten te vinden zijn. Op de overige punten is dit imago tot nu toe echter slecht onderbouwd.

De biologische sector is tot op heden weinig actief op om dit positieve imago ook daadwerkelijk in te vullen. Er wordt voldaan aan de keurmerkgeregels (geen pesticiden) en afnemereisen (nitraatgehalte). Daarna gaat men er als vanzelfsprekend vanuit dat biologisch geteeld product gezonder en lekkerder is. Dit blijkt uit onderzoek gemiddeld ook wel zo te zijn, echter de variatie tussen producten en partijen is zeer groot. Soms scoren biologische geteelde producten zelfs slechter dan gangbare geteelde producten.

Mogelijkheden voor de biologische sector om het positieve smaak- en gezondheidsimago actiever in te vullen lijken wel aanwezig. Dit kan zowel in de keten als in de teelt. Wat smaak betreft is de Tasty Tom tomaat hiervan een goed voorbeeld.

Ook zijn er tussen rassen van tal van producten grote verschillen in gehalten gevonden van gezondheidsbevorderende stoffen en smaak beïnvloedende stoffen zoals flavenoiden, glucosinolaten, vitamine C, suikers en smaakstoffen. Teeltmaatregelen hebben in een aantal gevallen invloed op inhoudsstoffen zoals bemesting (o.a. nitraat en glucosinolaat), oogsttijdstip (o.a. smaak), perceels- en grondsoortkeuze.

In onze huidige westerse maatschappij waar een overproductie is van voedsel met daarbij voor de meeste producten ruime keuzemogelijkheden (rassen, soorten, grootte, kleur, etc.) hebben levensmiddelen een tweede functie gekregen, namelijk als leverancier van genot. Men wil niet meer uitsluitend eten om zijn lichaam te voeden, maar men wil er ook plezier aan beleven en het moet smakelijk zijn. De consument wil meer variatie, wil gemak en stelt hogere eisen aan smaak en kwaliteit (van Kruistum 2005).

De specifieke smaak of geur van verse groenten heeft in de laatste tientallen jaren ten opzichte van andere kenmerken minder aandacht gekregen in de teelten en de keten. Geur en smaak worden tot nu toe niet of onvoldoende betaald, wel lijkt een kentering zoals bij tomaat in de laatste tien jaar heeft plaatsgevonden, nabij. De belangrijkste bronnen van variatie voor smaak of geur binnen het groentegewas zijn ras, gekoppeld aan grondsoort en oogsttijdstip. Het naar voren halen van de specifieke smaak en geur van vollegroondsgroenten en deze ook in de keten én in de tijd (smaakconsistentie) te handhaven zal voor de consument belangrijker worden (dezelfde smaak wordt verwacht bij elke aankoop) en biedt de teler, veiling, handel en detaillist mogelijkheden om beter te voldoen aan de speciale wensen van de klant.

De kennis over smaak- en inhoudstoffen is verspreid en tot nu toe slecht gesynthetiseerd tot uitvoerbare teelmaatregelen. Daarom is het noodzakelijk om de huidige kennis rond mogelijke beïnvloeding van gezondheids en smaak bepalende inhoudstoffen te verzamelen. Deze informatie dient te worden geanalyseerd en waar mogelijk vertaald naar concrete teelmaatregelen. De kennislacunes worden aangegeven waarop een advies voor verder op te pakken onderzoek kan worden gebaseerd.

De mogelijke teelmaatregelen worden opgepakt in de praktijknetwerken (themagroep productkwaliteit) en verder getoetst op uitvoerbaarheid, effectiviteit en kosten.

Als vervolg op een eerste voorverkenning is deze verdiepende literatuurstudie uitgevoerd. Waar in de voorverkenning de bovengenoemde problematiek vanuit de literatuur in algemene termen de inhoudsstoffen en smaakstoffen zijn onderzocht, is in deze literatuurstudie, specifiek de invloed van teelt- en ketenfactoren per gewas in beeld gebracht. Daarnaast is aangegeven of deze teelt- en ketenfactoren “stuurbaar” zijn.

In matrixen is per gewas en per smaak- of inhoudsstof de invloed van alle ketenfactoren in één overzicht getoond. Daaruit kunnen gemakkelijk de totale mogelijkheden van beïnvloeding van smaak – of

inhoudstoffen worden afgeleid.

In hoofdstuk Discussie en Conclusie worden per gewas de smaakbepalende en gezondheidsbevorderende stoffen samengevat en op hun stuurbaarheid vanuit biologische teeltwijze en afzetketen beoordeeld.

Vervolgens worden een aantal aanbevelingen gedaan om onderscheid op kwaliteit van biologische producten te versterken.

Daarnaast zijn aanbevelingen gedaan om de niet direct herkenbare kwaliteitscriteria, voortvloeiend uit de biologische teelt- en afzetwijze, beter onder aandacht van de klant te brengen.

De textuur van gewassen is een wezenlijk onderdeel van de smaakbeleving. In het algemene gedeelte (hoofdstuk 2) wordt op textuur nader ingegaan. Bij de literatuurstudie per gewas wordt textuurproblemen als vezeligheid, meligheid, houtig product, enzovoort, niet meer nader besproken omdat met het huidige rassensortiment in combinatie met de juiste teeltmaatregelen en oogsttijdstip deze problemen normaliter geen probleem behoeven te zijn. Smaakbevorderende textuur eigenschappen (consistentie) zijn wel aan de orde gesteld.

2 Algemene inhoudstoffen en smaakstoffen

2.1 Belangrijke gezondheid beïnvloedende inhoudstoffen

2.1.1 Algemeen

Vermindert broccoli de kans op kanker? Zo, ja, hoeveel moet ik er dan van eten? Op welke manier kan broccoli verwerkt worden in een gezond voedingspatroon? Het zijn vragen die consumenten zichzelf stellen. Zij weten dat groenten en fruit gezond zijn, maar hoe gezond is gezond in dit geval? Er valt hier nog veel te winnen. Niet alleen kunnen groenten en fruit nog gezonder, ook zou het bijvoorbeeld goed zijn om ze te voorzien van etiketten waarop de inhoudsstoffen en gezondheidsvoordelen staan vermeld. Daarnaast is het belangrijk dat garanties kunnen worden gegeven over de hoeveelheid gezonde stoffen die er in zitten (Lier, 2006).

Belangrijke inhoudstoffen van voedingsmiddelen voor de mens zijn algemeen bekende basisstoffen aminozuren/eiwitten, vetten/oliën, koolhydraten (zetmeel/suikers), mineralen en vitamines. Bothma (1956) geeft van deze stoffen de volgende beschrijving:

- *Aminozuren*: zijn de bouwstenen voor eiwitten, enzymen en genetisch materiaal. Acht tot tien essentiële aminozuren, die niet door het lichaam zelf worden gesynthetiseerd, zijn: lysine, tryptofaan, fenylalanine, leucine, isoleucine, threonine, methionine en valine voor de volwassen mens en histidine en arginine voor kinderen.

- *Vetten/oliën* dienen zowel als bouwsteen en als brandstof voor het lichaam.

- *Koolhydraten* (zetmeel/suikers) zijn vooral een bron van brandstof voor het lichaam.

- *Mineralen en sporenelementen* dienen vooral als bouwsteen voor het lichaam. Het verschil tussen mineralen en sporenelementen (micro-elementen) wordt bepaald door de hoeveelheid die het lichaam nodig heeft. Belangrijke macro-elementen zijn: calcium, magnesium, fosfor, natrium en kalium. Essentiële micro-elementen zijn: chroom, koper, jodium, fluor, zink, mangaan, molybdeen, selenium en ijzer.

Selenium is een sporenelement dat tegenwoordig in de belangstelling staat, omdat het essentieel is voor de vorming van bepaalde enzymen in het lichaam bij de natuurlijke verdediging tegen oxidanten.

Selenium zit vooral in vis, vlees, noten en tarweproducten. Selenium is een essentieel micro element voor mensen en dieren. Verondersteld wordt dat selenium een rol speelt bij het afremmen van de groei van kankertumoren bij dieren

Ijzer speelt in levende organismen een belangrijke rol. Het eiwit hemoglobine dankt zijn activiteit aan ijzerionen. Verder is ijzer is een belangrijk bestandsdeel van veel enzymen.

Dit ijzer moet wel in de vorm van organische ijzerhoudende verbindingen worden opgenomen, die gevonden kunnen worden in voedselbronnen zoals o.a. peulvruchten en bonen. De gelijktijdige consumptie van Vitamine C bevordert de opname van ijzer. Het menselijk lichaam heeft dagelijks ongeveer 15 mg ijzer nodig (van Kruistum 2005).

- *Vitamines* zijn hulpstoffen voor het lichaam, hebben invloed op enzymatische processen en spelen bijvoorbeeld een rol in de opbouw en afbraak van vetten en in de energie huishouding. Ze zijn belangrijk voor een goed functionerend zenuwstelsel, immuunsysteem en voor de foliumzuurhuishouding. Een aantal vitamines, zoals het belangrijke vitamine C is een sterke antioxidant. Dat wil zeggen een stof die voorkomt dat andere stoffen een verbinding met zuurstof aangaan. Het wordt zelf gemakkelijk geoxideerd. Bij koken gaan ongeveer 20-50% van de vitamines verloren (van Kruistum 2005).

Belangrijke vitamines zijn:

Provitamine A of carotenoides wordt geleverd door bijvoorbeeld wortelen, spinazie, broccoli. Beta-caroteen (Vitamine A) wordt verminderd door bijvoorbeeld gebrek aan stikstof.

Vitamine C (ascorbinezuur) wordt geleverd door o.a. bloemkool, broccoli kool, veldsla, peterselie, venkel.

Vitamine C wordt gemakkelijk vernietigd door koken of pasteuriseren. Vitamine C wordt vermeerderd als de plant blootgesteld wordt aan oxidatieve stress, dat veroorzaakt kan worden door fel zonlicht, droogte, lage stikstofbeschikbaarheid of herbicide. Wanneer groente niet zo vers meer is, gaat het vitamine C gehalte sterk achteruit. Bij erwten en broccoli verdwijnt na de oogst per dag tot tien procent van de hoeveelheid vitamine C, bij spinazie zelfs meer dan vijftien procent.

Vitamine B1 (thiamine) wordt geleverd door onder andere aardappelen en groenten als venkel, koolrabi, pastinaak en kervel.

Vitamine B2 (riboflavine) komt o.a. voor in broccoli, asperges en spinazie. Riboflavine is sterk lichtgevoelig, echter zeer warmtestaabel, zodat het bij het koken behouden blijft.

Vitamine B11 (foliumzuur) speelt een grote rol bij de ontwikkeling van de hersenen en het ruggemerg van de foetus. Zij is ook betrokken bij de stofwisseling van eiwitten en vetten en bij de vorming van rode bloedlichaampjes. Komt o.a. voor in bladgroenten (kropsla en andere slasoorten, spinazie), groenselderij, andijvie. Ook spruitjes en broccoli zijn goede leveranciers.

Vitamine K wordt geleverd door o.a. groene groenten (broccoli), selderij-achtigen, spinazie, boerenkool, bloemkool, doperwten.

Overige gezondheidsbevorderende inhoudstoffen. Er is nog een groep van diverse stoffen, waar in het verleden geen, of slechts een ondergeschikte betekenis voor menselijke voeding en gezondheid aan werd toegeschreven. Van een aantal van deze inhoudstoffen wordt tegenwoordig een gezondheidsbevorderende werking verwacht of verondersteld (van der Mheen, 2005). Een korte opsomming van de hoofdgroepen van deze "overige stoffen" is in tabel 1 opgenomen.

Tabel 1. **Groep "overige inhoudstoffen" uit planten.**

Groep	Subgroepen	Komt voor in:	gezondheids- werking	smaak/geur/kleur
Plantenzuren	Citroenzuur	Vruchten	neutraal	zure smaak
	Appelzuur	Vruchten	neutraal	zure smaak
	Oxaalzuur	rabarber, spinazie, etc	neutraal/negatief	zure smaak, en calcium binder
	Wijnsteenzuur	Druif		
Kleurstoffen	chlorophyl/bladgroen	alle groene plantedelen	neutraal	
	carotenoïden	o.a. in peen, maïs, tomaat, spinazie, broccoli (B-caroteen) Worteltjes, tomaten (A-caroteen) Spinazie, broccoli (Luteïne)	soms specifieke anti-oxidatieve werking, B-caroteen is precursor vitamine A	kleurstof: geel tot rood.
Glucosinolaten		Brassicaceae	anti-oxidatieve werking tegen borst-, prostaat- en darmkanker.	in verwerking kan gehalte oplopen; bitterstoffen.
(poly)fenolen	flavonoiden, cafeïnezuur. Lignanen	Knoflook, prei, ui (Quercetine)	anti-oxidatieve werking, beschermers tegen hart- en vaatziekten	kleurstof; geel
	Anthocyanen	o.a. in koolsoorten		kleurstof: paars, rood, blauw; kleuromslag door pH verandering.
aetherische oliën	Citrusolie	citrusvruchten etc		Geurstof
	Anijsolie	venkel, etc		Geurstof
	Muntolie	muntsoorten etc		Geurstof
	Karwij olie	karwij		Geurstof
	Karvon			Geurstof
Looistoffen			beperkt negatief	wrange smaak
Alkaloiden			giftig	
Fermenten of enzymen		Tal van organismen	sommigen hebben positieve werking op spijsverteringen darmflora	

Vele van deze “overige inhoudstoffen” komen van nature al voor:

Zo vormen **glucosinolaten** een groep van verbindingen die van nature voornamelijk voorkomen in zaden en planten behorende tot de familie van de Cruciferae (kruisbloemigen) (zie tabel 2). Er zijn ongeveer honderd verschillende glucosinolaten bekend. In groenten van het Brassica geslacht, waartoe o.a. kool, broccoli, bloemkool, spruitjes en rapen behoren, komen een minder groot aantal glucosinolaten voor (slechts ca. 15-20), maar deze dragen wel in grote mate bij aan de dagelijkse inname van glucosinolaten in de Westerse wereld.

Groenten van kruisbloemigen familie worden zowel rauw als na verschillende bereidingswijzen gegeten. Alle vormen van bereiden veroorzaken een zekere mate van afbraak van glucosinolaten. Koken leidt in het algemeen tot 30-60% reductie van het totale glucosinolaatgehalte in groenten. Dit percentage is afhankelijk van het type glucosinolaat en het type groente. Het verlies van deze bestanddelen wordt grotendeels toegeschreven aan het uitspoelen in het kookwater en voor ongeveer 10% aan afbraak. Er zijn aanwijzingen dat in gevriesdroogde groenten weinig glucosinolaten voorkomen.

Tabel 2. **Glucosinolaatgehalte (mg/100 gr) bij verschillende groenten.**

	Rauw
Witte kool	60
Rode kool	66,9
Koolraap (wortel)	137,4
Koolraap (blad)	119,4
Boerenkool	82,5
Bloemkool	65,4
Savooiekool	209

Carotenoïden zijn natuurlijke gele, oranje en rode pigmenten die worden aangetroffen in vele gekleurde vruchten en groene bladgroenten (zie tabel 3).

Het carotenoïde gehalte van de gekookte groenten is hoger dan van de rauwe groenten. Er zijn ook studies die het tegenovergestelde beweren.

Tabel 3. **Carotenoïdegehalten van verschillende gekookte groenten (ug/g).**

	b-caroteen	a-caroteen	luteïne	lycopeen	Zeaxanthine
Andijvie	15-25	0-0,3	10-30	0-0,7	0-0,3
boerenkool	50-75	0	70-130	0,5-3,5	0-7
Bospeen	45-50	24-27	1-3	0-0,4	0-0,6
Prei	3-5	0-0,03	7-10	0-0,1	0
Sla (rauw)	5-12	0-0,3	5-14	0-1,7	0-2
Spinazie	24-29	0-0,4	50-70	0-7,5	0-0,8
Waspeen	70-85	30-40	2-3	0-0,2	0-0,7
winterpeen	65-95	30-40	3-4	0-0,3	0-0,7

Flavonoïden vormen een groep van pigmentverbindingen, die voornamelijk voorkomen in groente en fruit (zie tabel 4). Flavonoiden bestaan uit flavonolen, flavonen, flavanonen, anthrocyanides, catechines en biflavonen. Quercetine en kaemferol zijn voorbeelden van flavonolen en luteoline en apigenine zijn voorbeelden van flavonen. Flavonolen komen voornamelijk in thee, uien, appels en rode wijn en in mindere mate in prei en bessen voor.

Tabel 4. Flavonoïdegehalte in microg/100i in een aantal groentegewassen.

	Quercetine	kaempherol	myricitine	luteoline
Boerenkool (g)	11	21		
Prei (g)	3			
Uien (g)	35			
Tuinbonen (g)	2		3	
Sperziebonen (g)	4	0,5		
Paprika (r)			1	
Bleekselderij (r)				11

(g) = gekookt; (r)= rauw (van Deventer, 1999)

Nitraat

Nitraat is op zich een betrekkelijk onschuldige stof. Echter ca. 5% ervan wordt in ons lichaam omgezet in nitriet en vervolgens soms in nitrosaminen. Deze kunnen gevaarlijk zijn. Nitriet belemmert o.a. de zuurstofopname in het bloed, wat vooral bij zuigelingen en kleuters voor ademhalingsproblemen kan zorgen. Sommige nitrosaminen zouden kankerverwekkend zijn. Driekwart van het nitraat dat we dagelijks binnenkrijgen, komt uit groente. Nitraat komt van nature voor in groene bladgroenten en bieten. Een hoog nitraatgehalte in het gewas wordt veroorzaakt doordat de plant meer stikstof opneemt dan die op dat moment kan omzetten in eiwitten. Factoren die van invloed kunnen zijn op deze onwichtige opname zijn: te veel gemakkelijk opneembare stikstof (kunstmest) en een ongunstige licht-warmte-verhouding (voorjaar/najaar/kas). In (kunst)mest zit stikstof en dat wordt in de bodem omgezet in nitraat. Onder invloed van warmte gaat dit proces nog sneller. Nitraat kan ook direct in de kunstmest voorkomen als bijvoorbeeld ammoniumnitraat. De plant neemt dit nitraat vervolgens op. Staat de plant in het volle licht, dan zet hij het nitraat voor een groot deel om in eiwitten. Daardoor bevatten Nederlandse zomergroenten en groenten uit zonnige landen doorgaans minder nitraat dan groente die buiten het zomerseizoen in kassen is geteeld. Verder neemt het nitraatgehalte af naarmate een gewas beter is gerijpt (langer op het land staat). Bij de consument leeft de verwachting dat biologische groente een lager nitraatgehalte zullen hebben dan gangbare, omdat in de biologische landbouw weinig kasteelt zou plaatsvinden en het gebruik van kunstmest verboden is (van Kruistum 2005).

2.1.2 Voor biologische sector

Groenten en fruit zijn van nature al rijk aan gezonde inhoudstoffen. Over het algemeen zijn de gehalten aan deze gezondheid bepalende inhoudstoffen niet sterk verschillend tussen biologische producten en gangbare producten. Volgens, door het Louis Bolk Instituut (LBI) wereldwijd verzamelde onderzoekspublicaties zou biologische geteelde groenten en fruit gemiddeld meer vitamine C en meer anti-oxidanten bevatten (Huber 2005). Tegenwoordig zijn ook negatieve stoffen als hoge mineraalgehalten, zware metalen en residuen bij gangbaar product zeer beperkt en veelal binnen de normen. Een recent onderzoek gepubliceerd door de consumentenbond (Consumentengids februari 2006) wees uit dat nagenoeg alle gangbare groenten op deze schadelijke inhoudstoffen gelijkwaardig waren aan biologische groenten.

Voor de biologische sector die sterk aan bewustwording van de gangbare sector heeft bijgedragen, is dit resultaat op zich een groot compliment. Wel vervalt daarmee een deel van de onderscheidbaarheid en zodoende op dit punt in de ogen van het grote publiek een stukje bestaansrecht voor de biologische teelt.

Voor deelmarkten blijft residuvrij product met lage mineraalgehalten vereist. Een sprekend voorbeeld daarvan is spinazie voor babyvoeding. Een biologische teeltwijze is daarvoor het meest geëigend. Ook toprestaurants eisen in toenemende mate biologisch geteelde producten. Zo zijn er meer deelmarkten waarvoor de biologische teelt en afzetwijzen specifiek vereist is.

2.2 Smaakstoffen en textuur

2.2.1 Introductie

In het rapport *Smaakconsistentie van groentegewassen in de keten: een verkenning* (van Kruistum, 2005) is het complexe geheel van smaak en smaakbeleving beschreven.

De smaakpapillen van de mens kunnen zoet, zuur, zout en bitter goed waarnemen. De smaakpapillen voor zoet zitten vooral op het puntje van de tong. Ook het smaakversterkende 'umami' wordt wel gerekend tot de vijfde smaak. De vier of vijf basis smaakstoffen verklaren echter niet hoe vruchten of groenten smaken. De smaakwaarneming is een complex geheel en wordt vooral veroorzaakt door vluchtige componenten die door de neus worden waargenomen (aroma). Hoe het aroma wordt waargenomen is afhankelijk van de samenstelling en textuur van het voedingsmiddel, de temperatuur en de wijze waarop het in de mond uiteenvalt. Het aroma bestaat vaak uit vele chemische verbindingen die soms in uiterst lage concentraties (in delen per miljoen of zelfs delen per miljard) aanwezig zijn. Een rijk aroma bevat vaak honderden geurige componenten. De gewenste smaak wordt onder andere beïnvloed door demografische factoren: tussen etnische groepen en verschillende leeftijdsgroepen kan de voorkeur sterk variëren. Pasgeborenen hebben een voorkeur voor zoet. Het eten van voedsel met bittere of zure bestanddelen zal in de loop der tijd moeten worden aangeleerd. Bij smaak wordt onderscheid gemaakt in:

- ✓ *de smaakcomponenten zout, zuur, zoet en bitter*
- ✓ *aromatische stoffen*
- ✓ *textuur gerelateerde kenmerken (bijv. knapperigheid, hardheid)*
- ✓ *sensorische smaakbeleving versus onafhankelijk meetbare smaakgerelateerde inhoudstoffen.*

Mensen zijn tegenwoordig veel meer gehaast. Daardoor is men minder in staat om complexe zaken waar te nemen en heeft men weinig rust om de subtiele smaakverschillen op zich te laten inwerken. Zo een persoon zal eerder kiezen voor geprononceerde smaken die geen inspanning vragen van de proever. De slechte smaak van een groeiend aantal mensen heeft merkbare effecten op ons dagelijks eten.

2.2.2 Smaak- en geurstoffen

Zoals voornoemde literatuurstudie aan geeft, zijn smaak en aroma erg onvatbare en subjectieve kwaliteitseigenschappen.

Met smaak wordt meestal in literatuur (en ook in deze literatuurstudie) een combinatie van smaak en geur bedoeld. Deze zijn samengesteld uit zoetheid, zuur en aroma, welke corresponderen met suikers, zuren en vluchtige stoffen. Andere componenten van smaak bevatten bitterheid bijvoorbeeld gerelateerd aan sesquiterpene lactonen in witlof. De waarneming van zoetheid (vooral suikers) is één van de meest belangrijke smaakcomponenten van vrucht en groente en deze smaak wordt gewijzigd door zuurheid of zuurgehalten en aroma componenten.

In voedingsgewassen komen veel smaakbeïnvloedende stoffen voor. Veel van die stoffen hebben ook voedingswaarde, en zijn zodoende ook in hoofdstuk 2.1 genoemd.

Bij de bereiding komen door het beschadigen van cellen enzymen vrij, o.a. lipoxygenase, die weer kunnen leiden tot een verandering van smaak.

De belangrijkste geur- en smaakstoffen kunnen in de volgende groepen worden ingedeeld: niet gebonden suikers, organische zuren, bitterstoffen, vluchtige terpenoïden, fenolen, aromatische stoffen en aminozuren.

Niet gebonden suikers

Niet gebonden suikers bestaan vooral uit glucose, fructose en sucrose. Groenten en fruit als peen en aardbei met een hoog gehalte aan vrije suikers worden al snel als smaakvol gekwalificeerd. Fructose is het zoetst en glucose is minder zoet dan sucrose. Het suikergehalte wordt gewoonlijk weergegeven met SSC (soluble solid contents) en kan met een refractometer worden bepaald. Veredelaars selecteren vaak op een hoog SSC om de zoetheid te verhogen. Het bepalen van de individuele suikers is een stuk moeilijker.

Koolhydraat

In de scheikunde is een koolhydraat (ook wel suiker of sacharide genoemd) een bepaald type verbinding van koolstof-, waterstof- en zuurstofatomen waarbij de waterstof en zuurstofatomen in een verhouding van 2:1 voorkomen. Ook derivaten met andere atoomtypen en andere verhoudingen worden wel onder de suikers gerekend zolang ze dezelfde basisstructuur hebben. Suiker is in het dagelijkse gebruik de naam van een zoet smakende chemische verbinding die veel in de keuken wordt gebruikt.

Organische zuren

Organische zuren komen in verschillende gehalten voor in groenten en fruit. Citroenzuur, oxaalzuur en azijnzuur zijn veelvoorkomende organische zuren en spelen een rol in biosynthese processen. Afhankelijk van het gehalte spelen zij een grotere of kleinere rol in de smaakbeleving van groente en fruit.

Bitterstoffen

In spruiten en witlof komen van nature bitterstoffen voor, ook wel zwavelachtige verbindingen. Deze kunnen een rol spelen in afweerreacties tegen insectenvraat. In spruitkool komen bitterstoffen voor die behoren tot de groep van glucosinolaten. De belangrijkste zijn sinigrine, glucobrassicine en progoitrine. De bitterheid van spruitkool is een opvallend onderdeel van de smaak. Ook de smaak van witlof wordt sterk bepaald door de hoeveelheid aanwezige bitterstoffen. Inmiddels zijn er bij witlof een zestal bitterstoffen bekend, waaronder lactucine en lactucopicrine. Deze behoren tot de groep van sesquiterpeenlactonen.

Vluchtige terpenoiden

Deze groep van stoffen kan worden onderscheiden in monoterpenen zoals pinene en limonene en sesquiterpenen zoals betacaryophyllene. Een te hoog gehalte van deze stoffen (boven 35-40 ppm) kan bij peen een wrange smaak veroorzaken. Hiertoe behoren carotinoïde zoals lutein en lucopen, steroïde en limonoïde.

Fenolen

Polyfenolen zorgen voor de kleur van de vrucht, ze hebben ook een anti-oxidatieve werking, d.w.z. dat ze de schadelijke werking van zuurstof tegengaan. Polyfenolen beïnvloeden de bitterheid en volheid van smaak en stabiliteit. Van deze groep kan bijv. isocoumarine worden genoemd die bij een te hoog gehalte een bittere smaak in peen kan veroorzaken.

Aromatische stoffen

Vluchtige esters en aldehyden zijn van belang voor de typische geur en fruitige smaak van bijvoorbeeld aardbei.

Aminozuren

De aminozuren alanine en glutamine zuur beïnvloeden onder andere de smaak van peen.

Een eiwit of proteïne is een biopolymeer dat bestaat uit één of meerdere ketens van aminozuren verbonden door peptideverbindingen. Functies van eiwitten zijn vaak van structurele of metabole aard. Zo zorgen ze bijvoorbeeld voor de celstructuur. Tevens verzorgen ze vele levensfuncties, zoals transport van voedingsstoffen, aanmaak van lichaamseigen stoffen en vertering.

2.2.3 Textuur

De structuur en het droge stofgehalte van groenten heeft invloed op de beleving ervan in de mond; de zogenaamde "beet". Deze is afhankelijk van de raskeuze van een gewas, de snelheid van groei, de rijpheid bij oogst en de verder "afrijping" in bewaring en/of uitstalleven.

- De nieuwe rassen worden voorafgaand aan vermarkting getest op een goede textuur (consistentie), waarbij rassen met negatieve aspecten zoals vezeligheid, draderigheid, verhouting of meligheid enz. uitgeselecteerd zijn

- Door een rustige groei van het gewas zal gemiddeld bij biologisch product het droge stofgehalte hoger zijn. Daardoor is de structuur "vaster" maar zijn ook de smaakstoffen meer geconcentreerd. Dit geeft een meer intense smaakbeleving, vanwege het minder waterige product.

- Oogstrijpheid: Ook een later geogst, rijper gewas, vertoont vaak een hoger droge stofgehalte, waardoor er een meer intense smaakbeleving ontstaat. Producten hebben echter maar tijdelijk een optimaal rijpheidstadium. Vooral bij overrijp toestand van een product, hoewel uiterlijk nog goed, kan dat grote invloed hebben op de smaak en ook de beet. Sommige producten bijvoorbeeld appels verliezen de friszure of zoete smaak en worden als "melig" ervaren.

Ook in het uitstalleven en bewaring staan de processen, die de textuur beïnvloeden, niet stil. Een duidelijk zichtbaar aspect is het "slap" worden, zoals bijvoorbeeld bij slagewassen bij lang uitstalleven kan optreden.

In bewaring gaan de processen, die de naast de smaak ook de consistentie veranderen, langzaam bij optimale bewaaromstandigheden, maar ze zijn bij een aantal gewassen onmiskenbaar. Een voorbeeld is het taai worden van krotten, waardoor een langere kooktijd nodig is

Samengevat zijn de processen, die inspelen op de textuur bij biologisch product, niet anders dan bij gangbaar geteeld product, met uitzondering van de gemiddeld hogere droge stofgehalten, veroorzaakt door een meer rustige groei (iets anders omschrijven).

2.2.4 Voor biologische sector

Uit kopersgedrag onderzoek blijkt dat biologisch geteelde groente en fruit gekocht worden door bijna 40% van de ondervraagden. Hiervan koopt 20% meestal biologisch en 80% soms. Redenen om biologisch te kopen zijn milieu (31%), gezondheid (22%), smaak (21%), geen bestrijdingsmiddelen (16%). Tegelijkertijd denkt 31% van de ondervraagden dat ook in biologische teelt gewasbeschermingsmiddelen worden gebruikt en 42% denkt dat dit niet het geval is.

Algemene beïnvloeding van smaak, enkel en alleen door een biologische teeltwijze, is moeilijk aantoonbaar. Verwacht mag worden dat de groei van biologisch product rustiger is, door de gematigde inzet van meststoffen. Daardoor zal bijvoorbeeld de consistentie of textuur (hoger droge stofgehalte e.d.) steviger zijn, wat een andere smaakbeleving geeft. Helaas kunnen andere belangrijke groeifactoren (straling, temperatuur en neerslag) het effect van gematigde inzet van meststoffen verstoren. Daardoor kunnen de verschillen in textuur van jaar tot jaar en tussen de teelten binnen eenzelfde jaar, groot zijn; te groot om daarmee op dat punt een gemiddeld biologisch onderscheidbaar product neer te kunnen zetten.

Per product zijn er wel smaakverschillen door verschil in teeltwijze bekend. Een voorbeeld daarvan is de trek van witlof in de grond in plaats van op water. Veelal zal grondgetrokken lof vaster zijn en sneller bitter. Het bittereffect kan nog versterkt worden door een witlofras te gebruiken dat als eigenschap heeft meer bitter te zijn.

2.3 Onderscheid en stuurbaarheid

2.3.1 Onderscheidbaarheid

Voor de mens is het eerste onderscheid tussen partijen van hetzelfde product meestal het uiterlijk. Als één van de onderdelen neemt kleur daarbij een grote plaats in. De interactie met smaak/gezondheid en uiterlijk komt met name naar voren bij voedsel. Verkleuringen of het ontbreken van kleuren, een rimpelig oppervlak en andere veranderingen in de visuele eigenschappen worden door de mens geassocieerd met een negatieve verandering in de smaak en stevigheid (Langhout e.a. 1995) of met een minder gezond product. Ook zijn er positieve interacties met kleur en uiterlijk, afhankelijk van het product. Een rood gekleurde appel wordt vaak aantrekkelijker gevonden dan een groen gekleurde. Bij groente is een hardgroene kleur de beleving van sterk, gezond product, en een geel product vaak een teken van overrijp of oud product. Daarentegen is het geel doorkleuren van een appel weer een teken dat deze rijper en smaakvoller wordt.

Onderscheidbaarheid op smaak is voor de mens vaak een 'ervaringsbeleving', geassocieerd met uiterlijke verschillen in productkenmerken. De consument onthoudt deze associaties en kan ze vaak automatisch weer terughalen. Hij weet intuïtief dat een banaan gemiddeld zoeter is dan een citroen. Tussen partijen van hetzelfde product is de ervaringsbeleving minder sterk. Hoe ziet de consument dat de ene partij witlof bitterder is dan de andere partij? Ook binnen een partij kan er variatie in smaak zitten. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij aardbeien. Een op smaak uniforme partij is van belang voor vervolgaankopen.

Directe onderscheidbaarheid op inwendige smaak- en gezondheidverschillen van het product in het winkelschap is dus voor de consument moeilijk vast te stellen. Gesteld kan worden dat (verse) groenten en

fruit voor de Nederlandse consument toch een “positieve” uitstraling qua gezondheid hebben. Deze positieve uitstraling is gebaseerd op, en wordt gewaarborgd door een heel stelsel van wet- en regelgeving, eigen kwaliteits- en verhandelingsvoorschriften van ketenpartijen, interne en externe controle instanties en kritische consumentenorganisaties. Dit geldt zowel voor gangbare als voor biologische producten.

Als het product zelf te weinig herkenningmiddelen heeft, zijn er “herkenningfactoren” nodig om associaties met eerdere, positieve smaakbeleving die moeten leiden tot herhalingsaankoop. Dit geldt ook voor extra gezondheidsaspecten die producten bezitten.

Herkenningfactoren zijn sterk productafhankelijk en zullen daardoor zeer verschillend van aard ingevuld moeten worden. Het kunnen vrij grove indicatoren zijn, zoals vermelding productiestreek (Spaanse meloenen) of eigen naam (Elstar, Jonagold) tot meer verfijnde technieken (bepaling/vermelding minimale suikergehalte tomaten).

2.3.2 Stuurbaarheid

In de primaire productie en in de afzetketen zijn een aantal meer of minder stuurbare factoren die invloed hebben op inhoudstoffen, op smaakbeleving en op uiterlijke productkwaliteit. Deze factoren zijn vaak zeer gewasspecifiek.

Met name in de primaire productie is de stuurbaarheid niet altijd even gemakkelijk. Ook al is bekend welke invloed een bepaalde factor of eigenschap heeft, dan is vaak een wisselwerking met, of de invloed van andere teelfactoren die het niveau van de gewenste eigenschap uiteindelijk bepaalt. Daardoor is de mate van stuurbaarheid vaak niet te voorspellen. Door in de teelt zo veel mogelijk zorg te dragen voor de juiste teelfactoren kan wel richting gegeven worden aan het gewenste niveau. Vervolgens zal op moment van vermarkten de partijen met onvoldoende smaak, inhoudstof of uiterlijke kwaliteit uitgesorteerd moeten worden. De kwaliteit van het geoogste product heeft een belangrijk effect op de smaak van de gemaksgroenten. Een manier om dat te garanderen is een uniform oogstproduct. Rasvariatie en omgevingsfactoren hebben hier een grote invloed op. Bijvoorbeeld de vluchtige stoffen in peen bestaan hoofdzakelijk uit mono- en sesquiterpenen en peenrassen verschillen in het relatieve gehalte aan vluchtige terpenoiden. Groei, oogsten en bewaarcondities hebben effect op het gehalte aan vluchtige stoffen als ook op het gehalte aan suikers en carotenoiden. Ook na oogstbehandelingen zoals bewaren in ethyleen verrijkt atmosfeer, blootstelling aan schimmels, verwonding en variatie in bewaartemperatuur en vochtigheid hebben ook een effect op het oogstproduct.

De manier van verwerking en bewaring beïnvloedt inhoudstoffen en is dus inzetbaar als stuurfactor. Groente bevat de meeste voedingsstoffen wanneer ze vers is. Wanneer groente verwerkt is of verwerkt wordt, gaat gemiddeld de voedingswaarde achteruit, met name het gehalte vitamine C. Bij erwten en broccoli verdwijnt na de oogst per dag tot tien procent van het hoeveelheid vitamine C, bij spinazie zelfs meer dan vijftien procent. Bij goede verwerking kan het verlies van voedingswaarde beperkt blijven.

Ingevroren groente hoeft weinig onder te doen van verse groente. Bij invriezen en inblikken wordt groente vaak kort geblancheerd. Bij een korte hittebehandeling blijft meer dan tachtig procent van de vitamines behouden. Groente uit blik of pot bevat iets minder vitamines, maar vormt nog steeds een goed alternatief. Bij het schillen en snijden van groente gaat vitamine C verloren. De celstructuur raakt beschadigd en de vitamine C oxideert onder invloed van zuurstof. Bovendien komt er bij groene groenten een enzym vrij (ascobase), dat vitamine C afbreekt. Voorgesneden groente kan dus minder vitamine C bevatten dan ongesneden groenten. Dit verlies zal beperkt blijven als de voorgesneden groente luchtdicht is afgesloten. Gesneden groente kan het beste niet te lang bewaard worden.

www.voedingscentrum.nl/voedingscentrum/public/Dynamisch/

Conclusies:

Door verbeteringen bij het gangbare geteelde product is de onderscheidbaarheid van biologisch product de laatste jaren kleiner geworden. Voor versterking van de marktpositie is het noodzakelijk om de onderscheidbaarheid biologisch product te vergroten.

Bovenstaande in hoofdstuk 2 heeft laten zien, dat hiervoor aanknopingspunten zijn op het gebied van inhoudstoffen en smaak.

In de volgende hoofdstukken is, specifiek voor een aantal gewassen vanuit de vakliteratuur in beeld gebracht welke speciale gezonde inhoudstoffen en smaakstoffen bij betreffend gewas zo een onderscheidbaar product kan opleveren door gerichte keuzes in de biologische teelt (ras, grondsoort, bemesting, oogsttijdstip enz.) en biologische afzetketen (smaakrijp product, vers, snel geleverd enz.).

3 Smaak- en inhoudstoffen per gewas

3.1 Aardappel

Ook bij de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen dient te worden ingespeeld op maatschappelijke ontwikkelingen. Dit betekent ondermeer dat er in de markt steeds zwaardere eisen worden gesteld aan de kwaliteit van het product. Daarnaast legt de consument in toenemende mate nadruk op een milieuvriendelijke teeltwijze van voedselgewassen.

Tafelaardappelen moeten er uiterlijk goed uitzien, mogen geen inwendige gebreken hebben en moeten van het gewenste kooktype zijn. De fritesindustrie heeft een hoogwaardige grondstof nodig om tegen een zo laag mogelijke concurrerende kostprijs een kwaliteitsproduct te kunnen maken. Voorts mogen er in de grondstof geen te hoge gehalten aan schadelijke stoffen voorkomen, zoals residuen van gewasbeschermingsmiddelen, zware metalen en nitraat. Voor de zetmeelindustrie moet de grondstof eveneens aan de meeste van de hierboven genoemde eisen voldoen. Daarnaast vormt de mate van vuilinsluiting een belangrijk kwaliteitsaspect. Voor zowel frites- als zetmeelaardappelen geldt, dat het gehalte aan (reducerende) suikers laag moet zijn, wat ondermeer eisen stelt aan de teelt en de bewaring (Loon, 1993).

3.1.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen

De gemiddelde inhoudstoffen van aardappel zijn weergegeven in tabel 5. Aardappelen zijn vooral een koolhydratenbron. Verder krijgt de Nederlander veel van de benodigde vitamine C via aardappel binnen, niet zozeer omdat het gehalte daarvan zo hoog, maar omdat er aardappelconsumptie in Nederland relatief hoog is.

Tabel 5. **Aantal algemene opvallende inhoudstoffen voor aardappel (USDA)*.**

Samenstelling wortel (per 100 gram)		Rauw	Gekookt
Water		83,3 gram	77,5 gram
Suikers	Sucrose		0,19 gram
	Glucose		0,37 gram
	Fructose		0,30 gram
Koolhydraten		12,4 gram	20,0 gram
Zetmeel		15,4 gram	
Eiwit		2,6 gram	1,7 gram
Vet		0,1 gram	0,1 gram
Vitamine C		11,4 milligram	7,4 gram
Beta-caroteen		1 microgram	
Alfa-caroteen		0 microgram	

USDA national nutrient database for standard reference release (2005)

Aardappelrassen: De Nederlandse consument let bij de aankoop niet zozeer op de smaak als wel op de kookbaarheid (textuur). Consumptie aardappelrassen worden in de rassenlijst ingedeeld naar zogenaamde kooktypen. In West Europa wordt een schema van 4 kooktypen A, B, C en D gehanteerd, variërend van A is vastkokend tot D een zeer melig loskokend kooktype (Rassenlijst Landbouwgewassen 2006). Het gewenste kooktype is afhankelijk van de persoonlijke voorkeur van de koper en het gebruiksdoel (bijvoorbeeld voor bakken, frituren of stampot).

Toch zijn er duidelijke smaakverschillen, waar kenners ook oog voor hebben. Veel aardappelliefhebbers zien in het voorjaar uit naar de *Opperdoezer Ronde*. Andere zweren weer bij *Eigenheimer* of *Desiré*. Ook in het ons omringende buitenland kent men meerdere rassen met bijzondere smaak of kleur. Enkele voorbeelden:

Het ras *Vitelotte noir* is een prachtige zwart-paarse aardappel met een iets bloemige kastanjesmaak. Het ras *Roseval* is ook van binnen roze en als erg vaste aardappel bijzonder geschikt voor salades. Ook het ras *Ratte d' Ardeche* is een vroege aardappel met nootachtige smaak, geschikt voor salades en om als hele aardappel in de schil te koken of te poffen (www.vergetengroenten.nl).

Vaak zijn deze rassen minder productief, of minder glad dan wel gevoeliger voor ziekten. Teelt van dergelijke rassen is vooral voor de biologische teler een bijzondere uitdaging.

3.1.2 Kwaliteitsaspecten

Naast de raskeuze vindt de consument een aantal kwaliteitsaspecten erg belangrijk. Ze wil een schone, goed ogende aardappel, dat wil zeggen zonder veel aanhangende grond, zonder beschadiging en een gladde schil, die niet is aangetast door schurft of bezet met een groot aantal sclerotiën van *Rhizoctonia*. Onderhuidse verkleuringen veroorzaakt door blauw of rooibeschatiging worden door de consument als een hinderlijk en veel voorkomend kwaliteitsgebrek ervaren. Verder vraagt de consument een aardappel zonder of met slechts zeer geringe residuen van zware metalen, gewasbeschermingsmiddelen en kiemrem middelen en lage gehalten aan natuurlijke, ongewenste stoffen als nitraat en glyco-alkaloiden. Daarnaast legt de consument steeds meer nadruk op een milieuvriendelijke productiewijze van de aardappel.

De aardappelverwerkende industrie legt een nog steeds toenemende nadruk op kwaliteit. Behalve de al eerder genoemde residuen van ongewenste – al dan niet natuurlijke – stoffen, onderhuidse beschadigingen en pokschorft, stelt de industrie ook eisen aan de bakkwaliteit, het onderwatergewicht en de neiging tot grauwwerking na voorbakken van bijvoorbeeld frites.

De belangrijkste kwaliteitskenmerken van zetmeelaardappelen zijn: een hoog zetmeelgehalte, een laag suikergehalte en het ontbreken van uitwendige beschadiging en pokschorft. Laatstgenoemde kwaliteitsgebreken kunnen indirect tot verontreiniging van het zetmeel leiden (Loon, 1993).

Blauw

De aanwezigheid van blauw wordt door de kopers van tafelaardappelen nog altijd als belangrijkste kwaliteitsgebrek genoemd. Ook in de verwerkende industrie zorgt blauw voor problemen in de vorm van sorteerverliezen en maatregelen om het optreden van blauw te beperken. Onderhuidse verkleuringen, waar ook blauw deel van uitmaakt, zijn veelal een gevolg van te ruwe behandeling bij de oogst en/of het transport. Knollen met blauw vertonen bij het schillen plaatselijk een blauwe tot blauwgrijze verkleuring van het weefsel. De gevoeligheid voor blauw is rasafhankelijk. Naast rasverschillen speelt ook bemesting een belangrijke factor. De bemesting met kali en chloor spelen wel een belangrijke rol in het beperken van de blauwgevoeligheid. Al lang wordt de kalibemesting door veel telers gebruikt om de blauwgevoeligheid van aardappelen te beperken (Loon, 1993).

De blauwverkleuring van het aardappelweefsel is een gevolg van de oxidatie van bepaalde **fenolen**, voornamelijk het aminozuur tyrosine, maar ook chlorogeenzuur en koffiezuur, door het enzym phenoloxylase. Voor het tot stand komen van deze reactie moeten het enzym en de fenolen bij elkaar komen en is voor de oxidatie zuurstof nodig. Door dit oxidatieproces ontstaat het donkergekleurde melanine. Bovengenoemde reactie kan alleen plaatsvinden als celwanden en celmembranen beschadigd of kapot zijn. Wanneer de cellen niet beschadigd worden, kan er geen blauwverkleuring optreden (Jong, 1985). Aardappelen moeten voorzichtig behandeld worden en voor het sorteren worden opgewarmd tot 15°C (Bonthuis e.a., 2005).

Aan fenolen wordt een *anti-oxidante werking* toegeschreven. In onderzoek van Hamouz bleek het gehalte aan polyfenolen in aardappel bij geen gebruik van pesticiden significant hoger (Hamouz, 1999).

Drogestof gehalte en onderwatergewicht

Het drogestofgehalte van de knol wordt vooral bepaald door de mate waarin de cellen gevuld zijn met zetmeel. In de praktijk wordt veelal gesproken van onderwatergewicht. Drogestofgehalte en onderwatergewicht zijn zeer nauw met elkaar verbonden, zodat het onderwatergewicht een goede maat is voor het drogestofgehalte van aardappelen. Het drogestofgehalte ligt meestal tussen 18 en 24%, hetgeen overeenkomt met een onderwatergewicht van respectievelijk 325 en 450 gram.

Bij tafelaardappelen bepaalt – naast het ras – het onderwatergewicht in belangrijke mate of een aardappel melig of vast kookt. Een hoger onderwatergewicht geeft gemiddeld een meliger kokende aardappel. Het hangt van de bestemming af of melig – dan wel vastkokende aardappelen gewenst zijn. Bij een hoger

onderwatergewicht hoeft er tijdens de verwerking tot frites en chips minder water te worden verdampt. Dit verhoogt het rendement van verwerking en zorgt ervoor dat de producten minder vet opnemen. Wanneer het onderwatergewicht erg laag is, kan er tijdens het productieproces niet genoeg water worden verdampt. Bij de productie van frites zijn te natte, slappe frites het gevolg. Een vrij hoog onderwatergewicht is hier dus gewenst. Voor de productie van frites wordt een onderwatergewicht van 380 tot 420 gram ideaal geacht, terwijl in de praktijk veelal een ondergrens van 360 gram wordt gehanteerd. Voor de productie van chips moet het onderwatergewicht hoger zijn dan 400 gram.

Ras, neerslag, temperatuur, lichtintensiteit, bodem, bemesting: alle groeifactoren spelen een rol. Het onderwatergewicht is in sterke mate een raseigenschap. Naast het ras beïnvloeden ook de groeiomstandigheden het onderwatergewicht. In het algemeen kan worden gesteld dat factoren die de loofgroei stimuleren, het onderwatergewicht van de knollen verlagen en dat factoren die de knolgroei bevorderen het onderwatergewicht verhogen. Op grond die veel stikstof nalevert, is het onderwatergewicht doorgaans lager dan op een humusarme grond. De toename in het onderwatergewicht is het sterkst tijdens het eerste deel van de groeiperiode. Het oogsttijdstip, beter gezegd tijdstip van loofvernietiging, heeft dan ook invloed op het onderwatergewicht. Wanneer het groeiseizoen voortijdig wordt beëindigd, blijft het onderwatergewicht lager dan wanneer het gewas uit had kunnen groeien. De vochtvoorziening speelt een belangrijke rol bij de totstandkoming van het uiteindelijke onderwatergewicht. Wanneer de voorziening niet optimaal is, wordt er weliswaar minder droge stof geproduceerd, maar het drogestofgehalte van de knollen neemt toe. Dit betekent dat het onderwatergewicht toeneemt. Ook bemesting heeft een belangrijke invloed. Stikstof verlaagt in het algemeen het onderwatergewicht. Hetzelfde geldt voor de kalibemesting (Loon, november 1993).

Kleigrond levert gemiddeld een meliger aardappel dan zand- en dalgrond. Bij een zware N- en K-bemesting wordt de aardappel minder melig. Dit is ook het geval als het gewas voortijdig afsterft, bijvoorbeeld ten gevolge van de weersomstandigheden, door het optreden van Phytophthora of door branden. (Bonthuis, 2002).

Glazigheid

Glazigheid ontstaat door sterke onttrekking van zetmeel aan de knol. Glazigheid kan optreden nadat in een gewas 'doorwas' (nieuwe knolvorming na een periode van groeistilstand) van is opgetreden (Loon, november 1993).

Gehalte aan reducerende suikers

Tijdens bakproces in chips en fritesindustrie en ook bij drogen van aardappelen, treden er soms ongewenste (bruin of zwarte) verkleuringen in het product op. De oorzaak van deze verkleuringen is een reactie tussen reducerende suikers en aminozuren de z.g. Maillard-reactie. Om deze verkleuringen en de daarmee optredende smaakverslechtering (bitter) te beperken, geeft de industrie de voorkeur aan aardappelen met een laag gehalte aan reducerende suikers. Dit suikergehalte is vooral afhankelijk van het ras en de temperatuur tijdens de bewaring. Naarmate het bewaarstadium vordert, neemt het gehalte aan reducerende suikers meestal toe. Deze toename hangt samen met de bewaarstemperatuur. Omdat de chipsindustrie de hoogste eisen stelt aan het gehalte aan reducerende suikers dienen aardappelen die voor dit doel worden bestemd bewaard te worden bij een temp van 7 à 10°C. Voor fritesaardappelen is de meest geschikte bewaarstemperatuur 5 à 8°C. Als het gehalte aan reducerende suikers toch nog te hoog is, kan men proberen om het teveel aan suikers te laten verademen door enkele weken voor de verwerking de temperatuur tot ongeveer 20°C te verhogen. Dit reconditioneren of ontzoeten van aardappelen heeft echter lang niet altijd het beoogde effect.

Veel factoren hebben invloed op het reducerende suikergehalte: ras, rijpheid, bemesting, weersomstandigheden, bewaaromstandigheden en fysiologische leeftijd van de knol. Saturna heeft bijvoorbeeld een lager gehalte aan reducerende suikers dan Bintje. Saturna is daardoor geschikt voor de productie van chips, terwijl van Bintje doorgaans wel goede frites, maar geen goede chips zijn te maken. Bij zetmeelaardappelen moet worden gestreefd naar een zo laag mogelijk gehalte aan suikers. Deze suikers ontstaan immers ten koste van zetmeel. Naarmate het gewas afrijpt, neemt het suikergehalte van de knollen af; enkele weken voor het volledig afsterven van het loof bereikt het suikergehalte zijn dieptepunt. Wanneer het loof wordt vernietigd voordat de knollen het minimale suikergehalte hebben bereikt, heeft het gehalte tijdens de bewaring ook de neiging om sterker toe te nemen dan bij volledig uitgerijpte knollen. In

dit mechanisme speelt ook de stikstofbemesting een rol. Stikstof vertraagt immers de afrijping en verhoogt de kans dat een te groen gewas moet worden geklapt of doodgespoten, waarbij het minimumsuikergehalte in de knollen nog niet is bereikt. De bewaartemperatuur heeft een grote invloed op het suikergehalte. Een temperatuur van 8-10 graden C geeft de minste kans op suikeroophoping. Bij een dergelijke bewaartemperatuur zal echter doorgaans te veel kieming optreden. Als compromis tussen deze twee kwaden wordt als bewaartemperatuur 5-6°C geadviseerd (Loon, november 1993).

Voor chips worden hogere eisen gesteld dan voor frites. Het maximale gehalte voor chips is 0,2% en voor frites 0,5%. Bij puree voor de snackfabricage is een laag suikergehalte ook een strenge eis (Bonthuis, 2002).

Glyco-alkaloïden

Glyco-alkaloïden komen voor in alle delen van de aardappelplant. Het zijn stoffen die in hoge dosering giftig kunnen zijn. In de aardappelknollen komt het hoogste gehalte vlak onder de schil voor. Wanneer het gehalte hoger is dan 150 mg per kg, kan mogelijk een bittere smaak worden waargenomen. Aardappelen met zulke hoge gehalten zijn niet geschikt voor consumptie. Aardappelen die onder invloed van licht groen zijn geworden, zijn zonder meer te herkennen als knollen met meestal een hoog gehalte. Ze zijn dan ook ongeschikt voor consumptie. Wanneer knollen niet groen zijn, is dat echter geen garantie voor een laag glyco-alkaloïdegehalte. Het oplopen van het gehalte aan glyco-alkaloïden gaat namelijk sneller dan het proces van groen worden. Het gehalte aan glyco-alkaloïden wordt door een aantal factoren beïnvloed: ras, blootstelling aan licht, rijpheid, beschadiging, groeiomstandigheden.

Er zijn grote verschillen tussen rassen in hun gehalte aan glyco-alkaloïden. Bij het inkruisen van resistenties worden vaak wilde aardappelsoorten gebruikt die soms een hoog gehalte aan glyco-alkaloïden hebben. Naast de gewenste resistentie wordt dan soms ook een hoog gehalte aan glyco-alkaloïden ingekruist. Van de andere factoren geeft blootstelling aan (rood) licht verreweg de sterkste toename van het glyco-alkaloïdegehalte (Loon, november 1993).

Het SGA-gehalte (glycoalkaloïdegehalte) van rassen voor de teelt van zetmeelaardappelen mag het meerjarige gemiddelde van het ras Astarte niet overschrijden. Voor rassen met resistentie tegen teeltbedreigende ziekten kan een uitzondering worden gemaakt, maar deze uitzondering wordt met terughoudendheid toegepast. Zetmeelaardappelen met een SGA-gehalte hoger dan dat van Ehud zijn niet geschikt voor consumptie.

Het SGA-gehalte van rassen voor de teelt van consumptieaardappelen mag niet hoger zijn dan het gecombineerde, meerjarige gemiddelde van de rassen Diamant en Innovator, met als beperkende voorwaarde dat het meerjarig gemiddelde van een nieuw toe te laten consumptie-aardappelras niet hoger mag zijn dan 10 mg SGA per 100 gram versgewicht (Bonthuis, 2002).

Door te schillen worden waarschijnlijk 60-96% van de aanwezige glycoalkaloïdes verwijderd (Wszelaki 2005). 140 microgram/gr solane wordt als bitter ervaren.

Grauwverkleuring na koken en voorbakken

Aardappelen kunnen na koken of voorbakken een blauwgrijze verkleuring vertonen. Deze verkleuring wordt veroorzaakt door een niet-enzymatische reactie. Hierbij wordt een verbinding gevormd tussen chlorogeenzuur en ijzer. Bij blootstelling aan zuurstof gaat deze verbinding over in een blauwgrijze stof. Bij het al of niet optreden van deze verkleuring speelt het gehalte aan citroenzuur een belangrijke rol. Een hoger gehalte aan citroenzuur verlaagt de pH waardoor de grauwverkleuring wordt verminderd. Belangrijk is het echter dat citroenzuur zich – net als chlorogeenzuur – aan ijzer kan binden en daarmee een kleurloze verbinding vormt. Het is daarom vooral de verhouding tussen de gehalten aan chlorogeenzuur en citroenzuur die de mate van grauwverkleuring bepaalt. De mate van grauwverkleuring is in de eerste plaats sterk rasafhankelijk. De grauwverkleuring kan verder worden beïnvloed met de bemesting. Het element kalium vermindert de grauwverkleuring, de elementen stikstof en chloor versterken haar. Grauwverkleuring treedt gemiddeld sterker op bij aardappelen die afkomstig zijn van zandgrond dan bij aardappelen afkomstig van kleigrond. Daarnaast hebben de omstandigheden tijdens het groeiseizoen invloed: na een koel, nat groeiseizoen vertonen aardappelen vaak meer grauwverkleuring (Loon, november 1993).

Nitraatgehalte

Het nitraatgehalte van aardappelknollen is de afgelopen jaren als kwaliteitseigenschap in de belangstelling komen te staan. Er zijn inmiddels afnemers die eisen stellen aan het maximale nitraatgehalte van partijen aardappelen. Enerzijds bevatten de meeste consumptie-aardappelen relatief weinig nitraat: 50 – 200 mg per kg versgewicht. In vergelijking met (blad) groenten is dit een laag gehalte. Anderzijds leveren de aardappelen een relatief groot aandeel aan onze nitraatconsumptie, doordat de aardappel een belangrijke plaats in ons menu inneemt. Hierbij zij opgemerkt dat onze gemiddelde dagelijkse nitraatconsumptie ruim onder de daarvoor gestelde normen blijft en dat pieken in nitraatopname niet door aardappelen, maar door groentesoorten met een hoog gehalte worden veroorzaakt. De factoren die het nitraatgehalte van aardappelen beïnvloeden, kunnen worden verdeeld in twee categorieën: factoren die niet (of nauwelijks) en factoren die wel door de teler kunnen worden beïnvloed. Het weer is de belangrijkste factor die een teler niet in de hand heeft. Met name door warme, droge periodes aan het eind van het seizoen kan het nitraatgehalte flink stijgen. De mogelijkheden voor de teler beperken zich – afgezien van beregening – tot het zorgen voor een goede waterhuishouding van de grond door zorg te dragen voor een goede bodemstructuur. Tijdens langere droogteperiodes kan dit natuurlijk niet voorkomen dat er toch vochttekort optreedt. In hoeverre de temperatuur en wellicht de hoeveelheid zonneschijn een afzonderlijke rol spelen is niet bekend.

De factoren waarmee de aardappelteler het nitraatgehalte duidelijk kan sturen, zijn rassenkeuze en bemesting. Rassen verschillen heel duidelijk in nitraatgehalte. Voor de teelt op stikstofrijke grond, of wanneer de afnemer een laag nitraatgehalte vraagt, kan worden gekozen voor een ras met een laag nitraatgehalte. De bemesting is de tweede bestuurbare factor. Met name de stikstofbemesting speelt een hoofdrol. Hoe hoger de stikstofbemesting, hoe hoger het nitraatgehalte. Met name de combinatie van een hoge stikstofbemesting en droogte, geeft kans op een hoog nitraatgehalte. Een hogere kalibemesting verhoogt eveneens het nitraatgehalte, maar het effect hiervan is veel kleiner dan dat van de stikstofbemesting (Loon, 1993).

Naast het ras hebben ook veel teeltmaatregelen invloed op de kwaliteit van product, productiewijze en de ha-opbrengst. Naast de rassen, moeten ook de teeltmaatregelen er op gericht zijn de teelt zo goed mogelijk aan de verschillende eisen te laten voldoen. De aardappelteler weet uit eigen ervaring hoe moeilijk het is om een combinatie van raseigenschappen en teeltmaatregelen vast te stellen die aan het eind van het seizoen voor alle eigenschappen het optimale resultaat blijkt te hebben geleverd.

Er is echter nog een manier om met minder stikstof aardappelen te verbouwen en toch de opbrengst op peil te houden. Dat middel is het telen van een ras met een latere rijptijd dan Bintje. Naarmate een ras later afrijpt, dus minder vroegrijp is dan Bintje, blijkt het ras onder gelijke teeltomstandigheden langer groen dan Bintje. Een ander gegeven is dat een lagere stikstofbemesting zorgt voor een vroeger afrijpend gewas. De combinatie van deze twee dingen maakt dat een ras dat van nature later afrijpt dan Bintje, dezelfde groeiperiode als Bintje kan volmaken met een lagere stikstofbemesting (Loon, 1993).

Een te late afrijping kan negatieve gevolgen hebben voor de knolkwaliteit (te laag onderwatergewicht, minder goede bakkleur), het maakt de loofvernietiging moeilijker, terwijl daarnaast het risico voor ongunstige oogstomstandigheden groter wordt naarmate het seizoen vordert. Het uitgangspunt moet zijn dat ongeveer 10 september het gewas zover afgerijpt moet zijn dat het loof kan worden vernietigd en er naar kan worden gestreefd om voor 1 oktober te rooien.

Over het algemeen is het zo dat bij een hoog onderwatergewicht de kans op blauwgevoeligheid groter is. Een mogelijkheid is in geval van een hoog onderwatergewicht de blauwindex aan een monster te bepalen en als de index hoog is – door een extra voorzichtige behandeling het optreden van blauw te beperken. Naast de rasverschillen is bemesting nog een belangrijke factor. Als argument tegen het verlagen van de stikstofgift wordt wel aangevoerd dat de blauwgevoeligheid toeneemt. In principe is dat ook zo, maar het effect is bij het Nederlandse niveau van stikstofbemesting gering. De bemesting van kali en chloor spelen namelijk wel een belangrijke rol in het beperken van de blauwgevoeligheid.

Aardappelen hebben in vergelijking met veel (blad) groenten een laag nitraatgehalte. Bovendien is het gehalte na schillen en koken 50% lager en na schillen en frituren zelfs 70 tot 80% lager. Onze dagelijkse nitraatopname blijft ruimschoots onder de norm die de Wereldgezondheidsorganisatie heeft gesteld. Van de

hoeveelheid nitraat die we opnemen is 15 a 20% afkomstig van aardappelen (van Loon, 1993). Door de Consumentenbond zijn in 1991, 1992 en 1995 aardappelenonderzoeken gedaan. Hieruit valt een conclusie te trekken dat het hoogst mogelijke nitraatgehalte van de biologische aardappelen (75 ppm van 23 partijen) nog bijna twee keer zo laag was als het laagst mogelijke nitraatgehalte van de gangbare aardappelen (143 ppm van 112 partijen) (Stichting Voedingscentrum Nederland).

Bakkleur

De bakkleur is voor de verwerkende industrie een zeer belangrijke eigenschap. Voor de teler is het van belang dat de index voor de bakkleur onder de 4 à 5 (kleurschaal 0 = zeer licht; 6 = donker) blijft, omdat anders wordt gekort op de uitbetaling of de partij voor verwerking wordt geweigerd. Zonder stikstofbemesting wordt vrijwel altijd de beste bakkleur wordt bereikt (van Loon, 1993).

3.1.3 Stuurbaarheid smaak- en inhoudstoffen

In onderstaande tabel 6 zijn de gegevens nog eens samengevat. De *smaak* wordt vooral bepaald door glyco-alkaloïden en reducerende suikers. Het gehalte aan smaakstoffen wordt bepaald door raskeuze, bemesting, teelt- en afzet- omstandigheden. Daarvan kan met raskeuze, grondsoort, bemesting (deels), oogstmoment en oogstmethode de smaak deels gestuurd worden.

Belangrijke extra *gezondheidsbevorderende stoffen* zijn bij aardappel zijn de polyfenolen. Daarnaast is de aardappel etende Nederlander een belangrijke bron van vitamine C.

Voor gezondheid negatieve stoffen zijn glyco-alkaloïden. Door raskeuze, grondsoort, bemesting (deels), oogstmoment en oogstmethode kan het gehalte aan glyco-alkaloïden beïnvloed worden. Nitraat bij aardappel is gemiddeld geen probleem vanwege de lage gehalten. Bij bereiding als "bakken" geeft meer nitraat wel een meer donkergekleurd product. Nitraatgehalte wordt beïnvloed door raskeuze, bemesting, teeltomstandigheden, rijpheid bij de oogst en wijze van verwerking. Van deze factoren zijn de teeltomstandigheden niet stuurbaar.

Tabel 6. **Aardappel; Matrix van ketenfactoren en invloed op inhouds- en smaakstoffen; wel of niet stuurbaar (+ = verhoogt het gehalte; - = verlaagt gehalte; niet ingevuld = onbekend.)**

	Stof	Fenolen		onderwatergewicht		reducerende suikers		glyco-alkaloïden		grauwverkleuring (citroenzuur)		nitraatgehalte	
		Kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar
Ras		+	Ja	+	ja	+	ja	+ -	ja	+	ja	+	ja
Grondsoort				+	ja					+	ja		
Bemesting	stikstof			+	Ja, deels	+	Ja, deels			+	Ja, deels	+	Ja, deels
	fosfaat									+	Ja, deels		
	kali	+	Ja, deels	+	Ja, deels					+	Ja, deels	+	
	microelementen												
Teeltwijze	vroegheid												
groeiomstandigheden	Neerslag					+	neen	+	neen	+	neen	+	neen
	Temperatuur					+	neen	+	neen			+	neen
	Straling					+	neen	+	neen			+	neen
berekening				+	deels							+	deels
pH										+	ja		
Stress													
Rijpheid				+	ja	+	ja	+	ja			+	ja
Oogstmethode		+	ja					+	ja				
Bewaarmethode													
bewaartemperatuur						+	ja						
Afzet	verpakking												
	wassen												
	Snijden											+	ja
	uitstalleven												
	doorloopsnelheid												
					stikstof verlagen		hogere temp minder				kali vermindert grauw		

3.2 Peen

De groep van peengewassen is zeer divers. Bospeen, fijne peen en winterpeen worden voor diverse toepassingen op de verse markt en voor de industrie (babyvoeding, conserven, diepvries, soepgroente, baby carrots als snackproduct) geteeld. Er is bij de consumenten behoefte aan een hoger suikergehalte, een betere smaak van peen en behoud van deze smaakeigenschappen verderop in de keten. Voor de teelt van fijne peen worden de lichtere zavelgronden gebruikt, bospeenteelt vindt vooral plaats op humeuze zandgronden in ZO-Nederland. Winterpeen wordt ook op zwaardere grond in de Flevopolders en op Flakkee geteeld. Peen is vooral populair vanwege zijn lekkere smaak, oranje kleur, relatief goedkoop en vitamine C gehalte (van Kruistum, 2005). Naast suikers en zetmeel is peen de belangrijkste groentebron voor provitamine A carotenoids (speciaal B-caroteen) in het menselijke dieet. (zie tabel 7). Aan B-Caroteen wordt een bepaalde bescherming tegen sommige typen kanker toegeschreven (Kjeldsen, 2003).

Bij peen hangt de eigenschap houdbaarheid redelijk samen met andere worteleigenschappen: waterigheid, nitraatgehalte en smaak. Een slecht houdbare winterpeen heeft minder aroma en smaakt waterig.

Worteltjes zijn niet alleen bijzonder veelzijdig, maar ook nog eens, dankzij zijn hoge gehalte aan caroteen, zeer gezond.

De termen die gebruikt worden om de smaak van wortelen weer te geven zijn: zoet, bitter, pittig, zuur, kruidig, grasachtig en olieachtig veroorzaakt door de hierboven beschreven componenten. Zoals de andere kwaliteitskenmerken kleur, vorm en textuur wordt ook de smaak beïnvloed door ras, rijpheid, bewaring, perceelskeuze en verwerking.

3.2.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen

Worteltjes worden gegeten om hun specifieke smaak en omdat het een gezond imago heeft. Vaak wordt gezegd dat biologisch geteelde peen beter smaakt dan gangbaar geteelde peen. In een studie uitgevoerd in Zweden is gekeken naar het verschil tussen biologisch en gangbaar. In het eerste jaar waren gangbaar gegroeide wortelen zoeter dan ecologisch gegroeide. Er was geen verschil in suikergehalte. De sensorisch gemeten bitterheid van gangbaar geteelde wortelen was lager. In het tweede jaar waren er geen verschillen in zoetheid tussen de beide teeltsystemen. De wortelen waren over het algemeen bitterder dan in het eerste jaar. Biologisch geteelde wortelen waren in één jaar harder en hadden een uitgesprokener nasmaak (Haglund, 1999). Er kon dus geen verschil tussen gangbaar en biologisch geteelde peen worden aangetoond.

Er zijn verschillende factoren die smaak kunnen beïnvloeden: mechanische stress, ethyleenproductie, temperatuur tijdens bewaring en MA-verpakking. Mechanische stress kan afhankelijk zijn van rassen. Mechanische stress en ethyleen zorgen voor een nasmaak en bittere smaak en reduceert de zoete smaak en zure smaak. Heel veel sensorische factoren zijn gerelateerd aan sucrose-gehalte.

Tabel 7. **Inhoudstoffen voor peen (USDA).**

Samenstelling wortel (per 100 gram)		Rauw	Gekookt
Water		88,3 gram	90,2 gram
Suikers	Sucrose	3,6 gram	2,7 gram
	Glucose	1,6 gram	0,4 gram
	Fructose	0,6 gram	0,36 gram
Zetmeel		1,4 gram	0,17 gram
Eiwit		0,9 gram	0,76 gram
Vet		0,2 gram	0,18 gram
Vitamine C		5,9 milligram	3,6 milligram
Beta-caroteen		5800 microgram	8332 microgram
Alfa-caroteen		2800 microgram	3776 microgram

Suikergehalte

Het suikergehalte (sucrose, glucose en fructose) kan aanzienlijk variëren tussen verschillende cultivars.

Door mechanische stress kan het gehalte sucrose en glucose dalen. Het fructosegehalte blijft gelijk. Verhoogde ethyleengehaltes door toediening van ethyleen veroorzaken een verandering in het suikerpatroon in de wortels. Sucrose zal worden omgezet in glucose en fructose. Dit verandert de sensorische eigenschappen van de wortel. Ook door mechanische stress of beschadigingen zal het ethyleengehalte stijgen met eenzelfde effect tot gevolg. Het gehalte suikers is belangrijk voor de smaak van de wortel. Naast een zoete smaak kan het de nasmaak (off-flavor) van bittere inhoudstoffen maskeren (Hoof, 2005).

Caroteen

Caroteen (pro-vitamine A) geeft de wortel de oranje kleur en is daarnaast een belangrijke inhoudstof. In wortel zit vooral B-caroteen. Bij mensen is caroteen belangrijk voor het voorkomen van staar en nachtblindheid. Daarnaast wordt caroteen gezien als een stof die preventief werkt tegen bepaalde typen kanker en cardiovasculaire aandoeningen.

Omdat B-caroteen de precursor is van vitamine A, is het één van de belangrijkste carotenoiden voor mensen. Vandaar ook de naam pro-vitamine A.

Het gehalte caroteen neemt snel af gedurende de bewaring van wortelen bij verschillende temperaturen tussen 7,5 en 30°C. Een halvering gedurende een week is mogelijk. Dit kan een effect hebben op de gevoeligheid voor pathogenen.

Hoe donkerder oranje de kleur, hoe meer beta caroteen. Wortelen moeten niet bij fruit bewaard worden. Fruit produceert namelijk ethyleen (Hoof, 2005).

Als supplement gebruiken van B-caroteen schijnt geen effect te hebben. De belangrijkste stoffen zijn falcarinol en falcarindiol. De concentratie falcarinol in verse wortelen is afhankelijk van wortelweefsel, ras en waterstress alsmede van warmte en straling tijdens de teelt. Het is belangrijk om te weten of wortelen vers of gekookt gegeten moeten worden om mogelijke voordelen te behouden.

Het gehalte aan falcarinol neemt af gedurende bewaring. Na 120 dagen daalt het 35%.

Door blancheren (wat voor invriezen gebeurd) daalt het falcarinol gehalte met 50%. Er moet dus eigenlijk een proces gemaakt worden waarbij ze niet eerst geblancheerd hoeven te worden voordat ze gekookt moeten worden. Bij 3 minuten koken neemt het 50% af. Bij koken tussen 3-15 minuten is de afname nog eens 20% extra (Hansen 2003).

Koken en stampen maakt taaie wanden van groenten zacht, waardoor carotenoiden beter opgenomen kunnen worden in spijsvertering. Carotenoiden zijn de oranje tot gele kleurstoffen die belangrijke anti-oxidanten zijn. Anti-oxidanten gaan weefselbeschadigingen en het dichtslibben van bloedvaten tegen. Bij gekookte groente gaat de opname tot vijf maal beter dan bij rauwe groente.

Vitaminen

Het vitamine C gehalte is afhankelijk van temperatuur en zonneschijn. Om 6 uur 's ochtends is het vitamine C gehalte lager dan om 6 uur 's avonds. De verschillen tussen het gehalte gedurende de dag zijn niet groot. Het gehalte vitamine C neemt snel af gedurende de bewaring van wortelen bij verschillende temperaturen tussen 7,5 en 30°C. Afnames van 50 tot 80 % in een week zijn niet ongebruikelijk. Het gehalte vitamine C is over het algemeen een indicator van de staat van het product. Een laag gehalte vitamine C kan producten meer gevoelig maken voor pathogenen en fysiologische afwijkingen (Hoof, 2005).

Fenolen en polyfenolen

Fenolische zuren zoals chlorogeenzuur, 4-hydroxybenzoënzuur, 4-coumric acid en ferulic acid (ferulazuur) worden aangemerkt als betrokken bij de bescherming tegen ziekten. In de wortel is de concentratie van deze fenolen in de schil aanzienlijk hoger dan in de kern. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat fenolen betrokken zijn bij ziekteresistentie (Hoof, 2005).

Bitterheid

Wortels kunnen een bittere smaak of off-flavor hebben na een periode van koude bewaring. Recent onderzoek toont aan dat de bittere smaak wordt veroorzaakt door een aantal componenten in de wortel, die deels overeenkomen met de gevonden antifungale stoffen. Hoewel 6-MM een stof is die een bittere smaak kan veroorzaken is door de lage concentraties in wortel de bijdrage van 6-MM aan de bitterheid van wortel te verwaarlozen. Dit geldt niet voor de stof falcarindiol. De gevonden concentraties zijn 9 maal hoger dan

de bitterheid detectie grens en faltarindiol zal dus bijdragen aan de bitterheid van de wortel. Bij het verhogen schimmelremmende componenten in de wortel voor veredeling moet dus terdege rekening worden gehouden met de smaak van de wortel (Hoof, 2005).

Isocoumarin (6-MM) in peen wordt geïnduceerd door ethyleen. Deze stof wordt geassocieerd met bitterheid van wortelen. Onrijpe wortelen vormen hogere gehalten isocoumarin dan rijpe wortelen. Vers geoogste wortelen bevatten 4 x hogere gehalten dan peen bewaard 30 dagen bij 5 graden. Beschadigde, gesneden en gevallen peen laten grotere isocoumarin gehalten zien dan onbeschadigde peen. Geschilde baby worteltjes hebben minder capaciteit om isocoumarin te vormen (Lafuente 1996).

Vluchtige mono- en sesquiterpenen veroorzaken en wrange, zure, scherpe smaak. Het totale gehalte aan vluchtige componenten en terpenen verhoogt de hardheid van de wortel in lichte mate. Mono- en sesquiterpenen zijn terpenen opgebouwd uit respectievelijk 2,3 isopreenmoleculen en behoren tot de belangrijkste aroma-verbindingen in planten. Carotenoiden zijn verwant met de terpenen.

De zoete smaak van wortelen wordt geassocieerd met kleine hoeveelheden van vluchtige terpenen en hoge gehalten aan suiker. Net andersom wordt de olieachtige (wrange) smaak van wortelen bepaald. Hoge gehalten aan terpenencomponenten en lage gehalten aan suiker verhogen de olieachtige smaak. In vergelijking met andere groenten bezitten wortelen hoge gehalten aan vluchtige stoffen, waardoor dit een negatieve invloed uitoefent op de smaak van wortelen.

Ethyleen

Studies naar de effecten van ethyleen op de bittere smaak van wortels laat zien dat een aantal componenten in wortel onder invloed van ethyleen worden geproduceerd, waaronder 6-MM en eugenin. Deze componenten worden niet gevonden in wortels bewaard bij gewone atmosferische gascondities. Ook andere componenten zijn gevonden als gevolg van bewaring met ethyleen. Zo werd sucrose versneld omgezet in glucose en fructose en werden een aantal specifieke terpenen gevonden in de met ethyleen bewaarde wortelen. Hoewel het duidelijk is dat een aantal bittere componenten in concentratie toenemen als gevolg van ethyleen kan dit niet de toename in bitterheid van de wortelen verklaren. De verklaring moet eerder gezocht worden in het feit dat door ethyleen de wortelen minder zoet worden door een lager sucrosegehalte. De zoete smaak maskeert de bittere off-flavors in de wortel. Recentelijk is de invloed van temperatuur en plantdichtheid in relatie tot sensorische eigenschappen onderzocht. Een hoog gehalte aan terpenen correleerde met hoge sensorische waarnemingen voor bitterheid. Een verband van hogere gehalten terpenen, 6-MM en lagere sucrosegehalten met een verhoogde resistentie tegen pathogenen is niet gevonden in de literatuur. Toch is het wel aannemelijk dat er verbanden zijn (Hoof, 2005).

3.2.2 Factoren die de smaak beïnvloeden

Bodem

Peen kan op alle goed doorwortelbare zand- en lichte kleigronden geteeld worden. Wel leveren gronden met hoge organische stof gehalte vaak een slechter smakende peen en lemige gronden reduceren het gehalte aan vluchtige stoffen (Land, 1975).

Rassen

Een studie naar de aroma componenten in verschillende wortelcultivars toont aan dat er grote verschillen bestaan tussen cultivars in het gehalte van deze componenten (Hoof, 2005). Voor Clause Tézier speelt smaak een belangrijke rol. Zij verkiezen smaak boven loof en wortelkwaliteit. De smaak is vooral terug te vinden in Trevor, het ras dat Clause voor de biologische teelt van B-peen op de markt brengt (Lee van der, 2003).

Op een themadag peen 2005 werden niet alleen smaakverschillen aangetoond tussen 9 peenrassen afkomstig van 2 proefplaatsen maar bleek ook de invloed van de "beleving" op smaak (www.syscope.nl). Verschillen in sensorische en chemische kwaliteit parameters wordt voor het grootste deel bepaald door locatie (51%; verschillende temperatuur en ligging). Op de tweede plaats door totale variatie (17%; ras en grond) en op de derde plaats door genetische variatie (9%). Tabel 8 toont bijvoorbeeld rasverschillen in suikergehalten.

Klimaat en teelt

Peen die groeit in een milder klimaat zijn zoeter dan zij die groeien in een heet zomerklimaat. Peen die groeit bij hoge temperatuur zijn minder zoet en meer beter dan zij die groeien bij lage temperatuur, hoewel hoge temperatuur peen met een hoger suikergehalte produceert. De hoogste score voor zoete smaak werd verkregen bij peen die groeide bij lager temperatuur, terwijl bittere smaak, terpenes en suiker een vermeerderende waarde laten zien bij vermeerdering van groeitemperatuur. 83% van de variatie in terpenes bepaalde 82 % van de sensorische variabelen. Terpenen zijn verantwoordelijk voor de bittere smaak en onderdrukken de waarneming van de zoete smaak in peen (Rosenfeld, 2002).

Het gehalte aan sucrose verhoogt en het gehalte aan reducerende suikers verlaagt naarmate het seizoen vordert. Irrigatie van de wortelen verhoogt het suikergehalte n lichte mate, vooral wanneer de wortelen anders bij stressomstandigheden zouden groeien. Het gehalte aan monoterpenen daalt naarmate de wortelen rijper zijn, het sesquiterpenengehalte stijgt. Wortelen met een bittere smaak komen meer voor op zandgrond en grond waar veel mest werd opgevoerd dan op leemgrond.

Vergelijking van biologisch en gangbare geteelde peen in meerjarige proeven in Oostenrijk gaf naast een 6 % lagere productie een gemiddeld hoger droge stofgehalte, een betere houdbaarheid en een lager nitraatgehalte (Velimirov, 2003).

Oogsttijdstip

De sensorische kwaliteit verbetert licht als de oogst uitgesteld wordt. Oogsttijdstip is een essentiële factor die invloed heeft op opbrengst, kwaliteit en bewaarbaarheid van peen. Van de totale opbrengst wordt 10-36% in de laatste weken van de oogst behaald.

Oplosbare suikers zijn de hoofdvorm. Er zijn drie ontwikkelingsperioden van peen:

Periode 1: 18-25 dagen na zaai als er geen oplosbare suikers worden bewaard.

Periode 2: 25-32 dagen na zaai, als gereduceerde suikers worden bewaard.

Periode 3: 30-50 dagen na zaai: het concentratie van sucrose begint en vermeerderd sneller dan dat van hexose (fructose en glucose), resulterend in een hoger sucrose/hexose ratio. Sucrose is de belangrijkste suiker bij rijpheid, maar wordt beïnvloed door genotype en omgeving. Concentratie van zetmeel in wortelen is laag en varieert van 1 tot 10% in droge stof.

Carotenen geven wortelen de karakteristieke oranje kleur. Er is een positieve relatie tussen caroteen en kleur. Hogere gehalten caroteen resulteren in een roodachtige en donkere kleur, maar minder intensieve tint. Er is een sterke positieve relatie gevonden tussen caroteengehalte en opgetelde temperaturen boven 6 graden C. Peen gegroeid in meer zuidelijke locaties bevatten een hoger caroteengehalte dan peen op de noordelijke locaties en zijn donkerder dan zij die geproduceerd op de noordelijke helft.

Zoetheid en vooral de voorkeur wordt verhoogd door suiker en verminderd door vluchtige stoffen, terwijl wrang, terpentine achtige smaakstoffen geassocieerd worden met aanwezigheid van vluchtige stoffen en een reductie van suikers. Intensiteit van de smaak was positief gecorreleerd met essentiële olieën en zoetheid de suikers in peen met verschillende stikstofbemestingen. Een hoog suiker/terpinole ratio werd geassocieerd met verse peen smaak, aroma, nasmaak en zoete smaak. In sommige proeven had het groeiseizoen meer invloed dan ras. Sucrose/hexose ratio schijnt een goede maat te zijn voor oogsttijdstip voor voedselkwaliteit, maar niet voor bewaarbaarheid. Een ander heeft het over het maximale sucrose/hexose ratio.

De smaak en samenstelling na 4 of 6 maanden bewaring zijn lager dan na oogst. Echter, biologische peen bereikt een betere smaak na bewaring (Suojala, 2000).

Tabel 8. Verschillen in suikergehalten tussen rassen.

	Fructose (% op vers m)	Glucose	Sucrose	Reducerende suikers	Totaal
1836	0,053 b	0,094 a	0,94 a	0,15 a	1,08 a
Maxima	0,105 ab	0,146 a	0,86 a	0,25 ab	1,11 a
Kabro	0,108 ab	0,093 a	1,09 a	0,20 ab	1,28 a
Kingston	0,131 ab	0,080 a	0,61 a	0,21 ab	0,82 a
Carat	0,136 ab	0,129 a	1,00 a	0,27 ab	1,26 a
Karotan	0,189 a	0,137 a	0,76 a	0,33 ab	1,08 a
Kraków	0,194 a	0,176 a	0,90 a	0,37 b	1,27 a

Beoordeeld door consumentenpanel wordt Krakow, Kingston en Maxima significant smakelijker beoordeeld dan Carat, Kabro en Karotan. Er is geen correlatie gevonden tussen de sensorisch waargenomen zoetheid door het smaakpanel en de berekende zoetkracht met behulp van suikergehaltes.

Peen met een lagere stikstof bemesting werden smaakvoller gevonden meer intensieve smaak, fruitiger, zoeter en beter en ook minder bitter en minder grondsmaak. Ze hadden een hoger gehalte aan totale suikers en een hoger droge stof gehalte. Bemesting heeft niet alleen invloed op de hoeveelheid, maar ook op de samenstelling van de essentiële oliën. De smaak was positief gecorreleerd aan hoeveelheid essentiële oliën, de zoete smaak was positief gecorreleerd aan gehalte aan totale suikers (Schaller, 1998).

Bewaring

De gehalten faltarinol en faltarindiol zijn aanzienlijk hoger na koude bewaring (4 maanden bij 1 graden C) dan na bewaring bij diepvriestemperaturen (4 maanden bij -24 graden C). Dit is een indicatie dat de gehalten faltarinol en faltarindiol stijgen tijdens koude bewaring of dat de afbraak minder is tijdens koude bewaring dan bij vriestemperaturen. In bewaring bij 1°C en hoge RV (98%) zonder aanwezige ethyleen blijft het gehalte 6-MM ongeveer gelijk (Hoof, 2005).

Behandeling met stoom

Door een naogst behandeling met stoom kan een aanzienlijke reductie worden bewerkstelligd in de uitval door aantasting met *Alternaria alternata*, *Alternaria radicina* en *Sclerotinia*. Een stoombehandeling bij wortel heeft invloed op de hoeveelheid fenolen, coumarinen, lignine en verschillende enzymatische activiteiten (Hoof, 2005).

Mechanische stress

Wortels die aan mechanische stress (oogsten en schudden) zijn blootgesteld, hebben een hoger ethyleen productie en ademhaling, een hoger gehalte ethanol, 6-MM en lagere gehalten totaal terpenen, enkele individuele terpenen en suikers. Dit resulteerde in een hogere sensorische score voor ethanol smaak en geur, bitter, aarde, terpenen, nasmaak, ziekmakende zoete smaak en lagere sensorische score voor zuur en zoet. De manier van oogsten (handmatig of mechanisch) was niet van invloed op de samenstelling van de wortels. De gehalten van 6-MM verschilden van 0,17 tot 4,12 mg/kg voor de verschillende rassen. Door toedienen van mechanische stress namen de gehalten 6-MM verder toe tot 8,08 mg/kg (Hoof, 2005).

Bewerking

Het gehalte aan oplosbare phenolen en verantwoordelijk voor de bittere smaak isocoumarin vermeerderd in gesneden wortels. Dit kan ook veroorzaakt worden door ethyleen.

De hogere gevoeligheid voor wondstress was in de meeste gevallen aanwezig bij wortelen aangetast door wortelvlieg. Mechanische schade van wortelen gedurende de groeiperiode (pest feeding) als ook gedurende oogst, transport en de beginverwerking kan een significant effect hebben op de voedingskwaliteit van wortel, gedeeltelijk in geval van niet goede bewaring en vermarkting (Stodolak, 2003). Kook- en invriesprocessen hebben een invloed op de smaak van de wortelen. 20 tot 45% van het totale suikergehalte kan verloren gaan door de wortelen te koken zodoende dat de zoetheid van de wortelen daalt. De terpeneninhoud kan met 50-85% dalen door de kook- en invriesprocessen, waardoor de wrange zure smaak gereduceerd wordt. Dit effect is des te groter naarmate de wortelschijfjes- of staafjes dunner zijn, gekookt worden in water in plaats van in een suikeroplossing en een snelle invriezing ondergaan. De bittere smaak veroorzaakt door isocoumarine en fenocomponenten verandert niet tijdens de verwerkingsprocessen.

3.2.3 Stuurbaarheid smaak- en inhoudsstoffen

De belangrijkste smaak- en inhoudsstoffen bij peen en de factoren waardoor deze beïnvloed worden zijn vermeld in tabel 9.

De *smaak* wordt vooral bepaald door: suikergehalte (zoetheid) en bittere stoffen. Zoetheid wordt bepaald door ras, bemesting, hoeveelheid zonlicht en neerslag tijdens de teelt, rijpheid en mechanische stress. Bittere smaak wordt vooral bepaald door grondsoort, rijpheid, mechanische stress, bewaar temperatuur en wijze verwerking (versnijden). Ethyleenvorming tijdens bewaring stimuleert bittere smaak.

Belangrijke extra -gezondheidsbevorderende stoffen zijn caroteen en farcinol/facarindiol. Het gehalte aan caroteen wordt bepaald door ras, grondsoort, hoeveelheid zonlicht (straling) tijdens de teelt, oogst- en bewaarmethode, bewaar temperatuur en bereidingswijze (koken/stampen).

Farcinol/facarindiol gehalte is vooral afhankelijk van ras en bewaar temperatuur.

Kwaliteitsconcept: Het Louis Bolk Instituut (LBI) doet onderzoek om te komen tot een kwaliteitsconcept voor de *Innerlijke Kwaliteit van Peen*. (Norholt et al. 2004). Dit onderzoek is onderdeel van een internationaal onderzoeksprogramma van de Research Association for Organic Food Quality and Health (FQH), dat opgericht is 'om onderzoek naar de gezondheidsaspecten van biologische producten te bevorderen'. Dit kwaliteitsconcept moet een verbinding vormen tussen de kwaliteitsverwachting van de consument en van de teler.

In het onderzoek bij peen wordt getracht de resultaten van de raskeuze, beschikbaarheid van nutriënten en water, groeitemperatuur en straling in *consistente, voor de teler bij de oogst gemakkelijk vast te stellen eigenschappen* (parameters) vast te leggen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in de groeifase en differentiatiefase bij peen en de integratie van beide fasen.

In een proef met het zaadvaste ras Rodelika zijn 3 stikstofniveaus namelijk 0, 100 en 200 kg/ha opgenomen. Verder zijn vanaf juli met behulp van schaduwnetten 3 zonlichtniveaus gecreëerd, te weten 52, 85 en 100 % licht. Elke 14 dagen werd natgewicht en morfologie van het gewas vastgelegd. Bij 3 grote oogsten in augustus, september en oktober zijn zoetheid, nitraat, carotenen en sensorische eigenschappen bepaald. Daarnaast werden de experimentele parameters zuiver/ruw eiwit, koperchloride kristallisatie, luminescentie (biofotonen) en elektrische parameters geregistreerd, als mede het optreden van ziekten en plagen tijdens veldgroei en bewaring.

Uit het onderzoeksjaar 2003 kwamen de volgende resultaten:

- de morfologische eigenschappen reageerden het sterkst op licht, daarna op tijd en minder op stikstof. Dit was zoals in literatuur werd aangegeven. De eigenschappen zullen variëren per ras, seizoen (weer) en bodem. Met hetzelfde ras en op hetzelfde bedrijf (bodem) kunnen morfologische eigenschappen een goede indicatie zijn voor de groei. Deze eigenschappen zijn ook gemakkelijk door de telers zelf waar te nemen.
- De opgetreden ziekten *Alternaria* en meeldauw hadden, tegen de hypothese in, geen relatie met het licht en het stikstofniveau.
- Verschillende chemische inhoudstoffen reageerden op licht en in de tijd, maar weinig op stikstof. De hoogste totale sensorische waardering werd gerealiseerd zonder nitraat bemesting en bij het volle zonlicht.
- de koperchloride kristallisatie beelden waren ongewoon, vergeleken met eerdere studies en hadden weinig relatie met stikstof, licht en tijd. De oorzaak kan zijn de niet optimale verhouding tussen wortelsap en koperchloride.
- luminescentie metingen van Kwalis gaven significante verschillen op de lichtniveaus, maar werden niet beïnvloed door stikstofniveaus.
- de elektrochemische parameters van Kassel gaven significante verschillen op de lichtniveaus en tijd, maar niet op stikstofniveaus.
- de elektrochemische parameters van EQL gaven significante verschillen op de lichtniveaus en tijd, maar niet op stikstofniveaus.
- de bewaarproef liet volgens verwachting een betere bewaarbaarheid zien bij laag stikstofniveau en volle zonlicht.
- vijf parameters reageerden in de tijd niet volgens verwachting: cortex/core rato, nitraat, zuiver/ruw eiwit rato, redox potentiaal en elektrische weerstand. Waarschijnlijk reageren deze parameters niet op stikstof bij een hoog stikstofniveau.

Samenvattend konden de groeiprocessen in deze proef worden gemeten met natgewicht (versgewicht) van loof en wortel, nitraatgehalte en luminescentie van de wortel. Ze konden niet worden aangetoond door verschillen in bladkleur, grofheid van het loof of groei van het loof bij de oogst. Dit waarschijnlijk als gevolg van een hoog stikstofniveau.

De differentiatie processen worden bij peen gemeten door stomphheid van de wortel, saccharose, caroteengehalte, droge stofgehalten en emissie (luminescentie) van de wortel. De integratie van beide processen (groei en differentiatie) wordt per definitie gemeten door algemene smaak appreciatie, de bewaarbaarheid en de weerstand tegen ziekten en plagen. Dit bleek ook volgens verwachting. Alleen de weerstand tegen ziekten en plagen liet zich niet beïnvloeden door stikstofniveaus.

Ter validatie van deze parameters is verder onderzoek nodig.

Tabel 9. **Peen, matrix van ketenfactoren en invloed op inhouds- en smaakstoffen; wel of niet stuurbaar; (+ = verhoogt het gehalte; - = verlaagt gehalte; niet ingevuld = onbekend).**

		Caroteen		Zoetheid		Bittere smaak		Farcinol/ Falcarindiol	
		kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar
Ras		+	ja	+	Ja			+	ja
Grondsoort		+	ja			+	ja		
Bemesting	Stikstof			+ - *					
	Fosfaat								
	Kali			-					
	Magnesium	+		+					
	Borium	+		+		+			
Teeltwijze groeiomstandigheden	Vroegheid								
	neerslag								
	Temper.			-					
	straling	+	neen	-	Neen				
Berekening									
pH									
Mechanische Stress				-	Ja	-	ja		
Rijpheid				+	Neen	+	neen		
Oogstmethode		+	ja						
bewaarmethode		+	ja						
bewaartemperatuur		+	ja			+	ja	+	ja
Afzet	Verpakking			+	Ja	+	ja		
	Wassen					+	ja		
	Snijden					+	ja		
	Uitstalleven								
	doorloopsnelheid								
Bereiding	Koken								
	koken en stampen	+	ja						
				*meer glucose/fructose, minder sucrose		ethyleen bij peen stimuleert bitterheid			

3.3 Ui en knoflook

Ui (*Allium cepa* L.) Dit gewas behoort tot de lookgewassen. De meeste Alliums zijn bolgewassen. Gemeenschappelijke kenmerken betreffen vooral geur en bloeiwijze. Iedereen zal een Allium direct herkennen, vooral aan de geur en smaak. Ook sommige Brassicaceae kunnen een uiengeur afgeven zoals look-zonder-look. Daarnaast zijn er gewassen met een smaak die dezelfde richting opgaat als de ui zoals rammenas en radijs. Dit komt door de typische mosterdolieglucosides, die chemisch veel gelijkenis vertonen met de eveneens zwavelhoudende geurstoffen van de Allicaceae.

In klassieke teksten staat beschreven dat knoflook een beschermende werking zou hebben tegen alle mogelijke vergiften, epilepsie, spijsverteringsklachten, oedeem, wormen, aambeien, lepra, borstpijn, hartklachten en menstruatieklachten. Op dit moment zijn indicaties van knoflook wetenschappelijk onderzocht en bevestigd zoals verbetering van de spijsvertering, ontgiftiging van de lever, vergroting van het uithoudingsvermogen, vergroting van de weerstand, werking vals antibioticum en anthelminticum (Broek, 2002).

3.3.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen

De chemische samenstelling van de ui is zeer complex en verre van constant: bepaalde reacties ontstaan pas als de bol wordt opengesneden of gekneusd. Naast rasverschillen zijn er allerlei factoren die op de samenstelling van invloed kunnen zijn, zoals de vruchtbaarheid van de bodem en de teeltomstandigheden. Uien zijn een matige tot slechte bron aan vitaminen en mineralen. Uien zijn rijk aan flavonoiden en alk(en)yl cysteine sulfoxiden. Deze stoffen hebben een gunstige werking op de menselijke gezondheid. Het vitamine C gehalte is vrij laag met in rauwe ui is gemiddeld 10 mg per 100 gram volgens de Nederlandse voedingsmiddelentabel. De Amerikaanse voedingsmiddelentabel geeft nog lagere waarden aan. (zie tabel 10). Bij bereiding en invriezen verliest de ui al gauw 40% aan vitamine C. In vergelijking met andere groentegewassen zijn de gehalten aan kalium, calcium, ijzer, magnesium en sporenelementen vrij laag. De voornaamste mineralen in ui zijn fosfor, calcium en vooral kalium. De hoeveelheid selenium in de bol is ras en grondsoort afhankelijk. In Denemarken werden gangbare en biologische geteelde uien respectievelijk 0,0067 en 0,0053 gram/100 gram vers product aan selenium gevonden. Echter in Amerika zijn ook veel hogere waarden gevonden, namelijk een selenium gehalte tussen de 6-11,3 mg/100 gram droog gewicht. Door de chemische verwantschap tussen selenium en zwavel werken ze antagonistisch (Broek, 2005).

Tabel 10. **Aantal algemene opvallende inhoudstoffen voor ui en knoflook*.**

Samenstelling wortel (per 100 gram)		Ui rauw	Ui Gekookt	Knoflook
Water		88,5 gram	87,9 gram	93,4 gram
Suikers	totaal	4,4 gram	4,5 gram	0,25 gram
	Sucrose	1,2 gram	1,2 gram	
	Glucose	2,0 gram	2,1 gram	
	Fructose	1,2 gram	1,2 gram	
Koolhydraten				3,4 gram
Eiwit		0,9 gram	1,36	1,3 gram
Vet		0,08 gram	0,19	0,2 gram
Vitamine C		6,4 milligram	5,2 milligram	6,5 mg
Beta-caroteen		1 microgram	1 microgram	1,3 microg.

*Food and Nutrition Information Center U.S.

De eiwitten van de ui leveren slechts 8-11% van de energetische waarde. Het koolhydraatgehalte is hoog. Ze bestaan voornamelijk uit suikers. De suikerconcentratie neemt toe in de bladeren, hals en bol bij toename van de leeftijd van de plant en de lichtintensiteit.

De huid van ui bezit veel pectine (polysaccharide). Rassen met een laag drogestofgehalte (kleiner dan 7-10%) hebben een hoog gehalte aan glucose, fructose en sucrose en een gering gehalte aan fructans. Rassen met een hoog drogestofgehalte (tot ongeveer 20%) bezitten een geringere glucose en fructose

concentratie en een hoger gehalte aan fructans.

Bittere stoffen

Uien bevatten een bittere vluchtige olie met een scherpe geur. De olie is rijk aan zwavel en bevat vele disulfiden en trisulfiden. Worden uien beschadigd dan komt het enzym alliinase vrij waardoor allicine wordt omgezet in disulfide oxiden. Deze oxiden zijn allicine-achtige verbindingen die omgezet worden in disulfiden en thiosulfonaten. Deze verbindingen hebben een medicinale werking.

Flavonoïden

Flavonoïden vormen een grote familie van plantaardige stoffen. Ze bepalen in groenten en fruit de grote variatie in kleuren, van geel tot rood en donkerpaars. Bij ui is er een tendens dat de hoogste concentratie flavonoïden zich bevindt in de buitenste rokken. Daarnaast kan in rode variëteiten anthocyaan de quercetine concentratie maskeren.

Uien bevatten flavonolen (evenals broccoli, boerenkool), anthocyaan (rode ui) en organosulfiden (evenals knoflook).

Quercetine

Stoffen met een antioxidant werking zijn: vitamine C, vitamine E, carotenoiden, fenolen, flavonoiden (quercetine), micro elementen (selenium) en andere stoffen. Antioxidanten zijn stoffen die een bescherming bieden tegen de schadelijke effecten van vrije radicalen en andere oxidanten die gemakkelijk reageren. Vrije radicalen zijn instabiele moleculen die gemakkelijk met andere moleculen reageren.

Quercetine is een antioxidant. Onderzoek heeft aangetoond dat quercetine de vrije radicalen in het lichaam helpen te verminderen. Hierdoor wordt het lichaam beschermd. Belangrijke bronnen van quercetine zijn thee, uien en appels. Quercetine komt vaak voor in combinatie met suiker. Onderzoek heeft aangetoond dat de absorptie van quercetine van uien twee maal zo hoog is als van thee en drie maal zo hoog als van appels.

Sinds mensenheugenis zijn de Allium gewassen in hoge mate gewaardeerd om hun geneeskrachtige werking. Ook de ui wordt als preventief middel tegen veel ziekten en kwalen vaak genoemd.

De vraag is of door teeltmaatregelen de gezonde en smaakbeïnvloedende stoffen verhoogd kunnen worden. De gezondheidsbevorderende eigenschappen heeft de ui te danken aan o.a. quercetin en de organische zwavelverbindingen. De smaak van de ui wordt bepaald door het pyruvaatgehalte en de hoeveelheid en samenstelling van de suikers (fructanen).

Zwavelverbindingen

De smaak van uien wordt bepaald door primaire en secundaire enzymatische afbraak van unieke zwavel verbindingen. Die 4 verbindingen staan algemeen bekend onder de naam S-alk(en)yl cysteine sulfoxiden (ACSO). Het verschil in smaak tussen verschillende soorten wordt veroorzaakt door het verschil in ACSO samenstelling en concentratie. Bij een lagere zwavelbemesting ligt de specifieke alliinase activiteit hoger, het geproduceerde pyruvate ligt lager en ACSO ligt eveneens lager. Terwijl het gehalte aan proteïnen die betrokken zijn bij sulfaat opname en mobilisatie toe neemt. Dus een lagere zwavel aanvoer vermindert de scherpheid en de smaak van uien.

Een mogelijkheid om de smaak van de uien te variëren ligt in de opname en het opslaan van sulfaat in de ui. De totale zwavel concentratie varieert tussen de 0,46 – 1,03% (gebaseerd op droge stof). Omdat de zwavelopname een actief proces is en beïnvloed wordt door 'S-Permease enzymen' is het mogelijk om rassen te selecteren die erg effectief zwavel opnemen (scherpe smaak) of inefficiënt zwavel opnemen (milde smaak). Mild smakende soorten hebben meer sulfaat t.o.v. de totale zwavel hoeveelheid in de bol.

Hoewel altijd pittig, zijn de uien die in een subtropisch klimaat geteeld worden in de regel zoeter van smaak. De in Nederland gebruikte rassen zijn op bewaarbaarheid geselecteerd en deze uien zijn scherp. De scherpheid van de ui is in hoge mate gecorreleerd met de hoeveelheid droge stof. Bewaaruien, worden scherper naarmate ze langer (tot ongeveer 7 maanden) bij een lage temperatuur zijn opgeslagen; daarna werkt dit proces in omgekeerde richting of verandert plotseling drastisch.

De karakteriserende smaak en het prikkelend aroma (scherpheid) ontstaan pas na het aansnijden, inkerven of kneuzen van de ui door enzymwerking. De scherpheid van de ui blijkt goed te correleren met de hoeveelheid

pyruvaat. Deze methode meet eenvoudig de totale smaak maar zegt niets over de hoeveelheid individueel smaak inducerende stoffen of de uiteindelijke geur. De hoeveelheid pyruvaat in de uienbol is afhankelijk van de rassenkeuze en bemesting (meer selenium leidt tot minder pyruvaat in de bol). Vanuit de praktijk wordt aangegeven dat er waarschijnlijk ook een relatie bestaat tussen de scherpte van de ui en het droge stofgehalte.

Aroma

Het aroma van uien is een ieder bekend. De meeste mensen vinden de geur van (vooral gebakken) uien wel lekker. Met een uienlucht is het anders gesteld: mensen die veel uien eten kunnen er ook naar ruiken. Hun adem en evt. lijflucht worden onwelriekend gevonden. Vluchtige stoffen ontstaan vooral bij beschadigingen. De karakteristieke geur van rauwe verse uien werd in 1971 toegeschreven aan thiosulfonaten en in 1973 aan alkyl- en alkyenylsulfonaten. In 1976 werden dipropylthiosulfonaat, methylpropylsulfonaat en 3,4 dimethyltiofeen van belang geacht voor de geur van verse ui.

Dat de ogen kunnen gaan tranen bij het snijden van uien komt voort uit de onderlinge werking van de stof allinase met een bepaalde zwavelverbinding die in water en dus ook in traanvocht oplosbaar is. Sommige uien geven deze prikkeling in sterke mate, andere niet of nauwelijks (Broek, 2002).

Knoflook. De teelt van knoflook beperkt zich in Nederland vooral voor afzet van vers, niet ingedroogde product. De meeste vraag is naar gedroogde of verwerkte knoflook, die ingevoerd wordt uit voornamelijk China en Spanje.

Knoflook behoort tot dezelfde familie als de ui (Allium-familie). Deze familie bevat relatief uitzonderlijk hoge concentraties actieve organische zwavelverbindingen zoals het zogenaamde aliine en verwante stoffen. De moluculen die de knoflookgeur maken ontstaan op het moment dat knoflook wordt gesneden of geperst. Als een mes door de knoflook snijdt, breken de celmembranen en daarbij komt een enzym vrij dat allinase heet. Allinase bezit het vermogen om een andere geurloze molekuul (alline) te veranderen in allicine. Dit allicine is een zwavel bevattend molecuul. In tegenstelling tot ui ontbreekt in knoflook de stof zwaveloxide. Daardoor komen bij dit proces geen vluchtige zwavelverbindingen vrij die het tranen van de ogen stimuleren, zoals bij ui.

Knoflook bevat veel fructanen (oplosbare vezels) en plantaardige zwavelverbindingen (organozwavelverbindingen). Knoflook maakt de organozwavelverbindingen uit sulfaat dat de plant opneemt uit de bodem. Alleine is de belangrijkste organozwavelverbinding in de plant.

De invloed van knoflook op de gezondheid wordt vooral toegeschreven aan de organozwavelverbindingen en de fructanen. Knoflook heeft een aantoonbaar verlagend effect op de bloedsuikerspiegel en het cholesterolgehalte. Mogelijk gaat knoflook vormen van trombose tegen. Ook heeft knoflook een verlagend effect op het voorkómen van bepaalde vorm van arteriosclerose (Visser, 1997).

Selenium: Een belangrijke stof is wellicht organoselenium. Uit Amerikaans onderzoek uit 1996 bleek dat seleniumgist het risico op long-, darm- en prostaatcancer in belangrijke mate kan terugdringen. Maar seleniumgist is minder werkzaam dan organoselenium uit knoflook, omdat het organoselenium uit gist, in tegenstelling tot het organoselenium uit knoflook, voor een deel wordt ingebouwd in eiwitten. Dat vermindert de werkzaamheid van deze stof. In een Europees project (Wageningen UR) wordt onderzocht of er een knoflookras geselecteerd kan worden met hoge gehalten aan organoselenium. Als het lukt zo'n nieuw knoflooktype te ontwikkelen, zou dat wel eens positieve effecten kunnen hebben (www.knoflooksite.nl/nederlands/wetenswaardigheden).

3.3.2 Stuurbaarheid smaak- en inhoudstoffen

Ui en knoflook

Rassen: Een mogelijkheid om de smaak te variëren ligt in de opname en het efficiënt opslaan van sulfaat in de bol. Het ras en daarmee de genetische samenstelling bepalen de potentie om smaak te produceren. Dit hangt ook af van het teeltgebied, de leeftijd van het gewas, de bewaarduur, bewaartemperatuur en de teeltfactoren zoals groeitemperatuur (hoger meer vluchtige zwavelverbindingen), hoeveelheid beschikbaar water (veel veroorzaakt een smaakloos en minder scherp smakend gewas), bemesting (scherpste smaak ontstaat bij de hoogste zwavelbemesting), snelheid van afrijpen, rijpheid van de ui bij de oogst en het gebruik van antispuitmiddelen. Een andere mogelijkheid om op smaak te selecteren is het veranderen van het suikergehalte in uien (Broek, 2002).

Het quercetine gehalte varieert over de rassen per jaar. In 2004 heeft Red Baron het hoogste gehalte aan quercetin, terwijl in 2005 het gehalte aan quercetin bij het ras Hyskin het hoogste is. Het organische zwavelgehalte was in 2004 het hoogste bij het ras Hyskin. In 2005 waren de verschillen veel minder duidelijk. Gemiddeld genomen traden er in 2005 geen verschillen op in organisch zwavelgehalte voor de verschillende rassen.

De scherpe smaak van de ui kan worden weergegeven door het pyruvaat gehalte. Dit gehalte is in het ras Hyskus hoger dan bij het ras Red Baron. In 2004 is dit niet statistisch aan te tonen, maar in 2005 wel. Voor de twee rassen verschilt de totale hoeveelheid suikers in de ui nauwelijks, maar de verdeling is aantoonbaar verschillend. Hyskin heeft een hoger glucose gehalte en een lager tri-, tetra-, hepta- en polisacchariden gehalte dan Red Baron (Broek, 2005).

Bereiding

Bij bereiding verandert de ui van samenstelling, waardoor ook de smaak verandert en de scherpte afneemt. Bij de smaak van gebakken uien spelen waarschijnlijk de zoetheid en eiwitten een rol. Gekookte uien hebben een karakteristieke zoete smaak. Bij bereiding van knoflook komen er geen traanopwekkende stoffen vrij. Daarentegen blijft de geur van knoflook na het eten lang in de adem aanwezig.

Sulfaat

Een mogelijkheid om de smaak te variëren ligt in de opname en het efficiënt opslaan van sulfaat in de ui. Daarnaast spelen teeltfactoren een rol zoals rassenkeuze, bemesting, hoeveelheid beschikbaar water, groeitemperatuur, snelheid van afrijpen, rijpheid van de ui bij de oogst, gebruik van antispuitmiddelen en bewaar temperatuur. De scherpte van de ui blijkt goed te correleren met de hoeveelheid pyruvaat en mogelijk ook met het droge stofgehalte van de ui. Bij de bereiding van uien verandert de samenstelling waardoor ook de smaak verandert en de scherpte afneemt. Hierbij spelen waarschijnlijk de zoetheid (sucrose, fructose en glucose) en eiwitten een rol.

De gezondheidsbevorderende stof quercetin werd niet beïnvloed door de zwavelbemesting. De organische zwavelverbindingen worden wel beïnvloed. Hoe hoger de zwavelbemesting hoe hoger het gehalte aan zwavelverbindingen die in de ui worden gevonden. De zwavelbemesting heeft een aantoonbaar effect op het pyruvaat gehalte en dus ook op de smaak van de ui. In 2004 resulteerde de hoogste zwavelbemesting in een aantoonbaar hoger gehalte, dan wanneer geen zwavelbemesting wordt uitgevoerd. In 2003 waren de verschillen niet aantoonbaar maar is er ook een tendens dat een hogere zwavelbemesting leidt tot een hoger pyruvaat gehalte en dus een scherper smakende ui. De zwavelbemesting had geen aantoonbaar effect op fructanen (suikers). Maar bij de hoogste zwavelbemesting ligt het totale % fructanen ongeveer 4,5% lager dan bij 0 of 100 kg S/ha. Van de 11 onderzochte elementen wordt alleen borium beïnvloed door de zwavelbemesting. Een gift van 200 kg S/ha resulteerde in een significant lager boriumgehalte in de ui dan bij de lagere giften (0 en 100 kg S/ha) (Broek, 2005).

Stikstofbemesting

Het quercetine gehalte was in 2003 het hoogst bij de hoogste stikstofbemesting. In 2004 was het quercetine gehalte het hoogst bij zowel 105 als 250 kg N/ha. De hoeveelheid organische zwavelverbindingen in de ui is het hoogste bij de hoogste stikstofgift. Het pyruvaat gehalte werd niet significant beïnvloed door de stikstofbemesting. Van de geanalyseerde fructanen was alleen het % glucose aantoonbaar lager bij de laagste stikstofbemesting. De hoeveelheid stikstof, fosfaat, kalium, magnesium, mangaan en zink is aantoonbaar hoger bij de hoogste stikstofgift. Alleen het percentage droge stof en het boriumgehalte van de ui is het hoogste bij de laagste stikstofgift (Broek, 2005).

De belangrijkste smaak- en inhoudstoffen bij ui en de factoren waardoor ze beïnvloed worden, zijn samengevat in tabel 11.

Samenvattend kan gezegd worden dat de smaak vooral bepaald wordt door de suikers, het gehalte aan zwavelverbindingen (S-alkyl cysteine sulfoxiden), de mate van afbraak daarvan door het enzym pyrovaat en bereidingswijze (rauw, gekookt of gebakken).

Het suikergehalte (zoetheid) wordt bepaald door ras en selenium (veel selenium geeft minder zoetheid).

Het gehalte aan zwavelverbindingen wordt bepaald raskeuze, bemesting (vooral stikstof en zwavelbemesting), hoeveelheid neerslag en de temperatuur tijdens de teelt, door rijpheid en wijze van verwerking (snijden van ui).

Het gehalte aan het enzym pyrovaat is rasgebonden en afhankelijk van bemesting (meer selenium leidt tot minder pyrovaat) en wellicht het drogestof gehalte (praktijkervaring).

Bereidingswijze; bij bakken spelen suikers en eiwitten een rol bij de smaak; na koken wordt de zoetheid karakteristiek.

Een belangrijke gezondheidsbevorderende stof naast de zwavelverbindingen is het flavonol "quercetine". Het gehalte aan quercetine is afhankelijk van raskeuze, stikstofbemesting, maar varieert ook sterk per teeltjaar

Tabel 11. **Ui en knoflook** , matrix van ketenfactoren en invloed op inhouds en smaakstoffen; wel of niet stuurbaar; (+ = verhoogt het gehalte; - = verlaagt gehalte; niet ingevuld = onbekend).

		S-alkyl cysteine sulfoxiden		Pyruvaat		suikergehalte		quercetine		opmerkingen
		kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	
Ras		+	ja	+	ja	+	ja	+	ja	
Grondsoort										
Bemesting	stikstof	+	deels	-	deels			+	deels	
	fosfaat									
	Kali									
	microelementen	+*	deels	+*	deels	-	deels	-	deels	
Teeltwijze	vroegheid									
groeiomstandigheden	neerslag	+	neen							
	temperatuur	+	neen							
	Straling									
Berekening										
PH										
Stress										
rijpheid		+	ja							
oogstmethode										
bewaarmethode										
bewaartemperatuur										
afzet	verpakking									
	wassen									
	Verwerking snijden	+	ja	+	ja					
	uitstalleven									
	doorloopsnelheid									
Bereiding	Rauw snijden	+	ja							
	koken									
	bakken									
		*zwavel belangrijk		pyruvaat bepaalt scherpte		zwavel geen effect			Zwavel geen effect	
				*selenium en zwavel belangrijk						

3.4 Koolgewassen

Gezondheid: In de huidige maatschappij is in toenemende mate aandacht voor gezondheidsaspecten van voeding. De laatste jaren hebben diverse epidermologische studies aangetoond dat een hoge consumptie van groenten en fruit samenhangt met een lager risico op het verkrijgen van bepaalde soorten kanker, hart- en vaatziekten en andere chronische ziekten. De groep van Brassica groenten (waaronder alle koolsoorten, spruiten, bloemkool en broccoli) lijkt een expliciete rol te spelen in het verlagen van het risico van kanker (Verkerk, 2001). Verondersteld wordt dat de beschermende effecten van deze groenten ten dele toe te schrijven zijn aan de aanwezigheid van een groep secundaire plantmetabolieten, glucosinolaat genaamd, die in relatief grote hoeveelheden in deze groenten voorkomt. Elke stap in de voedselketen van Brassicagroenten heeft invloed op de uiteindelijke inname van glucosinolaten door de consument. Door de grote variatie in elke stap van de keten is het moeilijk om de werkelijke inname te kwantificeren.

Smaak: Koolgewassen worden voor de consument alleen qua sortering verschillend wordt aangeboden maar eventuele smaakverschillen worden daarbij niet vermeld. Bijvoorbeeld panklare, verpakte spruiten zijn de laatste jaren een stijgende trend. Op smaak (bitterheid) wordt daarbij nauwelijks gelet, terwijl deze voor jongeren een sterke negatieve smaakeigenschap is. Spruitjes zijn gezond en de laatste tijd wordt getracht daar wat meer aandacht voor te krijgen. De term 'spruitjeslucht' slaat op de typerende geur die in huizen blijft hangen als spruitjes of andere koolsoorten te lang gekookt worden.

Koolsoorten hebben een grote behoefte aan zwavel en nemen dat op uit de bodem waar ze groeien. De geur die vrijkomt bij het langdurig koken van kool ontstaat dan ook door het vrijkomen van vluchtige zwavelverbindingen, zoals H₂S. Dit is ook de reden dat veel kinderen niet zo van kool houden (website: <http://nl.wikipedia.org/wiki/spruitkool>).

3.4.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen

Gemiddelden van de algemeen voorkomende inhoudstoffen zijn vermeld in tabel 12. Tussen rassen en soorten kunnen grote verschillen aanwezig zijn in inhoudstoffen bijvoorbeeld ten aanzien van Vitamine C en glucosinolaatgehaltes. De totale glucosinolaat gehalten zijn het hoogst in spruitkool, broccoli, rode kool en witte kool, terwijl de gehalten in bloemkool, Chinese kool, koolrabi en romanesco tot de laagste behoren.

Glucosinolaten

De twee belangrijkste glucosinolaten die van invloed zijn op de smaak (sinigrine en progoitrine) komen in aanzienlijke hoeveelheden voor in de verschillende spruitkoolrassen, waarbij het ras "Dominator" een opmerkelijk hoog sinigrine gehalte heeft. Ook het savooie kool ras Wiroso valt op vanwege zijn hoge gehalte aan sinigrine. De broccoli rassen Belstar en Coronado hebben het hoogste gehalte aan glucoraphanine. Het probleem van de zaadfirma's is het produceren van het populaire, milder smakende spruitje dat de gezondheidsvoordelen kan terugdringen en dat de plant gevoeliger voor ziekten maakt. Uitgebreid wetenschappelijk onderzoek heeft uitgewezen dat smaak en bitterheid van spruiten worden bepaald door twee zwavelhoudende verbindingen, de glucosinolaten sinigrine en progoitrine. Consumenten waarderen spruitkool zolang het gezamenlijke gehalte van beide glucosinolaten lager is dan 2,2 gram per kilo. Consumenten met een afkeer van bitterheid zijn pas tevreden met spruiten die minder dan 0,6 gram per kilo bevatten (Doorn, 1999).

Conventioneel koken leidt afbraak van cellen, waardoor de glucosinolaten uifilteren in het kokende water. Bij broccoli vindt er daarom een verlies plaats tussen 17 en 64%. Magnetron houdt meer glucosinolaten vast dan conventioneel koken. Ook bij rode kool is dit zo (Verkerk, 2002).

Door de vele stappen die de groente in de keten ondergaat van grond tot mond, blijkt dat de hoeveelheid glucosinolaten die de mens met de voeding binnenkrijgt enorm varieert, m.a.w. er is een grote variatie in de 'gezondheid' van de uiteindelijke producten. Een nieuwe ketengerichte onderzoeksbenadering van gezondheidsaspecten als een meetbaar en controleerbaar kwaliteitsaspect kan een bijdrage leveren aan het ontwikkelen van productie- en verwerkingsprocessen en het ontwerpen van producten met een duidelijke toegevoegde waarde op het gebied van gezondheidsbescherming, waar zowel de primaire productie, de industrie als de consument beter van kunnen worden (Dekker, 2006).

Bitterheid

Bij spruitkool is bitterheid een opvallend onderdeel van de smaak. Uit Engels onderzoek is gebleken dat de groep van stoffen die behoren tot de glucosinolaten hiervoor verantwoordelijk zijn. In spruitkool zijn de belangrijkste glucosinolaten: sinigrine, glucobrassicine en progoitrine. Het afbraakproduct van sinigrine, allyl isothiocyanate, is verantwoordelijk voor de karakteristieke geur van spruitjes.

Bitterheid van Spruiten wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door Sinigrin en Progoitrin gehalte. Bitterheid van rassen is gebaseerd op hoge gehalten van een van beide of beide glucosinolaten, terwijl rassen met lage gehalten van één of beide niet bitter zijn.

Tabel 12. **Aantal algemene opvallende inhoudstoffen voor kool (USDA).**

Samenstelling wortel (per 100 gram)		spruitkool	sluitkool	bloemkool	broccoli
Water		86,0 gram	92,2 gram	91,9 gram	89,3 gram
Suikers	Totaal			2,4 gram	
	Sucrose	0,5 gram	0,1 gram		0,1
	Glucose	0,8 gram	1,8 gram		0,5
	Fructose	0,9 gram	1,7 gram		0,7
Zetmeel					0 gram
Eiwit		3,4 gram	1,4 gram	2,0 gram	2,8
Vet		0,3 gram	0,1 gram	0,1 gram	0,4
Vitamine C		85 milligram	32 mg	46 mg	89 mg
Beta-caroteen		450 microgram	90 mcg	8 mcgr	361 mcg
Alfa-caroteen		6 microgram	25 mcg	0 mcgr	25 mcg

De hydrolyseproducten van sinigrin en glucoraphanin hebben laten zien dat ze beschermen tegen de ontwikkeling van kanker. De laagste concentratie glucoraphanin in broccoli werd gevonden in het bloeistadium. Een hogere concentratie werd gevonden in groene brocollihoofden en bloemhoofden. Echter de hoogste concentratie glucoraphanin ontstaat in een groen hoofd stadium en daalt daarna als de bloei wordt geïnitieerd (Rangkadilok, 2002).

Er zijn hoge concentratie sinigrin gevonden in spruitkool, kool, bloemkool en broccoli. Glucoraphanin werd in hoge concentraties gevonden in broccoli en in gemiddelde concentratie in kool.

Vitamine C

Het vitamine C gehalte is afhankelijk van raskeuze en temperatuur en zonneschijn tijdens de teelt. Na de oogst is bij 0°C het gehalte stabiel. Bij 10°C daalt het en bij 20°C daalt het nog sneller. Kool houdt het vitamine C gehalte meer constant dan broccoli.

Tussen rassen zit een groot verschil qua vitamine C gehalte. Zo bleek in 1993 een spruitkoolras als Icarus 368 mg/100 gr vitamine C te bevatten en een ras als Kundry 152 mg/100 gram.

3.4.2 Stuurbaarheid smaak- en inhoudstoffen

De belangrijkste smaak- en inhoudstoffen bij kool en de factoren waardoor ze beïnvloed worden zijn samengevat in tabel 13.

De mate van bittere *smaak* bij koolgewassen wordt vooral bepaald door het gehalte aan glucosinolaten, met name sinigrine en progoitrine.

Het gehalte aan smaakstoffen wordt bepaald door raskeuze en door zwavelbemesting. Daarnaast is de bereidingswijze bepalend voor de smaak. Bereiding in de magnetron houdt meer glucosinolaten vast dan conventioneel koken.

Belangrijke *gezondheidsbevorderende stoffen* bij koolgewassen zijn ook de glucosinolaten (sinigrine, progoitrine en glucoraphanine) en vitamine C. Vitamine C-gehalte wordt bepaald door raskeuze en temperatuur en straling tijdens de teelt.

Gehaltenbepalende factoren aan glucosinolaten zijn dezelfde als genoemd bij smaak.

Als zwavelgehalte in grond niet verhoogd wordt, wordt minder zwavel opgenomen en smaken de spruiten

minder bitter.

Gedurende het oogstseizoen zijn eerst de verse spruiten het beste (in periode sept.-jan); na verloop van tijd beter ingevroren dan verse spruiten. Verse spruiten moeten snel teruggekoeld worden.

Bij koken kunnen de gezonde stoffen voor een groot deel uitlekken in het kookvocht. Lang koken met veel water geeft dan ook de meeste verliezen. Bij kort koken of blancheren met weinig water worden de glucosinulaten het beste behouden. Ook bereiding van groenten in de magnetron met geen of weinig water of het stomen van groenten pakken positief uit en zorgen voor een optimale inname van de gezonde stoffen.

Bij conserveren tot groente in blik en pot blijkt het grootste gedeelte van deze stoffen afgebroken te worden. Bij mildere verhittingsstappen zoals blancheren voordat de groente ingevroren wordt, blijft een groot deel van de glucosinulaten wel intact (Dekker, 2006).

Tabel 13. **Kool, Matrix van ketenfactoren en invloed op inhouds en smaakstoffen; wel of niet stuurbaar (+ = verhoogt het gehalte; - = verlaagt gehalte; niet ingevuld = onbekend).**

	stof	Glucosinolaten		Vitamine C		opmerkingen
		kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	
Ras		+	ja	+	ja	
Grondsoort						
Bemesting	stikstof					
	fosfaat					
	kali					
	microelementen	+	deels			
Teeltwijze	vroegheid					
groeiomstandigheden	neerslag					
	temperatuur			+	neen	
	straling			+	neen	
Berekening						
pH						
Stress						
Rijpheid						
Oogstmethode						
Bewaarmethode						
bewaartemperatuur						
Afzet	verpakking					
	wassen					
	snijden					
	uitstalleven					
	doorloopsnelheid					
Bereiding	Rauwkost			+	ja	
	koken	-	ja	-	ja	
	magnetron	+	ja	+	ja	
		*zwavel				

3.5 Kroot, bladgewassen en pompoen

Kroot – ook wel genoemd rode biet – behoort tot de familie van de ganzevoetachtigen. Hiertoe behoort ook spinazie. In vergelijking met diverse andere groenten bevatten krotten zeer weinig vitaminen en weinig mineralen. Wel zijn krotten relatief rijk aan organische zuren (vnl. citroenzuur en oxaalzuur) en suikers (7 - 12%) (Schoneveld, 1996). De suikers bestaan voornamelijk uit sacharose. (zie tabel 14). Rode bieten zouden het immuunstelsel stimuleren en kankerbestrijdende stoffen bevatten.

Bladgewassen. De belangrijkste groepen bladgewassen in Nederland zijn de sla-soorten (*Lactuca's*), de cichoriumsoorten (andijvie, witlof, groenlof radicchio etc.) en spinazie.

Witlof: zowel de krop als de vlezige witlofwortels bevatten een wit melksap, waarin bittermakende stoffen voorkomen (o.a. lactucine). Aan deze bittere stoffen werd vroeger een grote geneeskrachtige werking toegeschreven als het ging om maag-, gal-, lever- en miltklachten. Van witlof wordt voor verse consumptie de getrokken krop gegeten, waarvan de smaak vooral door het gehalte aan bitterstoffen bepaald wordt (van Kruistum, 1997).

Pompoen. De pompoen behoort tot de komkommerachtigen (Cucurbitacea). Tot deze familie behoren ook de augurk, komkommer, courgette en meloen. De teelt van pompoen maar vooral sierkalebas neemt momenteel flink toe. Pompoen is een warmteminnend gewas waarvan een aantal soorten zomers in Nederland goed te telen zijn.

De eetbare pompoenen worden in Nederland vooral door biologische telers geteeld. Deze groentesoort heeft bij de consument een sterk biologische uitstraling. De voornaamste rassen zijn de oranje- of roze-gekleurde Uchiki Kuri en de groen- of witte-gekleurde Sweet Mama. De teelt is voor directe afzet vanaf het veld in de periode augustus tot oktober en voor afzet gedurende de wintermaanden tot februari vanuit bewaring.

Onder andere in Hongarije worden speciale soorten pompoenen geteeld voor oogst van het zaad. In de zaden van de pompoen zitten hoge gehalten aan fytoosterolen en tocopherolen. Pompoenpitolie heeft een krachtige donkergroene kleur en is van een licht nootachtige, frisse geur en smaak. De hartige smaak maakt het zeer geschikt als sla-olie voor de exclusieve keuken. Op basis van de goede verdraagzaamheid, het zeer hoge gehalte aan fytoosterolen en tocopherolen wordt de olie zeer gewaardeerd als dieetspecialiteit.

Tabel 14. **Aantal algemene opvallende inhoudstoffen voor een aantal bladgewassen en kroot (USDA).**

Samenstelling (per 100 gram)	Ijsbergsla krop	Witlof krop	Kroot Knol	Spinazie	Pompoen Vruchtvlies vers
Water	95,6 gram	94,5 gram	89 gram	91 gram	92 gram
Suikers totaal			6,8 gram	0,4 gram	1,4 gram
Sucrose	0,1 gram			0,07 gram	
Glucose	0,9 gram			0,1 gram	
Fructose	1,0 gram			0,15 gram	
Koolhydraten	1,0 gram	4 gram	9,6 gram	0,4 gram	6,5
Zetmeel			2,8 gram		
Eiwit	0,9 gram	0,9 gram	1,6 gram	2,9 gram	1 gram
Vet	0,1 gram	0,1 gram	0,2 gram	0,4 gram	0,1 gram
Ijzer	0,4 mg		0,8 mg	2,7 mg	0,8 mg
Vitamine C	2,8 mg	2,8 mg	4,9 mg	28 mg	9 mg
Beta-caroteen	299 microg.		20 microg.	3,1 mg	1,2 mg
Alfa-caroteen	4 microg.		0	0,5 mg	0,5 mg
Citroenzuur			195 mg		
Oxaalzuur			90 mg	600 mg	
Kali	200 mg			558 mg	340 mg
Calcium	30 mg			99 mg	21 mg
Nitraat				250 mg	

3.5.1 Specifieke smaak- en inhoudstoffen

Kroot

Kroten zijn rijk aan carbohydraten, een goede bron van eiwitten en hebben een hoog gehalte aan belangrijke vitamines, mineralen en micro-elementen.

Krotenbladeren zijn vergelijkbaar qua gehalten met spinazie. Spinaziebladeren zijn alleen meer bekend om hun gezondheidseffecten dan krotenbladeren.

Kroten zijn een belangrijke bron van zuren waaronder foliumzuur. Foliumzuur is een vitamine (in vitamine B complex).

Suikers

Kroten bevatten twee keer zoveel suikers dan maïs, peen of tomaten. Ook de bladeren van kroten hebben een lekkere smaak en zijn goed te eten.

IJzer

De wortelen en bladeren van de kroot bevatten ijzer, kalium en foliumzuur. IJzer is het centrum van haemoglobine, de rode kleur in de rode bloedcellen die verantwoordelijk is voor transport van zuurstof in het lichaam. Kalium, samen met andere mineralen en vitamines helpt de bloeddruk te reguleren.

Betalain

De rode kleur in bieten wordt veroorzaakt door betalains. Dit wordt ook gevonden in peervormige cactussen. Betanin is de meest overheersende betalain in kroten. Betaxanthins (gele en oranje betalain pigmenten) hebben ook een rol, maar minder dan betanin).

Betain is als een aminozuur. Betain wordt ook gevonden in broccoli, spinazie, sla, eieren, vis en lever.

Kroten met een hoog gehalte aan betain hebben ook een hoog gehalte aan suikers.

Nitraat: Kroten kunnen een hoog gehalte aan nitraat bevatten, tot 3500 mg per 100 gram bij een zeer vroege teelt onder glas (lichtarm). Het blad bevat drie keer zoveel nitraat dan de knol. Naarmate later wordt geoogst neemt het nitraatgehalte van kroten sterk af. Het gehalte aan mineralen is in de buitenste schil (9 mm) tweemaal zo hoog als in de binnenste schil (9 mm). De laag dicht onder de binnenste schil bevat de minste mineralen. Er zijn 18 geurstoffen gevonden met geosmin als gronderige aroma-component.

Geosmin

Rode bieten wordt vaak nog van gezegd dat het naar grond smaakt en daarom wel minder gegeten wordt. Dit wordt veroorzaakt door de stof geosmin. Er zijn rasverschillen in hoeveelheid geosmin (Lu 2003).

Het is onduidelijk of de geosmin in kroten wordt gemaakt door de kroten zelf of geproduceerd wordt door micro-organismen in de grond. Mogelijk speelt *Botrytis cinerea* een rol bij ontwikkeling geosmin. Dit blijkt bij grapefruit wel het geval te zijn (Guerche 2005). Temperatuur en luchtvochtigheid spelen in ieder geval geen rol bij geosminproductie.

De schil van kroot bevat 6 keer het gehalte aan geosmin in vergelijking met binnenste. Tijdens de groei blijft de concentratie gedurende de eerste vijf maanden constant, maar neemt in de zesde maand toe. (Lu, 2003).

Kroten zijn gevoelig voor water. Als het gewas in stresstoestand is, is de smaak sterker, wordt bijna bitter en er kunnen zich witte ringen ontwikkelen. Er ontstaat meer geosmin in een gestresste omgeving. Er wordt wel gezegd dat bieten met een goede smaak een goede suiker/geosmin balans hebben en beter dan gemiddeld stress tolerant zijn. (www.mothererathnews.com/library/2004_April_May/Sweet_Beets)

Sla

Gelijk andere bladgewassen is sla een goede bron van vitamines A, B en C. Te veel nitraat kan nadelig zijn.

Nitraat: Bij sla kan ook het nitraatgehalte een probleem vormen. De maximaal toelaatbare norm is 2500 mg per kg vers product van mei t/m oktober. Reductie van het nitraatgehalte kan worden verkregen door beperkte bemesting of door aan het eind van de teelt een deel van de stikstof als ammoniumstikstof te geven.

Spinazie

Spinazie is rijk aan mineralen en aan vitamine A, B en C. Het bevat verder ondermeer ijzer, calcium, magnesium, kalium en enkele sporen-elementen. Negatieve stoffen kunnen nitraat en oxaalzuur zijn.

Vitamine C

Het groene blad bevat de meeste vitamine C. Het vitamine C gehalte neemt door koken af van 25 mg naar 6 mg (Kraker, 1991).

Nitraat

In 100 gram spinazie vaak meer dan 250 mg gemeten (Kraker, 1991) Partijen met te hoge gehalten aan nitraat worden geweerd. Voor bepaalde afzetdoeleinden wordt strenger gekeurd op nitraatgehalte zoals voor gebruik in babyvoeding.

Nitraatrijke groenten kunnen een tweede keer opgewarmd worden mits ze na de eerste keer binnen enkele uren gekoeld en koud genoeg zijn bewaard (www.volkskrantblog.nl/bericht/31943).

IJzer en oxaalzuur

Spinazie is zeer rijk aan eiwitten. In die zin zou het wel eens kunnen bijdragen tot een Popeye-achtige krachtopbouw. IJzer vind je er ook wel in terug, maar slechts in beperkte hoeveelheden. Peterselie bijvoorbeeld bevat een veelvoud aan ijzer. Bovendien is ijzer in spinazie aan oxaalzuur gebonden, wat de ijzeropname door het menselijk lichaam bemoeilijkt. In 100 gram spinazie wordt ongeveer 600 mg oxaalzuur gemeten. Oxaalzuur kan calcium onttrekken aan beendergestel. Groenten met veel oxaalzuur (spinazie, rabarber, postelein) hebben meestal ook een hoog gehalte aan calcium. Oxaalzuur en calcium houden elkaar in evenwicht vandaar dat deze groenten dan ook geen extra calcium opleveren (www.food-info.net/nl/national/ww-spinazie.htm).

Witlof

Bittere stoffen: Witlofwortels bevat een aantal bittere stoffen, die allen behorend tot de sesquiterpeenlactonen. Ze zijn mogelijk toepasbaar als vervangers voor kinine in bittere dranken zoals tonic en bitter lemon. Sesquiterpene lactonen worden gevonden in de wortel en in de witlofkrop. Een sleutelrol is weggelegd voor het enzym germacreen A hydroxylase. Kennis van de biosynthese van deze bitterstoffen is nuttig voor veredeling op minder bitter smakende witlofassen.

Er is een significante relatie gevonden tussen de gehalten van lactucine-achtige stoffen in rauwe witlofmonsters en de sensorische eigenschappen bitterheid en smaakintensiteit. Gekookte witlofmonsters vertoonden een significante relatie tussen het gehalte aan lactucine-achtige sesquiterpeenlactonen en de sensorische eigenschappen bitterheid, typische witlofsmaak en smaakintensiteit. Het lactucopicrinegehalte vertoonde alleen een relatie met de bitterheid in gekookte witlofmonsters (van Kruistum, 2005). De bittere smaak van witlofkrop is vooral afhankelijk zijn van de raskeuze en de trekmethod.

Pompoen

In Nederland wordt pompoen vooral geteeld voor het eetbare vruchtvlees vooral voor gebruik in soepen. Het vruchtvlees van de pompoen is vaster en minder waterig dan van de komkommer. De smaak van de oranje soorten doet denken aan wortel, maar meliger. Sommige groene soorten hebben een notensmaak. De ene pompoen is zoeter dan de andere. Bij langere bewaring wordt de pompoen gemiddeld zoeter.

3.5.2 Stuurbaarheid smaak- en inhoudstoffen

Kroot

De *smaak* wordt bepaald door geosmin en suikergehalte. Geosim is verantwoordelijk voor het gronderig aroma component in de smaak van kroot.

Het gehalte aan geosim wordt bepaald door raskeuze, groeiproblemen (bijvoorbeeld wateroverlast), rijpheid en bereidingswijze (schillen). Van nature heeft kroot een hoog suiker gehalte (zie tabel 15). De smaak wordt mede bepaald door een goede suiker/geosim-balans.

Gezondheidsstoffen: Kroot is van nature rijk aan ijzer, kalium en foliumzuur die belangrijk zijn voor de gezondheid.

Krottenblad kan een hoog nitraatgehalte hebben als gevolg van veel stikstofaanbod, lage temperatuur en lage straling.

Kleurstof. Voor de rode kleur bij kroot is groep van betalain stoffen verantwoordelijk, waarvan betanin de belangrijkste is. Het gehalte aan deze kleurstoffen wordt bepaald door pH van de grond, neerslag, temperatuur en straling tijdens de groei.

De belangrijkste smaak- en inhoudstoffen voor bladgewassen en pompoen en de wijze waardoor deze beïnvloed worden zijn samengevat in tabel 16.

Slagewassen

Sla is vrij neutraal van smaak. De consistentie van het blad (zachtheid, vastheid) wordt bepaald door raskeuze en hoeveel beschikbaar vocht tijdens de groei.

Belangrijke *gezondheidsbevorderende stoffen* in slagewassen zijn de vitamines A, B en C. Hoge bemesting en minder straling verlagen het vitamine C gehalte.

Negatief voor de gezondheid kunnen zijn het nitraatgehalte in alle bladgewassen oxaalzuur met name in spinazie. Nitraatgehalte wordt bepaald door raskeuze, stikstofaanbod en hoeveelheid licht tijdens de teelt. Oxaalzuurgehalte wordt bepaald door raskeuze, neemt toe onder lichtarme groeiomstandigheden en neemt af bij rijper wordend gewas.

Spinazie

Smaak: In spinazie is het oxalaatgehalte en gereduceerde suikers van invloed op de smaak. Er zijn rasverschillen. Het nitraatgehalte verschilt per ras. Het gereduceerde suikergehalte en vitamine C neemt toe bij ouder worden en oxalaatgehalte neemt juist af (Tamura, 2005).

Inhoudsstoffen: Bemesting: Bij meer stikstofaanbod vermindert het vitamine C gehalte in spinazie. Het totale oxaalzuurgehalte vermeerderde in de bladeren en verminderde in de bladstelen bij vermeerderde N, maar het had geen effect op het totale gehalte. Voorkeur gaat uit naar lage stikstofgehalten (Takebe, 1995). Beperking van het nitraatgehalte in spinazie kan bereikt worden door een beperkt stikstofaanbod vanuit de grond, vooral in de vroege teelt. Door gericht minder stengel met het blad mee te oogsten wordt het nitraatgehalte ook beperkt. Verder is het nitraatgehalte in het gewas 's morgens op zijn hoogst. Overdag oogsten heeft echter als nadeel dat het product warmer is waardoor eerder broei ontstaat.

Witlof

De *smaak* in witlof wordt vooral bepaald door bitterheidsgehalte. De bitterheid wordt vooral bepaald door de raskeuze. De invloed van de trekmethode is minder duidelijk.

Rassen: Voor de meeste witlofrassen en trekperioden is er weinig verschil in smaak van het lof in relatie tot de herkomst van de wortels. Zowel voor de vroege rassen als voor de winterrassen blijkt de smaak van een bepaald ras niet beïnvloed te worden door de groeiplaats van de wortels. Smaakvol witlof produceren begint met de keuze van het ras. Voor elke teeltperiode zijn er rassen die een grotere kans bieden op smakelijk en smaakvol witlof. Voor de vroege rassen zijn dit in 2002 vooral Atlas en Marmora, voor de winterrassen scoren Alliance, Metafora en Platine goed. Uit onderzoek in België bleek dat er in seizoen 2002-2003 weinig verschillen in smakelijkheid aanwezig waren tussen de vroege rassen. Ondanks verschillen in bitterheid, zoetheid en knapperigheid scoorden alle rassen goed en produceerden lekkere witlof (sensorische bepaling). Wat betreft de winterrassen scoorden vooral Bea, Blinker, Metafora en Mont Blanc goed. Het witlof van Vintor is minder lekker voor de consumenten. In de late trek behoren Metafora, Platine en Tabor tot de toppers en scoort het ras Vintor weer minder goed. Rassenkeuze bepaalt echter de smaak niet volledig: de invloed van de groeiplaats (en daarmee samenhangend de manier van telen) van de witlofwortels speelt ook een rol. De invloed van de trekmethode (bemesting tijdens trek, type trek: grondteelt of hydroteelt) op smaak en smakelijkheid van witlof is veel minder duidelijk (van Kruistum, 2005). Van 13 witlofrassen waarvan de wortels op verschillende locaties en met verschillende stikstofbemesting zijn geteeld, zijn de gehalten van lactucine-achtige sesquiterpeenlactonen en lactucopicrine in de kroppen bepaald. Uit het onderzoek bleek dat er mogelijkheden zijn om door middel van teeltcondities (bemesting) de gehalten aan bittere sesquiterpeenlactonen te beïnvloeden (van Kruistum, 2005).

Uit onderzoek in het kader van Integrale Keten Zorg (IKZ) witlof bleek dat een lager Na gehalte van de wortel tot een meer bittere smaak van de krop leidde. Mogelijk is dat ook het percentage droge stof in de wortel een indicator is voor de mate van bitterheid. Het droge stofgehalte wordt sterk door de N-opname beïnvloed (van Kruistum, 2005).

Pompoen.

De *smaak* in pompoen wordt vooral bepaald door aroma en zoetheid. Vooral aroma is rasgebonden. Ook het oogstmoment (rijpheid) is smaakbepalend. Verder neemt door bewaring de zoetheid gemiddeld toe. Het vochtgehalte neemt met bewaring af waardoor het vruchtvlees van pompoen wat vaster wordt.

Tabel 15. **Kroot, matrix van ketenfactoren en invloed op inhoud- en smaakstoffen; wel of niet stuurbaar . (+ = verhoogt het gehalte; - = verlaagt gehalte; niet ingevuld = onbekend).**

		geosmin		suikers		Nitraat*		Betalain	
		kwalitatief	stuurbaar	Kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	Stuurbaar
Ras		+	ja						
Grondsoort									
Bemesting	stikstof					+	deels		
	fosfaat								
	kali	+	deels						
	Micro-elementen								
Teeltwijze	vroegheid					+	ja		
groeiomstandigheden	neerslag	-	neen	+	neen			+	neen
	temperatuur	-	neen	+	neen	+	neen	+	neen
	straling	-	neen	+	neen	+	neen	+	neen
Berekening		+	deels						
pH								+	neen
Stress		+	deels						
Rijpheid		+	ja						
Oogstmethode									
bewaarmethode									
bewaartemperatuur									
Afzet	verpakking								
	wassen								
	snijden								
	uitstalleven								
	doorloopsnelheid								
Bereiding	Rauwkost								
	koken								
	magnetron								
	Schillen	-							
						* krottenblad			

Tabel 16. Sla/spinazie, witlof en pompoen, matrix van ketenfactoren en invloed op inhoud- en smaakstoffen; wel of niet stuurbaar (+ = verhoogt het gehalte; - = verlaagt gehalte; niet ingevuld = onbekend).

		Sla en spinazie				witlof		pompoen			
		nitraatgehalte		Oxaalzuur (Spinazie)		bitterheid		zoetheid		aroma	
		kwalitatief	stuurbaar	Kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	stuurbaar	kwalitatief	Stuurbaar
Ras		+	ja	+	ja	+	ja	+	ja	+	ja
Grondsoort		+	deels								
Bemesting	stikstof	+	deels								
	fosfaat										
	kali										
	Micro-elementen										
Teeltwijze	vroegheid										
groeiomstandigheden	neerslag	+	neen			+	ja				
	temperatuur	+	neen	+	neen						
	straling	+	neen								
trekmethode											
Berekening											
pH											
Stress											
Rijpheid		+	ja	-	ja			+	ja		
Oogstmethode		+	ja	-	ja						
bewaarmethode											
bewaarduur								+	ja		
bewaartemperatuur											
Afzet	verpakking										
	wassen										
	snijden										
	uitstalleven										
Bereiding	Rauwkost										
	koken										
	magnetron										

4 Discussie en conclusies

De literatuurstudie brengt bij van een aantal belangrijke biologische vollegrondsgroenten de stoffen in beeld die verantwoordelijk zijn voor de smaak en extra gezondheidsbeïnvloedende stoffen. Verder is in kaart gebracht hoe de smaak te bevorderen is en/of de gehalten aan gezondheidsbevorderende stoffen te beïnvloeden is. Vervolgens is in de literatuur nagegaan of door de biologische teeltwijze de smaak onderscheidbaar beter of anders is en de gehalten van gezondheidsbevorderende stoffen hoger.

Per gewas kan wat betreft smaakstoffen en gezondheid beïnvloedende inhoudsstoffen kan het volgende geconcludeerd worden:

Aardappel (consumptie)

De *smaak* wordt vooral bepaald door glyco alkaloiden en reducerende suikers en de knolttextuur (kookbaarheid).

Het gehalte aan smaakstoffen wordt bepaald door raskeuze, bemesting, teelt- en afzet- omstandigheden.

De textuur wordt bepaald door de raskeuze, N-bemesting en groeiomstandigheden.

Belangrijke extra *gezondheidsbevorderende stoffen* zijn bij aardappel niet bekend.

Voor gezondheid negatieve stoffen zijn glyco alkaloiden. Nitraat bij aardappel is geen probleem vanwege de lage gehalten. Bij bereiding als “bakken” geeft meer nitraat een donkerder product.

Peen

De *smaak* wordt vooral bepaald door: suikergehalte (zoetheid) en bittere stoffen.

Zoetheid wordt bepaald door ras, bemesting, hoeveelheid zonlicht en neerslag tijdens de teelt, rijpheid en mechanische stress. Bittere smaak wordt vooral bepaald door grondsoort, rijpheid, mechanische stress, bewaar temperatuur en wijze verwerking (versnijden). Ethyleenvorming tijdens bewaring stimuleert bittere smaak.

Belangrijke extra *gezondheidsbevorderende stoffen* zijn caroteen en farcinol/facarindiol. Het gehalte aan caroteen wordt bepaald door ras, grondsoort, hoeveelheid zonlicht (straling) tijdens de teelt, oogst- en bewaarmethode, bewaar temperatuur en bereidingswijze (koken/stampen). Farcinol/facarindiol gehalte is vooral afhankelijk van ras en bewaar temperatuur.

Ui en knoflook

De *smaak* wordt vooral bepaald door de suikers, het gehalte aan zwavelverbindingen (S-alkyl cysteine sulfoxiden) de mate van afbraak daarvan door het enzym pyrovaat en bereidingswijze (rauw, gekookt of gebakken).

Het suikergehalte (zoetheid) wordt bepaald door ras en selenium (veel selenium geeft minder zoetheid).

Het gehalte aan zwavelverbindingen wordt bepaald raskeuze, bemesting (vooral stikstof en zwavelbemesting), hoeveelheid neerslag en de temperatuur tijdens de teelt, door rijpheid wijze van verwerking (snijden van ui).

Het gehalte aan het enzym pyrovaat is rasgebonden en afhankelijk van bemesting (meer selenium leidt tot minder pyrovaat) en wellicht het drogestof gehalte (praktijkervaring).

Bereidingswijze; bij bakken spelen suikers en eiwitten een rol bij de smaak; na koken wordt de zoetheid karakteristiek.

Belangrijke *gezondheidsbevorderende stoffen* naast de zwavelverbindingen is het flavonol “quercetine” Het gehalte aan quercetine is afhankelijk van raskeuze, stikstofbemesting, maar varieert ook sterk per teeltjaar.

Koolgewassen

De mate van bittere *smaak* bij koolgewassen wordt vooral bepaald door het gehalte aan glucosinolaten, met name sinigrine en progoitrine.

Het gehalte aan smaakstoffen wordt bepaald door raskeuze en door zwavelbemesting. Daarnaast is de

bereidingswijze bepalend voor de smaak. Bereiding in de magnetron houdt meer glucosinolaten vast dan conventioneel koken.

Belangrijke *gezondheidsbevorderende stoffen* bij koolgewassen zijn ook de glucosinolaten (sinigrine, progoitrine en glucoraphanine) en vitamine C. Vitamine C - gehalte wordt bepaald door temperatuur en straling.

Gehaltenbepalende zaken bij glucosinolaten: zie bij smaak koolgewassen.

Kroot

De *smaak* wordt bepaald door: geosmin en suikergehalte. Geosim is verantwoordelijk voor het gronderig aroma component in de smaak van kroot.

Het gehalte aan geosim wordt bepaald door raskeuze, groeiproblemen (bijvoorbeeld wateroverlast), rijpheid en bereidingswijze (schillen). Van nature heeft kroot een hoog suiker gehalte. De smaak wordt mede bepaald door een goede suiker/geosim-balans.

Gezondheidsstoffen: Kroot is van nature rijk aan ijzer, kalium en foliumzuur die belangrijk zijn voor de gezondheid.

Krotenblad kan een hoog nitraatgehalte hebben als gevolg van veel stikstofaanbod, lage temperatuur en lage straling.

Kleurstof; Voor de rode kleur bij kroot is groep van betalain stoffen verantwoordelijk, waarvan betanin de belangrijkste is. Het gehalte aan deze kleurstoffen wordt bepaald door pH van de grond, neerslag, temperatuur en straling tijdens de groei.

Bladgewassen (sla en spinazie)

De *smaak* in spinazie wordt bepaald door oxalaat en gereduceerde suikers.

Het gehalte aan smaakstoffen wordt bepaald door raskeuze en groeiomstandigheden en groeistadium van het gewas.

Sla is vrij neutraal van smaak. De consistentie van het blad (zachtheid, vastheid) wordt bepaald door raskeuze en hoeveel beschikbaar vocht tijdens de groei.

Belangrijke *gezondheidsbevorderende stoffen* in bladgewassen zijn eiwitten en de vitaminen A, B en C. Hoge bemesting en minder straling verlagen het vitamine C gehalte.

Negatief voor de gezondheid kunnen zijn het nitraatgehalte in alle bladgewassen oxaalzuur met name in spinazie. Nitraatgehalte wordt bepaald door raskeuze, stikstofaanbod en hoeveelheid licht tijdens de teelt. Oxaalzuur gehalte wordt bepaald door raskeuze, neemt toe onder lichtarme groeiomstandigheden en neemt af bij rijper wordend gewas.

Witlof

De *smaak* in witlof wordt vooral bepaald door bitterheidsgehalte. De bitterheid wordt vooral bepaald door de raskeuze. De invloed van de trekmethodes is minder duidelijk.

Pompoen

De *smaak* in pompoen wordt vooral bepaald door aroma en zoetheid. Vooral aroma is rasgebonden. De zoetheid wordt naast het ras, ook beïnvloed oogstmoment en door de bewaarduur.

Uit bovenstaande blijkt dat onderscheidbaarheid op smaak en gezondheidsbevorderende stoffen puur en alleen door biologische teeltwijze niet zonder meer gegarandeerd is.

Wel kan de biologische sector door de juiste keuzes in de teelt en afzet de smaak van haar producten en de gehalten aan gezondheidsbevorderende stoffen verbeteren. Dit zal deels zijn keerzijde hebben van een lagere productie, of in sommige perioden het ontbreken van product van Nederlandse herkomst.

Daarnaast zal er een grotere inspanning gepleegd moeten worden om gezond, smaakvol en representatief product op de markt te brengen. Naast de standaard meer arbeid, inherent aan de biologische teeltwijze, is

het teeltproces minder stuurbaar.

Om kwalitatief goed en betrouwbaar product te kunnen aanbieden, zullen negatieve uitschieters op het gebied van smaak, inhoudstoffen en uiterlijke kwaliteit opgespoord en uitgeselecteerd moeten worden.

Sturing op goede smaak en extra gezonde inhoudsstoffen kan door bewuste raskeuze, aangepaste biologische teeltwijze en bewaar- en afzetmaatregelen.

Door raskeuze met een bepaald smaakbeeld en hoge gehalten gezondheidsbevorderende kan biologische teelt zich onderscheiden. Bepaald moet dan eerst worden welk smaakbeeld gewenst is. Als er rassen zijn die hieraan beantwoorden moeten deze in redelijke mate productief zijn. Lagere opbrengsten zijn tot zekere grenzen acceptabel. De acceptabele opbrengstderiving verschilt per product en is afhankelijk van de teeltkosten en marktprijs. Daarnaast moeten ze genoeg ziekte en plaagwerend zijn om ze redelijkerwijs biologisch te kunnen telen. Bij ontbreken van rassen die aan deze eisen voldoen, ligt er een (langer termijn) taak voor de biologische veredeling.

Een terughoudende inzet van mineralen en gebruik van organische mest geeft gemiddeld een rustigere groei van de gewassen. Daardoor krijgt biologisch product een andere consistentie, wat zich onder andere uit in een hoger drogestof gehalte en een andere "beet". Dit sluit uitstekend aan bij de filosofie van "slow food".

Door de mindere voorspelbaarheid van het vrijkomen van mineralen uit organische mest (afhankelijk van vochttoestand van de grond en temperatuur) kunnen zich plotselinge groei-explosies voordoen, die de consistentie negatief beïnvloeden. Door monitoring daarop kunnen deze negatieve uitschieters van de markt geweerd worden.

Ook kunnen door plotseling vrijkomen van mineralen uit organische mest mineralengehalten meer oplopen dan voor het biologische afzetdoel gewenst of toegestaan is. Bijvoorbeeld nitraat in peen voor peensap of in spinazie voor babyvoeding. Door monitoring dienen deze partijen van de markt geweerd te worden.

Seizoengebonden teelt garandeert eerder het gewenste smaakbeeld en de gehalten aan gewenste stoffen. Bij teelt en afzet aan de randen van het seizoen moeten door monitoring de negatieve uitschieters van de markt geweerd worden.

Ook buiten het seizoen is er legitieme vraag naar goed smakend biologisch product. Hieraan kan door teelten in zuidelijke landen aan voldaan worden. Per product is daarvoor een goed Europees of globaal netwerk van biologisch teelt nodig, waarbij naast de smaak ook de energiebalans van buitenlandse teelten positiever moet zijn dan van lokale teelt, anders is het beter om "neen" te verkopen aan de biologische consument.

Bewaringcondities zijn ook bij biologisch product gericht op fysieke kwaliteitbehoud. Veelal loopt behoud van smaak daaraan parallel, maar per teeltjaar en herkomst kunnen hierin verschillen optreden. Monitoring hierop is nodig om slecht smakende partijen uit de bewaring van de markt te weren.

Door de relatief kleine omvang van de biologische productie zijn de bewaringcondities in de praktijk niet altijd geoptimaliseerd. Goede bewaarcondities zijn een eerste en absolute basisvoorwaarde voor een concurrerend product.

Goede, maar relatief goedkope bewaarmethoden, als bewaring in de kuil, kunnen bij aan aantal producten en onderscheidend karakter van biologisch product versterken.

Smaak- en kwaliteitsbehoud in de keten.

Voor behoud van fysieke kwaliteit, smaak en gewenste inhoudstoffen is geconditioneerde verwerking en afzet een basisvoorwaarde. Ook hierin dient de relatief kleinschalige sector te professionaliseren. Dit proces is gaande maar dient sterk doorgezet te worden waarbij zoveel mogelijk de identiteit van het biologische product behouden moet worden.

Uitstalleven

De uitstraling van het biologische product in de winkel is qua versheid en presentatie niet altijd optimaal.

Hiervoor zijn velerlei oorzaken. Door lage omloopsnelheid van het product, minder koelvitines en minder mogelijkheden van nachtkoeling, deels terechte terughoudendheid tegen verpakking, en deels door onwetendheid van bedienend personeel krijgt duur biologisch product niet de aandacht die het verdient. Regelmatige training hierin op de winkelvloer vanuit de winkelformule kan deze problemen oplossen.

Bewustwording en beleving biologisch product en productiewijze naar de consument. Hoewel door de biologische sector op dit gebied al veel gedaan wordt, blijft het een probleem deze boodschap steeds weer goed bij de consument over te brengen. Dit komt doordat meestal aan het product zelf niet te zien is dat het biologisch geproduceerd is.

Daar waar de biologische teeltwijze aan het product toonbaar te maken is zonder de kwaliteit daaraan te kort te doen, moet dat als eerste gebeuren. Voorbeelden: ongewassen peen en aardappelen in het schap/ bij koop evt. voor de klant wassen.

Dit moet waar mogelijk per biologisch product ingevuld worden.

Verder kan bij het product deze info meegegeven worden:

- Koop op productnaam
- Recepten, startend met de “teeltachtergrond/ herkomst” van het product
- Verwijzing naar site van telersherkomst
- Informatie over logistieke stappen keten voor smaak en kwaliteitsbehoud
- Open dagen bij teler
- Houdbaarheidsdatum
- Bewaartips voor thuis
- Bereidingstips ter behoud van smaak
- Smaakadviezen van de winkelier
- Acties; bijvoorbeeld: Elk seizoen week van de smaak.
- Combinatie met dressing, wijnen, andere gerechten
- Wat zeker niet doen (smaakbederf, reductie van gezonde inhoudsstoffen)

Door consequente toepassing van bovenstaande wordt de smaak en gezondheidsidentiteit van het biologische product versterkt naast het al sterke identiteit van biologische teelt- en afzetwijze. Groenten staan al bekend als gezond. Als ook gehalten aan gezondheidsbevorderende stoffen versterkt wordt is dat een extra plus.

Samenvattend zal komende jaren, met behoud van de identiteit van biologische teelt, gestreefd moeten worden naar een herkenbaar smaakvol, extra gezond en aantrekkelijk biologisch product.

Hiervoor moet een samenhangende “actieplan “ opgesteld en uitgevoerd worden.

Deze verdiepende literatuurstudie “Onderscheid op Kwaliteit “ is daarvoor een eerste basis.

Suggesties voor aanpak en werkwijze.

De precieze invulling zal per gewas moeten plaatsvinden in samenspraak met belanghebbende ketenpartijen. Bij de uitvoering zal prioriteitkeuze naar de gewassen gemaakt moeten worden.

Daarna kunnen per gewas einddoelen voor smaak, gehalten aan inhoudsstoffen en uiterlijke kwaliteit geformuleerd worden.

Het proces zal gepaard moeten gaan met een evolueerbaar stappenplan op jaarbasis, met korte en lange termijn doelen.

Ervaringen met al lopende projecten rond smaak en onderscheidbaarheid kunnen hiervoor als leidraad dienen.

Literatuur

- Bonthuis, H., e.a. 81e Rassenlijst voor Landbouwgewassen 2006, 222 p.
- Bothma, F., 1956, Samenstelling en eigenschappen van voedingsmiddelen, hst. 1; Het verduurzamen van voedingsmiddelen, deel I, Technologie en Methodiek, 399 p.
- Broek, R. van den, 2002, Inhoudsstoffen in ui. Rapport PPO in opdracht van HPA. 30 pg
- Broek, R. van den, 2002, Effect van teeltmaatregelen, afrijping en bewaring op de inhoudsstoffen, droge stofgehalten en kiemrust van ui in 2002-2004. PPO nr. 510130, 30 p.
- Consumentengids 2006. Hoe logisch is biologisch? februari 2006, pg. 52-55
- Dekker, M. , Verkerk, R. Gezondheidsbevorderende componenten in groenten en fruit; website groeiservice 2006
- Deventer, H.C. van, 1999, Procesoptimalisatie en kostenbesparing in de groenten- en fruitverwerkende industrie. TNO-rapport R 99/267
- Doorn, H. E. van, 1999. Quantitative inheritance of the progoitrin and sinigrin content in Brussels sprouts (*Euphytica* 108: 41-52, 1999)
- Doorn, H. van, 1999. Balans in zwavelgift komt smaak ten goede. Groenten en Fruit, Vollegrondsgroenten 27 augustus 1999
- Guerche, La, S. e.o. Origin of geosmin on grapes; on the complementary action of two fungi, *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum*; *Antonie van Leeuwenhoek* (2005) 88: 131-139
- Haglund, A. (1998), Sensory quality of tomato, carrot and wheat. Influences of growing systems. *Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences* 70. 39 pp.
- Hamouz, K., (2000), Influence of environmental conditions and way of cultivation on the polyphenol and ascorbic acid content in potato tubers. *Rostlinna Vyroba* 45 (7) pp 293-298.
- Haglund, A. e.a., Sensory evaluation of carrots from ecological and conventional growing systems. *Food Quality and Preference* 10 (1999) 23-29.
- Hansen, e.a., 2003, Bioactivity of falcarinol and the influence of processing and storage on its contents in carrot. *J. Sci. Food* 83, p. 1011-1017.
- Hoof, M.P. van, 2005, Deskstudy inhoudsstoffen peen en zwarte vlekken ziekte, *Agrrotechnology and Food Innovations B.V.* , Rapport nr. 380
- Huber, M. , e.a., Verantwoorde en Communiceerbare gezondheidsargumenten bij Biologische producten, *LBI* 2006, 0112, 30 p.
- Jong, J. A. de, 1985, De teelt van aardappelen.
- Kjeldsen, F. Christensen, L.P. and Edelenbos, M. Changes in Volatile Compounds of Carrots (*Daucus carota* L.) During Refrigerated and Frozen Storage. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 5400-5407

- Kraker, J. de. Teelt van Spinazie. Teelthandleiding nr. 38, november 1991.
- Kruistum, G. van, Vlaswinkel, M., 2005, Smaakconsistentie van groentegewassen in de keten; een verkenning. Revised september 2005 PPO nr. 510420, 38 pg.
- Kruistum, G. van. Witlof en Roodlof, Teelthandleiding nr. 79, december 1997.
- Lafuente, M.T., e.a. Factors influencing ethylene-induced isocoumarin formation and increased respiration in carrots. *J. Amer.Soc. Hort.Sci.* 121: 537-542.
- Land D.G. Carrot flavour and the factors which influence it. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1975, 26: 10, 1610.
- Langhout I, Werf van der Nicole. Fysische, fysiologische en psychologische factoren die smaakbepalend zijn voor de tomaat. Literatuurstudie Tuinbouwplantenteelt 1995.
- Lee, H. van der, Smaak doet weer mee in peen: uitbreiding rassen komt teeltplanning ten goede. *Oogst: Tuinbouw*, 16(2003) 40, p.42
- Lier, A. van, Tuinbouw kan profiteren van gezondheidstrend, *Groenten en Fruit*, week 28, 2006.
- Loon, C.D. van, e.a. , Teelt van consumptie-aardappelen, teelthandleiding nr. 57 november 1993.
- Loon, C.D. van, Teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen in relatie tot kwaliteits- en milieueisen; Themaboekje nr. 16 15 december 1993.
- Lu, G. e.o. Quantitative Determination of Geosmin in Red Beets (*Beta Vulgaris L.*) Using Headspace Solid-Phase Microextraction; *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 1021-1025.
- Luyten, H. Quality in the market – Technology push versus Market pull. Proceedings International Conference on Quality in Chains. An Integrated View on Fruit and Vegetable Quality. *Acta Hort.* 604, 2003
- Michalik H. Effect of Fertilization with macro- and microelements on the content of dry matter, sugar and beta-carotene in carrot. *Biuletyn warzywniczy* 28, 141-163 (1985).
- Mheen, H. van der, e.a., 2005, Inhoudstoffen Bloemkool: Quicksan naar de perspectieven van inhoudstoffen in bloemkool. 31 p.
- Nakamoto, H. e.a. Effect of shading, temperature, watering, application of manure on the oxalate, nitrate, vitamin C contents of spinach; *Bulletin of Hokkaido Prefectural Agricultural Experiment Stations* 1998 (75): 25-30
- Northolt M. e.a. Parameters of Carrot Quality and the development of the Inner Quality concept, Louis Bolk Instituut, rapportnummer GV V 05, 2004.
- Pimentel D., e.a., Environmental, Energetic and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. Juli 2005/ vol. 55 no. 7 *Bioscience* p 573-582
- Rangkadilok, N. e.a., The Effect of Post-Harvest and Packaging Treatments on Glucoraphanin Concentration I Broccoli (*Brassica oleracea var. italica*). *J.Agric. Food chem.* 2002, 50, 7386-7391.
- Rosenfeld, H.J., Samuelsen, R.T. Bodsén M. The effect of soil-relationships and temperature on sensory and chemical quality parameters of carrots (*Daucus carota L.*). *Acta Horticulturae* 2000 nr. 514, 123-131.

- Rosenfeld, H.J., Aaby K., Lea P., 2002. Influence of temperature and plant density on sensory quality and volatile terpenoids of carrot (*Daucus carota* L.) root. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 82: 1384-1390
- Schaller, R.G., e.a. 1998. Chemische, chemosensorische und humansensorische Untersuchungen zu Geschmack und Aroma von Möhren. *Nahrung* 42: 400-405.
- Scheer, T., Biologisch of zongerijpt'niet per se lekkerder, *Groenten en Fruit*, 18 aug. 2005
- Schoneveld, J.A. Teelt van Kroten, *teelthandleiding* nr. 71, april 1996.
- Seljasen R., Hoftun H. Bengtsson G.B., Tijskens L.M.M and H.M. Vollebregt, 2003; Critical factors for reduced sensory quality of fresh carrots in the distribution chain. *Acta Horticulturae* nr. 604, 761-767
- Simon P.W., Peterson C.E. Genetic and environmental components of carrot culinary and nutritive value. *Acta Horticulturae* 93 (1979).
- Stichting Voedingscentrum Nederland, Eten van de biologische landbouw.
- Stodolak, e.a. Some aspects of metabolism of phenolics in carrot root slices, *Journal: Food, Agriculture & Environment*, 2003, vol. 1, number: 3&4.
- Suojala, T., Pre- and postharvest development of carrot yield and quality. Academic dissertation 2000
- Tabeke, M. e.a. Effect of nitrogen application on the contents of sugars, ascorbic acid, nitrate and oxalic acid in spinach and komatsuna; *Japanese Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 1995 66(3): 238-246.
- Tamura e.a., Relationship between changes in reducing sugar, ascorbic acid, oxalate and nitrate contents of spinach cultivars at the late growth stage, and sensory evaluation, *Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science* 2005 58(3): 139-144).
- Vanaerde, H. Groot smaakverschil tussen rassen spruitkool! *Proeftuinnieuws* nr. 4 – 19 februari 1999
- Velimirov, A. , e.a., Die Qualität Biologisch erzeugter Lebensmittel, Ergebnisse einer umfassenden Literaturrecherche, *Endbericht Bio Ernte*, Austria, april 2003, 59 p.
- Verkerk, R. e.a. Post-harvest increase of indolyl glucosinolates in response to chopping and storage of Brassica vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 953-958.
- Verkerk, R. Evaluation of glucosinolate levels throughout the production chain of Brassica vegetables: towards a novel predictive modelling approach 2002, vii + 136 pp
- Visser, C, Teelt van Knoflook, *Teelthandleiding* nr .75 *Praktijkonderzoek voor Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt*, 42 p.
- Woese, K., e.a. A comparison of organically and Conventionally grown Foods – Results of a review of the relevant Literature, *J. Sci. Food Agric.* 1997, 74, 281-293
- Wszelaki, A.L., e.a. Sensory quality and mineral and glycoalkaloid concentrations in organically and conventionally grown redskin potatoes (*Solanum tuberosum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 720-726 (2005).

Internetbronnen:

www.arthemis.nl/aromabasis/pompoen.htm
www.voedingscentrum.nl/voedingscentrum/public/Dynamisch/
website: <http://nl.wikipedia.org/wiki/spruitkool>
www.volkskrantblog.nl/bericht/31943
www.mootherathnews.com/library/2004_April_May/Sweet_Beets
www.food-info.net/nl/national/ww-spinazie.htm
www.knoflooksite.nl/nederlands/wetenswaardigheden
www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl
www.vergetengroenten.nl
www.syscope.nl