

Smaakconsistentie van groentegewassen in de keten: een verkenning

Gijs van Kruistum en Marian Vlaswinkel

© 2005 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.

Onderzoek uitgevoerd in opdracht van:

Productschap Tuinbouw

Zoetermeer



Projectnummer: 510420

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

PPO AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: 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 AANBEVELINGEN.....	7
2 INLEIDING EN PROBLEEMSTELLING.....	9
3 SMAAK- EN GEURSTOFFEN VAN GROENTEGEWASSEN.....	11
3.1 Welke groepen van smaak- en geurstoffen zijn van belang.....	11
3.1.1 Niet gebonden suikers.....	11
3.1.2 Organische zuren.....	11
3.1.3 Bitterstoffen.....	12
3.1.4 Vluchtige terpenoiden.....	12
3.1.5 Fenolen.....	12
3.1.6 Aromatische stoffen.....	12
3.1.7 Amino-zuren.....	12
3.2 Relatie tussen instrumentale analyse en smaakbeleving.....	12
3.3 Wijziging in gehalte en samenstelling in de keten.....	13
3.3.1 Effect temperatuur.....	13
3.3.2 Effect licht.....	13
3.3.3 Effect ethyleen.....	13
3.4 Technieken om verlies van gewenste geur- en smaakstoffen in de keten te beperken.....	14
3.4.1 Gesloten koelketen.....	14
3.4.2 MA-verpakking.....	14
3.4.3 Coating.....	14
3.4.4 Ozon.....	14
4 AARDBEI.....	15
4.1 Specifieke geur- en smaakstoffen.....	15
4.2 Gewenste smaakeigenschappen.....	15
4.3 Variatie in gehalte tijdens primaire productie.....	16
4.3.1 Cultivar.....	16
4.3.2 Bodem en bemesting.....	16
4.3.3 Plant- en oogsttijdstip.....	17
4.3.4 Overige.....	17
4.4 Behoud van specifieke geur- en smaakstoffen in de keten: sturende factoren.....	17
5 WITLOF.....	19
5.1 Specifieke geur- en smaakstoffen.....	19
5.2 Gewenste smaakeigenschappen.....	19
5.3 Variatie in gehalte tijdens primaire productie.....	19
5.3.1 Cultivar.....	19
5.3.2 Bodem en bemesting.....	20
5.3.3 Zaaï-, plant- en oogsttijdstip.....	20
5.3.4 Overige.....	20
5.4 Behoud van specifieke geur- en smaakstoffen in de keten: sturende factoren.....	21
6 SPRUITKOOL.....	23
6.1 Specifieke geur- en smaakstoffen.....	23
6.2 Gewenste smaakeigenschappen.....	23

6.3	Variatie in gehalte tijdens primaire productie	24
6.3.1	Cultivar	24
6.3.2	Bodem en bemesting	24
6.3.3	Zaai-, plant- en oogsttijdstip	24
6.3.4	Overige.....	25
6.4	Behoud van specifieke geur- en smaakstoffen in de keten: sturende factoren	25
7	PEEN.....	27
7.1	Specifieke geur- en smaakstoffen.....	27
7.2	Gewenste smaakeigenschappen	27
7.3	Variatie in gehalte tijdens primaire productie	28
7.3.1	Cultivar	28
7.3.2	Bodem en bemesting	28
7.3.3	Zaai-, plant- en oogsttijdstip	28
7.3.4	Overige.....	28
7.4	Behoud van specifieke geur- en smaakstoffen in de keten: sturende factoren	29
8	EVALUATIE NAAR AANLEIDING VAN GESPREKKEN MET HANDEL EN ZAADBEDRIJVEN.....	31
9	NADER TE BESTUDEREN EFFECTEN EN GESIGNALEERDE WITTE VLEKKEN	33
	BIJLAGE 1. GERAADPLEEGDE BRONNEN.....	35

Samenvatting

Middels een inventariserende studie is inzicht verkregen in de belangrijkste smaak- en geurbepalende componenten van de gewassen aardbei, witlof, spruitkool en peen. De smaakvariatie binnen partijen en tussen partijen is onderwerp van deze studie. Dit zijn tevens de sturende factoren die een rol spelen bij het smaakbehoud in de primaire productie en in de keten. Vervolgens is met andere partners zoals afzetorganisaties, handel en retailers nagegaan hoe de producten in het afzetkanaal kunnen worden behandeld om de originele smaak en geur voldoende lang te kunnen handhaven.

Aardbei

De meeste consumenten prefereren een vrij zoete aardbei met een fruitige smaak en een typische aardbei geur. Aardbeien moeten geoogst worden in een rijp stadium om de maximale kwaliteit in relatie tot smaak en geur te bereiken. Er zijn grote smaakverschillen tussen verschillende seizoenen, locaties en zelfs van pluk tot pluk binnen een gewas.

De literatuurstudie heeft uitgewezen dat lichtintensiteit en ras de belangrijkste smaakbepalende factoren zijn. Veel handvaten om hier in de teelt richting aan te geven zijn nog niet gevonden. Binnen een bakje geplukte aardbeien is een grote verscheidenheid aan grootte en smaak (biologische variatie) aanwezig. Mogelijke oplossingen moeten gezocht worden in rassen met een uniformere vruchtzetting en een open bladstand. In consumentenpanels blijkt het ras Darselect lekkerder te worden bevonden dan het hoofdras Elsanta.

Witlof

Bij witlof zijn de sensorische smaakeigenschappen: bitterheid, typische witlofsmaak en smaakintensiteit. Zowel de zoetheid als de bitterheid zijn vooral geconcentreerd in de pit. Binnen partijen moet er rekening worden gehouden met een vrij grote variatie in bitterheid. Mensen verschillen in smaakperceptie voor bitterheid. Vaak hebben ouderen voorkeur voor wat meer bittere witlof.

De literatuurstudie heeft uitgewezen dat het gehalte aan bitterstoffen wordt beïnvloed door ras, teeltplaats en N-bemesting. Mogelijke oplossingsrichtingen moeten gezocht worden in maatsortering wortels (uniformere partijen) en lengte van de pit. Om de markt te kunnen bedienen moeten er mogelijk twee segmenten op de markt komen met minder bittere en bittere witlof.

Spruitkool

Bij spruitkool is bitterheid een opvallend onderdeel van de smaak. De bitterheid wordt vooral bepaald door de groep van stoffen die behoren tot de glucosinolaten. Bij oudere consumenten raken spruiten steeds meer uit de gratie en bij jonge mensen is deze groente ronduit onpopulair. Ook voor spruitkool geldt dat ouderen vaak voorkeur hebben voor de wat meer bittere spruiten.

Uit literatuuronderzoek blijkt dat rassen en bemesting een belangrijke rol spelen bij het gehalte aan glucosinolaten. Tijdens de teelt kan hier rekening mee worden gehouden. Ook bij dit product gaat de voorkeur uit naar het opsplitsen in twee marktsegmenten; bittere en minder bittere spruiten.

Peen

Bij peen zijn de volgende smaakeigenschappen van belang: (vrij) zoet, lage bitterheid en een beetje wrang. Uit onderzoek bleek dat de wrange en typische smaak van peen geassocieerd werd met verhoogde concentraties van terpenoïden en een gereduceerd suikergehalte. Zoetheid is vooral gerelateerd aan een hoog gehalte van suikers en een gereduceerd terpenoïde gehalte. Het totale suikergehalte wordt het meest bepaald door sucrose en minder door glucose en fructose.

Uit literatuuronderzoek blijkt dat vooral straling en temperatuur een belangrijke invloed hebben op de zoetheid van de peen. Slechts een beperkt deel kan worden toegeschreven aan bodemtype en ras. Veel handvaten om in de teelt richting te geven aan de smaak, zijn nog niet gevonden. Om toch een homogene smaak over de jaren heen te garanderen, is een mogelijke oplossingsrichting het kweken van rassen die minder gevoelig zijn voor temperatuur en straling.

Uit de gesprekken met retailers en zaadfirma's kwam naar voren dat er meer aandacht aan de gezondheid van het product besteedt moet worden. Smaak en productie gaan vaak niet samen. Beter smakende cultivars hebben vaak een lagere productie. In jaren met lage prijzen is de opbrengst (kostprijs) nog steeds het belangrijkste item. Er zal steeds meer verpakt gaan worden in verband met hygiëne en voedselveiligheid (traceerbaarheid). Het is dan wel mogelijk om bijv. een boodschap over smaak of gezondheid op het product te zetten. Sommige producten (witlof en spruiten) mogen niet te veel ruimte in het winkelschap innemen, omdat deze producten slechts 1% van de groente omzet betreffen. Ook kwam naar voren dat het zinvol is een instrumentarium te ontwikkelen waarmee snel de smaak bepaald kan worden. Negatieve smaakafwijkingen hebben vaak grote impact op het aankoopgedrag. Ook blijft het belangrijk dat telers steeds meer gaan beseffen voor welke afzetmarkt geteeld wordt en wat de specifieke eisen van de afnemer/consument zijn.

1 Aanbevelingen

Op basis van deze verkennende studie en de gevoerde gesprekken met retailers en zaadbedrijven komt de wens naar voren om smaak in de keten een belangrijkere rol te laten spelen. Tot nu toe is smaak vaak van ondergeschikt belang en is er met de beschikbare kennis weinig gedaan. Smaakvariatie speelt geen grote rol in de afzetfase en in de literatuur is informatie over de snelheid van (smaak)afleving in de na-oogst fase beperkt. Het beste zou zijn om in de volle breedte de producteigen smaak te verbeteren. Gebaseerd op de gesignaleerde witte vlekken kunnen in een nadere afweging de volgende prioriteiten worden gesteld en aanbevelingen worden gedaan.

1. Om het algemene niveau van de producteigen smaak in de keten te verbeteren, moet er geschikt instrumentarium worden ontwikkeld om een snelle en voor de praktijk geschikte, smaakmeting mogelijk te maken. Zowel de teler als de retailer kan deze methode dan marktgericht gebruiken. Negatieve smaakafwijkingen hebben vaak grote impact op het aankoopgedrag. Partijen met een negatieve smaakafwijking kunnen er dan snel tussenuit gehaald worden. Ook kunnen aanwezige verschillen in smaak op deze wijze aan speciale doelgroepen gekoppeld worden om bijvoorbeeld zoetere en bittere partijen gescheiden aan te leveren.
2. Betrekkelijk weinig is bekend over de invloed van teelt- en bewaarfactoren van het product op de smaakontwikkeling vanaf de oogst tot in de winkel. Het algemene gevoel is dat wanneer het product in de na-oogstfase op de juiste wijze wordt behandeld (koeling, verpakking), de smaakverandering in de keten zeer beperkt is. In de keten is er weinig aandacht voor de beslissingen van de consument. Interessant is om te weten wat de invloed van smaak is op de herhalingsaankoop van de consument.
3. De kennis over variatie in smaak binnen partijen en de beïnvloeding daarvan is beperkt. Algemeen geldt de wens om smaakvariatie binnen partijen product te verkleinen. De consument proeft echter vaak variatie tussen de individuele vruchten binnen een doosje aardbeien. Het effect hiervan en de invloed van smaakvariatie tussen partijen product op het aankoopgedrag is onvoldoende bekend.
4. Partijen product worden door de teler meestal in 'bulk' afgeleverd en verder verhandeld en afgezet. Prijs en uiterlijke kwaliteit zijn belangrijke eigenschappen. In de catering en horeca zijn er meer mogelijkheden om de producteigen smaak tot zijn recht te laten komen. In deze branches kan differentiëring naar lokale (bedrijfs)restaurants plaatsvinden en kunnen streekproducten met een eigen smaak beter tot zijn recht komen.

2 Inleiding en probleemstelling

De markt van verse groenten heeft in de laatste 10 à 15 jaar een grondige wijziging ondergaan: van een aanbodgerichte naar een vraaggestuurde markt, steeds meer gericht op de wensen van de individuele consument. De veeleisende en kritische consument vraagt om producten en diensten op maat. De consument betreft in toenemende mate zijn/haar voedingsmiddelen via andere kanalen dan het huishoudelijk kanaal. Denk bijvoorbeeld aan de bedrijfskantine, kantines van scholen, afhaalmaaltijden, ziekenhuizen etc. In de VS is dit reeds 50% van het totale voedselpakket. Dit stelt andere eisen aan producten met betrekking tot houdbaarheid, gemak en presentatie. 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. De consument is kieskeuriger geworden als het om kwaliteit gaat en is tegelijkertijd ook meer verwend (Langhout e.a. 1995).

Shewfield & Henderson (2003), gaven aan dat in de komende 10 à 20 jaar de totale consumptie van verse groenten en fruit verder terug zal lopen. Een afname in consumptie van verse groenten en fruit doet zich in Nederland al vanaf het eind van de jaren '80 voor, in wat grotere mate bij de jongere consument (Bouman, 1999). In de komende jaren zal de nadruk minder gelegd worden op het verder vergroten van het uitstalleven en productie tegen lage kosten. 'Convenience' en consumptie kwaliteit zullen meer aandacht krijgen, waarbij streekgebonden productie en het afleveren van producten met een vollere geur en smaak van belang zijn. Onderzoek met de nadruk op teeltfactoren welke uitmonden in een betere kwaliteit na de oogst is van belang, evenals een meer milieuvriendelijke productiewijze (Shewfield & Henderson, 2003). In dit kader ziet de Programma Advies Commissie (PAC) Vollegrondsgroenten van het Productschap Tuinbouw, het strategisch belang voor de groentesector in Nederland om de specifieke smaak van groentegewassen in de keten weer beter tot zijn recht te laten komen.

De specifieke smaak of geur van verse groenten heeft in de laatste tientallen jaren ten opzichte van andere kenmerken minder aandacht gekregen in de teelt 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 oogsttijd. Het naar voren halen van de specifieke smaak en geur van vollegrondsgroenten 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 retailer mogelijkheden om beter te voldoen aan de wensen van de klant.

In opdracht van de PAC Vollegrondsgroenten is door middel van een inventariserende studie inzicht verkregen in de belangrijkste smaak- en geurbepalende componenten van de gewassen aardbei, witlof, spruitkool en peen. De smaakvariatie binnen partijen en tussen partijen is onderwerp van deze studie en tevens de sturende factoren die een rol spelen bij het smaakbehoud in de primaire productie en in de keten. Tevens is met andere partners zoals afzetorganisaties, handel en retailers nagegaan hoe de producten in het afzetkanaal kunnen worden behandeld om de originele smaak en geur voldoende lang te kunnen handhaven.

3 Smaak- en geurstoffen van groentegewassen

De smaakpapillen van de mens kunnen zoet, zuur, zout en bitter goed waarnemen. De smaakpapillen voor zoet zitten vooral op het puntje van je tong. Ook het smaakversterkende 'umami' wordt wel gerekend tot de vijfde smaak. Vooral in Japanse en Chinese gerechten wordt Vetsin als smaakmaker gebruikt. In Vetsin, gemaakt uit eiwitten en sojabonen komt relatief veel mononatriumglutamaat voor. Deze stof geeft een andere smaakbeleving. De vier of vijf basis smaakstoffen verklaren echter niet hoe aardbeien of groenten smaken. De zoete sensatie is de enige van de vier basismaken waarvoor de mens vlak na de geboorte al een voorkeur heeft (Langhout e.a. 1995). 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. In dit rapport wordt bij smaak 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.

De eerste indruk van een product is meestal het uiterlijk. Als één van de onderdelen neemt kleur daarbij de grootste plaats in. De interactie met smaak en uiterlijk komt met name naar voren bij voedsel. Verkleuringen, het ontbreken van kleuren, een rimpelig oppervlak en andere veranderingen in de visuele eigenschappen worden geassocieerd met een verandering in de smaak en stevigheid (Langhout e.a. 1995).

3.1 Welke groepen van smaak- en geurstoffen zijn van belang

Smaak en aroma zijn misschien wel de meest onvatbare en subjectieve kwaliteitseigenschappen. Met smaak wordt meestal een combinatie van smaak en geur bedoeld en deze is hoofdzakelijk samengesteld uit zoetheid, zuur en aroma, welke correspondeert met suikers, zuren en vluchtige stoffen. Andere componenten van smaak bevatten bitterheid bijv. gerelateerd aan sesquiterpene lactonen in witlof. De waarneming van zoetheid, bijv. suikers, is één van de meest belangrijke componenten van vrucht en groente smaak en wordt gewijzigd door zuurheid of zuurgehalten en aroma componenten. In groentegewassen komen veel smaakbeïnvloedende stoffen voor. Bij het bereiden van groenten 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.

3.1.1 Niet gebonden suikers

Deze 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 content) en kan met een refractometer worden bepaald. Veredelaars selecteren vaak op een hoger SSC om de zoetheid te verhogen. Het bepalen van de individuele suikers is een stuk moeilijker.

3.1.2 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.

3.1.3 Bitterstoffen

In spruiten en witlof komen van nature bitterstoffen voor. 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 de sesquiterpeenlactonen.

3.1.4 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.

3.1.5 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 kleur, 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.

3.1.6 Aromatische stoffen

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

3.1.7 Amino-zuren

De amino-zuren alanine en glutamine zuur beïnvloeden onder andere de smaak van peen.

3.2 Relatie tussen instrumentale analyse en smaakbeleving

Voor het bepalen van de kwaliteit van groenten en fruit zijn een groot aantal analysemethoden ontwikkeld (Watada, 1995). Deze bestaan uit het objectief meten van fysische en chemische componenten. Textuur, smaak, geur en voedingswaarde kunnen worden bepaald door destructieve methodieken. Ook zijn een aantal niet destructieve methoden beschikbaar, zoals NMR (Nuclear Magnetic resonance) en gaschromatografische technieken. Gaschromatografie, waaronder HPLC (High Performance Liquid Chromatography) gecombineerd met massa spectrometrie geeft een goed inzicht in de samenstelling van een groot aantal aanwezige vluchtige componenten. Niet alle stoffen kunnen worden geanalyseerd, ook worden interacties tussen (smaak)componenten niet gemeten. Brix-waarde en het bepalen van titreerbaar zuur zijn wijdverspreide methoden voor het bepalen van het suiker/zuur gehalte van o.a. aardbei, maar geven niet meer dan een ruwe schatting. Voor veredelaars die steeds meer op smaakeigenschappen van nieuwe cultivars letten, zijn instrumentale methoden te prefereren boven sensorische bepaling (Hoberg & Ulrich, 2000).

De nieuwste methode is de SPME (solid phase micro extraction), een snelle monster techniek waarbij vluchtige stoffen reageren met een vezelgecoate sonde die in het monster wordt gestoken. De sonde wordt vervolgens in een GC-injectie poort gebracht waar de vluchtige stoffen in de gaschromatograaf worden afgegeven en worden bepaald (Song et al, 1997). Door Carlen & Ançay (2003) is uitgebreid onderzoek verricht naar meting van de smaak van aardbeirassen via bepaling van het suiker/zuur gehalte en het meten van de aanwezige vluchtige componenten. De resultaten van de metingen zijn gekoppeld aan de sensorische kwaliteit in standaard consumententesten. De waardering van de consument voor de sensorische kwaliteit was sterk gekoppeld aan de Brix-waarde (vooral suikers). Het gehalte aan vluchtige componenten was slecht gerelateerd aan de sensorisch gemeten kwaliteit. Bepaling van de Brix-waarde lijkt vooralsnog een goede relatie te geven met sensorische kwaliteit. De relatie is echter afhankelijk van het jaar en het seizoen binnen het jaar, zodat een absolute Brix-waarde niet direct voor commerciële doeleinden kan

worden gebruikt (Carlen & Ançay, 2003). Zij pleitten voor een modelmatige benadering waarbij verschillende parameters worden gecombineerd voor een betere voorspelling over jaren en seizoenen.

Door bepaling van de bitterstoffen lactucopicrine en lactucine in witlof middels een ELISA-test, kon een redelijk tot goede correlatie worden vastgesteld met de sensorisch ervaren bitterheid van witlof (Peters & Van Amerongen, 1998). Het is wenselijk om het gehalte aan glucosidische verbindingen van de bitterstoffen te bepalen, alsook het aandeel in de smaakbeleving van deze componenten. Hierdoor kan de relatie met de sensorische beleving verder verbeteren. Ook het oplosbaar suikergehalte in witlof kan variëren, waardoor de perceptie van bitterheid kan wijzigen.

Uit een onderzoek bij spruitkool met smaakpanels bleek dat bij een hoger sinigrine- en progoitrinegehalte het product meestal als meer bitter ervaren werd. In grote lijnen werd het product bij hogere gehalten minder smakelijk gevonden (Doorn et al, 1998).

3.3 Wijziging in gehalte en samenstelling in de keten

3.3.1 Effect temperatuur

Bij gemiddeld te hoge bewaartemperaturen in de keten zal door een verhoogde ademhalingsnelheid het totale suikergehalte afnemen. Daar smaak voor een groot deel een afgeleide is van het gehalte aan vrije suikers mag worden verwacht dat de sensorische kwaliteit van producten ook zal afnemen. Bij aardbeien zullen de zure eigenschappen mogelijk sterker naar voren komen, bij witlof en spruitkool de bittere aspecten. Ook zal naar verwachting de smaakbeleving van peen afnemen. In literatuur wordt aan dit aspect weinig aandacht gegeven. Rosenfeld (2002) vond de hoogste score voor zoete smaak bij wortelen die gegroeid waren bij lage temperatuur, terwijl bittere smaak, gehalte aan terpenen en suiker hogere waarden vertoonden bij een hogere temperatuur tijdens de teelt. Lagere teelttemperaturen geven ondanks een lager suikergehalte een zoetere smaak vanwege een lager gehalte aan stoffen, zoals isocoumarine, die een bittere smaak induceren.

3.3.2 Effect licht

Producten die door belichting verkleuren, groen worden door chlorofylvorming, zoals witlof zullen qua sensorische eigenschappen veranderingen ondergaan. Groenverkleurde witlof smaakt in het algemeen bitter en is niet meer verkoopbaar. Hoe belichting op de smaakbeleving van witlof ingrijpt, zonder dat groenverkleuring zichtbaar is of wordt, is uit literatuur niet bekend.

Uit onderzoek blijkt dat lichtintervallen effect hebben op de smaak van aardbeien. Beschaduwning van aardbeiplanten veroorzaakt een significante reductie in de concentratie van de geurstoffen hexenal, ethyl methyl butyrate en methyl butyrate. De schaduwbehandelingen resulteerden in een significante reductie van sucrose en glucose/fructose in vergelijking met niet beschaduwde. Ook een relatief korte periode van weinig licht had een significant effect op de smaak kwaliteit van aardbeien (Watson et al, 2002).

3.3.3 Effect ethyleen

Ethyleen is een natuurlijk voorkomend rijpingshormoon. Wanneer het ethyleengehalte boven een biologisch actief niveau uit komt kan na de afrijping en veroudering van groenten en fruit worden versneld (Saltveit, 1999). Voorkomen moet worden dat gevoelige producten aan biologisch actieve gehalten worden blootgesteld. Sommige producten als peen zijn gevoelig voor oplopende ethyleenconcentraties en ontwikkelen tijdens bewaring een bittere smaak. Wortelen moeten dan ook niet bij fruit bewaard worden. Ethyleen behandelingen van peen veroorzaken een toename van de stof 6-methoxymellein en een hogere omzetting van sucrose tot fructose en glucose in vergelijking met controle partijen in normale luchtsamenstelling. Dit correspondeert met een hogere score van bitterheid en een lagere score van zoetheid (Kleemann & Florkowski, 2003).

3.4 Technieken om verlies van gewenste geur- en smaakstoffen in de keten te beperken

3.4.1 Gesloten koelketen

Het snel op de gewenste bewaar temperatuur brengen van het product na de oogst is van groot belang om de houdbaarheid te verlengen en de gewenste smaakeigenschappen te behouden. Voor het snel inkoelen van producten met een open structuur is vacuümkoeling mogelijk. Het handhaven van de juiste producttemperatuur verderop in de keten moet kwaliteitsachteruitgang beperken. Verschillende koeltechnieken zijn hiervoor ter beschikking, met al dan niet geforceerde luchtstroming door het product onder bevochtiging om uitdroging te voorkomen. Vaak worden producten gedurende kortere of langere tijd in bulk bewaard in grote koelcellen. De optimale bewaar temperatuur ligt vaak bij 0°C. Deze temperatuur is echter in veel gevallen economisch niet haalbaar. In de praktijk worden vaak temperaturen tussen de 5 en 10°C aangehouden (Verlinden & Nicolai, 2000).

3.4.2 MA-verpakking

(Klein)verpakking van producten in semi-permeabele folies waardoor een gewijzigde gassamenstelling (Modified Atmosphere) ontstaat, biedt de mogelijkheid om de kwaliteit van het product gedurende langere tijd te handhaven. Door verpakking in bepaalde typen folies ontstaat door de ademhalingsactiviteit van het product een verhoogde CO₂ concentratie en een verlaagd O₂ gehalte, waardoor remming van verouderingsprocessen ontstaat. Bij het verpakken kan reeds een gewijzigde luchtsamenstelling worden meegegeven. De optimale gecontroleerde of gemodificeerde atmosfeer voor verse producten, wordt beïnvloed door het ras, rijpheid stadium, temperatuur en duur van de blootstelling aan de gewijzigde atmosfeer (Brecht et al, 2003). Saltveit (2003) geeft een samenvatting van de aanbevolen CA- en MA-omstandigheden voor 34 geoogste groentegewassen. CA-bewaring vermindert smaakverlies door beperking van de afname van vluchtige aromatische stoffen zoals esters (Kadar, 2003). Lage bewaar temperaturen gecombineerd met een hoge CO₂ concentratie beperkt myceliumgroei. Plastic film verpakkingen resulteren in een modified atmosfeer met hogere CO₂ gehalten en vertraagt aardbeienbederf.

Door aardbeien in MA-verpakking te bewaren verandert het vluchtige profiel van de aardbeien afhankelijk van de gassamenstelling in de verpakking (CO₂, gemengde gassen of lucht). Vruchten begast met CO₂ bracht de grootste verandering in gehalten aan vluchtige componenten tot stand (Shamaila et al, 1992).

3.4.3 Coating

Eetbare coatings kunnen resulteren in een gewijzigde interne atmosfeer van het product, een afnemende ademhalingsnelheid en verbetering van de na-oogst kwaliteit (Pérez-Gago et al, 2003). Eetbare coatings kunnen bijvoorbeeld worden samengesteld uit een mengsel van polysaccharide en shellac-bijenwas. Aardbeien zijn in hoge mate vatbaar voor bederf; de houdbaarheid eindigt gewoonlijk door een schimmelaantasting van o.a. *Botrytis cinerea*. Het toepassen van een eetbare coating bij aardbei kan de houdbaarheid verlengen. Coatings met 10 tot 20 gram glycerol/liter lieten de langste houdbaarheid zien. De smaak werd niet beïnvloed door de eetbare coatings. Glycerol toevoegingen hadden voordelige effecten op stevigheid en reduceerden gewichtsverlies van aardbeien. Door coating van aardbeien kan de stevigheid en kleur langer worden behouden en kunnen verliezen gedurende de verkoop worden beperkt (Garcia, 1998).

3.4.4 Ozon

Ozonbehandelingen gedurende koude bewaring bij 2 graden C in vitro kan de myceliumgroei van *Botrytis cinerea* reduceren, maar er treedt wel verlies van aroma op (Saltveit, 1999). Dit laatste was het gevolg van de oxidatie van de vluchtige verbindingen door de ozon (40% minder vluchtige esters komen vrij). Ook bij peen zijn behandelingen met ozon uitgevoerd. Bij het wassen van peen is het gebruik van water met chloride vergeleken met water met ozon. Water met ozon bleek eveneens een goede ontsmettende werking te vertonen. Toepassing van ozon in de groenteteelt is nog summier onderzocht.

4 Aardbei

Aardbeien zijn beperkt houdbaar en gevoelig voor fysieke schade gedurende het verpakken, bewaren en het vermarkten. Aardbeien hebben een kort na-oogst leven, als gevolg van de relatief hoge metabolische activiteit en het optreden van schimmels en rot (Steen et al, 2002). Toepassing van lage O₂ concentraties en hoge CO₂ concentraties in balans met N₂, in combinatie met lage bewaartemperaturen, wordt door veel onderzoekers als optimaal gezien om in de na-oogst fase de houdbaarheid te bevorderen (Tudela et al, 2003). De kwaliteitstesten zijn vaak gebaseerd op de gemiddelde kwaliteit van een representatief monster, terwijl consumenten de smaak kwaliteit van een individuele vrucht beoordelen (Watson, 2002).

4.1 Specifieke geur- en smaakstoffen

De karakteristieke smaak van verse aardbeien is een complexe interactie tussen een groot aantal vluchtige en niet vluchtige stoffen. De niet vluchtige stoffen zoals suikers en zuren zijn verantwoordelijk voor de zoetheid en wrangheid; de vluchtige, bijvoorbeeld esters en aldehyden, staan centraal in het produceren van de onderscheidende fruitige smaak (Watson, 2002).

De typische aroma van aardbeien komt niet van één of enkele aroma-componenten, maar van een groot aantal vluchtige stoffen die in een bepaalde concentratie aanwezig zijn. Er zijn al ongeveer 360 stoffen geïdentificeerd in de geur van aardbeien. Het is de concentratie en niet het soort aroma-stof dat verantwoordelijk is voor de grote variatie in aroma kwaliteit tussen cultivars. Aardbeien produceren ook gistende stoffen die onder aërobe omstandigheden acetaldehyde, ethanol en ethyl acetaat bevatten. Deze vluchtige stoffen kunnen impact hebben op de smaak als ze in hogere concentraties aanwezig zijn dan hun drempelwaarde.

Veel auteurs geven aan dat furaneol (2,5-dimethyl-4-hydroxy-3(2H)-furanone), ethyl hexanoate, ethyl en methyl butanoate, en cis-3-hexenal in de voor aardbei karakteristieke samenstelling voorkomen (Roscher et al, 1997). Ook worden vaak nog de stoffen trans 2-hexanal, mesifurane, hexanol en methyl hexanoate genoemd (Forney, 2001).

Bij de aardbei worden door de plant een groot aantal enzymen ingezet om de geur en de smaakstoffen te vormen. Aharoni (2000) heeft het SAAT-gen (strawberry alcohol acyltransferase) gelokaliseerd, dat verantwoordelijk is voor de productie van het enzym alcohol-acyltransferase, een elementair enzym in de productie van esters. Esters zijn belangrijke bouwstenen van geur- en smaakstoffen. Veranderingen in de kwaliteit en aroma samenstellingen gedurende de bewaring zijn rasafhankelijk. Het monitoren van de activiteit van verschillende genen tijdens de afrijping van de vrucht met DNA microarray technologie, biedt meer inzicht in de biosynthese van geur- en smaakstoffen. Hierdoor worden nieuwe genen opgespoord die daarbij een rol spelen (Aharoni, 2000). Bovendien biedt deze techniek in potentie de mogelijkheid tot sturing door het bevorderen of afremmen van de activiteit van genen. Een lage specifieke activiteit van het AAT-gen van een aardbeiras kan verantwoordelijk zijn voor de slechte smaak van de vrucht (Pérez e.a. 1996). Glucose, sucrose en fructose zijn de belangrijkste oplosbare suikers die in de vrucht gevonden worden. Glucose en fructose worden in bijna gelijke concentraties gevonden, terwijl het sucrose-gehalte over het algemeen veel lager is (Watson, 2002). Citroenzuur is het belangrijkste organische zuur. De suiker-zuur verhouding is erg belangrijk voor een goede smaak. Hoge suiker gehalten en lage zuur waarden worden door veel consumenten geprefereerd (Haffner, 2002).

4.2 Gewenste smaakeigenschappen

De meeste consumenten prefereren een vrij zoete aardbei met een fruitige smaak en een typische aardbei geur. Er bestaan tussen rassen grote verschillen in smaakbeleving. In Nederland is Elsanta het hoofd ras (voor meer dan 95%). De smaak van dit ras wordt binnen dezelfde partij aardbeien door individuen zeer wisselend beoordeeld. De aardbei moet geoogst worden in een rijp stadium om de maximale kwaliteit in relatie tot smaak en geur te bereiken. Dit heeft tot gevolg dat een aardbei maar kort houdbaar is. Aardbeien

moeten daarom na de pluk meteen bewaard worden bij lage temperaturen (Cordenunsi, 2003).

4.3 Variatie in gehalte tijdens primaire productie

Verskillende auteurs hebben laten zien dat er grote smaakverschillen voorkomen tussen gewassen die groeiden in verschillende seizoenen, op verschillende locaties en van pluk tot pluk binnen een gewas (Carlen & Ançay, 2003). De variatie tussen aardbeien van één pluk wordt vooral veroorzaakt door het voorkomen van verschillende rijpheidstadiën binnen één tros (Watson, 2002). Of er ook variatie tussen planten binnen dezelfde partij voorkomt, is uit literatuur niet bekend maar zal gelet op de beperkte genetische variatie klein zijn. Er wordt ook gesteld dat het gehalte aan oplosbare suikers van aardbeien sterker afhankelijk is van omgevingsomstandigheden gedurende de productie dan van de genetische factoren van de plant. Aardbeien van zomerteelten hebben normaliter een hoger suiker/zuur gehalte dan van in de winter geproduceerde aardbeien. Variatie van smaak binnen een pluk kan problemen veroorzaken bij consumenten die een continue kwaliteit verwachten, waardoor herhalingsaankopen worden beperkt.

4.3.1 Cultivar

Wilde aardbeien zijn diploïd en hebben een sterkere aroma. Gecultiveerde aardbeien zijn octaploïd. Het hogere ploïdie-niveau van de gecultiveerde aardbeiplanten heeft tot een hogere opbrengst geleid. Bij aardbeien zijn er duidelijke rasverschillen. Elsanta is het hoofdras, maar heeft als nadeel dat het suikergehalte gemiddeld vrij laag is. In Engeland, Frankrijk en ook in Nederland is men bezig rassen te ontwikkelen met een hoger suikergehalte en een sterker aroma. PRI-Wageningen heeft het ras Sonata ontwikkeld dat gemiddeld zoeter smaakt (Lee, 2003). Het ras is de sterkst bepalende factor voor de kwaliteit in de naogst fase en de houdbaarheid (Cordenunsi, 2003). Ook in Denemarken (Kidmose, 1996) is onderzoek naar rassen gedaan. Tussen rassen komen grote verschillen in zuurgehalte en vitamine C concentratie voor. Het gehalte aan vluchtige stoffen verschilt zowel kwalitatief als kwantitatief. Deze verschillen kunnen helpen de smaakverschillen tussen rassen te bepalen. Methylesters zijn in veel rassen dominant, terwijl in andere rassen ethylesters heel belangrijk zijn (Forney, 2001).

Ras en groeiomstandigheden zijn erg belangrijk voor vruchtkwaliteitsparameters als totaal gehalte aan vaste stoffen, oplosbare stoffen en zuren (Haffner, 2002). Aardbeien rijpen niet door na de oogst. Er mag pas geoogst worden als de vruchten voor $\frac{3}{4}$ deel rood zijn.

Geteelde rassen in Noorwegen zoals Senga Sengana, Korona en Bounty lijken zachter en sappiger dan import van andere cultivars uit bijv. Spanje. Stevigere aardbeien blijven beter en langer goed. Senga Sengana heeft nog steeds een dominante positie voor de industrie vanwege zijn aantrekkelijke rode kleur en goede kleurstabiliteit. Oogsten in de vroege morgen is beter omdat de aardbeien nog koud zijn door de lagere nachttemperaturen. Oogsten onder vochtige omstandigheden zal normaal gesproken de bewaarbaarheid van de vruchten verminderen, maar geforceerde luchtkoeling na het oogsten kan de negatieve effecten van natte vruchten compenseren.

4.3.2 Bodem en bemesting

Uit lers onderzoek (Cardiff, 1998) bleek dat een hoge kaliumbemesting bij een lage calciumvoorziening de smaak van aardbeien uit de tunnel kan verbeteren in vergelijking met op het veld gegroeide vruchten. Uit onderzoek in Australië (Sarooshi, 1994) bleek dat bij gebruik van een oplossing met ammoniumnitraat en calciumnitraat, de K:N verhouding werd gereduceerd van 1,7:1,0 tot 1,4:1,0. Dit had geen effect op de opbrengst maar wel op het vruchtaroma. Wijziging van de EC-waarde van de gedoseerde voedingsoplossing leidde tot beïnvloeding van smaak en aroma. Een verhoging resulteerde in zoetere vruchten, een reductie leidde tot een beter aroma (Sarooshi, 1994). Een organische bemesting had geen effect op het gehalte aan vluchtige stoffen in aardbeien (Hakala, 2002).

Uit onderzoek in Polen blijkt dat borium- en calciumbehandelingen in het veld geen invloed hebben op de opbrengst, maar de vruchten wel steviger en minder gevoelig voor *Botrytis* maken bij de oogst en na 3 dagen bewaren bij kamertemperatuur. Bespuitingen met calcium of borium en calcium verhogen de concentratie aan oplosbare stoffen en titreerbare zuren van vruchten na drie dagen bewaren bij kamertemperatuur. Deze resultaten indiceren dat bespuitingen met CaCl₂ met toevoeging van Tween 20 de kwaliteit en houdbaarheid van aardbeien kunnen verbeteren (Wójcik, 2003). Ook Upadhayaya e.a. (2001)

geeft aan dat CaCl₂ de houdbaarheid en het totale suikergehalte verhoogt.

4.3.3 Plant- en oogsttijdstip

De groei van de aardbeiplanten kan beïnvloed worden door het al dan niet bedekken van de grond met plastic of stro. Door de grond te bedekken blijft deze vochtiger, wordt de temperatuur beter gereguleerd en is er minder onkruidgroei. Zwart plastic is het beste om de plantgroei te verbeteren, vanwege een betere vocht en temperatuur regulatie. Uit metingen van het totaal gehalte aan oplosbare delen (vooral suikers) en het zuurgehalte van de vrucht bleek een teelt met zwarte folie een wat hoger gehalte aan oplosbare delen te hebben bij een wat lager zuurgehalte (Sharma, 2003). Onderzoek naar enkele plantdata liet zien dat planten in juni tot een kleinere vruchtmaat leidde en een minder zoete vrucht. De voorkeur ging uit naar planten in juli (Wijsmuller, 1989).

Hoe later er geoogst wordt, hoe lager het sucrosegehalte. Gedurende de rijping verandert het gehalte aan vluchtige stoffen dramatisch. Donkerrode overrijpe vruchten bevatten 2 tot 3 x zoveel furaneol dan rode vruchten. Een aardbei kan in 1,5 dag van wit naar rood kleuren. Het gehalte aan vluchtige stoffen is in rode rijpe vruchten 5 x zo groot als in vruchten die 75% rood zijn (Forney, 2000). De smaak van de aardbei kan dus ook erg veranderen.

Vruchten van in de zomer geplante aardbeien hebben een hoger gehalte aan oplosbare stoffen en titreerbare zuren dan vruchten van de in de winter geplante aardbeien (Watson, 2002). Niet rijp geoogste vruchten bereiken nooit hun volle smaak (Pérez, 1996).

4.3.4 Overige

Uit onderzoek van Watson et al (2002) bleek dat lichtintervallen effect hebben op de aardbei smaak. Schaduw (47%) op aardbeiplanten veroorzaakt een significante reductie in de concentratie van de aromastoffen hexenal, ethyl methyl butyrate en methyl butyrate. Een relatief korte periode van weinig licht had een significant effect op de smaak van aardbeien. Bij iedere oogst bleek dat hoe meer schaduw, hoe lager het gehalte aan vluchtige stoffen in de vrucht. De sucrose concentratie laat een vermindering tijdens de oogstperiode zien, terwijl glucose en citroenzuur een minder duidelijke trend laten zien. Schaduw had een significant nadelig effect op de glucose en sucrose concentratie (Watson et al, 2002). De vrucht tot vrucht variatie was groter in de 47% schaduw-behandelingen dan in de controle (Watson, 2002). Een kas kan de hoeveelheid licht met meer dan 30% reduceren in vergelijking met een gewas dat buiten staat. Gezien de in Nederland voorkomende wisselende klimaatcondities en bodemcondities gedurende één seizoen en tussen opeenvolgende (verlate) teelten, mag een behoorlijke variatie in smaak tussen partijen en teelten worden verwacht. Uit literatuur komen hierover nauwelijks gegevens naar voren. Het is wenselijk om deze smaakverschillen in de keten en ook tussen jaren te meten om te kunnen aangeven hoe groot deze verschillen zijn.

Gedurende de bewaring neemt het gehalte aan vluchtige stoffen toe. Bij een bewaring bij 1°C nemen de ethylesters toe, bij een temperatuur van 15°C de methylesters. Licht tijdens een bewaring van 3 dagen bij 10 of 20°C verhoogde de productie van ethyl hexanoate, 3-methylbutyl acetaat, ethyl 3-methylbutanoate en methyl 3-methylbutanoate. Vruchten bewaard bij 20% CO₂ leidde tot een dubbele ethanolconcentratie, terwijl er geen verhoging plaats vond van de acetaldehyde concentratie. Beide stoffen veroorzaken een nasmaak en geur (Forney, 2000).

4.4 Behoud van specifieke geur- en smaakstoffen in de keten: sturende factoren

Beperkend voor de houdbaarheid en smaak bij aardbei is vaak een schimmelaantasting op het veld, kort voor de pluk. Een adequate ziektebeheersing is een belangrijke randvoorwaarde voor het behoud van de specifieke geur- en smaakstoffen. Door rassen met een betere smaak te telen (bijvoorbeeld Sonata) gecombineerd met een gesloten koelketen en een adequate MA-verpakking kan de smaak in de keten op een gewenst niveau worden gehandhaafd. Verschillende auteurs geven aan dat MA-verpakking van aardbeien goed mogelijk is (Stewart, 2003). In enkele gevallen kan MA-verpakking de smaak nadelig beïnvloeden (Sanz et al, 2003). Toepassing van een eetbare filmcoating behoort eveneens tot de mogelijkheden om de specifieke smaak van aardbei in de keten te handhaven. Ozonbehandelingen kunnen

bij geoogste aardbeien de infectiedruk en daardoor de aantasting door schimmels beperken. Dit onderzoek is echter nog niet uitgekristalliseerd. Het leggen van een relatie tussen een Brix-waarde en een temperatuur*tijd kenmerk (bijv. in graaddagen) gedurende de na-oogst periode is mogelijk van belang voor het bepalen van de maximale periode dat een partij aardbeien 'op smaak' blijft.

In Nederland is er geen standaard monitoringsysteem om de smaak van partijen aardbeien in het handelskanaal te volgen en ook tijdens de retailperiode te meten. Uit Fins onderzoek (Hagg et al, 1999) bleek dat smaak en kwaliteit na 4 dagen bewaring bij 2 of 5°C nog acceptabel was, voor zowel de voor $\frac{3}{4}$ rijp als rijp geplukte vruchten. De sensorische kwaliteit van de $\frac{3}{4}$ rijp geplukte vruchten bleek tijdens deze bewaarperiode te zijn verbeterd.

5 Witlof

Witlof is in de laatste 25 jaar voor wat betreft de typische eigenschap van witlof, de bitterheid, een 'middle of the road' product geworden. Het is niet uitgesproken bitter en ook niet zoet. Bij de ontwikkeling van nieuwe rassen is met een gemiddelde smaak rekening gehouden. Er zijn echter bitter smakende en minder bitter smakende rassen te veredelen, welke naar verschillende consumentengroepen kunnen worden afgezet. Het ontwikkelen van meetmethoden voor de bepaling van de bitterheid is in het verleden door het ATO uitgevoerd. Binnen rassen bestaat een natuurlijke variatie in bitterheid die wordt beïnvloed door teeltomstandigheden en grondsoort; het stikstofgehalte van de wortel is van invloed op de hoeveelheid suikers die tijdens de trek van de wortel naar de krop worden getransporteerd en daardoor de bitterheid kunnen maskeren. Door verademing van suikers tijdens de afzetperiode kan verderop in de keten de smaak van witlof worden beïnvloed. Verder wordt in bepaalde perioden van het jaar (voor Kerst en Pasen) door een aantal bedrijven een fijnere krop geproduceerd voor hotels/restaurants specifiek voor witlof in ham/kaas. Duitse consumenten vragen weer om een forsere krop die minder bitter smaakt.

5.1 Specifieke geur- en smaakstoffen

De smaak van witlof wordt vooral bepaald door de hoeveelheid aanwezige bitterstoffen. Inmiddels is een zestal bitterstoffen bekend, waaronder lactucine en lactucopicrine (Kleemann, 2003). Witlofwortels bevatten een aantal bittere stoffen, allen behorend tot de sesquiterpeenlactonen. 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 witlofrassen. 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 (Peters, 1996).

5.2 Gewenste smaakeigenschappen

Bij witlof zijn de sensorische smaakeigenschappen: bitterheid, typische witlofsmaak en smaakintensiteit. Vaak bevat de pit het hoogste gehalte aan bitterstoffen. Uit smaakonderzoek in België blijkt dat sterk bittere rassen minder geliefd zijn. Een middelmatig bitter ras krijgt de voorkeur van de consument. Bovendien blijkt zowel de zoetheid als de bitterheid vooral geconcentreerd te zitten in de pit van het witlof. Zoetheid heeft niet zo'n grote invloed; enkel wanneer een ras niet bitter is, moet het een hoge zoetheid hebben om door de consumenten als lekker beoordeeld te worden (Jaarverslag PCG Kruishoutem, 1999).

5.3 Variatie in gehalte tijdens primaire productie

Binnen partijen moet rekening gehouden worden met een vrij grote variatie in bitterheid. Het suikergehalte van de krop beïnvloedt volgens Belgisch onderzoek de beleving van de bittere smaakcomponent niet, wel kan de totale smaakbeoordeling worden beïnvloed. Het gehalte aan bitterstoffen werd beïnvloed door ras, teeltplaats en N-bemesting (Buysens, 2003).

5.3.1 Cultivar

Voor de meeste rassen 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 winterassen 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 scores Alliance, Metafora en Platine goed (Jaarverslag PCG Kruishoutem, 2002). Uit onderzoek in België (Buysens, 2003) 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 witlof van 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 (Jaarverslag PCG Kruishoutem, 2002). De invloed van de trekmethode (bemesting tijdens trek, type trek: grondteelt of hydroteelt) op smaak en smakelijkheid van witlof is veel minder duidelijk.

5.3.2 Bodem en bemesting

De productie van witlofkroppen begint met het zaaien. De wortels van de witlofplanten worden geoogst en vervolgens gebruikt voor de productie van witlofkroppen. Van 13 witlofrassen waarvan de wortels op verschillende locaties en met verschillende stikstofbemesting zijn geteeld, zijn de gehalten van lactucineachtige 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 (Peters, 1996).

Uit smaakonderzoek in België (Buysens, 2004) bleek er geen duidelijke invloed van de groeiplaats op de smakelijkheid van witlof te zijn. Behalve voor een enkele, specifieke ras-groeiplaats combinatie was er geen aanwijzing dat de manier van telen van de witlofwortels de smakelijkheid van witlof in belangrijke mate beïnvloedt. Ook de smaak, met name de bitterheid en zoetheid van het geproduceerde witlof verschilde niet veel met de groeiplaats van de witlofwortels. Bittere en zoete smaak blijken meer aan het ras gekoppeld te zijn. Knapperigheid van het witlof daarentegen varieerde meestal wel met de herkomst van de witlofwortels. Uit onderzoek in België bleek dat in bijv. 2000 en 2001 de groeiplaats (herkomst van de wortelen) wel een rol speelde. Wortels afkomstig van Lauwe (lichte leem) gaven in de trek significant lekkerder lof dan wortels gegroeid in Westmaas (zwarte zavel). Dit kon niet worden verklaard aan de hand van de smaakeigenschappen (bitterheid, zoetheid en knapperigheid) van het lof (Jaarverslag PCG Kruishoutem, 2000).

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.

5.3.3 Zaai-, plant- en oogsttijdstip

Het gehalte aan glucose en fructose neemt in de wortel op het veld af tot midden oktober en neemt daarna toe door lager wordende herfsttemperaturen (Koch, 1999). Bij trek in april nam het gehalte aan lactucineachtige bitterstoffen flink af ten opzichte van de februari trek: bij cv. Focus van 189 mg tot 13 mg terwijl de sensorisch bepaalde bitterheidsbeleving gelijk bleef. Het oogsttijdstip van de krop lijkt weinig van invloed te zijn op het bitterstofgehalte. Dit blijkt dus niet altijd te kloppen.

5.3.4 Overige

Na de oogst worden de kroppen normaal gesproken gekoeld bewaard. Omdat de smaak een belangrijke kwaliteitsparameter is, is nagegaan of bewaren invloed heeft op de gehalten aan sesquiterpeenlactonen. Uit de experimenten blijkt dat gekoeld bewaren tussen 2 en 10°C geen effect heeft op de gehalten aan de onderzochte bitterstoffen (Peters, 1996). Tijdens een week nabewaring bij 2°C kan het gehalte aan lactucine flink toenemen: cv. Bea van 141 mg 1 dag na de oogst tot 215 mg na 7 dagen bewaring. Een ras als Focus gaf echter een lichte afname te zien in het bitterstofgehalte: van 210 mg naar 178 mg. Verder kwam uit Belgisch onderzoek naar voren dat bij de meeste rassen de bitterheid toeneemt en de zoetheid af neemt, naarmate het witlof langer wordt bewaard. Bij het ras Alliance nam de bitterheid af en de zoetheid toe met de bewaarduur. Waarschijnlijk spelen temperatuur en vochtigheid tijdens bewaring een rol. Ook kan de verpakking meespelen (Jaarverslag PCG Kruishoutem, 2001).

5.4 Behoud van specifieke geur- en smaakstoffen in de keten: sturende factoren

Er blijken duidelijke rasverschillen te zijn in de sensorisch bepaalde smaak van witlof. De smaak van witlof kan behouden worden door witlof te bewaren bij lage temperatuur. Er is nog weinig onderzoek gedaan naar het effect van licht op de smaakstoffen. In de supermarkt wordt witlof zonder afgedekt te zijn verkocht. Hierdoor kan door lichtinvloeden het witlof verkleuren. Gezocht moet worden naar verpakkingen die ervoor zorgen dat het witlof te zien is en die weinig tot geen invloed hebben op vergroening van witlof.

6 Spruitkool

Spruitkool is een groente die voor de consument alleen qua sortering van de spruiten verschillend wordt aangeboden. Panklare, verpakte spruiten is de laatste jaren een stijgende trend. Op smaak (bitterheid) wordt daarbij nauwelijks gelet, terwijl deze voor jongeren een sterk negatieve smaakeigenschap is. Spruitjes zijn gezond en de laatste tijd wordt getracht daar wat meer aandacht voor te krijgen.

6.1 Specifieke geur- en smaakstoffen

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 (Kushad, 2003). Het afbraakproduct van sinigrine, allyl isothiocyanate, is verantwoordelijk voor de karakteristieke geur van spruitjes. Sinigrine heeft een bittere smaak wat 71% van een consumentenpanel bedoelde met bitterheid bij een gehalte van 50 mg per 100 gram. Progoitrine is in feite een niet bittere glucosinolaat die door het enzym thioglucosidase of door een hittebehandeling wordt omgezet in de extreem bittere stof goitrine. Deze stof wordt al als bitter herkend bij een gehalte van 1,2 mg per 100 gram. Uit een onderzoek met smaakpanels bleek dat bij een hoger sinigrine- en progoitrine gehalte het product meestal als meer bitter ervaren werd. In grote lijnen werd het product bij hogere gehalten minder smakelijk gevonden (Doorn, 1998). In tabel 1 zijn de resultaten van een smaakproef met 8 spruitkoolrassen vermeld in relatie tot het gemeten gehalte aan bitterstoffen (Sukkel, 1996).

Tabel 1. **Bitterstofgehalte in mg per 100 gram versgewicht en resultaten beoordeling smaakpanel van acht spruitkoolrassen in 1994 (Sukkel, 1996).**

Rascode	Gehalte 1)	panel bitterscore 2)	smaak 3)	Consumentenp anel te bitter4)	lekker 4)	niet lekker 4)	weinig smaak 4)
C	47	29	3,8	4	33	14	42
Z	44	35	3,9	0	63	21	33
Y	87	45	4,2	7	21	47	59
R	177	59	4,4	21	23	49	33
Q	161	62	4,1	28	40	40	9
L	137	64	4,5	16	5	63	30
S	209	69	4,1	35	42	30	7
P	212	75	4,3	37	16	68	12
Gemiddeld	134	55	4,2	19	30	42	28

1) som gehalten progoitrine en sinigrine

2) bitterscore door analytisch panel waarbij 0 = zeer zwak en 100 is zeer sterk

3) Smaakscore van 1 = uitstekend tot 7 = zeer slecht

4) percentage van de keurders met betreffende opmerking

6.2 Gewenste smaakeigenschappen

Spruiten zijn een belangrijke groente in Nederland, Engeland, Duitsland, België en Frankrijk. De laatste twee decennia wordt er regelmatig geklaagd over de smaak van sommige rassen op de verse markt en in de industrie. Bij oudere consumenten raken spruiten steeds meer uit de gratie en bij jonge mensen is de groente ronduit onpopulair. De smaak is 'zwaar', voor het koken moeten de spruiten schoongemaakt worden wat veel werk is en de lucht van spruitjes in huis vindt men bezwaarlijk. Veel consumenten laten de spruiten daarom vaak liggen in het schap en kopen een andere groente.

Uiterlijke kwaliteit, versheid en gebruikersgemak zijn, samen met smaak, de belangrijkste kwaliteitskenmerken van spruitjes voor consumenten. Dit zijn dezelfde uiterlijke kwaliteitskenmerken, naast

uiteraard opbrengst, waarop spruitkooltelers hun rassen selecteren. De smaak van spruitkool speelt echter een steeds prominentere rol in de handelsketen. Supermarkten in Engeland en spruitkoolverwerkende bedrijven in België en Frankrijk stellen hoge eisen aan dit kenmerk (Doorn, 1999).

Met kennis over rasverschillen voor wat betreft de bittere smaak is te voorkomen dat zeer bitter smakende spruitkoolrassen op de markt komen.

6.3 Variatie in gehalte tijdens primaire productie

6.3.1 Cultivar

Het vermogen om de stoffen sinigrine en progoitrine in meer of mindere mate aan te maken blijkt rasafhankelijk. Bij middenvroege en late rassen was dit verschil minder groot dan bij vroege rassen. De rasvolgorde in bitterheid veranderde bij verschillende teeltomstandigheden (bijv. grond, bemesting, locatie) echter nauwelijks. Ook was het raseffect op bitterheid aanmerkelijk groter dan het effect van de teeltomstandigheden (Doorn, 1998).

Het gehalte aan glucosinolaten in spruitkool en daarmee de smaak is afhankelijk van de rassenkeuze, maar ook van teeltomstandigheden zoals grondsoort, bemesting en oogsttijd. Een langdurig selectieproces heeft geleid tot spruitkoolrassen met een laag glucosinolaat gehalte en een intrinsiek goede smaak. Het glucosinolaatgehalte van spruitkool wordt voor ongeveer 60% bepaald door de rassenkeuze en de rest door teeltomstandigheden zoals bemesting (Doorn, 1999).

6.3.2 Bodem en bemesting

Het effect van de teeltlocatie op de gehalten aan bitterstoffen berust mogelijk op verschillen in de beschikbaarheid van sulfaat. Een grotere beschikbaarheid van sulfaat kan tot een hoger glucosinolaatgehalte leiden. Te hoge giften van kaliumsulfaat zijn daarom ongewenst (Williams, 1996). Rassen met aanleg voor de vorming van een hoog glucosinolaatgehalte kunnen mogelijk een zeer bitter smakend product leveren als zij worden geteeld op sulfaatrijke percelen (Doorn, 1998). Dit was ook onder Nederlandse omstandigheden het geval.

Ook zwavelbemesting en andere factoren die het zwavelgehalte van grond bepalen hebben een belangrijke invloed op het glucosinolaatgehalte van spruitkoolrassen. Het is derhalve mogelijk om rassen met een intrinsiek goede smaak bitter te maken door een overmatige zwavelbemesting. Zwavelminnende planten zoals spruitkool gebruiken meer zwavel voor hun groei en ontwikkeling dan de hoeveelheid die beschikbaar komt via de atmosfeer. Daardoor zijn er in de afgelopen jaren regelmatig percelen aangetroffen met symptomen van zwavelgebrek. Een optimale zwavelstatus is dus nodig om een tweetal redenen. In de eerste plaats omdat zwavel een essentieel element voor groei en ontwikkeling van de plant is, in de tweede plaats omdat zwavel de bouwsteen is voor de bitterstoffen sinigrine en progoitrine en daarmee dus bepalend voor de smaak (Doorn, 1999).

Meer zwavel geeft een hogere opbrengst en meer aanmaak van bitterstoffen, te veel zwavel leidt tot een te bitter product; te weinig zwavel geeft een lagere opbrengst en minder bitterstoffen (Sukkel, 1996).

Sulfaatbemesting verhoogt het gehalte aan glucosinolaten, terwijl stikstofbemesting het glucosinolaatgehalte reduceert. Een lage zwavelbemesting op lichte grond kan het glucosinolaatgehalte in de plant tot 40% reduceren in vergelijking met één die op zware grond groeit. (Ciska, 2000).

6.3.3 Zaai-, plant- en oogsttijdstip

De fysiologische leeftijd van de spruitjes heeft invloed op de bitterheid van spruiten. Gedurende het seizoen neemt het glucosinolaat gehalte van spruitkoolrassen toe tot december en na die tijd vermindert het.

Spruitenmonsters met een laag sinigrine en progoitrine gehalte zullen echter minder gevoelig zijn voor omstandigheden die de mate van bitterheid beïnvloeden. Bitterheid van spruiten lijkt geen impact te hebben op de smaakvoorkeur van consumenten beneden een gecombineerd sinigrine en progoitrine gehalte van 2,2 g/kg. Sinds koolgewassen het hele jaar door in verschillende delen van het land onder verschillende klimaatomstandigheden groeien, is het aannemelijk dat de planten verschillende glucosinolaat concentraties hebben afhankelijk van klimaat en de periode van de dag waarop ze geoogst worden (Rosa, 1998).

6.3.4 Overige

De concentratie van totale en individuele glucosinolaten in koolgewassen kan zelfs binnen een dag significant variëren op het veld of onder geconditioneerde omstandigheden (Rosa, 1998).

Er is weinig bekend over de effecten van fysieke schade (bijv. hakken) van koolgewassen en het gehalte aan glucosinolaten. Door beschadiging van het weefsel komt het enzym myrosinase vrij, dat dan in staat is tot hydrolyse van glucosinolaten. Deze hydrolyse is erg efficiënt, vooral onder vochtige omstandigheden, als groenten verpulpt worden, worden de glucosinolaten in korte tijd veranderd in afbraakproducten. Mechanische schade induceert fysiologische veranderingen in het gehalte aan individuele glucosinolaten (Verkerk, 2001). Het gebruik van geheel bitterstofvrije rassen lijkt teeltkundig minder interessant. Bitterstoffen spelen onder andere een belangrijke rol in de bescherming tegen vraat. Zoogdieren en ook slakken blijken een duidelijke voorkeur te hebben voor glucosinolaatarme rassen.

Bij de bewaring van spruiten was de ethyleenproductie laag bij 2,5 en 5 graden C. Bij 7,5 graden C was het 20 tot 170% hoger in normale luchtsamenstelling dan bij lage O₂ concentraties. De ethyleenproductie stopte vrijwel bij blootstelling aan hoge CO₂, maar nam opmerkelijk toe als het product aan de lucht werd blootgesteld. Doordat een lage O₂ concentratie het geel worden beperkt en een hoge CO₂ concentratie rotvorming beperkt, verlengt een lage O₂/hoge CO₂ combinatie het bewaarleven van spruiten bij 5 en 7,5 graden C. Bewaring bij 0,5 % O₂ leidde tot een radijsachtige verkleuring van de hartbladeren en vaak tot een extreem bittere smaak in het niet groene deel van de spruit (Lipton, 1987).

MacLeod (1978) gaf aan dat de smaaksterkte toenam als de planten dichter bij elkaar groeiden. Een ruimer plantverband kan het gehalte aan glucosinolaten verlagen bij verschillende kool- en spruitkoolrassen (Ciska, 2000). Het gehalte aan glucosinolaten kan veranderen gedurende het groeiseizoen, maar ook gedurende de dag en nacht cyclus (Ciska, 2000).

In een droge, mooie zomer is het glucosinoaatgehalte hoger dan in een vrij nat jaar. Bij watergebrek werd een hoger glucosinoaatgehalte gevonden dan bij spruiten die groeiden onder meer optimale omstandigheden. Voor een deel kan dit veroorzaakt worden door de sulfaatopname. In een nat jaar kan er sulfaatgebrek in de grond optreden, waardoor er geen sulfaat meer opgenomen kan worden. Het effect van klimaatomstandigheden op het glucosinoaatgehalte van rassen was significant verschillend (Ciska, 2000).

6.4 Behoud van specifieke geur- en smaakstoffen in de keten: sturende factoren

Door het ATO zijn enkele jaren geleden verschillende verpakkingen voor spruitkool getoetst. Geschoonde spruiten worden veelal verpakt in netzakjes. Ongeschoonde spruiten worden ook nog los aangeboden. Deze spruiten zien er in de winkel vaak slecht uit. Spruitkool blijft vaak te lang liggen in het handelskanaal. De invloed van de bewaring in de keten op het gehalte van de glucosinolaten en het effect van de smaak, verdient nader onderzoek. Belangrijk is te weten of de samenstelling van de bitterstoffen in 'gedroogde' spruiten (onder droge omstandigheden geoogst of droog geblazen in de kiever) anders is. Er is ook aandacht besteed aan het tijdstip van oogsten. In de namiddag oogsten zou beter zijn voor de houdbaarheid omdat de spruiten dan minder beschadigd worden. Wanneer blijkt dat het gehalte aan bitterstoffen lager is onder drogere omstandigheden, is dat een extra reden om in de namiddag te oogsten. Het is bekend dat zwavel invloed heeft op de bitterheid van spruiten. De zwavelbemesting wordt door de telers tegenwoordig vaak sterk in de gaten gehouden. Een teveel aan zwavel geeft weer een negatief effect.

In spruitkoolsap zijn geen glucosinolaten meer te vinden. In rauwe en gekookte spruiten wel. Conventioneel koken leidt tot het afbreken van de celbestanddelen, zodat de glucosinolaten uitsijten in het kokende water en worden afgebroken. Bij gebruik van de magnetron worden meer glucosinolaten vastgehouden dan bij conventioneel koken en zullen de spruitjes mogelijk bitterder zijn van smaak.

7 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 consumenten grote behoefte aan een hoger suikergehalte, een betere smaak van peen en behoud van deze smaakeigenschappen verderop in de keten. Binnen peen zijn verschillende typen te onderscheiden zoals Parijse worteltjes, Mokumtypen etc. Voor de teelt van fijne peen worden de lichtere zavelgronden gebruikt, bospeenteelt vindt vooral plaats op humeuze zandgronden in Z-O Nederland. Winterpeen wordt ook op zwaardere grond in de Flevopolders en op Flakkee veel geteeld. Peen is vooral populair vanwege zijn lekkere smaak, oranje kleur en vitamine C gehalte (Kjeldsen, 2003).

Vaak ziet men bij peen dat een eigenschap als houdbaarheid redelijk samenhangt met andere worteleigenschappen: waterigheid, nitraatgehalte en smaak. Een slecht houdbare winterpeen heeft minder aroma en smaakt waterig. Zo'n slechte kwaliteit kan veel oorzaken hebben. Te hoge bemesting, slechte structuur van de grond of een minder goede ontwatering.

Peen voor de verse markt wordt maximaal 6 maanden bewaard bij een temperatuur net boven nul. De ontwikkeling van een onacceptabele smaak bij verse peen zorgt ook voor problemen in de Noorse distributieketen. Als kritische factoren werden daarbij aangemerkt: mechanische beschadiging, ethyleenproductie, temperatuur tijdens bewaring en MA verpakkingen (Seljasen, 2003).

7.1 Specifieke geur- en smaakstoffen

Worteltjes worden gegeten om hun specifieke smaak en omdat het een gezond imago heeft. Er zijn veel factoren die de smaak beïnvloeden. Het aroma van peen wordt hoofdzakelijk bepaald door vluchtige bestanddelen die behoren tot de groep van terpenen. Hiervan zijn mono- en sesquiterpenen de belangrijkste en bepalen voor 98% het aroma (Kjeldsen, 2003). De terpenen en de suikers zijn de belangrijkste onafhankelijk meetbare indicatoren voor de bepaling van de sensorische kwaliteit van deze groente.

Uit onderzoek bleek dat de wrange en typische smaak van peen geassocieerd werd met verhoogde concentraties van terpenoiden en een gereduceerd suikergehalte, terwijl zoetheid vooral gerelateerd is aan een hoog gehalte van suikers en een gereduceerd terpenoïde-gehalte (Kjeldsen, 2003).

De af en toe waar te nemen bittere smaak bij peen wordt gecorreleerd met 6-methoxymelleïne. De relatie tussen 6-methoxymelleïn (6-MM) gehalte en de smaak van in februari geogoste winterpeen werd onderzocht in Japan. Sensorische evaluatie laat zien dat de drempelwaarde van 6-MM voor na-smaak en bittere smaak respectievelijk 60 en 100 micromol/ml wortelextract was. Hoewel 6-MM gesignaleerd werd in bijna alle peenmonsters, was het gehalte lager dan de drempelwaarde voor bittere smaak. De conclusie was dan ook dat 6-MM weinig effect op de smaak van vers geogoste winterpeen had (Yoshino, 1993).

7.2 Gewenste smaakeigenschappen

Bij peen zijn de volgende smaakeigenschappen van belang: vrij zoet, lage bitterheid en een beetje wrang.

Bitterheid: deze bestaat uit een scherpe smaak, waargenomen aan de achterkant van de tong en gerelateerd aan de smaak van koffie. Ethyleen kan bitterheid induceren (Shewfelt, 2003). **Wrang:** wordt gebruikt om de sterke, brandende, op terpentijn lijkende smaak te karakteriseren. Deze wordt het meest sterk waargenomen op de keel gedurende en na het kauwen. Deze smaak is te herleiden tot een hoger gehalte aan terpenen.

Veel terpenen lieten een verhoogde waarde zien bij een hogere groeitemperatuur waardoor ook de bittere smaak van de peen toenam (Rosenfeld, 2002). Het totale suikergehalte van 3 tot 8% wordt het meest bepaald door sucrose en minder door glucose en fructose. Een hoger suikergehalte is wenselijk voor verbeterde wortelkwaliteit (Alasalvar, 2001).

7.3 Variatie in gehalte tijdens primaire productie

7.3.1 Cultivar

De afgelopen vijftien jaar werd bij peen de nadruk gelegd op rassen met sterk loof, bestand tegen allerlei schimmelziekten en met een fris uiterlijk. Smaak was in de teelt en in het handelskanaal van minder belang, totdat de belangstelling van de consument voor bos- en waspeen begon te tanen. De oplossing voor dit probleem werd aangedragen vanuit Zuid-Europa. Daar telt smaak wel. In Spanje wordt het ras Mokum zelfs als merk verkocht. Bij verschillende veredelingsbedrijven is men druk bezig meer smaakvolle rassen te ontwikkelen (Lee, 2003). Al eerder is aangetoond dat er rasverschillen in smaak en samenstelling van de vluchtige fractie bestaan bij teelt onder dezelfde omstandigheden (Land, 1975). Verder is er een significante genetische variatie in wrange smaak, suikergehalte, drie individuele vluchtige stoffen en het totaal aan vluchtige stoffen aangetoond (Simon, 1979).

7.3.2 Bodem en bemesting

Bij een hogere N-bemesting stijgt het glucose en fructose gehalte en is het gehalte aan sucrose lager. N-bemesting met ammoniumnitraat en ureum gaf geen verschillen te zien in droge stof en caroteengehalte. Hoge stikstofgiften in de vorm van ammoniumnitraat en ureum reduceerden het monosaccharide (fructose en glucose) gehalte in peen. Fosforbemesting in de vorm van triple superfosfaat was niet van invloed op het droge stof- en totaal suikergehalte. Kalibemesting veranderde niet het gehalte aan droge stof maar reduceerde wel het gehalte aan monosacchariden en in lichte mate ook het totaal suikergehalte. Magnesiumbemesting had een gunstig effect op het gehalte aan monosacchariden en caroteen (Michalik, 1985). Boriumbespuitingen verhoogden het caroteengehalte van de peen en gaf een wat bittere smaak (Nemethy-Uzoni, 2003). Grond met een hoog gehalte aan organische stof produceerde een slechter smakende peen. Leemgrond reduceerde het gehalte aan vluchtige geurstoffen (Land, 1975).

7.3.3 Zaai-, plant- en oogsttijdstip

Vaak wordt gezegd dat ecologisch geteelde peen beter smaakt dan gangbaar geteelde peen. In een studie uitgevoerd in Zweden is gekeken naar het verschil tussen ecologisch 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 wortels waren over het algemeen bitterder dan in het eerste jaar. Ecologisch geteelde wortelen waren in één jaar harder en hadden een uitgesprokener nasmaak (Haglund, 1999). Er kon dus geen verschil tussen gangbaar en ecologisch geteelde peen worden aangetoond. Een verhoogde plantdichtheid had geen invloed op de sensorische eigenschappen van peen (Rosenfeld, 2002). Wortelen die jong geoogst worden en minder rijp zijn, hebben minder sucrose in de wortels en smaken minder zoet.

7.3.4 Overige

Wortelen worden vaak gewassen. Bij het wassen van de wortelen met een machine treedt meer beschadiging op. Machinaal gewassen peen heeft een hogere sensorische score voor bitterheid, nasmaak, terpeen smaak (een terpentine achtige of dieselachtige aroma) en 'groene' smaak (zoals de smaak/aroma van groene peenbladeren). Wortelen gegroeid in een mild winterklimaat zijn zoeter dan die gegroeid zijn in een warm zomer klimaat (Luyten, 2003). Een hogere temperatuur betekent een minder zoete smaak en bitterder dan bij lagere temperatuur (Luyten, 2003). Dit betekent dat wortelen bij voorkeur groeien bij gematigde temperaturen. In jaren met hogere temperaturen heeft de peen een slechtere smaak dan in gemiddelde jaren (Suojala, 2000). Uit onderzoek van Rosenfeld et al (2000) kon 51% van de gemeten verschillen in sensorische kwaliteit worden verklaard door de groeiomstandigheden van de peen (temperatuur en straling). Slechts 17% van de variatie werd toegeschreven aan bodemtype en ras. Tijdens bewaring stijgt het ethanol- en acetyldehyde gehalte, terwijl de gehalten aan terpenoiden minder veranderingen ondergaan. Als gevolg van ethyleen wordt sucrose omgezet in glucose en fructose en wordt ook de bitterstof 6-methoxymellein gevormd (Kjeldsen, 2003).

7.4 Behoud van specifieke geur- en smaakstoffen in de keten: sturende factoren

Uit onderzoek blijkt dat een geschikte folieverpakking de groei van micro-organismen en van schimmels beperkt, maar dat er nog wel uitdroging van de opperhuid optreedt. Te dichte verpakkingen leiden tot hogere ethyleen concentraties en verhoogde CO₂ gehalten. Mechanische beschadiging en uitwendige ethyleenproductie leiden tot een onaangename smaak zoals bitterheid, nasmaak en ethanol smaak en reduceert de aantrekkelijke zoete en zure smaakeigenschappen van peen (Seljasen et al, 2003).

Eetbare coatings voorkomen het uitdrogen van de opperhuid, maar voorkomen niet dat er schimmelgroei optreedt. Het uitdrogen van de opperhuid wordt als nadeliger ervaren dan de schimmelgroei (Carlen, 2003). Uit onderzoek van Mei (2002) bleek dat door het toepassen van eetbare coatings (met bijv. calcium of vitamine E) het uiterlijk van de peen werd verbeterd. Uitdroging van de opperhuid werd voorkomen en de eetbare coatings hadden geen significant effect op aroma, smaak, zoetheid, knapperigheid en beta-caroteen gehalte van de peen.

Voor peen is het belangrijk dat deze bewaard wordt bij een lage temperatuur. Bewaring bij een hogere temperatuur heeft een nadelig effect op de zoetheid van peen. Peen is tijdens bewaring gevoelig voor ethyleen, er worden dan bitterstoffen gevormd. Mechanische beschadiging tijdens het wassen heeft in het algemeen een nadelig effect op de smaak van de peen. Mogelijk kan door ozon toevoeging aan het water microbiologisch bederf worden beperkt, hetgeen ten goede kan komen aan de smaak.

8 Evaluatie naar aanleiding van gesprekken met handel en zaadbedrijven

Er hebben gesprekken plaatsgevonden met Rijk Zwaan (dhr. Marcel Barten, Chain Manager Benelux), Bejo Zaden (dhr. Bert Schrijver, Hoofd Onderzoek), Schuitema (dhr. Edwin Vels, Category Manager AGV) en The Greenery (dhr. Hein Bemelmans, Directeur Marketing en dhr. Hans Verwegen, Hoofd Marktstrategie). Uit deze gesprekken komen de volgende gemeenschappelijke noemers naar voren.

Gezond

De consument weet vaak niet of onvoldoende dat groenten zo gezond zijn. De voedingswaarde van producten wordt steeds belangrijker. Gezondheidsissues staan steeds meer in de belangstelling. Denk aan de recente publiciteit rond de problematiek van het overgewicht van jonge kinderen.

Productie

Smaak en productie gaan vaak niet samen. Beter smakende cultivars hebben vaak een lagere productie of zijn gevoeliger voor schimmelziekten. Als de prijzen slecht zijn, heeft niemand het meer over smaak en inhoudstoffen en is de opbrengst (kostprijs) veel belangrijker. De aandacht ligt momenteel meer bij opbrengst dan bij smaak. Er zou meer aandacht aan het belang van lokale producten (streekgebonden) besteed kunnen worden. De contacten tussen de teler en de afnemer worden steeds nauwer. Er wordt steeds meer ingegaan op de wensen van de afnemer.

Landen

Er is verschil in markten in de verschillende landen. Zo is Duitsland een prijsvechtersmarkt, Engeland is vooral een markt voor 'excellent' en 'finest range' producten. De situatie in Nederland is nog onduidelijk. Ook bestaat er verschil in Noord- en Zuid-Europa. In Noord-Europa vindt men een mooie verpakking en goed uiterlijk belangrijk. In Zuid-Europa gaat het veel meer om de smaak van streekeigen producten.

Verpakken

Er zal steeds meer verpakt gaan worden vanwege hygiëne en voedselveiligheid (traceerbaarheid). Door producten te verpakken is het ook mogelijk boodschappen op de verpakking te zetten. In Nederland wordt 55-60% voorverpakt. In Duitsland daarentegen wil men bijna unaniem het liefst een los product. Door verpakkingen kan men nu zelf bepaalde voorbehandelingen uitvoeren of zelfs bepaalde stoffen toevoegen.

Inhoudstoffen

Het is mogelijk om via rassenkeuze doelbewust een hoger gehalte van een bepaalde stof mee te geven. Dit gehalte mag ook weer niet te hoog zijn en moet wel binnen de wettelijke kaders vallen. Bij Nutricia heeft men voor babyvoeding liefst lage waarden. Toevoegen van bijv. suiker is eenvoudiger als het verlagen hiervan. Het is dus belangrijk voor welke afzetmarkt geteeld wordt. Bij zaadfirma's is veel informatie over smaak en inhoudstoffen beschikbaar maar dit wordt nog weinig gebruikt. Bij Bejo wordt bijv. het vitamine C-gehalte van spruiten bepaald en het β -caroteen gehalte bij peen.

Supermarkt

Een supermarktketen wil graag de beste kwaliteit voor de laagste prijs en liefst hele jaar door een constante kwaliteit. Volgens Schuitema kunnen Nederlandse telers onvoldoende inspringen op de wensen van de retailer. Schuitema wil gegarandeert aanbod en dat kunnen Nederlandse telers niet leveren. AH en C1000 hebben ruim 50% van groente-aandeel in Nederland in handen en dit aandeel groeit nog steeds. Wat ook belangrijk is dat bepaalde producten (bijv. spruiten) niet te veel ruimte in het winkelschap mogen innemen omdat spruiten maar 1% van de groente omzet betreft. De consument kan de prijs van groenten vaak minder gemakkelijk onthouden, omdat deze per week wisselt. Een afzetmarkt als bijv. Aldi wil altijd het goedkoopste product. Het product wordt ook niet altijd even goed bewaard bij de distributie centra (DC). Zo gaven spruiten in een netzakje te veel gewichtsverlies en wordt er nu nagegaan of er iets mogelijk is in folie. Ook neemt de kwaliteit van de groenteman op de winkelvloer af. Dit heeft te maken met de lange openingstijden en de omzet, waardoor het niet rendeert om altijd een groentespecialist op de winkelvloer te hebben. Bejo zou graag voor een bepaalde afzetketen een exclusief ras ontwikkelen dat volgens

een speciaal recept geteeld moet worden.

Smaakmeting

Het is gewenst dat er een beter instrumentarium voor snelle smaakmeting beschikbaar komt. Alleen een meting van bijvoorbeeld de brixwaarde zegt weinig. Een soort snelle lakmoesproef zou partijen met een negatieve smaak afwijking er snel uit moeten kunnen halen. De teelt van te bittere spruiten van bepaalde rassen zou je ook van tevoren kunnen verbieden.

Catering

Een belangrijke markt voor nu en in de toekomst is de catering sector. Hier zou met smaak het nodige bereikt kunnen worden. Vooral voor wat betreft aardbeien zouden hier mogelijkheden moeten zijn. In Scandinavië wordt er erg veel in bedrijfsrestaurants gegeten. De gemakstrend is erg belangrijk.

Producten

Witlof en spruiten zijn defensieve producten, terwijl peen en aardbei aanvalsproducten zijn.

Om met spruiten iets te bereiken zou er veel moeten veranderen, bijv. een panklare, mooi verpakte, blanke spruit die zoet smaakt. Als je de smaak kunt verbeteren, moet je dat niet laten liggen, maar je moet er geen betere prijs voor verwachten. Bij witlof zit er al een groot verschil in smaak tussen rauw en gekookt. Fijne witlofkropjes in een mooie verpakking kun je associëren met zoet. Wortelen worden niet zoet genoeg bevonden. De prijs is minder belangrijk. In Engeland is één supermarktketen aan het experimenteren met wortels die een suikergehalte van tenminste 6 a 7% hebben.

Conclusies

- van groot belang is voor welke afzetmarkt men teelt;
- meer aandacht besteden aan gezondheidsaspecten van het product;
- afzetmogelijkheden voor de catering sector beoordelen;
- instrumentarium voor snelle smaakmeting ontwikkelen;
- verpakken van het product geeft mogelijkheden een boodschap mee te geven.

9 Nader te bestuderen effecten en gesignaleerde witte vlekken

Aardbei:

- Hoe groot is de biologische variatie binnen dezelfde partij;
- Wat is het effect van klimaatomstandigheden op smaakbepalende stoffen;
- Is het mogelijk om de variatie binnen een geoogste partij te verkleinen;
- Zijn er rassen die gedurende een langer oogsttraject dezelfde smaak behouden;
- Wat zijn de mogelijkheden binnen de catering sector en worden die al voldoende benut.

Witlof:

- Wat is het effect van belichting bij witlof in de keten op de smaak;
- Kan men door bemesting de smaak van witlof verbeteren;
- Wat zijn de mogelijkheden om twee segmenten te maken (bitter en minder bitter);
- Heeft de maatsortering van de wortels invloed op de smaak;
- Is er verschil in smaak tussen rauw en gekookt en betekent dit dat er aparte segmenten ontwikkeld moeten worden.

Spruitkool:

- Zijn er methoden om het zwavelgehalte beter te sturen;
- Wat zijn de mogelijkheden om twee segmenten te maken (bitter en minder bitter);
- Wat is de invloed van de maatsortering op de smaak;
- Zijn er mogelijkheden om dit product helemaal te veranderen in bijv. mooi verpakte, blanke spruiten die zoet smaken;
- Wat is de invloed van na-oogstbehandelingen op de smaak van spruiten;
- Wat is de invloed van teeltmaatregelen (bijv. toppen) op de smaak van spruiten.

Peen:

- Wat is het effect van klimaatomstandigheden tijdens de primaire productie op suikers;
- In welke mate kunnen na-oogst behandelingen de smaak positief beïnvloeden;
- Zijn er mogelijkheden om de peen zoeter te maken.

Algemeen:

- Zijn er mogelijkheden om voor een bepaalde afzetketen een exclusief ras te ontwikkelen dat volgens een speciaal recept geteeld moet worden;
- Zijn er mogelijkheden om aan een beter instrumentarium te komen voor smaakmeting (soort lakmoesproef) om vooral negatieve afwijkingen in smaak snel te kunnen ontdekken;
- Wat zijn de mogelijkheden om de gezondheid van het product nog meer te benadrukken;
- Wordt wel voldoende beseft voor welke afzetmarkt geteeld wordt;
- Temperaturen zijn tijdens opslag, transport en in het schap niet steeds gelijk. Hoe kun je hierop met verpakkingen inspelen;
- Hoe kun je met de combinatie van ras en teeltrecept (bodemtype, locatie, bemesting) verschillende smaaksegmenten produceren.

Bijlage 1. Geraadpleegde bronnen

1. Alasalvar, C. Grigor J.M. Zhang D. e.a. 2001. Comparison of Volatiles, Phenolics, Sugars, Antioxidant Vitamins, and Sensory Quality of Different Colored Carrot Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 2001, 49, 1410-1416.
2. Aharoni A. e.a. Identification of the SAAT Gene Involved in Strawberry Flavor Biogenesis by Use of DNA Microarrays. *The Plant Cell*, Vol. 12, 647-661, 2000.
3. Bouman, J. Afzetbevoeding van witlof: een kwestie van smaak en gemak. In: Proceedings XVde Tweejaarlijkse Int. Witlofdagen, Lausanne, 1999, p. 55-60.
4. Brecht J.K., Chau K.V., Fonseca S.C. and Oliveira F.A.R. CA transport of fresh produce in map: designing systems for optimal atmosphere conditions throughout the postharvest handling chain. *Acta Horticulturae* 600, 2003.
5. Buysens, S. Verschilt smaak met herkomst witloofwortels? *Proeftuin nieuws* 14(2004)7, p. 36-37.
6. Buysens, S. Rassenkeuze beïnvloedt in sterke mate smaak en smakelijkheid van witloof. *Proeftuin nieuws* 13(2003)23, p.23-24.
7. Cardiff L. MacNaedhe F.S. and M.J. Hennerty. Improving flavour in protected strawberry crops. *Farm and Food* 1998, 8: 2, 21-23.
8. Carlen, C. and A. Ançay. Measurement of the sensory quality of strawberries. Proceedings International Conference on Quality in Chains. An Integrated View on Fruit and Vegetable Quality. *Acta Hort.* 604, 2003
9. Charron C.S., Kopsell, D.A., Randle W.M. Sams C.E. 2001. Sodium selenate fertilisation increases selenium accumulation and decreases glucosinolate concentration in rapid-cycling Brassica oleracea. *J Sci Food Agri* 81: 962-966
10. Ciska E. , Martyniak-Przybyszewska B., Kozłowska H. 2000. Content of Glucosinolates in Cruciferous Vegetables Grown at the Same Site for Two Years under Different Climatic Conditions. *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48, 2862-2867.
11. Cordenunsi, B.R., Nascimento J.R.O., Lajolo F.M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry* 83(2003) 167-173.
12. Doorn H. E. van, Kruk G. C. van der, Postma E., Holst G.J. van, Raaijmakers-Ruijs N., Jongen W. 1998 The Glucosinolates Sinigrin and Progoitrin are Important Determinants for Taste Preference and Bitterness of Brussels Sprouts. *J Sci Food Agric* 78, 30-38
13. Doorn, H. van. Spruitkool : balans in zwavelgift komt smaak ten goede. *Groenten en fruit. Vakdeel vollegrondsgroenten* (1999)34, p.4-5.
14. Forney C.F. Kalt W., Jordan M.A. The Composition of Strawberry Aroma Is Influenced by Cultivar, Maturity, and Storage. *HortScience*, Vol. 35(6), October 2000.
15. Forney, C.F. Horticultural and other Factors Affecting Aroma Volatile Composition of Small Fruit. *Horttechnology* October-December 2001 11(4).
16. García M.A. Martino M.N., Zaritzky N.E. 1998. Starch-Based Coatings: Effect on Refrigerated Strawberry (*Fragaria ananassa*) Quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 76, 411-420.
17. Haffner, K. Postharvest Quality and Processing of Strawberries. In: Proceedings of the 4th Int. Strawberry Symposium. *Acta Hort.* 567, p. 715-722. ISHS 2002.
18. Hagg M. ,e.a. Postharvest quality of strawberries. *Agri-Food Quality II: quality management of fruit and vegetables – from field to table*, Turku, Finland. 1999, 142-145.
19. Haglund, A. Johansson L., Berglund L., Dahlstedt L. Sensory evaluation of carrots from ecological and conventional growing systems. *Food Quality and Preference* 10 (1999) 23-29
20. Hakala M.A., Lapveteläinen A.T. and Kallio H.P. Volatile Compounds of Selected Strawberry Varieties Analyzed by Purge-and-Trap Headspace GC-MS. *J.Agric.Food Chem.* 2002, 50, 1133-1142.
21. Hoberg, E. and D. Ulrich, Comparison of sensory perception and instrumental analysis. In: Proceedings Eucarpia symposium on Fruit breeding and Genetics. *Acta Horticulturae* 538, 2000.
22. Jaarverslag PCG. 1999. Provinciaal Proefcentrum voor de groenteteelt Oost-Vlaanderen, Kruishoutem.
23. Jaarverslag PCG. 2000. Provinciaal Proefcentrum voor de groenteteelt Oost-Vlaanderen, Kruishoutem.
24. Jaarverslag PCG. 2001. Provinciaal Proefcentrum voor de groenteteelt Oost-Vlaanderen, Kruishoutem.

25. Jaarverslag PCG. 2002. Provinciaal Proefcentrum voor de groenteteelt Oost-Vlaanderen, Kruishoutem.
26. Kadar A.A. Physiology of CA Treated Produce. *Acta Horticulturae* 600, 2003.
27. Kidmose U., Andersen H. and Vang-Petersen O. Yield and quality attributes of strawberry cultivars grown in Denmark 1990-1991. *Fruit Varieties Journal*. 1996, 50:3, 160-166.
28. 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
29. Kleemann, M. and W. J. Florkowski. Bitterness in carrots as quality indicator. *Proceedings International Conference on Quality in Chains. An Integrated View on Fruit and Vegetable Quality. Acta Hort.* 604, 2003
30. Koch K. Andersson R. Rydberg I. Aman P. 1999. Influence of harvest date on inulin chain length distribution and sugar profile for six chicory (*cichorium intybus* L.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 79: 1503-1506.
31. Kushad M.M., Cloyd R. Babadoost M. 2003. Distribution of glucosinolates in ornamental cabbage and kale cultivars. *J Sci Horti* (Artikel in press)
32. Land D.G. Carrot flavour and the factors which influence it. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1975, 26: 10, 1610.
33. Langhout I, Werf van der Nicole. Fysische, fysiologische en psychologische factoren die smaakbepalend zijn voor de tomaat. *Literatuurstudie Tuinbouwplantenteelt* 1995.
34. Lee, H. van der. Zoete en sterke Sonata in trek : PRI kan de vraag naar opvolger van Elsanta nauwelijks aan. *Oogst : Landbouw* 16(2003)35, p.42-43.
35. Lee, H. van der. Smaak doet weer mee in peen : uitbreiding rassen komt teeltplanning ten goede. *Oogst : Tuinbouw*, 16(2003)40, p.42.
36. Lipton W.J., Mackey B.E. 1987. Physiological and quality responses of Brussels Sprouts to storage in controlled atmospheres. *Journal of the American Society for Horticultural Science.* 1987, 112:3, 491-496.
37. 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
38. MacLeod A.J. Pikk H.E. 1978. A comparison of the chemical flavour composition of some Brussels sprouts cultivars grown at different crop spacings. *Phytochemistry.* 1978, 17: 1029-1032.
39. Mei Y., Zhao Y. Yang J. and Furr H. CI Using Edible Coating of Enhance Nutritional and Sensory Qualities of Baby Carrots. *Journal of Food Science* vo. 67, nr. 5, 2002.
40. 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).
41. Nemethy-Uzoni Hl, Kokai Z. 2003. Effect of boron fertilisation on the flavour of carrots – applicability of organoleptic analyses to carrots. *International Journal of Horticultural Science.* 2003, 9: 1, 51-54.
42. Pelayo C., Ebeler S.E., Kader A.A. 2003. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 graden C in air or air+20 kPA CO₂. *Postharvest Biology and Technology* 27 171-183
43. Pérez-Gago, M.B., C. Rojas and M.A. del Río. Edible Coating Effect on Postharvest Quality of Mandarins cv. 'Clemenules'. *Proc. 8th Int. CA Conference, Acta Hort.* 600, ISHS 2003, p. 91-94.
44. Pérez A.G. e.a. Evolution of Strawberry Alcohol Acyltransferase Activity during Fruit Development and Storage. *J.Agric. Food Chem.* 1996, 44, 3286-3290.
45. Peters, A.M. Bittere sesquiterpeenlactonen in witlof: Ontwikkeling van specifieke ELISA's en interacties met sensorische analyse. *Proefschrift, Universiteit van Utrecht, oktober 1996, 137 pp.*
46. Peters A.M. and Amerongen A. van. Relationship between Levels of Sesquiterpene Lactones in Chicory and Sensory Evaluation. *J. Amer.Soc. Hort. Sci.* 123 (2): 326-329. 1998.
47. Rodrigues A.S., Rosa E. A.S. 1999 Effect of post-harvest treatments on the level of glucosinolates in broccoli. *J Sci Food Agric* 79: 1028-1032
48. Rosa E.A.S., Rodrigues P.M.F. 1998. The Effect of Light and Temperature on Glucosinolate Concentration in the Leaves and Roots of Cabbage Seedlings. *J Sci Food Agric* 78, 208-212
49. Roscher R., Koch H., Herderich M. Schreier P., Schwab W. 1997. Identification of 2,5-Dimethyl-4-hydroxy-3[2H]-furanone B-D-Glucuronide as the Major Metabolite of a Strawberry Flavour Constituent in Humans. *Food and Chemical Toxicology* 35 77-782
50. 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.
51. 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
 52. Saltveit, M. E., 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15: 279-292.
 53. Saltveit, M.E., 2003. A Summary of CA requirements and recommendation for vegetables. *Acta Horticulturae* 600, 2003.
 54. Sanz C., Olias R. and Perez A.G. Effect of Modified Atmosphere on alcohol acyltransferase activity and volatile composition of strawberry. *Acta Horticulturae* 600, 2003, 563-566.
 55. Sarooshi R.A. Cresswell G.C. Effects of hydroponic solution composition, electrical conductivity and plant spacing on yield and quality of strawberries. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 1994, 34:4, 529-538.
 56. Seljassen R., Hoftun H. Bengtsson G.B., Tijssens 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.
 57. Shamaila, M., W.D. Powrie, and B.J. Skura. 1992. Analysis of volatile compounds from strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP). *J. Food Sci.* 57:1173-1176.
 58. Sharma M.P. and Adholeya A. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on the post vitro growth and yield of micropropagated strawberry grown in a sandy loam soil. *Canadian Journal of Botany revue canadienne de botanique* 2004; 82 (3): 322-328.
 59. Sharma, R.R. and V. P. Sharma. Mulch type influences plant growth, albinism disorder and fruit quality in strawberry (*Fragaria x ananassa* Dusch.). *Fruits*, 2003 (58), p. 221-227.
 60. Shewfelt R. L. and J. D. Henderson. The future of quality. *Proceedings International Conference on Quality in Chains. An Integrated View on Fruit and Vegetable Quality. Acta Hort.* 604, 2003
 61. Simon P.W., Peterson C.E. Genetic and environmental components of carrot culinary and nutritive value. *Acta Horticulturae* 93 (1979).
 62. Song, J., B.D. Gardner, J.F. Holland, and R.M. Beaudry. 1997. Rapid analysis of volatile flavor compounds in apple fruit using SPME and GC/time of flight spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 45:1801-1807.
 63. Steen C. van der, Jacxsens L., Devlieghere F. Debevere J. 2002. Combining high oxygen atmospheres with low oxygen modified atmosphere packaging to improve the keeping quality of strawberries and raspberries. *Postharvest Biology and Technology* 26, 49-58.
 64. Stewart D., Oosterhaven J. Peppelenbos H.W. Effect of high O₂ and N₂ atmospheres on strawberry quality. *Acta Horticulturae* 2003 no 600, 567-570.
 65. Sukkel W., Spaans J. 1996. Over smaak valt best te twisten. *Groenten + Fruit/Vollegroondsgroenten – week 37 – 13 september 1996.*
 66. Suojala T. Pre- and postharvest development of carrot yield and quality. *Academic dissertation* 2000.
 67. Tudela J.A., Villaescusa R., Artes-Hdez F. and Artes F. High Carbon Dioxide During Cold Storage For Keeping Strawberry Quality. *Acta Horticulturae* 600, 2003.
 68. Upadhayaya A.K. and K.U. Sanghavi. Effect of various chemical and packaging methods on storage quality of strawberry (*Fragaria ananassa*) cv. Chandler. *Advances in Plant Sciences.* 2001, 14: 2, 343-349.
 69. Vachon C. D'Aprano G. Lacroix M. en Letendre M. 2003. Effect of Edible Coating Process and
 70. Verkerk, R. Dekker, M, Jongen W.M.F. 2001 Post-harvest increase of indolyl glucosinolates in response to chopping and storage of Brassica vegetables. *J Sci Food Agric* 81, 953-958
 71. Verlinden, B.E. and Nicolai, B.M. Fresh-Cut Fruits and Vegetables. *Proc. XXV IHC-Part 8. Acta Hort.* 518, ISHS 2000, p. 223-229.
 72. Watada, A. E. Methods for determining quality of fruits and vegetables. In: *Proceedings of International Symposium on Quality of Fruit and Vegetables: Influence of Pre- and Post- Harvest Factors and Technology. Acta Horticulturae* 379, 1995.
 73. Watson R., Wright C.J., McBurney T. Taylor A.J., Linforth R.S.T. 2002. Influence of harvest date and light integral on the development of strawberry flavour compounds. *Journal of Experimental Botany* 53 (377): 2121.

74. Williams C.M.J., Maier N.A., Potter M.J., Collins G.G. 1996. Effect of nitrogen and potassium on the yield and quality of irrigated Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. var. *gemmifera*) cv. Roger and Oliver grown in South Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 1996, 36: 7, 877-886.
75. Wójcik P. and lewandowski M. Effect of Calcium and Boron Sprays on Yield and Quality of 'Elsanta' Strawberry; *Journal of Plant Nutrition* Vol. 26, No. 3, pp. 671-682, 2003.
76. Yoshino, N. Kwwaguchi t. Tukuoka K. Ishitani T. HirataT. 6-Methoxymellein levels in fres carrots in relation to sensory quality. *Journal of the Japanese Cosciety for Food Science and Technology*. 1993, 40: 1, 17-21.