612.87:612.391:159.934:159.947.224:301.153.1:641.032

MEDEDELINGEN LANDBOUWHOGESCHOOL
WAGENINGEN • NEDERLAND • 74-13 (1974)

ENIGE FYSIOLOGISCHE EN PSYCHOFYSISCHE WAARNEMINGEN OP HET GEBIED VAN DE SMAAKGEVOELIGHEID VAN PROEFPERSONEN

(with a summary in English)

T. KOUWENHOVEN

Afdeling Humane Voeding, Landbouwhogeschool, Wageningen, Nederland

(Ontvangen 27-V-1974)

H. VEENMAN & ZONEN B.V.–WAGENINGEN–1974

2041851

Communications Agricultural University 74–13 (1974)
is also published as a thesis

INHOUD

1. DRIJFVEREN TOT DE VOEDSELKEUZE 1
1.1. Inleiding 1
1.2. Honger en eetlust 1
1.3. Zelfselectie 2
1.4. Fysiologische faktoren niet de enige drijfveren 4

2. MOTIEVEN VOOR SENSORISCH ONDERZOEK 6

3. DREMPELWAARDEN 9
3.1. Inleiding 9
3.2. Primaire smaken 13

4. EIGEN ONDERZOEKINGEN 15
4.1. Willekeurig en systematisch oplopende concentraties 15
4.1.1. Uitvoering 16
4.1.2. Uitkomsten 16
4.1.3. Correlaties en regressievergelijkingen 19
4.2. Enkelvoudige stimulusmethode 20
4.2.1. Opzet en uitvoering 20
4.2.2. Uitkomsten en discussie 22
4.2.2.1. Individuele uitkomsten 22
4.2.2.2. Uitkomsten in afhankelijkheid van de concentraties 25
4.2.3. Het gedemineraliseerde water 28
4.2.4. Foutieve antwoorden bij gegeven demekwater 29
4.3. In*tra*- en in*ter*menselijke verschillen 33
4.3.1. De effekten van training en ervaring 33
4.3.1.1. Het trainingseffekt 34
4.3.1.2. Het effekt van ervaring 35
4.3.2. Individuele verschillen m.b.t. totaaltellingen 43
4.3.3. Andere individuele verschillen 45
4.4. Incorrecte antwoorden 50
4.4.1. Nadere analyse 51
4.4.2. Paarsgewijze vergelijking van de frekwenties der onjuiste antwoorden 53
4.4.3. Algemene lijnen; oorzaken van verstoringen 55
4.4.4. Praktische consequenties 56

5. KLEURINVLOEDEN 57
5.1. Literatuurgegevens 57
5.2. Kleurinvloeden bij experimentenreeks III 59
5.2.1. Schattingen van de kleurinvloeden 60
5.2.2. Kleurinvloed op lage en hoge concentraties 62
5.2.3. Sensorische interactieprocessen 64

6. SAMENVATTING EN CONCLUSIES 66

7. SUMMARY AND CONCLUSIONS 72

8. LITERATUURLIJST 76

BIJLAGEN 80

1. DRIJFVEREN TOT DE VOEDSELKEUZE

1.1. INLEIDING

Centraal staat in het voedingsonderzoek de relatie tussen de mens en zijn voedsel, in het bijzonder indien dit zijn gezondheid en welzijn betreft.

Een belangrijk deel van het voedingsonderzoek houdt zich bezig met het totaal van vraagstukken, die betrekking hebben op:

a. de voedselkeuze, zowel in kwalitatieve als in kwantitatieve zin
b. de processen, die het voedsel ondergaat tijdens de passage door het menselijk lichaam
c. de reacties op deze passage in de verschillende organen en orgaansystemen van het menselijk organisme.

Omdat de mens niet alleen een fysiologisch organisme is, maar ook een redelijk (= met verstand begiftigd) en sociaal wezen, dienen de vraagstukken waarmee zich het voedingsonderzoek pleegt bezig te houden behalve van fysiologische zijde, ook bezien te worden vanuit psychosociale, culturele en economische gezichtshoeken. De vakgroep Voeding definiëerde daarom terecht de voedingswetenschap als een anthropobiologische wetenschap.

In het eerste hoofdstuk van dit proefschrift wordt een overzicht gegeven van de vraagstukken aangaande het menselijk gedrag t.a.v. voedsel. Het is noodzakelijk dit gedrag te analyseren zowel vanuit een fysiologische als vanuit een gedragswetenschappelijke gezichtshoek.

Het zal blijken dat bij dit gedrag zowel de smaak en geur als *menselijke zintuigen* als ook de smaak en geur als *eigenschappen van het voedingsmiddel* een belangrijke rol vervullen. Om deze reden zal in de latere hoofdstukken in het bijzonder ingegaan worden op bepaalde aspecten van het smaak- en geuronderzoek. Allereerst dient echter een overzicht te worden gegeven van de faktoren, die het gedrag t.a.v. het voedsel bepalen.

1.2. HONGER EN EETLUST

De duidelijkste aanzetten tot het consumeren van voedsel zijn waarschijnlijk honger en eetlust.

In navolging van DEN HARTOG (1973) wordt hier onder honger (eng. hunger) verstaan de aanmaning tot het gebruiken van voedsel ter bevrediging van een fysiologische behoefte van het organisme. De aard van het voedsel tot het stillen van de honger doet hierbij niet terzake.

De term eetlust (eng. appetite) heeft meer betrekking op de psychische regulatie van de voedselopneming en hetgeen direct of indirect hiermee samenhangt (herinnering, symbolische representatie, effekt etc.).

Hoewel eetlust een veel minder duidelijke fysiologische basis heeft dan hon-

ger, vermelden we haar eveneens in dit hoofstuk, vooral omdat in de literatuur beide begrippen nogal eens door elkaar gebruikt worden, of niet helemaal duidelijk worden onderscheiden. In het bekende Handbook of Physiology van de American Physiological Society wordt bijv. in hoofdstuk 31 van Sect. 6, vol. I (1967) melding gemaakt van 'salt appetite' als 'an aspect of sodium homeostasis'. Het begrip 'appetite' heeft daar duidelijk een fysiologische basis.

Welke mechanismen aan het ontstaan van hongergevoelens ten grondslag liggen en hoe zij het gedrag t.a.v. voedsel reguleren is nog niet volledig bekend (LE MAGNEN 1969, 1971). Zeker is wel dat hierbij signalen uit de bloedbaan en uit de vetreserves een belangrijke rol spelen en dat een regelmechanisme van de voedselopneming gelocaliseerd kan worden in de hypothalamus en hypophyse. Ook andere gedeelten van de hersenen zijn betrokken bij het eetgedrag. In de hypothalamus hebben de z.g. laterale kernen de functie van hongercentrum en de ventromediale die van verzadigingscentrum (ANAND, 1967, DE RUITER, 1968 en LE MAGNEN, 1969).

Beter bekend dan de mechanismen van het hongergevoel zijn de mechanismen van het verzadigingsgevoel. Voorziet men een proefdier van een slokdarmfistel, zodat het gegeten voedsel niet in de maag komt, maar in de halsstreek weer naar buiten komt, dan blijkt het dier niet eindeloos te eten, maar zijn maaltijd toch op een gegeven moment te staken. Dit wijst erop, dat prikkeling van de zintuigen in de mond (bijv. smaakzintuigen) door het voedsel een verzadigend effekt heeft (DE RUITER, 1970).

Eveneens wordt volgens hem het bestaan aangenomen van signalen uit het maagdarmkanaal. Komt voedsel in de maag, dan wordt deze tijdens het eten gaandeweg uitgerekt. In de maagwand liggen rekzintuigjes, die hun bevindingen over de vullingstoestand meedelen aan de ventromediale hypothalamus. Ook in het darmkanaal liggen, naar wordt aangenomen, dergelijke zintuigjes. De vroeger algemeen gehuldigde opvatting, dat de z.g. hongercontracties van de lege maag de stoot zouden geven tot eetgedrag, vindt geen experimentele bevestiging, daar onderbreking van de verbindingen van de maagzintuigen met de hersenen en zelfs operatieve verwijdering van de hele maag niet resulteert in een duidelijke vermindering van de voedselopneming (ZOTTERMAN, 1963, HAYASHI, 1967, LE MAGNEN 1969, 1971).

1.3. ZELFSELECTIE

De vraag kan gesteld worden, of een hongerig dier of mens bij een gevariëerd voedselaanbod instinctief de optimale hoeveelheid en aard van het voedsel uitkiest. Aanwijzingen voor het bestaan van een dergelijk instinct bestaan reeds meer dan een halve eeuw. De eerste onderzoekingen volgens deze lijn werden uitgevoerd met dieren.

EVVARD (1915) vond bij varkens, die een vrije keus hadden tussen voedsels van verschillende voedingswaarde een sterkere gewichtstoename dan bij dieren, die aan een bepaald regime waren onderworpen. Eenzelfde type verschijnselen

vond NEVINS in 1927 bij melkkoeien.

Klassiek zijn de proeven van HARRIS c.s. (1933). Zij lieten ratten de keus tussen een thiaminearm en een thiaminerijk dieet. Betrof het normale gezonde ratten, dan kozen ze at random. Stelden ze echter de ratten eerst enige tijd op een thiaminearm dieet, en lieten ze hen daarna weer de keus, dan bleken de dieren een preferentie te hebben voor het thiaminerijke dieet. Werd aan thiaminedeficiënte dieren het vitamine bijgegeven, dan kozen ze weer at random. Geconcludeerd werd dat de deficiënte rat instinctief de juist gerichte voedselkeuze maakt, en dat voor hem de geur en de smaak van thiamine slechts betekenis had wanneer het dier thiaminedeficiënt was.

Dergelijke verschijnselen doen zich ook voor bij experimenten met de vitamines B2, B6 en bepaalde mineralen (LEPKOVSKY, 1966). Niet minder klassiek zijn de proeven van RICHTER c.s. (1939, 1941, 1942/43). Bij deze experimenten liet men thiamine deficiënte ratten o.a. de keus tussen vetten en koolhydraten. Daar bij thiaminedeficiëntie een storing pleegt op te treden in de koolhydraatstofwisseling, wordt de koolhydraatrijke voeding slecht verdragen. De proefdieren prefereerden dan ook veruit het vetrijke rantsoen en keerden pas weer tot het koolhydraatrijke terug, wanneer de vit. Bl-status weer in orde was gebracht.

In eerdere proeven had RICHTER (1936, 1939, 1941) gevonden dat ratten waarvan de bijnierschors was verwijderd een verhoogde zoutbehoefte en een verlaagde glucoseopneming vertoonden.

Dergelijke onderzoekingen zijn door latere onderzoekers gemodificeerd en m.b.t. tal van andere proefdieren en voedingsstoffen herhaald. Een vrij recent overzicht daarvan wordt gegeven o.a. door ANAND (1967). Daar dit hoofdstuk slechts bedoeld is om enkele kaders aan te geven, waarbinnen het hoofdonderwerp van deze dissertatie geplaatst kan worden, wordt een diepergaande studie van het geschetste dierexperimenteel onderzoek verder achterwege gelaten. Over de voedselkeuze bij de mens moet echter nog het volgende opgemerkt worden.

Net als bij de dieren lijkt volgens sommigen ook bij de mens in zekere mate een natuurlijk instinct voor een juist gerichte voedselkeuze te bestaan (DAVIS 1928, 1935). Uit de proeven van DAVIS kan men n.l. afleiden dat kinderen, wanneer ze nog niet beïnvloed zijn door gevestigde voedselpatronen, in staat blijken te zijn uit een grote verscheidenheid van aanbod, dat voedsel te kiezen, waarop ze goed kunnen groeien. Ze tonen uitgesproken preferenties en zijn vanaf het begin omnivoor. De preferenties bleken evenwel niet te voorspellen en van tijd tot tijd te variëren. De proeven werden herhaald met pasgeboren babies en met oudere kinderen en ook deze kozen (instinctief?) de voor hen meest adequate voeding (DAVIS, 1935 a, b).

Ook bij volwassenen is het verschijnsel van zelfselectie onderzocht. Onder normale omstandigheden valt van een eventuele aanwezigheid van een voedselkeuzeïnstinct weinig of niets te bespeuren. Zo het al aanwezig is, wordt het overstemd door andere faktoren (zie pag. 4 en 5), maar onder abnormale omstandigheden kan de mens zijn gedrag t.a.v. voedselkeuze en preferenties aanzienlijk wijzigen. Een gestoorde bijnierfunctie kan leiden tot een sterke zout-

honger (RICHTER 1942/43, zie ook HENKIN 1963 en 1967) en ook is bekend dat hyperinsulinisme leidt tot een buitensporig hoge suikerconsumptie (LEPKOVSKY, 1966).

Bovendien blijkt uit de klassieke proevenserie van MAYER-GROSS en WALKER (1946), dat met een extra hoge dosis insuline behandelde proefpersonen een 30%-oplossing van sacharose prefereren boven een 5%-oplossing, terwijl bij een normaal insulineniveau de 30%-oplossing als ongenietbaar zoet, wordt verworpen. LEPKOVSKY (1966) vermeldt tenslotte een bekend voorbeeld van wijziging in de preferenties als gevolg van veranderde leefomstandigheden bij een groep Amerikaanse krijgsgevangenen: melkpoeder, dat onder normale omstandigheden heel weinig en suiker en chocolade die heel sterk worden gewaardeerd, wisselden door de periode van krijgsgevangenschap volledig van plaats.

1.4. FYSIOLOGISCHE FAKTOREN NIET DE ENIGE DRIJFVEREN

Tegenover de argumenten die pleiten voor het bestaan van een instinct voor een juiste voedselkeuze zijn er ook een aantal, die pleiten tegen het bestaan ervan.

Want hoe komt het bijvoorbeeld, dat de mensheid zich heeft verspreid over de hele aardbol en zich zelfs vestigde op plaatsen waar maar heel weinig adequaat voedsel kon gevonden worden? Een tekort aan bepaalde nutriënten is bovendien in bepaalde jaargetijden heel gewoon, zelfs in gebieden met een overigens adequate voedselvoorziening.

Een en ander was voor YOUNG (1948) aanleiding tot de uitspraak: 'there is no proof that a specific deficiency can produce a specific food seeking behavior', en dat 'habits of seeking particular foods appear based on effects of ingesting them, i.e. palatability and may persist regardless of body needs'. Het vraagstuk is dus nogal controversiëel.

Een van de oorzaken van deze controverse is, dat bij het gedrag ten aanzien van voedsel de fysiologische behoefte niet de enige faktor is, die een rol speelt, maar dat ook het psychosociale en culturele milieu, de economische situatie waarin de mens verkeert en motieven als preferenties, aversies, ervaring, gewenning e.d. drijfveren daarvoor zijn. LEPKOVSKY formuleerde het in 1948 reeds als volgt:'Human populations have shown an amazing ability to choose foods in accordance with their physiological needs, providing their choice was not unduly influenced by education, imitation, social, religious or other considerations', en in 1966: 'Basically, humans can choose food correctly, just like other animals, provided the neocortex does not interfere with the actions of the hypothalamus. Basic hypothalamic mechanisms may be obscured bij cortical influences, such as habits, customs, prejucides, social pressure and advertizing media which act primarily through the neocortex'.

In wezen zijn er drie groepen faktoren te onderscheiden, die de voedselacceptatie beïnvloeden, t.w. samenhangend met: a) omgeving, b) het individu en c) het voedsel. Deze invloeden zijn voor onze hoogontwikkelde maatschappij samengevat in tabel 1, welke ontleend is aan FRIJTERS (1973).

TABEL 1. Faktoren die de voedselacceptatie beïnvloeden.

omgeving	individu	voedsel
geografie	leeftijd	prijs
seizoen	sexe	zuiverheid
economie	gezondheid	vorm
sociale status		
religie	activiteit	kleur
traditie	psych. behoefte	geur
sociale gewoonte	allergieën	textuur
voorlichting		smaak + aroma
reclame	associaties	
	recentelijke ervaringen met voedsel	verpakking
		bereiding
	discriminatievermogen	
	kennis van voedsel	

In hoeverre al deze faktoren ook van kracht zijn in een minder ontwikkelde maatschappij, valt buiten het bestek van deze dissertatie.

Voor het meten van de grootte van de bijdrage die elk der faktoren aan het uiteindelijke eetgedrag levert, staan in principe drie typen onderzoek ter beschikking en worden ook toegepast: attitude studies, sensorische tests en het verzamelen van verbruiksgegevens (PILGRIM 1957). Elk van deze typen kan verder onderverdeeld worden in specifieke technieken.

Attitude studies kunnen geklassificeerd worden in verschillende richtingen: mondelinge of schriftelijde enquêtes en studies betrekking hebbend op algemene en specifieke onderwerpen. Sensorische tests worden gebaseerd op twee typen respons, afhankelijk van wat moet worden onderzocht: de mate van voorkeur, of in hoeverre men het betreffende voedsel lekker vindt (affectieve tests), dan wel of een verschil tussen twee monsters aanwezig is (discriminatieve tests). Deze kunnen ook worden toegepast voor de vaststelling van verschillen in gevoeligheid tussen verschillende proefpersonen. Ze worden in dit kader vooral toegepast bij onderzoekingen betreffende de waarneming en de daaraan ten grondslag liggende fysiologische verschijnselen.

Als maat voor het integrale gedrag t.o.v. voedsel zijn tenslotte gegevens over het totale gebruik aan voedsel van betekenis.

2. MOTIEVEN VOOR SENSORISCH ONDERZOEK

In het voorgaande is een poging gedaan na te gaan welke faktoren het menselijk gedrag t.a.v. voedsel bepalen. Gebleken is, dat dit gedrag o.m. wordt beheerst door de smaak en de geur van het voedsel. Prikkeling van de zintuigen in de mond (bijv. smaakzintuigen) heeft een verzadigend effekt (DE RUITER, 1968) en bij de experimenten ter vaststelling van een eventueel bestaand instinct voor een juiste voedselkeuze is steeds sprake van preferenties, een verschijnsel dat bij dieren moeilijk anders dan door tussenkomst van de zintuigen kan worden aannemelijk gemaakt.

Ook andere verschijnselen van het gedrag van dieren t.a.v. voedsel worden grotendeels verklaard door de aanname, dat bij dieren de reuk en de smaak een grote rol spelen. Dit heeft wel de mening doen postvatten, dat bij de primitieve mens reuk en smaak ook sterk ontwikkeld waren, maar dat ons reuk- en smaakmechanisme door verminderd gebruik in onze beschaafde wereld in kwaliteit achteruit gegaan zou zijn. Onderzoek bij verschillende primitieve stammen op een aantal plaatsen in de wereld heeft uitgewezen, dat dit niet het geval is. Toch moeten wij aannemen, dat de oermens op zoek naar voedsel, zich bij de keuze daarvan in belangrijke mate door reuk en smaak heeft laten leiden en daaraan in een aantal gevallen zijn leven te danken heeft gehad.

Motiveert een en ander reeds het onderzoek naar smaak en reuk, er is echter meer.

In hoofdstuk 1 is reeds gesteld, dat behalve door fysiologische drijfveren het gedrag van de mens t.a.v. voedsel ook bepaald wordt door psychosociale, culturele en economische motieven. Een diepergaande analyse daarvan toont aan, dat bij deze motieven als regel gestreefd wordt naar een voedingsmiddel, dat een zo groot mogelijk aesthetisch genoegen verschaft. Behalve voedingswaarde kennen wij aan een voedingsmiddel dan ook een z.g. 'genotswaarde' toe.

Deze genotswaarde kan gedefiniëerd worden als de som van de eigenschappen, welke waargenomen kunnen worden door de menselijke zintuigen. Het gaat hier dus zowel om de produkteigenschappen uiterlijk, kleur, struktuur of textuur, temperatuur, smaak en geur, als om de eigenschappen, die na het eten (c.q. drinken) waarneembaar worden. Als voorbeeld van deze 'postingestieve' faktoren noemen wij het verschijnsel dat een bepaald voedsel tijdens de vertering gevoelens van lust of onlust kan opwekken. BROUWER (1964) spreekt in dit verband van bekomzaamheid of van bekomelijkheid. Bekend zijn ook de aangename on onaangename sensaties van te ruim alkoholgebruik.

De genotswaarde van voedsel is in onze maatschappij een van de belangrijkste motieven bij de voedselaankoop en het blijkt, dat de consument voor smakelijkheid en geurigheid bereid is aanzienlijke bedragen aan geld uit te geven (zie AMERINE, PANGBORN en ROESSLER, 1965 en MONCRIEFF, 1966). Eerstgenoemden wijzen er bovendien op, dat een produkt dat aan hoge fysiologische voorwaarden voldoet, niet gegeten wordt als het wat zijn genotswaarde aangaat,

onacceptabel is. Men ziet dan ook dat het kwaliteitsbegrip althans voor de consument in onze landen steeds sterker de betekenis van 'sensorische kwaliteit' krijgt en de andere kwaliteitsfaktoren (hygiënische, fysische, chemische eigenschappen en voedingswaarde) in betekenis achteruit gaan. Zie ROTHE (1970) en TELEGDY-KOVATS (1970).

Een derde groep van argumenten voor het uitvoeren van sensorisch onderzoek is gelegen in het feit, dat het voor een aantal disciplines van groot nut is.

Voor de levensmiddelentechnoloog is het van bizondere betekenis de beschikking te hebben over mogelijkheden om de gefabriceerde produkten te toetsen op hun (sensorische) kwaliteit, dan wel om te onderzoeken in welke mate een nieuw produkt door de consument zal worden geaccepteerd. Het sensorisch onderzoek vervult dan ook in de voedingsmiddelenindustrie een belangrijke rol bij de kwaliteitscontrôle en bij het marktonderzoek. Bovendien wordt het veel toegepast bij onderzoekingen naar de effekten van receptuur, bereiding, verwerking en opslag.

Ofschoon het sensorisch onderzoek in de industrie algemeen ingang heeft gevonden, moet vanzelfsprekend de betekenis ervan niet worden overschat. De uitkomsten ervan worden gebaseerd op menselijke waarnemingen en zijn derhalve dikwijls subjektief. Door een juiste uitvoering van de experimenten en een wetenschappelijk verantwoorde interpretatie van de uitkomsten tracht men deze evenwel zoveel mogelijk te objektiveren.

Van grote betekenis kan het sensorisch onderzoek ook zijn bij de planning en uitvoering van projekten ter verbetering van de voedings- en gezondheidstoestand in ontwikkelingsgebieden. Veel van deze projekten zijn mislukt omdat men zich er niet voldoende rekenschap van gaf, dat de produkten die men wilde invoeren, of de verandering van samenstelling van het voedselpakket, die men voorstelde, ook zouden moeten passen in het patroon van smaken, geuren en preferenties van de bevolkingsgroep of -categorie die men hoopte te bereiken. Zonder inzicht in het gebruikelijke voedingsmiddelenpakket en in de complicaties die de voorgestelde wijziging met zich mee zal brengen is alle ontwikkelingswerk t.a.v. voeding zinloos (PAG Statement no 16, 1971).

Tenslotte is aangetoond, dat er duidelijke verbanden bestaan tussen de gevoeligheid voor bepaalde smaakstoffen en bijv. rookgewoonten (KRUT c.s., 1961 en FISCHER c.s., 1963), afkeer van of preferenties voor bepaald voedsel (FISCHER c.s., 1963 a,b, GLANVILLE and KAPLAN, 1965). Eveneens bestaan er bepaalde relaties tussen de gevoeligheid voor sommige zuivere smaakstoffen en bepaalde pathologische en fysiologische variabelen (FISCHER c.s., 1965, HENKIN c.s., 1963, HENKIN, 1967a, b). Deze verschillen in smaakgevoeligheid bleken soms primair erfelijk te zijn bepaald, en soms ook weer niet. Voor een overzicht van de relevante literatuur hierover tot 1965 zij verwezen naar AMERINE, PANGBORN and ROESSLER (1965) en wat betreft de latere naar FISCHER in: OHLOFF and THOMAS (1971) en KALMUS in: Beidler's Handbook of sensory physiology (1971).

Een en ander leidde er toe, dat het belang van het smaakonderzoek door de voedingsmiddelenindustrie zowel als in het kader van het ontwikkelingswerk spoedig werd erkend. Het inzicht dat het smaakonderzoek ook van betekenis is

voor genetici, farmacologen en bepaalde medische specialismen, dateert echter pas van de laatste jaren.

In elk der bovenvermelde gebieden heeft het smaak- of geuronderzoek derhalve meer of minder ingang gevonden. Een kritische beschouwing van de toegepaste methoden binnen een bepaalde discipline leidt evenwel tot de conclusie, dat bij deze onderzoekingen dikwijls te weinig bekend is van enkele verschijnselen, die in een andere discipline zijn geconstateerd. Oorzaak van een en ander is dat te weinig interdisciplinair is samengewerkt op dit terrein. Voedingstechnologen weten bijv. te weinig van de vondsten van psychologen en fysiologen, terwijl omgekeerd laatstgenoemden te weinig inzicht hebben in de mogelijkheden die de voedingstechnologische wetenschap kan bieden. Bovendien wordt nog te weinig ingezien, welke aan het individu gebonden eigenschappen de resultaten van de experimenten beïnvloeden. De resultaten van de experimenten uitgevoerd met een klein groepje proefpersonen worden maar al te vaak toepasbaar geacht op een grotere populatie. En evenzeer begaat men dikwijls de fout de uitkomsten van de onder zeer bepaalde (laboratorium) omstandigheden uitgevoerde proeven zonder meer toe te passen op grotere eenheden.

De bedoeling van deze dissertatie is ondermeer om deze onjuistheden te voorkomen en een bijdrage te leveren tot de meer geïntegreerde kennis omtrent de smaak. Bij deze studie is vooral getracht de methodologie van de gevoeligheidsmeting van smaken te objektiveren en daarbij zoveel mogelijk gebruik te maken van de kennis en ervaringen, die in andere disciplines dan voedingstechnologische zijn verkregen. Het wezenlijk nieuwe van dit proefschrift ligt dan ook niet zozeer in de methoden van onderzoek welke zijn toegepast, maar veel meer in de inbreng van andere disciplines.

Kiezen wij de gevoeligheid voor smaken als objekt van onderzoek, dan dienen we ons bewust te zijn, dat we een zeer grote beperking binnen het sensorisch onderzoek aanbrengen en dat wij bijv. het geuronderzoek en ook de hedonische betekenis (= genotswaarde) buiten beschouwing laten. Waar nodig, zal bij de experimenten ook aan deze punten aandacht worden besteed.

Vrij recente algemene overzichten over de methodologie van het smaakonderzoek zijn ondermeer gegeven door AMERINE, PANGBORN en ROESSLER (1965), door het Centre National de Recherche Scientifique te Parijs (1966) en door schrijver dezes (1970). De zintuigfysiologische en psychologische aspecten zijn recentelijk samengevat door MONCRIEFF (1967) en door BEIDLER (1971). Zeer uitgebreide literatuurlijsten betreffende het onderzoeksgebied zijn tenslotte die van DRAKE en JOHANSSON (SIK-Rapport nr 255, 1969) en PANGBORN en TRABUE (in KARE and MALLER, 1967).

3. DREMPELWAARDEN

3.1. INLEIDING

Als maatstaf voor de smaakgevoeligheid van de mens kiest men vaak de hoogte van zijn drempelwaarden. Volgens de woordenlijst van het Amerikaanse Institute of Food Technologists, de I.F.T. (KRAMER, 1959) is een drempelwaarde een statistisch vastgesteld punt op de stimulusschaal, waarbij een sensorisch waarneembare verandering optreedt in een reeks van sensaties of beoordelingen. Dit betekent, dat wanneer men een waarnemer een reeks stimuli van toenemende intensiteit geeft, bij een bepaalde grootte van de stimulus een verandering in sensatie wordt waargenomen.

De I.F.T. onderscheidt 3 typen van drempelwaarden:

1. Absolute drempel (detectiedrempel, sensatiedrempel). Dit is de grootte van de stimulus waarbij een overgang optreedt van geen sensatie naar wel een sensatie.
2. Verschildrempel. Dit is de geringste verandering, die in de grootte van de stimulus moet worden aangebracht, teneinde een waarneembare verandering in sensatie te verkrijgen.
3. Einddrempel (terminale drempel). Dit is de grootte van de stimulus waarboven geen toeneming meer wordt waargenomen in de intensiteit van de eigenschap, die bij die stimulus behoort. Wel kan er een andere soort sensatie worden opgewekt, bijv. pijn.

Bij deze indeling maakt de I.F.T. geen onderscheid tussen de z.g. *gevoeligheidsdrempel* (afwijkingsdrempel) en de *herkenningsdrempel* (identificatiedrempel). De gevoeligheidsdrempel ontstaat wanneer de stimulus zo groot is, dat men bijv. t.o.v. gedestilleerd water wel een afwijking kan constateren, maar deze nog niet kan identificeren. Wordt het verschil t.o.v. gedestilleerd water zo groot, dat de identificatie wel mogelijk is, dan spreekt men van herkenningsdrempel. In de psychologische lektuur is het gebruikelijk de herkenningsdrempel te definiëren als die grootte van de stimulus, waarbij in 50% van de gevallen de stimulus niet alleen geconstateerd, maar ook correct geïdentificeerd wordt. Een dergelijke definitie heeft alleen zin indien het experiment zeer vaak wordt herhaald met dezelfde proefpersoon, of wanneer het aantal herhalingen zeer groot wordt doordat men werkt met een grote groep proefpersonen. In de praktijk van het smaakonderzoek heeft men meestal te maken met betrekkelijk kleine proefgroepen en een gering aantal herhalingen. In zulke gevallen is het eenvoudiger en praktischer de drempelwaarde te definiëren als de grootte van de stimulus, die door de proever steeds herkend en geïdentificeerd kan worden.

Tenzij anders wordt vermeld, wordt bij de eigen onderzoekingen (hoofdstuk 4) de term drempelwaarde gebruikt als de laagste concentratie, waarbij de keurders de smaak zonder twijfel kunnen herkennen en correct benoemen.

Ongeacht de definitie heet de drempelwaarde ook wel *smaakdrempel*. Bij het

TABEL 2. Gevoeligheids- en herkenningsdrempel van enkele smaakstoffen.

smaakstof	gevoeligheidsdrempel		herkenningsdrempel	
	in mol/l	in %	in mol/l	in %
NaCl	0,011	0,064	0,039	0,228
$CaCl_2$	0,0076	0,0084	0,0126	0,140
sacharose	0,016	0,56	0,037	1,30
glucose	0,045	0,80	0,090	1,63
fructose	0,020	0,35	0,052	0,94
maltose	0,038	1,36	0,080	2,89
lactose	0,072	2,60	0,116	4,19

schatten van de intensiteiten van prikkels heeft men te maken met *intensiteitsdrempels.* Deze liggen altijd hoger dan de herkenningsdrempels. Ook andere drempels zijn voorgesteld. Analyseert men ze, dan blijken ze evenwel praktisch alle neer te komen op modificaties van de reeds genoemde, en daarvan slechts te verschillen in de wijze waarop ze zijn vastgesteld. GREGSON (1962) schrijft in dit verband, dat het aantal psychologisch gedefiniëerde drempelwaarden slechts wordt beperkt door 'the number of statement forms one is able to conceptualize'.

Wij beperken ons daarom tot de gevoeligheids- en herkenningsdrempel. De herkenningsdrempel ligt bij smaakstoffen in waterige oplossing aanzienlijk hoger dan de gevoeligheidsdrempel. Bekende voorbeelden zijn die van FABIAN en BLUM (1943). Ze zijn samengevat in tabel 2.

Het onderscheid tussen beide drempelwaarden wordt niet altijd gemaakt, vooral niet in die tests, waar de waarnemers met de identiteit van de smaakstof op de hoogte zijn.

Bedenken wij ons echter, dat het smaakonderzoek dikwijs tot doel heeft kleine afwijkingen in smaak te constateren en zo mogelijk te identificeren, dan lijkt een onderzoeksmethode, waarbij tevens informatie wordt verkregen over het vermogen van de waarnemer om bepaalde afwijkingen ook te benoemen, de voorkeur te genieten. Dit geldt in ieder geval in de fase van de selectie van panelleden (KOUWENHOVEN, 1970).

In hoeverre verschillende methoden tot verschillende uitkomsten leiden, wordt gedemonstreerd door tabel 3.

Bij het bestuderen van de literatuur moet men zich derhalve goed rekenschap geven niet alleen welk type drempelwaarde is vastgesteld en hoe zij gedefiniëerd is, maar ook welke methode van onderzoek is toegepast. Omdat dit laatste dikwijls niet goed is na te gaan, zijn de gegevens uit de literatuur niet altijd vergelijkbaar. Bovendien is een vergelijking van de uitkomsten herhaaldelijk onmogelijk daar door de verschillende onderzoekers vanzelfsprekend met verschillende proefpersonen en dikwijls met smaakstoffen van verschillende graden van zuiverheid wordt gewerkt en de experimenten ook in andere details verschillen. Verschillen in proefuitkomsten werden in ieder geval geconstateerd bij verschillen in volgorde van presentatie, bij verschillen in temperatuur zowel

TABEL 3. Gemiddelde drempelwaarden van keukenzout in afhankelijkheid van enkele bepalingsmethoden.

methode	aantal ppn	gevoeligheids-drempel (mol/l)	herkennings-drempel (mol/l)
3 druppels op tong	17	0,023	0,033
10 ml ingeslikt	24	0,008	0,028
10 ml vergeleken met 10 ml water met zoutopl. en ged. water	28	0,006	0,014
(onbeperkt)	53	0,027	0,015

Bron: RICHTER en MACLEAN (1939)

van de proefmonsters als van de omgeving, bij lawaai, verschillen in tijd van het proeven, ervaring, lichamelijke conditie, leeftijd, geslacht, oppervlakte van de tong die geprikkeld wordt e.d. Hoe sterk dientengevolge de drempelwaarden in hoogte kunnen verschillen moge blijken uit tabellen 4 t/m 7, waarin een poging is gedaan de belangrijkste literatuurgegevens t.a.v. de herkenningsdrempels samen te vatten. Niet duidelijk blijkt uit de tabellen wat het aandeel van elk der faktoren afzonderlijk is. Slechts voor een heel enkel geval is dat uit de aangehaalde literatuur af te leiden.

Om deze reden en gezien de grote variatie in de literatuuropgaven leek het zinvol in deze dissertatie een aantal van die faktoren nader te analyseren.

TABEL 4. *Herkenningsdrempels van keukeuzout (mol/l)*

auteurs		gemiddeld	mediaan	range
Baily + Nichols*	1888	0,0077		
Deutsch + Renner*	1937			0,0010–0,0084
Richter + MacLean	1939		0,0149	0,0034–0,0480
Knowless + Johnson*	1941	0,0199	0,0217	0,0010–0,08
Fabian + Blum	1943	0,0390		
Hopkins	1946	0,0192		
Pfaffmann	1951	0,035		
Mosel + Kantrowitz**	1952	0,0075		
Mackey + Jones	1954	0,0197	0,013	0,0032–0,0750
Schutz + Pilgrim**	1957	0,0152		
Tilgner + Barylko-Pikielna*	1959	0,0170–0,0308		
Pfaffmann	1959		0,03	0,003 –0,085
Pangborn	1959	0,008–0,021		
Cooper + al.	1959	0,012–0,053		
Kouwenhoven	1970	0,0032	0,0033	0,0010–0,0144
Kelty + Mayer	1971	0,0274		
Maga + Lorenz	1972	0,0064		

* Ontleend aan AMERINE, PANGBORN and ROESSLER (1965)

** Ontleend aan AMERINE, PANGBORN and ROESSLER (1965) en aan KELTY and MAYER (1971)

TABEL 5. *Herkenningsdrempels van citroenzuur (mol/l)*

auteurs		gemiddeld	mediaan	range
Berg + al.	1955	0,00039		
Schutz + Pilgrim*	1957	0,00021		
Pangborn	1959	0,00005–0,00116		
Pfaffmann	1959	0,0013–0,0057	0,0023	
Kouwenhoven	1970	0,0001	0,0001	0,00004–0,00068
Maga + Lorenz	1972	0,0004		

TABEL 6. *Herkenningsdrempels van sacharose (mol/l)*

auteurs		gemiddeld	mediaan	range
Baily + Nichols**	1888	0,0146[1]		
Parker*	1922	0,02		
Crocker + Henderson*	1932	0,02		
King*	1937	0,0128		
Richter + Campbell*	1940	0,012 (jonge volwassenen) 0,020 (kinderen)		
Knowles + Johnson*	1941	0,0224	0,0192	
Fabian + Blum	1943	0,037		
Hopkins	1946	0,0195		
Pfaffmann	1951	0,02		
Mosel + Kantrowitz**	1952	0,0175		
Mackey + Jones	1954	0,020		0,005–0,075
Schutz + Pilgrim**	1957	0,010		
Tilgner + Barylko-Pikielna*	1959			0,0029–0,0116
Pangborn*	1959	0,008–0,022		
Cooper + al.	1959	0,015–0,027		
Pfaffmann	1959	0,017		0,012–0,037
Pangborn	1963	0,017		
Kouwenhoven	1970	0,0046	0,0045	0,0011–0,0138
Kelty + Mayer	1971	0,010		
Maga + Lorenz	1972	0,011		

[1] vermoedelijk gevoeligheidsdrempel

TABEL 7. *Herkenningsdrempels van kininesulfaat (mol/l)*

auteurs		gemiddeld	mediaan	range
Baily + Nichols*	1888	$7{,}71 \times 10^{-6}$		
Henning*	1921	$6{,}69 \times 10^{-7}$–$6{,}69 \times 10^{-6}$		
Hahn*	1936	$2{,}0$–$6{,}7 \times 10^{-6}$		
Harris + Kalmus	1949	$5{,}7 \times 10^{-6}$–$2{,}4 \times 10^{-4}$		
Moncrieff*	1951	$1{,}5 \times 10^{-6}$–4×10^{-5}		
Lugg*	1955	$1{,}3 \times 10^{-6}$		
Pfaffmann	1959	8×10^{-6}		4×10^{-7}–$1{,}1 \times 10^{-5}$
Cooper et al.	1959	$4{,}3 \times 10^{-6}$–$1{,}25 \times 10^{-5}$		
Kaplan	1965	$6{,}27 \times 10^{-5}$	$3{,}22 \times 10^{-5}$	$7{,}32 \times 10^{-7}$–$3{,}00 \times 10^{-3}$
Kaplan c.s.	1965	$2{,}72 \times 10^{-5}$	$1{,}65 \times 10^{-5}$	$6{,}86 \times 10^{-5}$–$8{,}25 \times 10^{-4}$
Kouwenhoven	1970	$1{,}07 \times 10^{-6}$	9×10^{-7}	$2{,}4 \times 10^{-7}$–$2{,}78 \times 10^{-6}$

* Ontleend aan AMERINE, PANGBORN and ROESSLER (1965)

** Ontleend axn AMERINE, PANGBORN and ROESSLER (1965) en aan KELTY and MAYER (1971)

3.2. PRIMAIRE SMAKEN

Zoals aan het begin van dit hoofdstuk is beschreven is het drempelwaarde-onderzoek veel in gebruik bij het vaststellen van de gevoeligheid van aspirant-panelleden. Ofschoon bekend is dat er een groot aantal smaken bestaat, beperkt men zich in de praktijk meestal tot de gevoeligheidsbepalingen voor de vier z.g. 'primaire smaken': zout, zoet, zuur en bitter. De reden daarvoor is dat o.a. door VON SKRAMLIK (1921) was aangetoond, dat een aantal smaken beschouwd kunnen worden als combinaties van twee of meer van deze primaire smaken, wat voor HENNING (1921, 1924) de basis vormde voor zijn ontwerp van het z.g. smaaktetrahedron of smaakprisma (zie ook AMERINE, PANGBORN en ROESSLER, 1965)

Behalve vanuit deze gedragswetenschappelijke gezichtshoek vindt deze opvatting ook steun in het fysiologisch onderzoek. VON KIESOW (1894, 1896), HÄNIG (1901) en later ook VON BÉKÉSY (1964a, b, 1966) meenden namelijk aan te kunnen tonen, dat de smaakpapillen op de tong een zekere specificiteit bezitten voor één of slechts enkele primaire smaken, en dat de gevoeligheid voor één of enkele daarvan ongelijkmatig over het tongoppervlak is verdeeld. HÄNIG vond o.a. dat het middendorsale oppervlak ongevoelig is voor elke smaak en dat de punt van de tong het gevoeligst is voor zoet, de zijkanten voor zuur en zout en de basis voor bitter. Een individuele papil zou volgens VON KIESOW (1894) uitsluitend reageren op zout, zoet, zuur of bitter of op de combinaties van deze smaken.

In dit verband zij tevens vermeld, dat in latere tijd dergelijke waarnemingen zowel bevestigd en nader gespecificeerd, als ook tegengesproken zijn. VON BÉKÉSY (1966) neemt b.v. aan, dat er primaire zuivere papillen bestaan, dus afzonderlijke sensorische systemen die elk specifiek op één van de vier basissmaken responderen, daarin gesteund door het feit dat bepaalde narcotica een differentiërend effekt hebben. Gymnemazuur reduceert b.v. de gevoeligheid voor zoet, maar laat die voor zuur en zout betrekkelijk ongemoeid (AMERINE, PANGBORN and ROESSLER (1965) en KOUWENHOVEN (1970)). De zwak-bittere smaak van het gymnema-extract doet de proefpersoon adapteren aan bitter, zodat ook de gevoeligheid voor bitter afneemt (zie o.a. BARTOSHUK et al. in Olfaction and Taste III, 1969). Anderen – o.a. HARPER c.s. (1966) – menen deze 'specificity'-theorie te moeten bestrijden en tonen electro-fysiologisch aan, dat de smaakreceptoren op elk der smaakstimuli kunnen responderen, zij het niet in gelijke mate. Uit het patroon van de electrische ontladingen in de zenuwbanen (frekwentie en amplitudo) kan het centrale zenuwstelsel een bepaalde smaaksensatie afleiden (z.g. 'patterning'-theorie). Op grond hiervan zou voor electro-fysiologische gevoeligheidsmetingen volstaan kunnen worden met de meting van de gevoeligheid voor één van de primaire smaken. Die voor de andere smaken zou daarmee gecorreleerd zijn. Het is de verdienste van DZENDOLET (1969) te hebben aannemelijk gemaakt, dat beide theorieën elkaar in essentie niet uitsluiten, maar aanvullen, evenals bijv. het corpusculaire karakter van het licht dat doet ten opzichte van het golfkarakter.

Gedragswetenschappelijk hebben wij steeds te maken met zeker vier primaire smaken. Het leek daarom 'veiliger' en meer fundamenteel de experimenten toch met vier basissmaken uit te voeren. Achteraf blijkt dat goed te zijn geweest want een duidelijke correlatie tussen de gevoeligheden voor de respectievelijke smaken kon niet worden aangetoond.

Het is vrij gebruikelijk dat bij herkenningsproeven de proefpersonen de monsters krijgen aangeboden in reeksen van oplopende concentraties, aangezien bij het aanbieden van monsters in dalende concentraties de proevers geneigd zijn ook de nauwelijks waarneembare concentraties van de smaakstoffen te benoemen op dezelfde wijze als de reeds geproefde hogere. De drempelwaarden van de op deze wijze uitgevoerde proeven liggen dan ook meestal lager dan die, welke met opklimmende concentratiereeksen zijn uitgevoerd (HARRIES, 1961).

Vooral wanneer men erin geïnteresseerd is vast te stellen in hoeverre de proefpersonen in staat zijn een smaak ook te kunnen benoemen, verdient de aanbieding van een oplopende reeks de voorkeur.

De vraag kan gesteld worden hoe de concentraties moeten oplopen: willekeurig of volgens een meetkundige reeks.

Om praktische redenen[1] en mogelijk in verband met de z.g. 'Wet van Fechner'[2] is het bij het drempelwaardeonderzoek vaak gebruikelijk om de concentraties volgens een meetkundige reeks te doen oplopen (FISCHER, 1971; COOPER e.a., 1959; BERG e.a., 1955; KAPLAN e.a., 1965). Daar evenwel ook het systeem van willekeurig oplopende concentraties voorkomt (MACKEY and JONES, 1954; USDA, 1943; KRUM, 1955; TILGNER, 1964) werden in een onderzoek beide systemen onderzocht.

[1] Laat men de concentraties volgens een meetkundige reeks oplopen dan krijgt men op de absis van de log dosis-respons coördinatenstelsels een lineaire verdeling (zie fig. 1).

[2] De Wet van Fechner geeft aan, hoe groot de respons R is, welke behoort bij een stimulus (i.c. de concentratie van de smaakstof) S. In een formule luidt zij: $R = a \log S + b$; a en b zijn constanten.

4. EIGEN ONDERZOEKINGEN

4.1. WILLEKEURIG EN SYSTEMATISCH OPLOPENDE CONCENTRATIES

Teneinde de eventuele invloed na te gaan van de wijze waarop de concentraties dienen te worden aangeboden werd een onderzoek uitgevoerd m.b.v. een willekeurig en een systematisch (= meetkundig) oplopende concentratiereeks (serie 1).

De 25 ter beschikking staande panelleden (personeel van het NITHO en LH) werden daartoe ingedeeld in 2 groepen van resp. 10 en 15 personen van ongeveer gemiddeld dezelfde leeftijd (resp. gem. 21,0 $\pm$ 2.1 en 23,1 $\pm$ 3,4 jaar oud) en ten naaste bij van dezelfde verhouding mannen en vrouwen (2:3).

Gestreefd werd tevens naar een zo gelijkmatig mogelijke verdeling, wat betreft de ervaring met organoleptische onderzoekingen. Ongeveer de helft van de proevers had meer of minder ervaring. Voor gegevens zie bijlage 1.

Lag het aanvankelijk in de bedoeling het hier vermelde onderzoek alleen uit te voeren met sacharose-oplossingen, al spoedig bleek, dat een dergelijke opzet niet goed is uit te voeren, omdat de keurders dan al heel spoedig weten om welke smaak het gaat. Besloten werd daarom het onderzoek uit te breiden en ook uit te voeren met melkzuur en keukenzout. De gebruikte chemicaliën waren van een p.a. kwaliteit (Merck), en als oplosmiddel werd gedemineraliseerd water gebruikt ('demek water').

TABEL 8. *Verstrekte concentraties (mol/l)*

groep		sacharose		melkzuur		keukenzout	
		I*	II**	I*	II**	I*	II**
opl.	1	0,0005	0,00005	0,00005	0,00005	0,001	0,00005
	2	0,001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0025	0,0001
	3	0,005	0,0002	0,00025	0,0002	0,005	0,0002
	4	0,0075	0,0004	0,0005	0,0004	0,0075	0,0004
	5	0,01	0,0008	0,00075	0,0008	0,01	0,0008
	6	0,015	0,0016	0,0010	0,0016	0,015	0,0016
	7	0,02	0,0032	0,00125	0,0032	0,02	0,0032
	8	0,025	0,0064	0,0015	0,0064	0,025	0,0064
	9	0,03	0,0128	0,002	0,0128	0,030	0,0128
	10	0,035	0,0256	0,0025	0,0256	0,035	0,0256
	11	0,04	0,0512	0,005	0,0512	0,040	0,0512
	12	0,05	0,1024	0,0075	0,1024	0,050	0,1024
	13	0,075		0,01		0,075	
	14	0,1		0,015		0,1	
	15	0,15		0,02		0,15	

* Concentraties onleend aan Bureau of Nutrition and Home Economics (1943)

** Concentraties ontleend aan KRUM (1955)

De oplossingen werden enkele dagen van te voren gemaakt volgens tabel 8 en opgeslagen in bruine stopflessen in de koelkast. De concentraties voor groep I zijn ontleend aan het door het Amerikaanse Bureau of Human Nutrition and Home Economics gegeven advies (1943) en voor groep II aan KRUM (1955). Op de dagen van de experimenten werden de flessen enkele uren voor het gebruik geplaatst bij kamertemperatuur.

De oplossingen werden geserveerd in te voren gecodeerde bekerglaasjes van 100 ml (ca 20 ml per glaasje). Per proefpersoon werden gedurende 6–8 achtereenvolgende weken de herkenningsdrempelwaarden gemeten.

4.1.1. *Uitvoering*

Per zitting werden de oplossingen op volgorde van concentratie geplaatst en één voor één aan de proevers aangeboden, de geringste concentratie het eerst, de hoogste concentratie het laatst.

Bij de eerste twee keer proeven van iedere smaak is één blanco (dwz. demek water) vooraan geplaatst, bij de tweede twee keer proeven 0–2 blanco's. Vooraf en tussen iedere twee concentraties was de gelegenheid de mond te spoelen met demek water. Hierdoor werden de experimenten in feite tot paarsgewijze vergelijkingen gemodificeerd. Daar het demekwater enigszins 'flauw' van smaak is, werd dit door sommige proevers als onaangenaam ervaren. Het vrij hoge percentage stemmen, dat in volgende proeven (4.2.4.) op 'bitter' werd uitgebracht, demonstreert dat het ook als enigszins bitter werd ervaren. Ofschoon dit wellicht wat storend werkt, werd dit systeem toch gehandhaafd, omdat de smaakstoffen eveneens in dit demekwater waren opgelost.

De proefpersonen werden individueel uitgenodigd en aan de proef onderworpen. Per proefpersoon werd een score card (zie bijlage 2) ontworpen waarop de door de proever geconstateerde smaak werd genoteerd en waarop tevens werd aangegeven: datum, dag en tijdstip en de temperatuur van de oplossingen.

Bij de allereerste keer proeven werd het doel van de proef uiteengezet en verteld, dat men maar één smaak per keer te proeven kan krijgen. Iedere smaak is daarna 4× herhaald, zodat de keurders 15× aan een zitting hebben deelgenomen.

Ieder is gevraagd, niet met anderen over de proef te spreken, daar het soms onmogelijk was ieder op dezelfde dag te laten proeven en als men een smaak, die men nog moet proeven kent, is het zeer waarschijnlijk dat men sneller proeft dan indien men onbekend is met de te proeven smaak.

Per zitting werd de reeks verstrekte monsters zo ver doorgezet tot de proever positief de smaak bleek te herkennen. De keuringen werden uitgevoerd in de proefcabines van het NITHO onder TL-verlichting, kleur 55 (daglichtkleur), 4×20 w. met een verlichtingssterkte op het tafelblad van gemiddeld 300 lux. De proeven van experimenten I en II konden om praktische redenen niet tegelijkertijd worden uitgevoerd, maar moesten in twee op elkaar volgende perioden plaats vinden.

TABEL 9. *Gemiddelde drempelwaarde per proefpersoon van experiment I (in Mol/l)*

ppn	sacharose	melkzuur	keukenzout
1	0,0083	0,00050	0,0142
2	0,0058	0,00042	0,0183
3	0,0250	0,00067	0,0233
4	0,0035	0,00030	0,0033
5	0,0083	0,00042	0,0083
6	0,0158	0,00092	0,0117
7	0,0317	0,00150	0,0283
8	0,0267	0,00042	0,0200
9	0,0167	0,00050	0,0200
10	0,0200	0,00142	0,0125
gemiddeld	0,01618	0,000707	0,01599
S.D.	0,00964	0,000432	0,00743
(SE)M	0,00305	0,000137	0,00235

TABEL 10. *Gemiddelde drempelwaarde per proefpersoon van experiment II (in Mol/l)*

ppn	sacharose	melkzuur	keukenzout
11	0,0192	0,00106	0,0256
12	0,0184	0,00035	0,0256
13	0,0053	0,00060	0,0135
14	0,0128	0,00033	0,0256
15	0,0405	0,00180	0,0256
16	0,0427	0,00093	0,0256
17	0,0075	0,00033	0,0032
18	0,0149	0,00080	0,0128
19	0,0016	0,00032	0,0037
20	0,0064	0,00067	0,0116
21	0,0132	0,00033	0,0128
22	0,0171	0,00067	0,0181
23	0,0299	0,00068	0,0128
24	0,0256	0,00115	0,0203
25	0,0012	0,00080	0,0064
gemiddeld	0,01642	0,000721	0,01621
S.D.	0,01335	0,000350	0,00920
(SE)M	0,00344	0,000090	0,00237

4.1.2. *Uitkomsten*

De gemiddelde resultaten van de beide experimenten zijn weergegeven in tabellen 9 en 10.

De als 'gemiddelde drempelwaarden' opgegeven getallen zijn de over de laatste vier van een serie van vijf zittingen gemiddelde concentraties, welke door de proevers correct en zonder aarzeling herkend en benoemd konden worden. Ze zijn uitgedrukt in grammoleculen per liter.

Onder de laboratoriumomstandigheden waaronder de proeven zijn uitgevoerd blijkt aanbieding van een vrij willekeurig oplopende serie van concentraties gemiddeld tot volkomen dezelfde uitkomsten te leiden als aanbieding van een volgens een meetkundige reeks oplopende serie. Dit verschijnsel trad op bij elk der onderzochte smaakstoffen. Ook de standaarddeviaties (SD) en de standaardafwijkingen van het gemiddelde (SE) zijn vrijwel vergelijkbaar. Deze zijn in de onderste drie regels van de tabellen weergegeven.

Het is dan ook niet vreemd, dat wanneer men onderzoekt of beide steekproeven uit eenzelfde populatie afkomstig kunnen zijn, dit inderdaad het geval blijkt. Onderzoekt men dit nl. met de in SIEGEL's Non Parametric Statistics (1956) beschreven z.g. 'Mann-Whitney U test', dan blijkt de daarin genoemde kritische waarde bij $n_1 = 15$ en $n_2 = 10$ van 44 voor $\alpha = 0{,}05$ eenzijdig, of voor $\alpha = 0{,}1$ tweezijdig, steeds ruimschoots te worden overschreden. De gevonden U's blijken nl. voor sacharose, melkzuur en keukenzout resp. 69, 73 en 71 te bedragen. Voor $\alpha = 0{,}01$ (eenzijdig) of $\alpha = 0{,}02$ (tweezijdig), bedraagt de kritische waarde 33.

TABEL 11. *Gemiddelde drempelwaarde, SD en SE van experimenten I en II samen (n = 25) in M/l.*

	sacharose	melkzuur	keukenzout
gemiddelde	0,01634	0,000716	0,01612
SD	0,01177	0,000376	0,00837
SE	0,00235	0,000075	0,00167

TABEL 12. *Vergelijking van enkele drempelwaarden.*

	Pfaffmann (1959)		Kouwenhoven (1970)	
	trajekt	mediaan	trajekt	mediaan
sacharose	0,012 –0,037	0,017	0,0032 –0,0427	0,0164
melkzuur	0,00052–0,0028	0,0016	0,00015–0,00150	0,00072
keukenzout	0,003 –0,085	0,03	0,0016 –0,0283	0,0162

Op grond van deze uitkomsten werd daarom in tabel 11 een overzicht gegeven van de belangrijkste gemiddelde uitkomsten van groepen I en II tezamen, en in tabel 12 vergeleken met de opgaven van PFAFFMANN (1959).

De eigen waarnemingen liggen in het algemeen lager dan die van PFAFFMANN. Wat daarvan precies de oorzaak is valt slechts te gissen: verschillen in toegepaste methodiek, kwaliteit van het water en van de smaakstoffen, en vanzelfsprekend de verschillen, die zich onvermijdelijk voordoen, wanneer men met verschillende proefgroepen werkt.

Uit elk van de drie onderzoekingen blijkt evenwel een aanzienlijk grotere gevoeligheid voor melkzuur dan voor sacharose of NaCl. Volgens tabel 4 geldt dit ook voor citroenzuur, terwijl PFAFFMANN (1969) dit zelfs aangeeft voor de meest gebruikelijke zuren, zowel anorganische als organische.

De gevoeligheid voor NaCl en sacharose liggen gewoonlijk op hetzelfde niveau (ca 0,02 M/l). Drukt men de drempelconcentraties evenwel uit als procenten, dan vindt men samenhangend met het grote verschil in mol. gewicht een hogere gevoeligheid voor NaCl dan voor sacharose; een verschijnsel dat eveneens voor andere zouten en suikers opgaat.

4.1.3. *Correlaties en regressievergelijkingen*

De gevoeligheden voor de 3 onderzochte smaakstoffen bleken in het algemeen – ondanks de grote variatie tussen de proefpersonen – in geringe mate positief te correleren. De correlatiecoëfficiënten zijn vermeld in tabel 13. Elk der berekende correlaties was zeer significant ($p < 0,01$) van 0 verschillend.

De beide lineaire regressievergelijkingen voor elk paar smaakstoffen zijn weergegeven in tabel 14 en figuren 1, 2 en 3. Ter vergelijking zijn in fig. 4 de

TABEL 13. *Correlatiecoëfficiënt r.*

sacharose-melkzuur	0,630	($p<0,01$)
sacharose-keukenzout	0,693	($p<0,01$)
keukenzout-melkzuur	0,423	($p<0,05$)

TABEL 14. *Regressievergelijkingen.*

sacharose (x) – melkzuur (y):	$y = 0,356 + 0,022x$ en $x = 3,43 + 18,0y$
sacharose (x) – keukenzout (z):	$z = 8,59 + 0,46x$ en $x = -0,44 + 1,04z$
keukenzout (z) – melkzuur (y):	$y = 0,359 + 0,022z$ en $z = 10,36 + 8,1y$

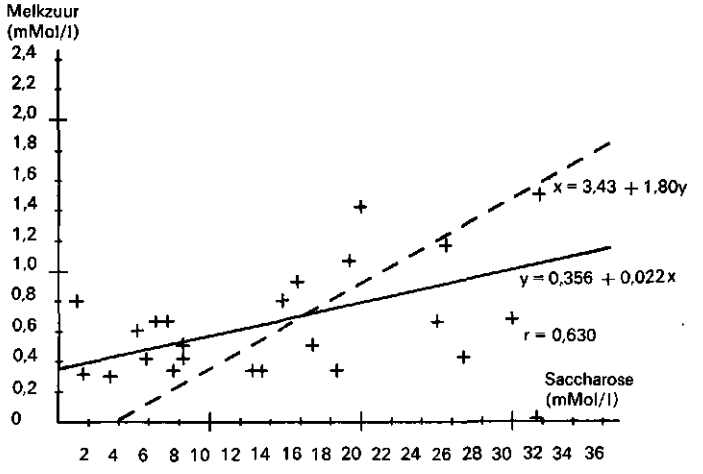

FIG. 1. Regressielijnen sacharose/melkzuur.

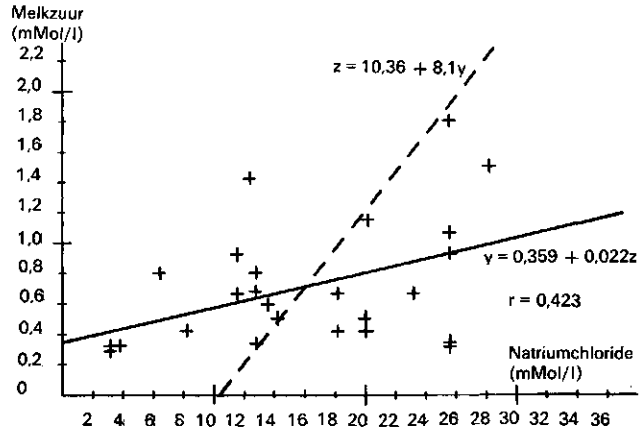

FIG. 2. Regressielijnen natriumchloride/melkzuur.

uit een serie waarnemingen van MACKEY en JONES (1954) berekende regressielijnen opgenomen. Daar geen reden aanwezig is de voorkeur te geven aan één van de beide regressielijnen van elk paar smaakstoffen (x en y), leek het zinvol steeds zowel y = f(x) als ook x = f(y) weer te geven.

4.2. ENKELVOUDIGE STIMULUSMETHODE (EXPERIMENT III)

4.2.1. *Opzet en uitvoering*

Ofschoon de in 4.1. gevolgde methoden tot goed vergelijkbare uitkomsten leidden, hebben ze één groot bezwaar, nl. dat ze zeer tijdrovend en arbeidsintensief zijn. Tenzij men meerdere administrateurs kan inschakelen, kan men slechts

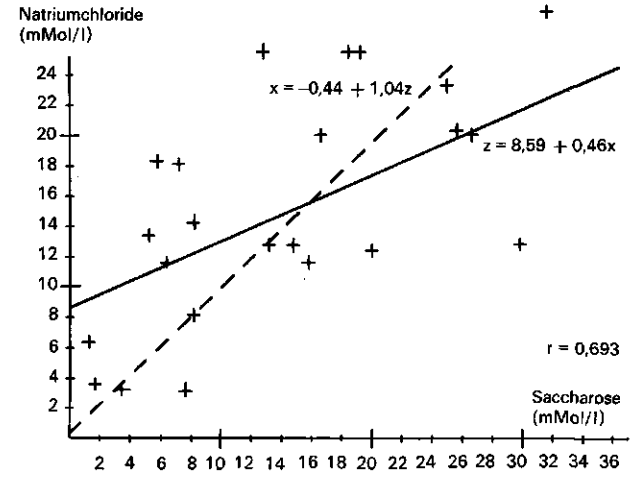

FIG. 3. Regressielijnen natriumchloride/sacharose.

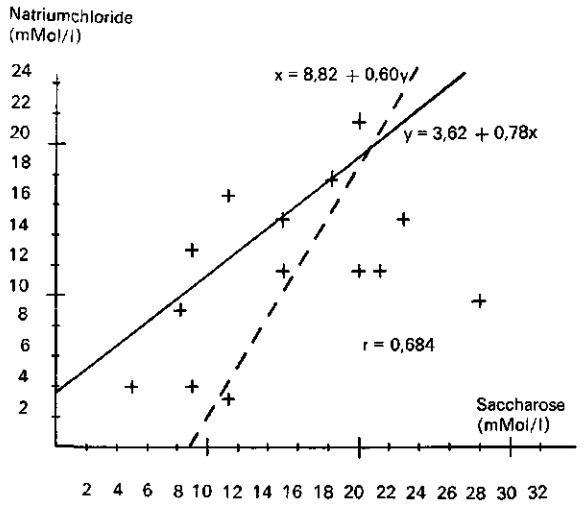

FIG. 4. Regressielijnen natriumchloride/sacharose, ontleend aan Mackey and Jones, 1954.

één proever tegelijk laten proeven. Bovendien is het voor de administrateur zeer moeilijk de smaakstof die geproefd wordt geheim te houden.

Om aan deze bezwaren te ontkomen werd daarom in de latere series meestal de *enkelvoudige stimulusmethode* toegepast. Al de te proeven objekten (smaakstoffen, concentraties en placebo's) werden van te voren met behulp van een lotingstabel in een warschema ondergebracht. Om voldoende betrouwbare uitkomsten te verkrijgen werd besloten tot een uitvoering van de proeven met elk der primaire smaken, in 12-voud aangeboden in 7 concentraties. Bovendien zou in het schema een voldoende groot aantal placebo's (= demekwater) aanwezig moeten zijn.

In hoofstuk 5 zal nader worden gemotiveerd, dat deze serie experimenten tevens bedoeld is om een eventuele invloed van de kleur van het toegepaste licht vast te stellen. Ofschoon in dat hoofdstuk ook zal blijken dat in afhankelijkheid van de kleur van het licht, het panel enigszins in gevoeligheid toenam, behoeft daar in het onderhavige hoofdstuk (nog) geen rekening mee te worden gehouden, omdat de proefopzet zodanig is, dat de lichteffekten geëlimineerd kunnen worden. Bovendien zal in hoofstuk 5 blijken dat deze lichteffekten zich slechts bij enkele smaken manifesteren en slechts van relatieve betekenis zijn, daar van een lichteffekt op de individuele resultaten van de keurders slechts in incidentele gevallen sprake is (zie ook bijlage 9).

Een punt van discussie bij het opstellen van een zodanig schema was voorts het aantal monsters, dat per zitting kan worden aangeboden. Omdat hierover in de literatuur weinig eensluidend wordt geoordeeld, werd besloten de veilige weg te kiezen, temeer omdat bij het in 4.1. besproken onderzoek reeds bij 12 monsters een duidelijke smaakvermoeidheid bleek op te treden. Bovendien was besloten, dat vooraf aan en tijdens het eigenlijke proeven, tussen twee monsters

met een smaakstof steeds gespoeld diende te worden. De proevers kregen op die wijze per zitting dus reeds 12 maal een monster in hun mond, dus minstens 200 ml vloeistof.

Op grond van deze overwegingen werd besloten het aantal monsters per zitting tot 6 te beperken. Het aanbiedingsschema, dat op grond van het bovenstaande werd opgesteld is weergegeven in bijlage 3. De 7 concentraties per smaakstof werden vastgesteld naar aanleiding van de uitkomsten van de experimenten I en II, terwijl voor kininesulfaat de concentraties werden vastgesteld op basis van enkele literatuurgegevens (tabel 4) en de uitkomsten van een klein oriënterend onderzoek.

Het schema werd per proefpersoon drie maal afgewerkt, zodat elk der keurders 72 maal aan een experiment deel nam en elk der combinaties van 6 monsters (zg. 'series') uit het schema 6 maal voorkwamen. Voor gegevens betreffende de proefpersonen zij verwezen naar bijlage 4. Het keuringsformulier is bijgesloten als bijlage 5. De keuringen hadden plaats in de reeds eerder besproken proefcabines van het NITHO.

Tussen twee opeenvolgende monsters werd steeds een interval aangehouden van 1 minuut, onderbroken voor het spoelen met demekwater. Een dergelijk interval is voor de meeste smaakstoffen wenselijk, en met name noodzakelijk voor stoffen met een zekere nawerking (kininesulfaat). Elke zitting duurde zodoende ca 15 minuten.

Elf van de zestien deelnemers hadden ook deelgenomen aan de experimenten van serie I en konden derhalve als ervaren worden beschouwd.

4.2.2. *Uitkomsten en discussie*

4.2.2.1. Individuele uitkomsten

De individuele uitkomsten zijn weergegeven in tabel 15. (zie volgende pagina).

In deze tabel zijn voor elk der proefpersonen de aantallen juiste benoemingen per smaakstof en per concentratie opgenomen, terwijl het totaal aantal goede benoemingen per proefpersoon is weergegeven in tabel 16. Deze tabel bevat bovendien het totale aantal goede benoemingen uitgedrukt als fractie van het aantal verstrekte monsters per smaakstof. Volledigheidshalve zijn in tabel 16 ook de uitkomsten van de monsters demekwater weergegeven.

Daar de gevoeligheid van de keurders van dag tot dag bleek te variëren was het niet verantwoord de smaakgevoeligheid te baseren op één waarneming, maar was besloten per proefpersoon elke concentratie twaalfmaal aan te bieden en uit de uitkomsten de gemiddelde drempelwaarde te berekenen.

Hoe deze berekening plaats vindt kan het best gedemonstreerd worden aan enkele voorbeelden uit tabel 15.

Proefpersoon 1 bleek van de 12 verstrekte monsters B1 er slechts één te kunnen herkennen en correct te benoemen. Van de 12 monsters B2 herkende en benoemde hij er slechts 2 correct, van B3: 6 enz.

Een verhoging van de concentratie van B1 tot B2 resulteerde in een toeneming met één correcte respons. Het zuivere smaakeffect van B2 bedroeg der-

TABEL 15. *Aantallen juiste benoemingen bij 12 × proeven per persoon (experiment III)*

	Sacharose							NaCl						
ppn	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
nr 1	8	2	6	7	9	12	12	1	2	6	8	12	12	12
2	7	5	9	11	12	12	12	1	2	3	10	12	12	11
3	2	2	4	7	12	12	12	4	6	11	12	12	12	12
4	2	4	4	9	12	12	12	2	1	5	11	12	12	12
5	2	1	5	10	12	12	12	2	4	9	9	12	12	12
6	4	4	5	9	12	12	12	4	7	10	12	11	12	11
7	3	3	4	10	11	12	12	0	0	0	2	4	11	12
8	0	1	4	7	10	12	12	1	4	9	10	11	12	12
9	2	3	3	11	11	12	12	2	5	9	11	11	12	12
10	7	6	9	9	11	12	11	0	2	5	6	9	10	12
11	0	0	1	0	4	12	12	0	1	5	9	12	12	12
12	5	3	4	3	10	12	12	2	3	9	10	12	12	12
13	2	3	6	4	11	11	12	2	2	7	11	12	12	12
14	3	3	6	8	12	12	12	1	1	4	11	11	12	12
15	6	2	7	6	11	12	12	0	5	5	3	7	12	12
16	1	3	5	9	10	12	12	4	9	12	11	12	12	12

	Citroenzuur							Kininesulfaat						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
1	2	2	7	11	12	10	12	2	4	9	11	11	12	12
2	8	11	12	12	12	12	12	6	6	8	12	12	12	11
3	6	6	12	12	12	12	12	4	4	9	7	9	12	12
4	4	7	9	10	12	12	12	5	3	3	3	8	10	12
5	0	4	11	12	12	12	12	4	5	4	9	3	9	9
6	3	11	11	11	12	12	12	11	11	9	12	12	12	12
7	4	7	11	11	12	12	12	9	9	11	12	12	12	12
8	8	11	11	12	12	12	12	7	1	4	8	7	9	10
9	2	5	4	6	7	11	12	5	4	6	5	7	10	11
10	1	2	9	10	12	12	12	2	0	2	8	8	8	12
11	2	6	12	11	12	12	12	11	11	11	12	12	12	12
12	8	10	12	12	12	12	12	8	11	8	12	9	12	12
13	8	4	12	12	12	12	12	9	5	12	12	12	12	12
14	5	6	9	11	12	12	12	7	8	8	12	11	12	12
15	1	5	10	9	12	12	12	8	4	10	12	11	12	12
16	4	9	11	12	12	12	12	7	3	4	8	12	11	11

halve één eenheid. De zuivere smaakeffecten van de andere concentraties bedroegen resp. 4, 2, 4, 0 en 0. De gemiddelde drempelwaarde ($\overline{DW}$) werd nu berekend als de gemiddelde som van de zuivere smaakeffekten van de verschillende concentraties. Voor proefpersoon 1 is $\overline{DW}_{NaCl}$ derhalve:
$(1 \times B1 + 1 \times B2 + 4 \times B3 + 2 \times B4 + 4 \times B5 + 0 \times B6 + 0 \times B7) : 12 = 0{,}0066$ Mol/l.

Doet zich de situatie voor, dat een lagere concentratie een hogere correcte respons heeft dan de erop volgende concentratie, dan is het zuivere smaakeffect

TABEL 16. *Aantal goede benoemingen ongeacht de concentraties.*

ppn	A	fractie	B	fractie	C	fractie	D	fractie	E	fractie
1	56	0,67	53	0,63	56	0,67	61	0,73	73	0,76
2	68	0,81	51	0,61	79	0,94	67	0,80	60	0,62
3	51	0,61	69	0,82	72	0,86	57	0,68	47	0,49
4	55	0,65	55	0,65	66	0,78	44	0,52	37	0,38
5	54	0,64	60	0,71	63	0,75	43	0,51	71	0,74
6	58	0,69	67	0,80	72	0,86	79	0,94	49	0,51
7	55	0,65	29	0,34	69	0,82	77	0,92	39	0,41
8	46	0,55	59	0,70	78	0,93	46	0,55	36	0,37
9	54	0,64	62	0,74	47	0,56	48	0,57	18	0,19
10	65	0,77	44	0,52	58	0,69	40	0,48	53	0,55
11	29	0,34	51	0,61	67	0,80	81	0,96	36	0,37
12	49	0,58	60	0,71	78	0,93	72	0,86	46	0,48
13	49	0,58	58	0,69	72	0,86	74	0,88	58	0,60
14	56	0,67	52	0,62	67	0,80	70	0,83	51	0,53
15	56	0,67	44	0,52	61	0,73	69	0,82	46	0,48
16	52	0,62	72	0,86	72	0,86	56	0,67	63	0,66
gem.		0,634		0,658		0,802		0,732		0,509
S.D.		0,102		0,128		0,104		0,166		0,148

van de tweede negatief. Zo is bijv. het zuivere smaakeffekt van concentratie A2 voor proefpersoon 1 gelijk aan –6. De berekening van de gemiddelde drempelwaarde gaat overigens op dezelfde wijze als hierboven.

Wordt tenslotte bij de hoogste (= 7e) gegeven concentratie van de smaakstof het maximale aantal van 12 correcte antwoorden nog niet bereikt, dat wordt de $\overline{DW}$ geschat m.b.v. de aanname, dat bij de 8ste concentratie van die reeks het aantal van 12 wel zou zijn bereikt. Voor ppn 5 wordt $\overline{DW}_{kin.\ sulf.}$ derhalve geschat op:
$(4\times D1 + 1\times D2 - 1\times D3 + 5\times D4 - 6\times D5 + 6\times D6 + 0\times D7 + 3\times D8):$
$12 = 0{,}00000325$ Mol/l.

De op deze wijzen berekende gemiddelde drempelwaarden zijn weergegeven in tabel 17.

Evenals in tabellen 9 en 10 wordt in deze tabel de drempelwaarde beschouwd als die concentratie, waarbij de afzonderlijke proefpersonen blijk geven de stimulus correct te herkennen en te benoemen. Dat deze drempelwaarden en ook de weergegeven gemiddelden sterk kunnen variëren met de proefpersoon blijkt behalve uit de individuele gemiddelden ook uit de in de tabel opgenomen standaarddeviaties (SD).

Beschouwt men de uitkomsten als een representatieve steekproef uit de massa van alle eventuele keurders, dan mag men veronderstellen dat ca 95% van deze keurders een $\overline{DW}$ zullen hebben liggend tussen $\overline{DW} - 2SD$ en $\overline{DW} + 2SD$.

De keurders vertonen – ondanks grote onderlinge verschillen – altijd een patroon van afnemende gevoeligheid: kininesulfaat>citroenzuur>NaCl> sacharose. Dit is zeker het geval, indien men de concentraties uitdrukt in procenten (zie ook 4.1.)

TABEL 17. *Gemiddelde drempelwaarde $\overline{DW}$ per individu in M/l (experiment III)*

ppn	sacharose (A)	NaCl (B)	citroenz. (C)	Kin. sulf. (D)
1	0,0099	0,0066	0,000558	0,00000139
2	0,0034	0,0106	0,000075	0,00000131
3	0,0076	0,0024	0,000125	0,00000177
4	0,0063	0,0053	0,000108	0,00000264
5	0,0059	0,0079	0,000183	0,00000325
6	0,0059	0,0079	0,000146	0,00000082
7	0,0069	0,0224	0,000175	0,00000084
8	0,0100	0,0055	0,000092	0,00000286
9	0,0067	0,0048	0,000950	0,00000261
10	0,0097	0,0155	0,000296	0,00000278
11	0,0211	0,0065	0,000175	0,00000074
12	0,0190	0,0045	0,000083	0,00000119
13	0,0117	0,0047	0,000133	0,00000093
14	0,0063	0,0067	0,000212	0,00000136
15	0,0081	0,0049	0,000287	0,00000113
16	0,0081	0,0023	0,000125	0,00000133
gem.	0,0091	0,0078	0,000233	0,00000167
SD	0,0047	0,0054	0,000225	0,00000085
SE	0,0012	0,0013	0,000056	0,00000021

4.2.2.2. Uitkomsten in afhankelijkheid van de concentraties

Behalve de individuele uitkomsten zijn ook de uitkomsten van belang, welke verkregen zijn in afhankelijkheid van de concentraties. Een overzicht van het gemiddeld aantal correcte benoemingen per concentratie en per smaakstof is weergegeven in tabel 18 en de bijgehorende figuren 5 t/m 8. In deze tabel en figuren is tevens de SD t.o.v. de gemiddelden opgenomen.

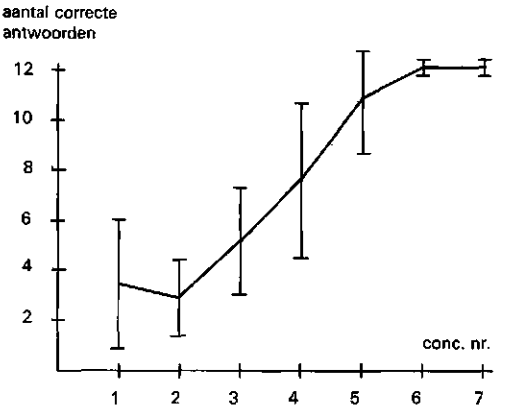

FIG. 5. Gemiddeld aantal correcte antwoorden per concentratie sacharose.

TABEL 18. *Gemiddeld aantal juiste benoemingen per concentratie en per smaakstof.*

smaakstof	code	concentratie (Mol/l)	n	totaal correct	gem.	SD
sacharose	A1	0,0008	192	54	3,37	2,53
	A2	0,0016	192	45	2,81	1,51
	A3	0,0032	192	82	5,12	2,06
	A4	0,0064	192	120	7,50	3,03
	A5	0,0128	192	170	10,62	2,00
	A6	0,0256	192	191	11,94	0,25
	A7	0,0512	192	191	11,94	0,25
NaCl	B1	0,0008	192	26	1,62	1,41
	B2	0,0016	192	54	3,37	2,50
	B3	0,0032	192	109	6,81	3,23
	B4	0,0064	192	146	9,12	3,01
	B5	0,0128	192	172	10,75	2,27
	B6	0,0256	192	189	11,81	0,54
	B7	0,0512	192	190	11,87	0,34
citroenzuur	C1	0,00005	192	66	4,12	2,78
	C2	0,0001	192	106	6,62	3,03
	C3	0,0002	192	163	10,18	2,20
	C4	0,0004	192	174	10,87	1,59
	C5	0,0008	192	187	11,69	1,25
	C6	0,0016	192	189	11,81	0,54
	C7	0,0032	192	192	12,00	0,00
kininesulfaat	D1	0,00000064	192	105	6,56	2,78
	D2	0,00000090	192	89	5,56	3,48
	D3	0,00000128	192	118	7,37	3,14
	D4	0,00000180	192	155	9,69	2,91
	D5	0,00000256	192	156	9,75	2,62
	D6	0,00000360	192	177	11,06	1,39
	D7	0,00000512	192	184	11,50	0,89
	D8	0,00000720	192	192*	12,00*	0,00*
demekwater	E		1536	783	48,94	14,24

* geschat

Zoals te verwachten was neemt het aantal correcte benoemingen in het algemeen toe met stijgende concentratie.

Uit de tabel en de grafieken blijkt echter dat hierop 3 uitzonderingen voorkomen. Het aantal correcte benoemingen van A2 en D2 is nl. wat lager dan dat van A1 en D1 en er is praktisch geen verschil tussen het aantal correcte benoemingen van D4 en D5.

De verklaring voor de aanvankelijke daling van het correcte aantal benoemingen bij A en D ligt echter voor de hand. In het aanbiedingsschema (bijlage 3) komt concentratie A2 steeds twee keer voor in dezelfde serie van 6 monsters, terwijl bovendien in dat zestal ook monster A7 voorkomt. Als de keurder der-

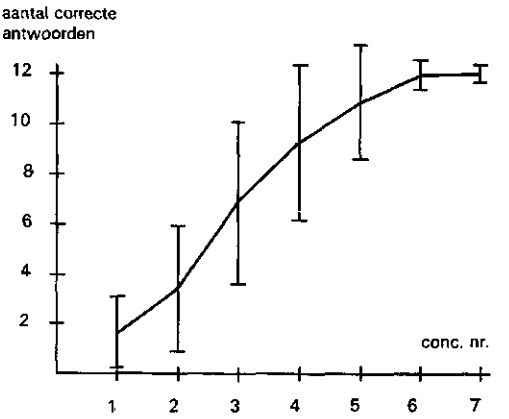

FIG. 6. Gemiddeld aantal correcte antwoorden per concentratie natriumchloride.

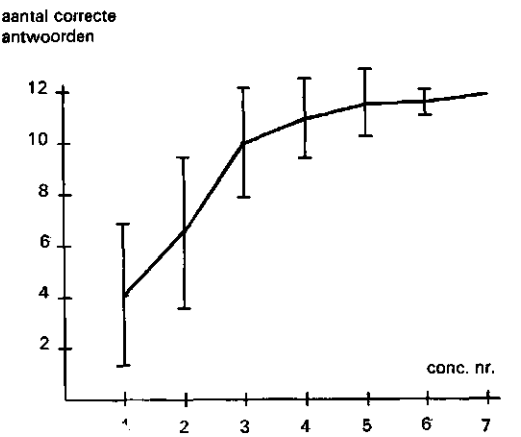

FIG. 7. Gemiddeld aantal correcte antwoorden per concentratie citroenzuur.

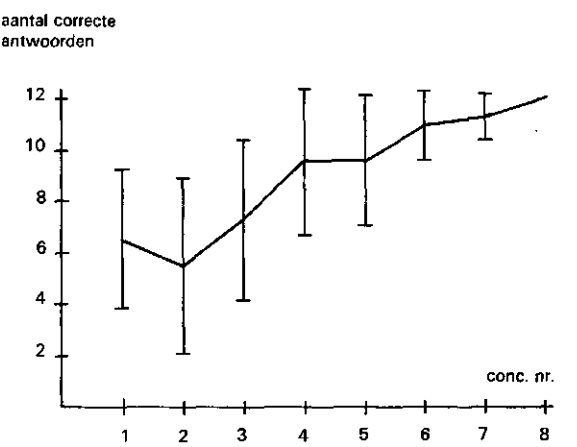

FIG. 8. Gemiddeld aantal correcte antwoorden per concentratie kininesulfaat.

halve correct zou herkennen en benoemen, dan zou in één zitting driemaal de benoeming 'zoet' moeten voorkomen. De proever zal dit onwaarschijnlijk achten en daarom geneigd zijn er een andere smaak aan toe te kennen.

Concentratie D2 komt in het schema steeds voor in een serie van 6 monsters samen met D5 of D6 en verkeert daardoor in het nadeel t.o.v. D1 dat in de helft van de gevallen als enige bitteroplossing en voor de andere helft samen met D4 voorkomt.

De S.D. is bij de meeste concentraties erg groot. Dit is te wijten aan het grote verschil in gevoeligheid tussen de verschillende proefpersonen (*inter*menselijke verschillen). De *intra*menselijke verschillen komen hier niet aan de orde. Zij worden behandeld in paragraaf 4.3.

De S.D. van de hoogste concentraties is begrijpelijkerwijze het kleinst. Deze concentraties zijn opzettelijk zo hoog gekozen, dat praktisch iedere proever ze kan herkennen en benoemen.

4.2.3. *Het gedemineraliseerde water*

In het schema van aanbieding van de monsters (bijlage 3) komt per proever ook 96 maal het proeven van gedemineraliseerd water ('demekwater') voor. Dit water had tot doel te toetsen in hoeverre de proevers in staat bleken in het schema het water te herkennen en te onderscheiden van water + smaakstof.

Het aantal correcte benoemingen is weergegeven in de 2e kolom van tabel 19.

De gegeven aantallen correcte beoordelingen hebben een gemiddelde waarde van 48,9. De vraag kan nu gesteld worden, of dit gemiddelde significant afwijkt van een gemiddelde, dat verkregen zou zijn bij een volledig volgens toeval plaats gevonden hebbende benoeming.

TABEL 19. *Het proeven van demekwater.*

ppn	correct	z	p (tweezijdig)	significantie
1	73	5,103	<0,0001	***
2	60	2,449	0,0142	*
3	47	–0,204	0,9804	
4	37	–2,245	0,0246	*
5	71	4,695	<0,0001	***
6	49	0,204	0,9808	
7	39	–1,837	0,0662	
8	36	–2,449	0,0142	*
9	18	–6,124	<0,0001	***
10	53	1,021	0,3074	
11	36	–2,449	0,0142	*
12	46	–0,408	0,6832	
13	58	2,041	0,0414	*
14	51	0,612	0,5406	
15	46	–0,408	0,6832	
16	63	3,062	0,0022	**
panel	783	0,765	0,4442	

Met andere woorden, men kan zich afvragen of de proevers in staat zijn om het water correct te herkennen en te benoemen. Dit wordt onderzocht tegenover de hypothese: dat ze daartoe niet in staat zijn en slechts gokken. Onderzocht wordt dus de H_o: $p = 0{,}5$ tegenover H_a: $p \neq 0{,}5$.

Nemen wij aan, dat de uitkomsten van dit gedeelte van de proeven normaal verdeeld zijn volgens een kansverdeling met gemiddelde: μ en een standaardafwijking: σ.

Voor zo'n kansverdeling is een z-score te berekenen: $z = (x - \mu)/\sigma$.

Geldt H_o, dan is $\mu = 0{,}5N$ en $\sigma = \sqrt{0{,}5 \times 0{,}5N}$.

Voor het gehele panel is $N = 1536$ en μ dus 768; $\sigma = 0{,}5\sqrt{1536} = 19{,}60$. Bij een waargenomen aantal correcte antwoorden van 783 behoort een z-score van $(783 - 768)$: $19{,}60 = 0{,}765$.

Bij een tweezijdige toetsing is de kans op een dergelijk resultaat onder H_o: 0,4442, dus te groot om H_o te verwerpen, m.a.w. het panel als geheel blijkt niet in staat de watermonsters correct te herkennen en te benoemen, maar gokt.

Individueel beschouwd liggen de resultaten enigszins anders. Analoog aan het bovenvermelde geldt voor elk individu onder H_o: $\mu = 0{,}5 \times 96 = 48$ en $\sigma = 0{,}5\sqrt{96} = 4{,}90$. De berekende individuele z-scores en de kansen daarop zijn vermeld in tabel 19, kolommen 3 en 4.

Bij 9 van de 16 onderzochte personen bleek H_o verworpen te worden. Deze keurders bleken dus niet te gokken.

Proevers 1, 2, 5, 13, en 16 bleken het water niet alleen in het merendeel van de gevallen te kunnen onderscheiden van de smaakstof bevattende oplossingen, maar kenden er in die gevallen ook de naam 'demekwater' aan toe. Ze kunnen beschouwd worden als 'goede proevers'. De proevers 4, 8, 9 en 11 beoordeelden de watermonsters als regel slechter dan op grond van het toeval verwacht kon worden. Ze bleken niet te gokken, maar kenden er een andere foutieve naam aan toe ('slechte proevers'). De overige keurders beoordeelden het water volkomen volgens het toeval ('indifferente proevers').

4.2.4. *Foutieve antwoorden bij gegeven demekwater*

Nadat in het bovenstaande is vastgesteld, dat de proevers bij het proeven van demekwater gemiddeld in bijna de helft van de gevallen er een foutieve naam aan toekenden, is het interessant na te gaan of deze beoordelingen misschien een bepaald patroon vertonen. A priori is dit overigens niet aan te nemen. De resultaten van een daartoe strekkend onderzoek zijn samengevat in gedeelten a en b, van tabel 20. Gedeelte 20a geeft de verdeling van de foutieve antwoorden in absolute aantallen weer, terwijl gedeelte 20b de frekwentieverdeling ervan in procenten weergeeft.

In eerste aanzet werd voor de totale matrix onderzocht, of de foutieve antwoorden een bepaald patroon vertonen, dat significant afwijkt van het verwachtingspatroon, dat alle onjuiste antwoorden gelijkmatig over de verschillende smaken zouden zijn verdeeld (H_o-hypothese). Dit werd getoetst m.b.v. de χ^2-methode.

TABEL 20. *Foutieve benoemingen bij verstrekt demekwater.*

ppn	totaal	a) absolute aantallen				b) percentages			
		A	B	C	D	A	B	C	D
1	23***	4	6	1	12	17	26	4	52
2	36*	19	8	4	5	53	22	11	14
3	49	6	16	7	20	12	33	14	41
4	59*	7	4	28	20	12	7	47	34
5	25***	10	0	2	13	40	0	8	52
6	47	24	0	0	23	51	0	0	49
7	57	10	6	12	29	17	10	21	51
8	60*	8	18	14	20	18	30	23	33
9	78***	10	13	24	31	13	17	31	40
10	43	11	5	11	16	26	12	26	37
11	60*	1	0	2	57	2	0	3	95
12	50	15	5	8	22	30	10	16	44
13	38*	13	2	10	13	34	5	26	34
14	45	10	7	11	17	22	16	24	38
15	50	26	10	8	6	52	20	16	12
16	33**	18	0	7	8	54	0	21	24
panel	753	192	100	149	312	25,5	13,3	19,8	41,4

Indien de 753 onjuiste antwoorden voldeden aan H_o, dan zouden op elke smaak 188,25 stemmen zijn uitgebracht. χ^2_3 zou dan zeer klein zijn. In werkelijkheid werd een verdeling geconstateerd waarvoor gold dat $\chi^2_3 = 144{,}6$. Deze waarde is aanzienlijk hoger dan de zelfs voor $p = 0{,}001$ opgegeven kritische waarde van $\chi^2_3 = 16{,}27$, zodat zeer duidelijk geconcludeerd kon worden tot een afwijking van een verdeling volgens het toeval. In verband met tabel 20 betekent dit, dat de proevers zeer sterk de neiging hebben om het demekwater te verwarren met bitter en slechts zelden met zout of zuur.

Delen we de 16 keurders in overeenkomstig de categorieën van 4.2.3., dan krijgen we de indruk, dat de 'goede' proevers het demekwater frekwenter met zoet of bitter verwarren dan de 'indifferente' proevers. Tevens lijken de slechte proevers het demekwater vooral met bitter en zuur te verwarren.

In tabel 21 wordt een en ander samengevat. Tevens geeft de tabel aan dat alle onderzochte verdelingen, zowel individueel, als per categorie, als in het totaal bezien, zeer significant van de verwachte verdeling afwijken. Ook is het aantal waarnemingen waarop ze is gebaseerd weergegeven (n).

Het blijkt dat naarmate de keurders beter in staat zijn om het demekwater te herkennen en te benoemen, de neiging om het te verwarren met bitter afneemt en de neiging het te verwarren met zoet, toeneemt. Parallel aan de afname van de neiging om het demekwater te verwarren met bitter verloopt ook een afname van de neiging het te verwarren met zuur.

Of deze in het oog springende verschijnselen statistisch betrouwbaar zijn werd onderzocht met de zg. 'Wilcoxon-matched pair signed rank test'. Dit is een non-parametrische toets voor gepaarde waarnemingen (SIEGEL, 1956).

TABEL 21. *Frekwentieverdeling van de foutieve antwoorden (in %).*

categorie	aantal waarnemingen (n)	zoet	zout	zuur	bitter	χ^2 tot.	χ^2 ind.
panel	753	25,5	13,3	19,8	41,4	$\chi^2_3 = 144{,}66$	$\chi^2_{45} = 400{,}72$
goede keurders	155	41,2	10,3	15,5	32,9	$\chi^2_3 = 39{,}30$	$\chi^2_{12} = 73{,}43$
indifferente keurders	341	29,9	14,4	16,7	39,0	$\chi^2_3 = 54{,}81$	$\chi^2_{18} = 124{,}46$
slechte keurders	257	10,1	13,6	26,4	49,8	$\chi^2_3 = 99{,}85$	$\chi^2_9 = 202{,}83$

Daar de door Siegel gegeven tabellen betrekking hebben op minstens 6 paren van waarnemingen, kon de in 4.2.3. gemaakte indeling in goede, indifferente en slechte proevers voor dit onderzoek niet gehandhaafd blijven, omdat de categorie slechte proevers slechts uit 4 proevers bestond.

Voor dit onderzoek werden de keurders daarom ingedeeld in twee categorieën van elk acht keurders (zie tabel 22).

TABEL 22. *Indeling van de keurders in 2 categorieen.*

	ppn	A	B	C	D	incorrecte antwoorden	
Categorie I	1	4	6	1	12	23	***
(relatief goede keurders)	5	10	0	2	13	25	***
	16	18	0	7	8	33	**
	2	19	8	4	5	36	*
	13	13	2	10	13	38	
	10	11	5	11	16	43	
	14	10	7	11	17	45	
	6	24	0	0	23	47	
		109	28	46	107	290	
categorie II	3	6	16	7	20	49	
(relatief slechte keurders)	12	15	5	8	22	50	
	15	26	10	8	6	50	
	7	10	6	12	29	57	
	4	7	4	28	20	59	*
	8	8	18	14	20	60	*
	11	1	0	2	57	60	*
	9	10	13	24	31	78	***
		83	72	103	205	463	

* $0{,}01 < p < 0{,}05$
** $0{,}001 < p < 0{,}01$
*** $p < 0{,}001$

1. de keurders met een aantal onjuiste benoemingen kleiner dan de helft van het gegeven aantal monsters demekwater (categorie I) en
2. de keurders met een aantal onjuiste benoemingen groter dan deze helft (categorie II).

Per categorie en per paar van ten onrechte toegekende benamingen werden met de bovengenoemde toets de T-waarden bepaald. Deze waarden, en de conclusie t.a.v. de geconstateerde verschillen zijn samengevat in tabel 23.

Ten aanzien van de met een? aangegeven smaak-paren zijn geen conclusies te trekken, omdat wegens een te hoog aantal gelijke rangnummers, maar met tegengesteld teken, het aantal paren kleiner dan 6 wordt.

In tabel 23 is voor categorie II (de relatief slechte proevers) nog een onderscheid gemaakt, samenhangend met de uitkomsten van ppn 15. Deze proefpersoon gedraagt zich wat de uitkomsten betreft nl. totaal afwijkend van de rest van de keurders van deze categorie: terwijl de overige proevers van Cat. II nl. sterk geneigd blijken te zijn om demekwater te verwarren met bitter, verwart hij het vooral met zoet, en brengt daardoor de geconstateerde lijnen vrij sterk in de war.

Laten wij zijn uitkomsten buiten beschouwing, dan vertonen de proevers in het algemeen de volgende verschijnselen:

1. Alle proevers hebben de neiging om demekwater bitter te noemen.
2. De relatief goede proevers hebben bovendien praktisch even sterk de neiging het zoet te noemen.

TABEL 23. *Onderzoek m.b.v. Wilcoxon matched pair signed rank test.*

categorie	smaken	T	conclusie t.a.v. verschil
I	A en D	14	A niet significant verschillend van D
(relatief goede	A en C	1	A zeer significant frekwenter dan C
proevers)	A en B	1	A zeer significant frekwenter dan B
	B en D	1	D zeer significant frekwenter dan B
	B en C	7	niet significant verschillend
	C en D	0	D zeer significant frekwenter dan C
II (a)	A en D	6	A niet significant verschillend van D
incl. ppn 15	A en C	12	A niet significant verschillend van C
(relatief slechte	A en B	?	niet te trekken
proevers)	B en D	2	D zeer significant frekwenter dan B
	B en C	?	niet te trekken
	C en D	5	D niet significant frekwenter dan C
II (b)	A en D	0	D zeer significant frekwenter dan A
excl. ppn 15	A en C	5	A niet significant verschillend van C
(relatief slechte	A en B	?	niet te trekken
proevers)	B en D	2	D zeer significant frekwenter dan B
	B en C	?	niet te trekken
	C en D	0	D zeer significant frekwenter dan C

3. Een afnemend vermogen om demekwater te herkennen gaat gepaard met een afnemende neiging het te verwarren met zoet, terwijl de verwarring met bitter, zuur of zout juist toeneemt.
4. Bij afnemende kwaliteit van de proevers plegen tengevolge van de onder 2 en 3 vermelde verschijnselen de verhoudingen (foutief) zoet: bitter, zoet: zuur en/of zoet : zout eveneens af te nemen.
5. Wat betreft de verhouding (foutief) zout : zuur is dit eveneens waarschijnlijk. Statistisch kon dit verschijnsel evenwel niet worden geverifiëerd.
6. De verhouding (foutief) zuur : bitter is praktisch onafhankelijk van de kwaliteit van de proevers.

4.3. Intra- en intermenselijke verschillen

Herhaalde malen is reeds gewezen op de grote verschillen in gevoeligheid en reacties van de proefpersonen op de gegeven smaakoplossingen. Er doen zich in feite twee typen van verschillen voor:

a. Verschillen binnen de uitkomsten van een individu. Deze variaties doen zich voor bij elk der aangeboden smaakstoffen (incl. demekwater), zowel per concentratie als bij vergelijking van de herhalingen van de verschillende series. In deze dissertatie worden zij aangeduid als in*tra*-menselijke verschillen.
b. Verschillen in gevoeligheid tussen de verschillende individuen (in*ter*menselijke of individuele verschillen). Deze verschillen komen aan de orde, wanneer we de verschillende drempelwaarden van de verschillende proefpersonen vergelijken.

Als voorbeeld van de intra-menselijke verschillen, werd o.m. het effekt van training onderzocht. Dit onderzoek wordt beschreven in paragraaf 4.3.1. De intermenselijke verschillen komen steeds aan de orde, wanneer vergelijkingen worden getrokken t.a.v. de verschillen in drempelwaarden van de verschillende panelleden.

4.3.1. *De effekten van training en ervaring*

Door alle proeven heen speelt vanzelfsprekend, dat de keurders steeds meer ervaring krijgen en dat daardoor per individu en voor de totaliteit van het panel de drempelwaarden gedurende de experimenten dalen.

Deze daling doet zich vooral voor in de aanvangsfase van het onderzoek, en is meestal het gevolg van een actieve invloed van buitenaf, t.w. van de stimulerende invloed van de proefleider teneinde de proefresultaten zo betrouwbaar mogelijk te maken, als mede van het passieve proces van het opdoen van ervaringen bij het proeven (Harper, 1964).

Daar in de aanvangsfase van onze onderzoekingen het actieve aspekt van training gewoonlijk weliswaar sterk benadrukt wordt, maar na enkele zittingen spoedig achterwege wordt gelaten, zullen uit het verloop met de tijd van de drempelwaarden, mogelijk de effekten van beide processen afzonderlijk kunnen worden geschat.

4.3.1.1. Het trainingseffekt

Het effekt van de training op de hoogte van de drempelwaarden is grafisch weergegeven in figuren 9 t/m 11 (a en b), welke betrekking hebben op de in 4.1. besproken experimenten I en II. Uit de figuren blijkt, dat aspirantkeurders voor een drempelwaardeonderzoek, eerst een trainingsperiode dienen te doorlopen, waarin ervaring met de toe te passen methoden en technieken wordt verkregen. Voor de onervaren panelleden van experimenten I en II moest deze periode minstens 3 of 4 zittingen omvatten.

De effekten zijn in experimenten I en II zeer aanzienlijk. De drempelwaarden nemen in de onderzochte situaties gemiddeld met 50–90% af, terwijl individuele uitkomsten soms wel een daling vertoonden van 95 tot 97%. Een eenmalige drempelwaardebepaling heeft derhalve geen zin. Voor de vaststelling van de drempelwaarde moet deze bepaling zeker een aantal malen worden herhaald.

Niet onvermeld mag blijven, dat 'training' en mogelijk ook het begrip 'ervaring' slechts opgevat mogen worden in relatie tot de toegepaste methode en techniek van onderzoek. Gaat men over op een andere methode van onderzoek, dan blijkt opnieuw een trainingsperiode noodzakelijk. Dit kan gedemonstreerd worden aan de hand van experimentenreeks IV.

Deze experimenten werden ongeveer een half jaar na beëindiging van de experimenten I t/m III uitgevoerd, met het primaire doel na te gaan in hoeverre de proevers van de voorafgaande series in ongeveer een half jaar in smaakdrempel achteruit gegaan waren. De gebezigde methode was evenwel afwijkend van de in het voorgaande toegepaste. In deze serie werd nl. de zg. 'driehoeksmethode' toegepast (zie o.a. AMERINE, PANGBORN and ROESSLER (1965), KOUWENHOVEN (1959, 1970) en FRIJTERS (1973)).

In deze driehoekstests kregen de proevers na een proefzitting in 5 achtereenvolgende zittingen steeds 2 monsters demekwater + 1 monster sacharoseoplossing (W.W.S.) en het omgekeerde: 2 monsters sacharoseoplossing + 1 monster demekwater (S.S.W.). De concentratie van de sacharoseoplossing was voor elk der proevers zodanig gekozen, dat hij correspondeerde met de μ-concentratie, welke in serie III voor de betreffende proever was berekend.

De volgorde van aanbieding van beide driehoeken geschiedde at random en tevens werd zorg gedragen voor een gebalanceerde opzet van het experiment d.w.z. de afwijkende stimulus kwam in de verstrekte driehoeken ongeveer even vaak voor op de eerste plaats, als op de tweede en derde. Doet men dit niet, dan zal volgens de ervaring van HARRIES (1961) en van schrijver dezes (1959, 1970) een consistente voorkeurstendentie worden gevonden om de middelste van de drie als afwijkend aan te wijzen.

De beide soorten driehoeken zijn nodig, omdat PFAFFMANN in 1964 reeds gevonden had, dat wanneer men de stimulus in alle aangeboden driehoeken constant houdt, de proportie correcte sorteringen groter is dan wanneer de afwijkende stimulus wordt gevariëerd. PFAFFMANN verklaarde dit door te zeggen dat in het eerste geval de proefpersonen eerder tot vorming van een psychische standaard van de afwijkende stimulus kunnen komen, terwijl in het tweede geval de vorming van een dergelijke standaard veel moeilijker is.

TABEL 24. *Driehoekstests met sacharoseoplossingen en water*

Zitting	aantal deel-nemers	correcte sorteringen △W.W.S.	p	correcte sorteringen △S.S.W.	p	% correct totaal
0*	24	10	>0,05	11	>0,05	44
1	20	10	>0,05	11	0,05	52
2	21	13	0,01	13	0,01	62
3	18	10	0,05	12	0,01	61
4	23	19	<0,001	20	<0,001	85
5	25	18	<0,001	16	0,001<p p<0,01	68

* proefzitting

De voornaamste uitkomsten zijn vermeld in tabel 24.

Het blijkt dus dat de reeds ervaren proevers aanvankelijk toch nog vrij veel moeite hadden met het herkennen van de smaakstof en dat een zekere training ook voor hen weer nodig is. Wat de gevoeligheid betreft kan geconcludeerd worden, dat deze gedurende het halve jaar ongeveer op hetzelfde niveau gebleven is, getuige het percentage correcte sorteringen, dat aan het eind van de trainingsperiode werd vastgesteld (t.w. 68%). Dit percentage kan gedacht worden te zijn opgebouwd uit twee elementen:

a) het percentage correcte sorteringen dat op grond van de gekozen concentratie a priori reeds verwacht mocht worden en
b) het percentage correcte sorteringen, dat per definitie in een driehoekstest als primaire kans aanwezig is.

Daar de aangeboden concentraties zg. 'μ-concentraties' zijn (zie 4.3.3.), dus concentraties waarbij althans in serie III in de helft van de gevallen de smaakstof bleek te worden herkend, en in de andere helft der gevallen niet, verwachtten wij onder aanname dat de proevers niet acheruit gegaan zijn in hun gevoeligheid in de helft van de aangeboden driehoekstests een volledig juiste sortering en in de andere helft een correcte sortering van ca. 1/3.

Als resultante van beide elementen zou onder de genoemde aanname, in experiment IV dan theoretisch een percentage correcte sorteringen van $50\% + 1/3 \times 50\% =$ ca. 67% te verwachten zijn. Daar we als uitkomst een percentage van 68% vonden, moet geconcludeerd worden dat de proevers dus volledig hun gevoeligheid hebben gehandhaafd.

4.3.1.2. Het effekt van ervaring

In de hierboven beschreven vrij kort durende proeven deed zich een duidelijk effekt van training voor. In korte tijd werden de resultaten van bepaalde experimenten aanzienlijk beter. Het blijkt echter, dat bij zeer langdurende proeven na een aanvankelijk snelle verbetering van de resultaten zich ook nog een zeer langzame verbetering in de resultaten kan voordoen. Dit kan gedemonstreerd worden aan de hand van de resultaten van experimentenserie III.

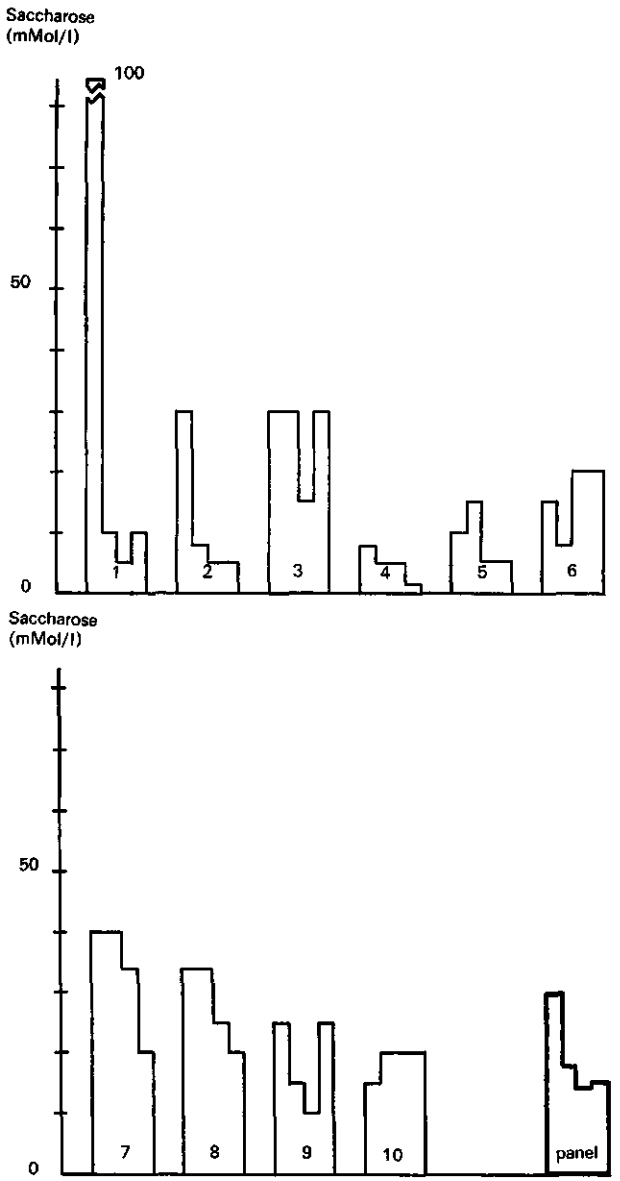

FIG. 9a. Trainingseffect bij proevers 1 t/m 10 (experiment I) voor sacharose.

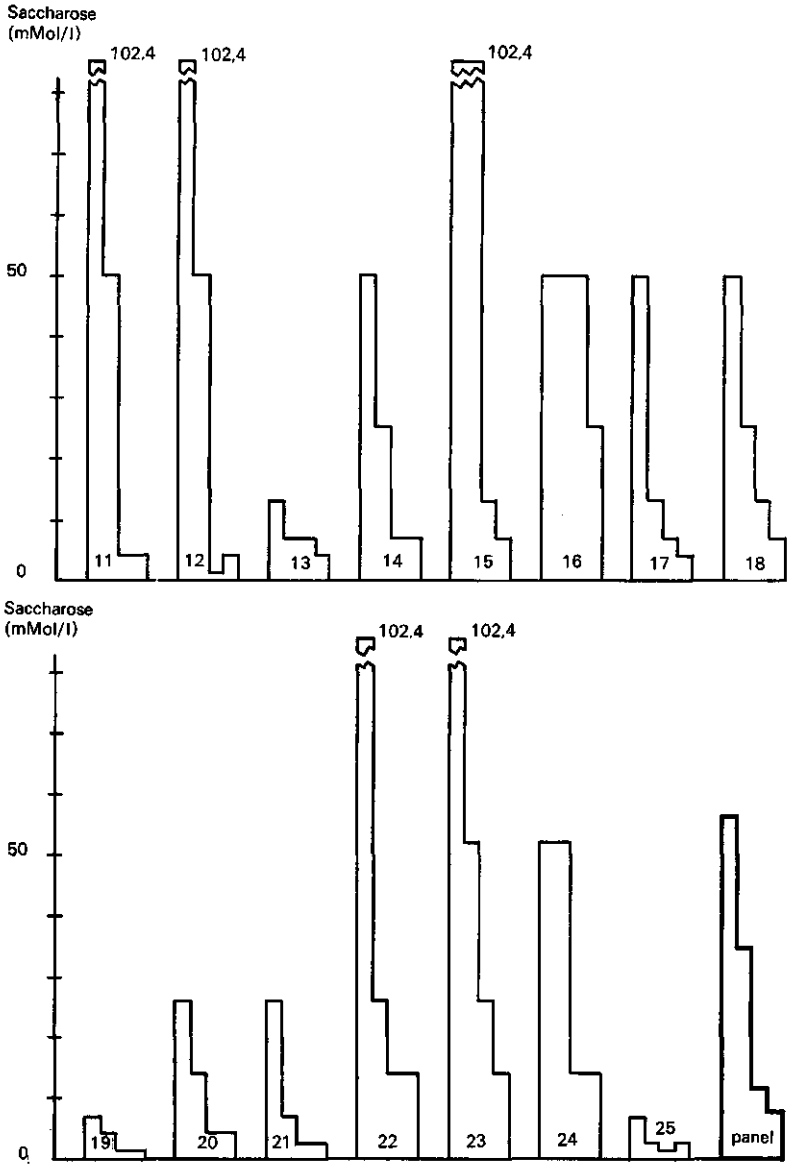

FIG. 9b. Trainingseffect bij proevers 11 t/m 25 (experiment II) voor sacharose.

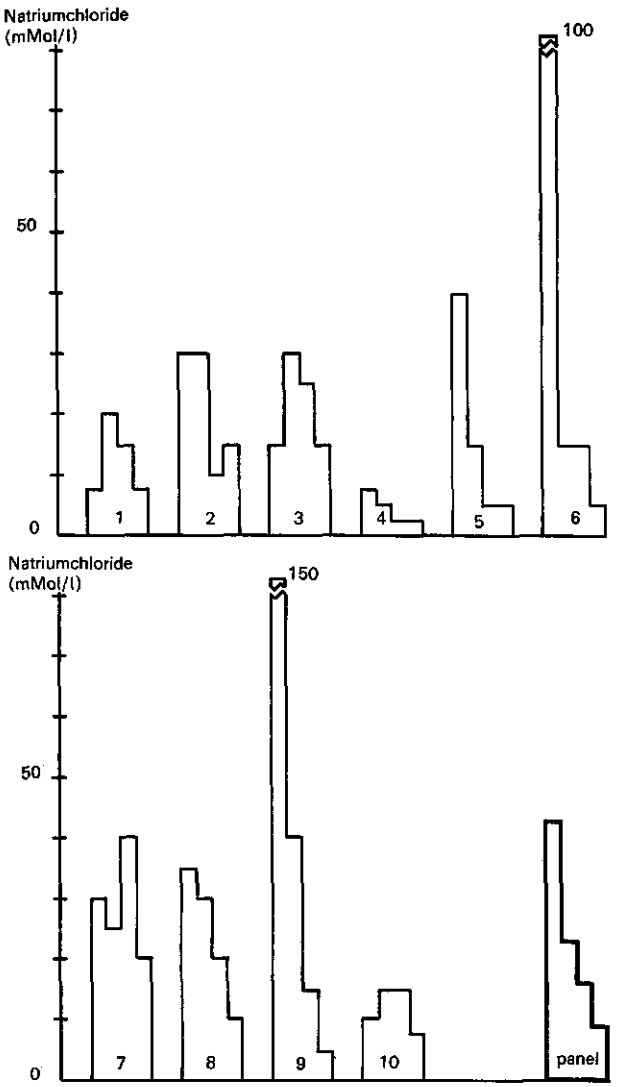

FIG. 10a. Trainingseffect bij proevers 1 t/m 10 (experiment I) voor natriumchloride.

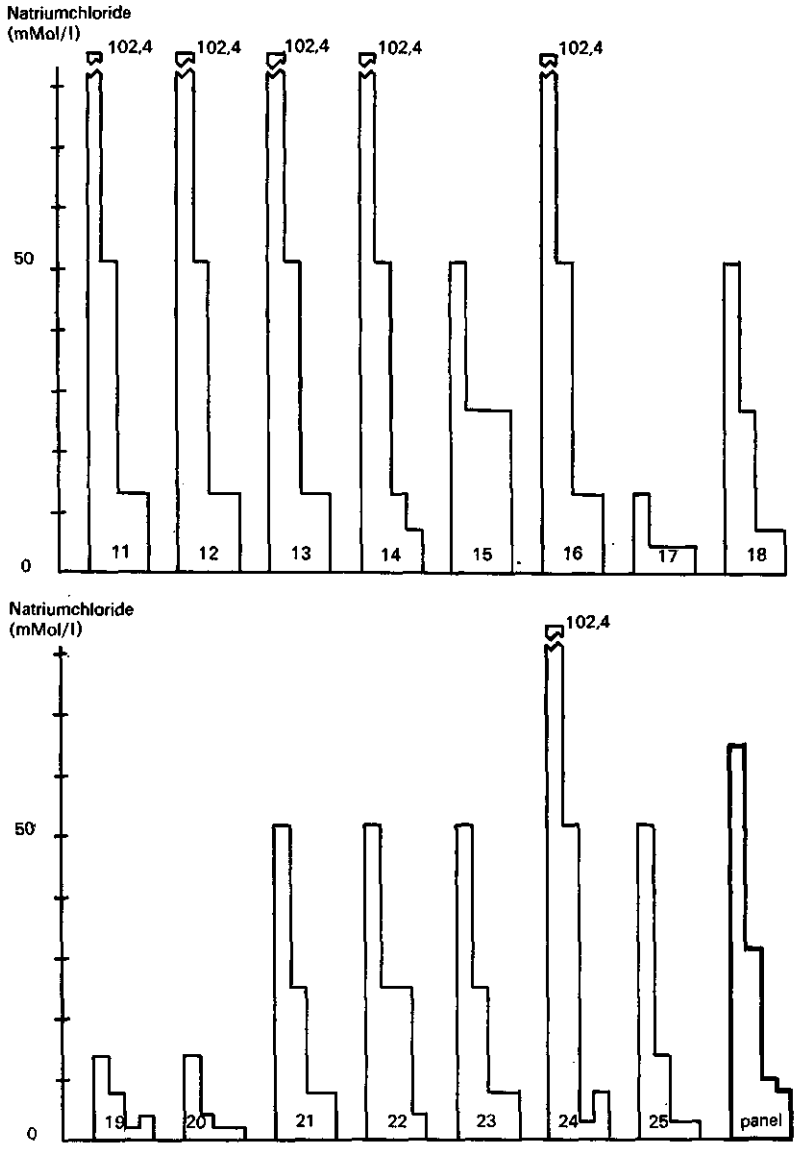

FIG. 10b. Trainingseffect bij proevers 11 t/m 25 (experiment II) voor natriumchloride.

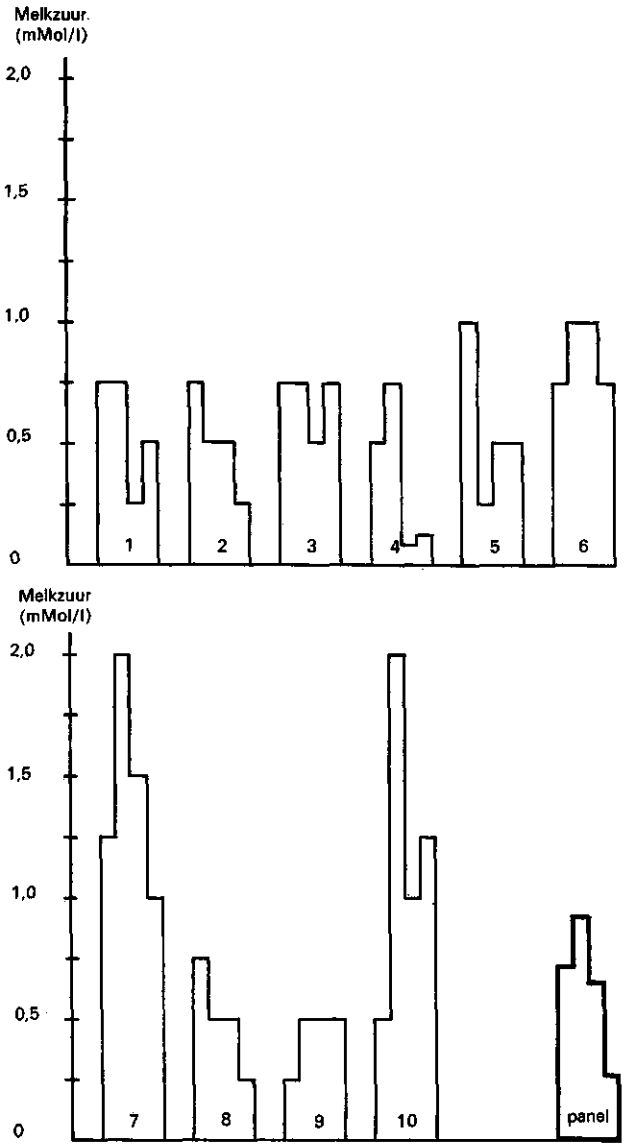

FIG. 11a. Trainingseffect bij proevers 1 t/m 10 (experiment I) voor melkzuur.

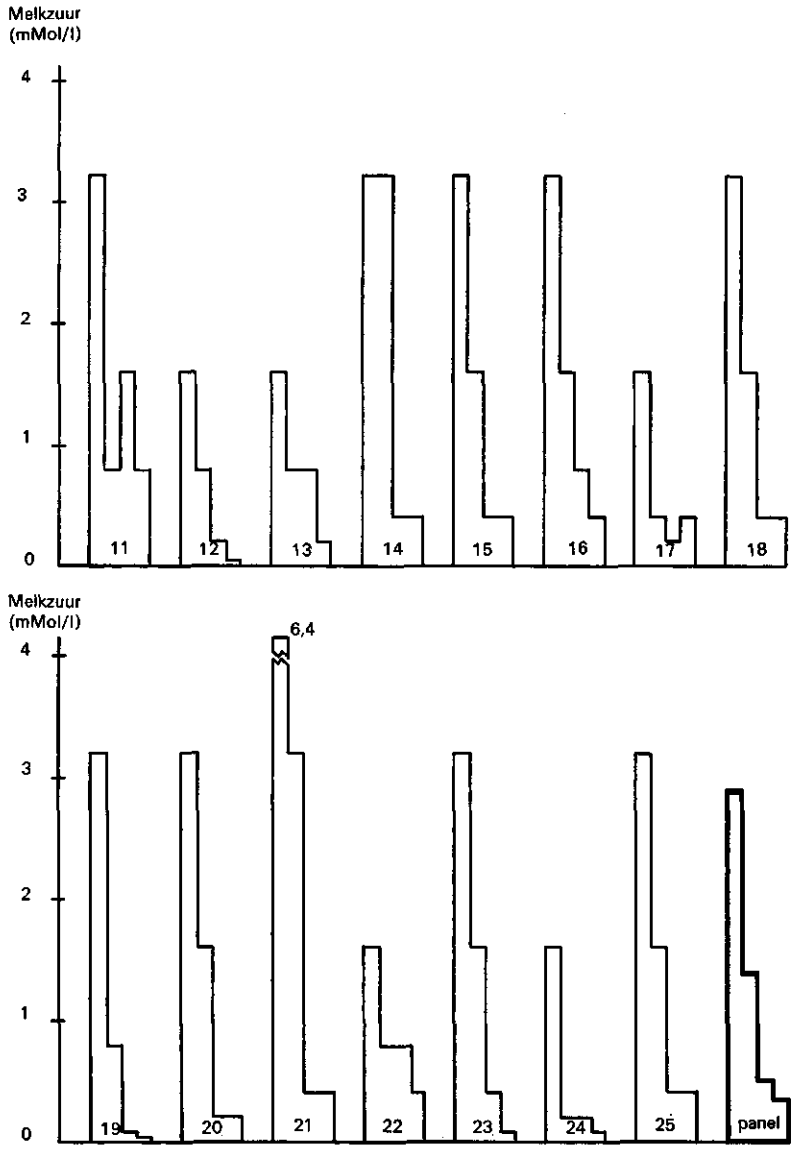

FIG. 11b. Trainingseffect bij proevers 11 t/m 25 (experiment II) voor melkzuur.

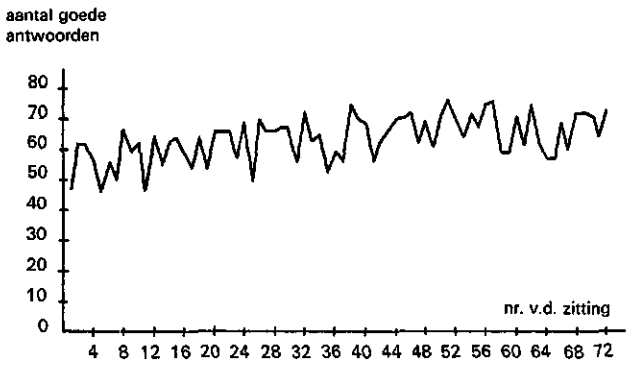

FIG. 12a. Aantal goede antwoorden per serie van 6 monsters (= zitting) gedurende het verloop van experiment III.

Ofschoon in deze experimenten gebruik gemaakt werd van voor het merendeel ervaren keurders bleek ook in deze reeks experimenten een zeker leereffekt aanwezig. Een overzicht van het totaal aantal goede benoemingen per zitting geeft fig. 12a, terwijl in fig. 12b het gemiddelde van steeds 6 zittingen is weergegeven. Het basismateriaal voor deze grafieken is samengevat in bijlage 6. Het aantal goede antwoorden van 6 zittingen zoals dat in fig. 12b is weergegeven is vrij arbitrair, maar waarborgt op deze wijze een aanzienlijk gelijkmatiger verlopende curve dan bij fig. 12a en toch nog voldoende punten voor verdere beschouwingen.

Visueel is waarneembaar, dat tot ca 50 zittingen het aantal goede benoemingen nog toeneemt, om daarna min of meer constant te blijven.

Berekenen wij de lineaire regressievergelijking voor de hele proefperiode dan vinden we dat het aantal juiste benoemingen als funktie van het rangnummer van de zitting voldoet aan de regressievergelijking $y = 57{,}27 + 0{,}176x$. De

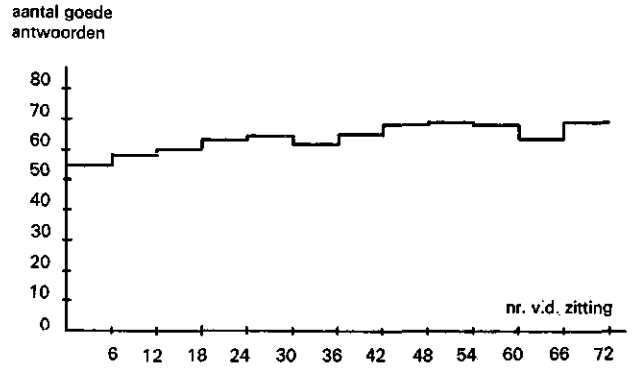

FIG. 12b. Gemiddeld aantal goede antwoorden per 6 series van 6 monsters (= 6 zittingen) gedurende het verloop van experiment III.

correlatiecoëfficiënt die bij deze vergelijking behoort is 0,489. Deze wijkt zeer significant af van 0. ($p < 0{,}01$)

Visueel wekken de eerste 50 zittingen in figuren 12a en b de indruk, dat gedurende deze zittingen de correcte antwoorden in aantal toenemen. Daarom werd over deze periode eveneens de lineaire regressievergelijking berekend. Deze bleek te zijn: $y = 55{,}56 + 0{,}254x$. De bijbehorende correlatiecoëfficiënt $r = 0{,}503$ bleek significant van 0 verschillend te zijn. De uitkomsten van de laatste 22 zittingen voldeden het best aan de vergelijking $y = 69{,}39 - 0{,}168x$. De hierbij behorende correlatiecoëfficiënt $r = -0{,}165$ is niet significant van 0 verschillend. Een en ander betekent, dat er (gemiddeld) over de totale proefperiode een leereffekt optrad, en dat dit vanaf ongeveer de 50ste zitting op een ongeveer constant niveau bleef gehandhaafd. De indruk bestaat dat na 65–70 zittingen vermoeidheids- en/of vervelingsverschijnselen een rol gaan spelen en het vermogen tot het juist herkennen en benoemen van de smaakstoffen een lichte daling ondergaat. Een meer exacte beschrijving van bovengenoemde verschijnselen is wiskundig wel mogelijk, maar valt buiten het kader van deze dissertatie.

4.3.2. *Individuele verschillen m.b.t. de totaaltellingen*

De in*ter*menselijke verschillen in gevoeligheid kunnen het best bestudeerd worden aan de hand van het totaal aantal correcte benoemingen per proefpersoon, alsmede aan de hand van de standaarddeviaties van de uitkomsten. Elke keurder had 432 monsters, verdeeld over 72 zittingen aangeboden gekregen. Een overzicht van het aantal correcte benoemingen per proever is weergegeven in tabel 25.

TABEL 25. *Aantal correcte benoemingen per 432 aangeboden monsters per proefpersoon (gesommeerd over de verschillende series).*

ppn	aantal	gem./serie	S.D.
1	299	24,9	3,06
2	325	27,1	3,70
3	296	24,7	4,67
4	257	21,4	3,75
5	291	24,2	5,86
6	325	27,1	4,98
7	269	22,4	5,17
8	266	22,2	5,02
9	230	19,2	5,65
10	260	21,7	3,58
11	264	22,0	5,49
12	306	25,5	3,87
13	311	25,9	3,65
14	296	24,7	3,98
15	276	23,0	4,47
16	315	26,2	4,07

TABEL 26. *Aantal correcte benoemingen per 576 aangeboden monsters per serie (gesommeerd over de verschillende proefpersonen).*

serie	aantal	gem./ppn	S.D.
1	313	19,6	3,79
2	440	27,5	3,32
3	335	20,9	3,51
4	425	26,6	3,01
5	381	23,8	3,87
6	428	26,7	3,85
7	368	23,0	3,29
8	399	24,9	4,05
9	473	29,6	3,20
10	348	21,7	4,52
11	303	18,9	4,34
12	373	23,3	4,54

Tussen de verschillende proefpersonen werd derhalve een groot verschil in gevoeligheid geconstateerd. Voor het panel variëerde het aantal correcte benoemingen van 230 tot 325, dit is van 53,2% tot 75,2%.

De standaarddeviaties van de uitkomsten zijn niet alleen een gevolg van dag-tot-dag-verschillen in gevoeligheid, maar ook een gevolg van verschillen in moeilijkheid tussen de verschillende series. Het blijkt n.l. dat de totaalsommen van de per serie berekende correcte antwoorden onderling ook vrij sterk varieren, en dientengevolge ook het gemiddelde aantal correcte benoemingen per serie (tabel 26).

Het percentage correcte antwoorden per serie schommelde tussen 52,6% (serie 11) en 82,1% (serie 9).

Teneinde de significantie van de verschillen tussen de proefpersonen als ook van de effekten van de verschillende series op het aantal correcte antwoorden na te gaan, werd op het cijfermateriaal een variantie-analyse uitgevoerd. De basisgegevens daarvoor zijn samengevat in bijlage 7. De variantie analyse zelf is vermeld in tabel 27.

TABEL 27. *Variantie-analyse van de correcte benoemingen van experiment III.*

	g.v.v.	kwadraatsom	gem. kwadraatsom	F berekend	
totaal	191	4521,48			
panelleden	15	935,15	62,3433	6,132	***
series	11	1908,98	173,5436	17,071	***
toeval	165	1677,35	10,1657		

*** $p<0,001$

Beide effekten zijn dus zeer duidelijk aanwezig, een uitkomst die ons overigens geenszins behoeft te verwonderen.

Deze uitkomst onderstreept nog eens, dat nooit gesproken mag worden van *de* gevoeligheid van *de* keurder in het algemeen, maar alleen van de gevoeligheid van de individuele keurder.

Eveneens blijkt uit de variantie-analyse, dat er een zeer significant verschil in moeilijkheid is tussen de verschillende series. De indeling van de 432 monsters in slechts 12 series van 6 zittingen van elk 6 monsters, brengt vanzelfsprekend met zich mee, dat bepaalde series relatief moeilijker zijn dan andere.

Of de verschillen in moeilijkheid geringer zouden zijn geweest indien de 432 monsters zouden zijn aangeboden in bijv. 72 verschillende series, valt à priori niet te zeggen. Nader onderzoek zou dit moeten leren. Technisch en administratief zou het experiment daardoor evenwel aanzienlijk moeilijker uitvoerbaar worden. Bovendien zou geen controle zijn ingebouwd voor een eventueel optredend effekt van nawerking van een bepaald monster op het eropvolgende.

De betrekkelijke geringe spreiding van de standaarddeviaties in tabel 26 wijst er overigens op, dat het panel in zijn pogingen om de smaken correct te benoemen zich weinig heeft laten beïnvloeden door de mate van moeilijkheid van de te proeven series. Men zou immers verwachten dat een relatief makkelijke serie een lagere S.D. zou hebben dan de moeilijker series. Deze tendens is evenwel in de resultaten niet of nauwelijks aanwezig.

4.3.3. *Andere individuele verschillen*

De in tabel 17 van paragraaf 4.2.2. weergegeven drempelwaarden zijn direct afgeleid uit tabel 15. De bijbehorende curves hebben in meerdere of mindere mate de vorm van een ogive. Wiskundig laten dergelijke curves zich beschrijven door de algemene formule

$$y = p_i = p_0 + (1-p_0)\int_{-\infty}^{\frac{x-\mu}{\sigma}} \frac{e^{-t^2/2}}{\sqrt{2\pi}}\,dt \quad , \text{met } i = 1, \ldots n$$

Zoals in 4.2.4. is uiteengezet is bij het geven van gedemineraliseerd water er altijd een aantal keurders, dat een bepaalde smaak meent te herkennen. Het is dan ook waarschijnlijk, dat de curves van figuren 5 t/m 8 links beneden niet tot $y = 0$ naderen, maar naar een asymptotisch niveau $y = p_0$, waarvoor geldt $p_0 > 0$. Het andere niveau $y = 1$ wordt bereikt als de proevers de smaak herkennen en correct benoemen (herkenningsdrempel). De betrekking $p = F(x)$ zou dan de volgende gedaante kunnen aannemen:

$$p_i = p_0 + (1-p_0)\int_{-\infty}^{\frac{\{\log(c_i)-\mu\}}{\sigma}} \frac{\exp(-t^2/2)}{\sqrt{2\pi}}\,dt \quad \text{, met } i = 1, \ldots n \text{ (n = aantal concentraties)}$$

en waarin:

p_0 = fractie benoemingen van bepaalde smaak bij gegeven demekwater

p_i = idem, bij gegeven smaakstof in concentratie c_i

μ = de concentratie behorend bij $(1+p_0)/2$

σ = een maatstaf voor de gevoeligheid van de keurders voor kleine smaakverschillen.

Uit de antwoorden van de 16 proefpersonen van experiment III werd door de Afdeling Wiskunde van de Landbouwhogeschool onderzocht of deze betrekking de resultaten veel slechter beschreef dan een 'model', waarbij geen enkele relatie bestaat tussen p_0 t/m p_7 onderling. Daar dit niet het geval bleek te zijn, bestond er geen bezwaar tegen de toepassing van bovenstaande betrekking. Met behulp van de methode van de grootste aannemelijkheid (eng. maximum likelyhood) werden daaruit de parameters $\hat{p}_0$, $\hat{\mu}$ en $\hat{\sigma}$ geschat. De individuele schattingen zijn weergegeven in tabel 28.

Voert men de geschatte parameters in de besproken betrekking voor $p = F(x)$ in, dan kunnen de bijbehorende curves aan de hand van de uitkomsten worden geschetst. De uitkomsten voor concentraties 0, $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2,....., 8 zijn vermeld in bijlage 8. Voor panel als geheel zijn de resultaten samengevat in de figurend 13 t/m 16.

Evenals in 4.2.2. wordt ook hier een volgorde in afnemende gevoeligheid aangetroffen: kininesulfaat > citroenzuur > NaCl > sacharose, tenminste wanneer men als maatstaf voor de gevoeligheid de concentratie hanteert.

Individueel beschouwd treffen ons de grote verschillen tussen de proefpersonen.

a. wat betreft de fractie goede benoemingen als gevolg daarvan, dat zij aan demekwater ten onrechte een bepaalde smaak toekennen. (p_0)
b. wat betreft de concentratie, waarbij in 50% van de gevallen een zuiver smaakeffekt zich voordoet (μ-punt)
c. wat betreft het vermogen om kleine smaakverschillen te constateren (de steilte van de curve, uitgedrukt als σ)

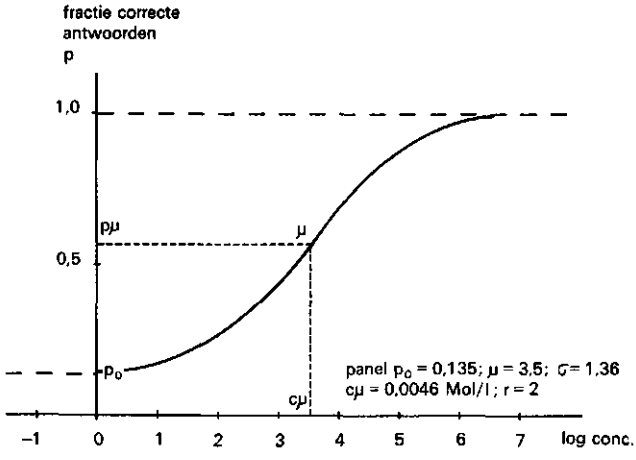

FIG. 13. Fractie correcte antwoorden als functie van de logarithme uit de concentraties sacharose.

TABEL 28. *Parameters en DW_{50} per proefpersoon voor de 4 primaire smaken.*

	sacharose				keukenzout			
ppn	$\hat{p}_0$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	DW_{50} $\times 10^{-4}$M/l	$\hat{p}_0$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	DW_{50} $\times 10^{-4}$M/l
1	0,043	2,594	2,783	24	0,064	3,257	1,011	38
2	0,202	2,073	1,556	17	0,078	3,481	1,333	45
3	0,077	3,582	0,892	47	0,171	2,025	0,815	16
4	0,079	3,143	1,161	35	0,056	3,176	0,605	36
5	0,108	3,337	0,659	40	0,0	2,448	1,398	22
6	0,268	3,642	0,638	50	0,0	1,324	2,445	10
7	0,115	3,316	1,145	40	0,048	5,175	0,693	144
8	0,073	3,833	1,041	56	0,176	2,941	1,214	31
9	0,112	3,389	0,951	42	0,132	2,572	1,326	24
10	0,115	1,492	3,192	11	0,048	3,975	1,626	63
11	0,014	5,106	0,232	138	0,0	3,245	0,854	38
12	0,205	4,665	0,411	101	0,053	2,606	1,133	24
13	0,139	3,904	1,455	60	0,023	2,703	1,045	26
14	0,114	3,189	1,177	86	0,071	3,381	0,852	42
15	0,291	4,009	0,933	64	0,106	4,203	1,573	74
16	0,177	3,642	1,150	50	0,0	1,315	1,289	10
gem.	0,135	3,523	1,364	46	0,064	3,023	1,522	32
	citroenzuur				kininesulfaat			
ppn	$\hat{p}_0$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	DW_{50} $\times 10^{-5}$M/l	$\hat{p}_0$	$\hat{\mu}$	$\hat{\sigma}$	DW_{50} $\times 10^{-8}$M/l
1	0,010	2,819	1,711	18	0,122	2,657	1,265	114
2	0,042	0,665	0,913	4	0,052	1,435	2,424	74
3	0,074	1,482	1,043	7	0,211	3,324	1,858	143
4	0,291	2,579	1,309	14	0,232	5,093	0,868	264
5	0,019	2,270	0,507	12	0,136	4,866	4,880	244
6	0,0	1,317	1,315	6	0,239	–1,791	3,553	24
7	0,125	1,844	1,264	9	0,303	0,870	1,628	66
8	0,146	0,498	1,504	4	0,215	4,776	2,896	237
9	0,260	4,764	1,118	68	0,337	5,236	1,518	278
10	0,108	2,897	0,865	19	0,151	4,708	1,473	231
11	0,020	1,930	1,006	10	0,594	–0,157	2,333	43
12	0,083	0,732	1,092	4	0,229	–0,068	4,045	44
13	0,106	1,447	1,287	7	0,137	1,177	1,435	68
14	0,116	1,988	1,478	10	0,178	1,471	2,152	75
15	0,080	2,559	1,215	14	0,063	1,373	2,072	73
16	0,073	1,516	0,971	7	0,085	2,807	2,672	120
gem.	0,096	1,863	1,635	9	0,204	2,473	2,949	107

Een en ander wordt toegelicht met behulp van figuur 17, waarin voor proefpersonen 10 en 11 de individuele uitkomsten voor sacharose zijn weergegeven. Proefpersoon 10 blijkt een zeer langzaam stijgende responscurve te hebben met een vrij lage μ-concentratie, terwijl proefpersoon 11 een zeer steile responscurve heeft, evenwel meet een hoge μ-concentratie.

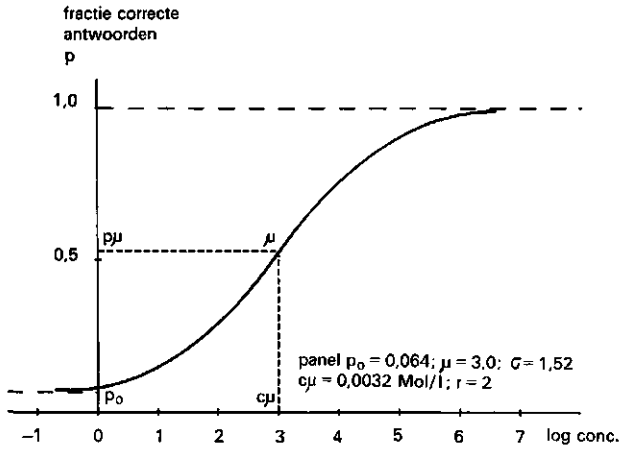

FIG. 14. Fractie correcte antwoorden als functie van de logarithme uit de concentraties natriumchloride.

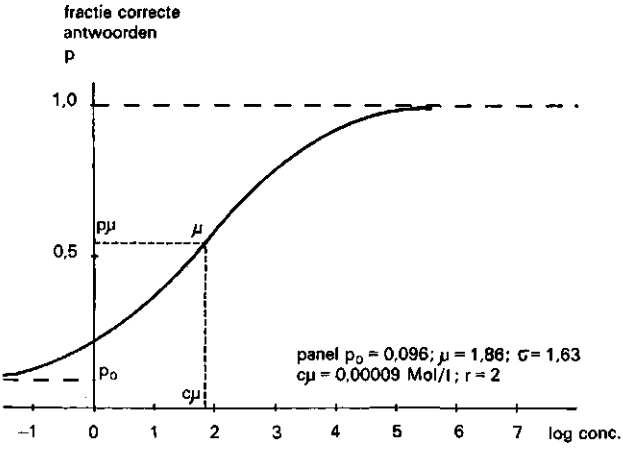

FIG. 15. Fractie correcte antwoorden als functie van de logarithme uit de concentraties citroenzuur.

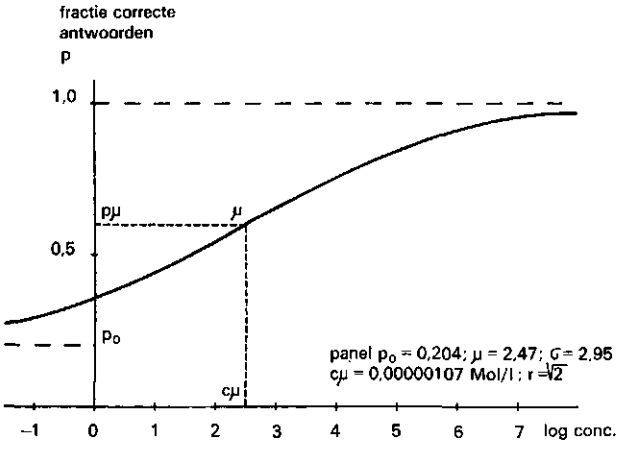

FIG. 16. Fractie correcte antwoorden als functie van de logarithme uit de concentraties kininesulfaat.

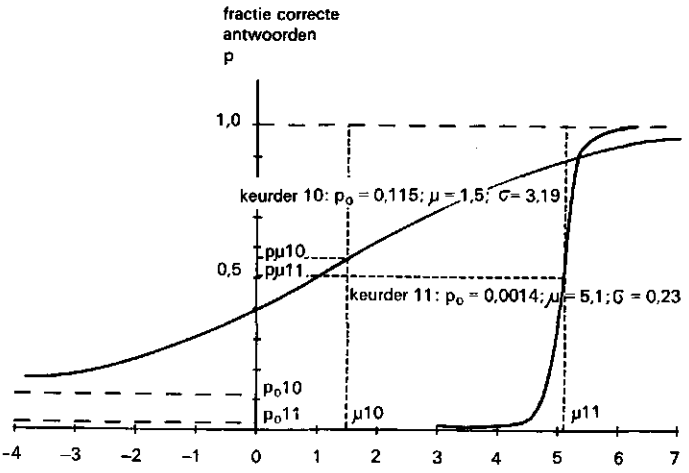

FIG. 17. Vergelijking van twee keurders voor sacharose.

Stelt men de vraag welke van de twee keurders nu het best in een panel opgenomen kunnen worden, dan dient men zich goed het doel van dit panel te realiseren.

Betreft het een panel dat de eventuele aanwezigheid van sacharose in bepaalde oplossingen moet kunnen constateren, dan is proever 10 daarvoor het meest geschikt. Hij blijkt een concentratie van 0,0011 Mol/l reeds in 50 % van de gevallen te kunnen onderscheiden van water. Keurder 11 is daar pas toe in staat, indien de concentratie 0,0138 Mol/l bedraagt.

Weet men van te voren, dat het gaan zal om concentraties tussen 0,0011 en 0,0138 molair, dan is proever 11 daartoe ongeschikt. Gaat het om suikerconcentraties boven bijv. 0,015 Mol/l, dan zijn beide keurders even bruikbaar. Keurder 11 geniet tenslotte de voorkeur boven keurder 10, indien het gaat om het waarnemen van zeer geringe verschillen in suikergehalte binnen het trajekt van 0,01 tot 0,02 molair.

Resultaten van een panel als geheel zijn in dit kader slechts van geringe betekenis. Zij zijn slechts van belang indien men geïnformeerd wil worden over de orde van grootte van te proeven verschillen.

Overweegt men tot de samenstelling van een panel te komen, dan zal op grond van het voorafgaande duidelijk zijn, dat in die voorbereidingsperiode enkele fasen zijn te onderscheiden:

1e. Een zo exact mogelijke definiëring van het doel en de taak van het panel.

Daarbij moet men zich o.a. afvragen of het zal gaan om de constatering van een enkelvoudige smaak, dan wel om een meer complexe smaak. In het laatste geval zal een selectie op meerdere primaire smaken moeten plaatsvinden.

2e. De aspirant-keurders worden vervolgens zo uitvoerig mogelijk ingelicht omtrent de selectieprocedure, de aard van de keuringen, de training, de frekwentie waarmee gekeurd zal worden, de tijd die een en ander in beslag zal ne-

men etc. Een relatief groot aantal keurders zal blijken niet aan deze voorwaarden te kunnen voldoen, en zal zich dan verontschuldigen.

3e. De overblijvende keurders worden hierna aan een training onderworpen.

Het verdient aanbeveling in deze trainingsperiode zoveel mogelijk dezelfde methoden van keuring toe te passen als welke men tijdens de eigenlijke experimenten wil toepassen. De trainingsperiode dient bij voorkeur niet minder dan 4 of 5 zittingen te omvatten. De trainingsprocedure kan dan meestal als vanzelf overgaan in de eigenlijke selectieprocedure.

4.4. Incorrecte antwoorden

In het schema van aanbieding (bijlage 3) komt per proever het demekwater 96× voor en elk der smaaktsoffen 84 maal. In paragraaf 4.2.4. is besproken, dat de keurders bij een foutieve benoeming van demekwater een bepaald patroon van incorrecte antwoorden plegen te geven. Dit patroon is beschreven aan het slot van genoemde paragraaf. De vraag kan nu gesteld worden of een dergelijk patroon ook bij de foutieve antwoorden van elk der smaakstoffen optreedt. Beschouwingen over het verloop van de *goede* antwoorden in relatie tot de ervaring en tot de concentratie zijn gegeven in paragrafen 4.3.1. t/m 4.3.3.

Een telling van de goede en de foutieve antwoorden per smaakstof over het hele panel levert tabel 29, en uitgedrukt als percentage van het verstrekte aantal monsters, tabel 30.

Tabel 29. *Correcte en incorrecte antwoorden bij gegeven smaakstoffen en demekwater in absolute aantallen.*

	respons				
smaakstof	A	B	C	D	E
A (sacharose)	**853**	53	45	152	241
B (NaCl)	84	**886**	63	96	215
C (citroenzuur)	60	27	**1077**	100	80
D (kin.sulfaat)	64	28	61	**984**	207
E (demekwater)	192	100	149	312	**783**

Tabel 30. *Correcte en incorrecte antwoorden bij gegeven smaakstoffen en demekwater in procenten.*

	respons				
smaakstof	A	B	C	D	E
A (sacharose)	**63,5**	3,9	3,3	11,3	17,9
B (NaCl)	6,2	**65,9**	4,7	7,1	16,0
C (citroenzuur)	4,5	2,0	**80,1**	7,4	6,0
D (kin.sulfaat)	4,8	2,1	4,5	**73,1**	15,4
E (demekwater)	12,5	6,5	9,7	20,3	**51,0**

De aantallen correcte antwoorden, resp. percentages bij een gegeven smaakstof zijn in de tabellen vet gedrukt, de incorrecte normaal. Behalve bij het demekwater (E) zijn de correcte antwoorden steeds significant groter dan de incorrecte. Inclusief die voor demekwater variëren de percentages van 51,0 tot 80,1 %. De gekozen concentraties voor citroenzuur (C) zijn in vergelijking met die van sacharose (A) en NaCl (B) aan de hoge kant geweest; een verschijnsel, dat overigens ook al had kunnen blijken uit de waarnemingen van tabel 18 en uit de vergelijking van figuren 5, 6, en 7.

Opvallend is verder dat de foutieve antwoorden bij een smaakstof, evenals bij de onjuiste antwoorden bij het demekwater een bepaald patroon vertonen. Bij deze antwoorden komen relatief weinig stemmen voor op de smaken B en C, en relatief veel op A en D.

Evenals bij het demekwater (zie 4.2.4.) is het interessant na te gaan of, en zo ja, in hoeverre de verdelingen van de onjuiste benoemingen beïnvloed worden door de kwaliteit van de proevers. Bovendien is het denkbaar, dat deze verdelingen beïnvloed worden door de aard van de aangeboden smaakstof. Het is bijvoorbeeld bekend, dat zwakke concentraties van bepaalde zouten van smaak veranderen bij verandering van de concentratie. Dit verschijnsel is reeds in 1919 beschreven door RENQVIST en herhaald door RICHTER en MACLEAN in 1939 en door MEISELMAN en DZENDOLET in 1967. Zij vonden bijv. dat NaCl in een concentratie van 0,009 Mol/l smakeloos was, maar zoet smaakte bij concentraties van 0,01–0,03. Bij nog hogere concentraties werd het tenslotte als zout smakend waargenomen.

4.4.1. *Nadere analyse*

Om deze redenen werden de verdelingen van de per smaakstof gegeven onjuiste antwoorden nader geanalyseerd. Deze analyse gebeurde door steeds de frekwenties van twee foutieve benoemingen op significantie te onderzoeken. Dit per tweetal benamingen uitgevoerde onderzoek geschiedde evenals in 4.2.4. met behulp van de 'Wilcoxon matched pair signed rank test' (SIEGEL 1956), voor steeds 2 categorieën proevers.

a) voor de 8 keurders met het minste aantal foutieve antwoorden bij de gegeven smaakstof ('relatief goede proevers' van de smaakstof) en
b) voor de 8 keurders met het grootste aantal foutieve antwoorden bij de gegeven smaakstof ('relatief slechte proevers' van de smaakstof)

Bovendien werd het onderzoek uitgevoerd voor beide categorieën tezamen (= gehele panel). Het onderzoek naar de verschillen in de frekwenties van steeds twee incorrecte benamingen is bij 5 smaakstoffen slechts mogelijk bij die 3 daarvan, die in dat betreffende geval niet worden verstrekt. Zo kan het verschil in frekwentie tussen de foutieve antwoorden op A en B slechts onderzocht worden wanneer C, D en E zijn verstrekt. Onder de andere condities zijn de gegeven antwoorden A, resp. B immers correct.

De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in tabellen 31 t/m 34. Omdat de vergelijkingen van de frekwenties van de foutieve antwoorden bij gegeven demekwater (conditie E) reeds besproken is in 4.2.4. zijn de resultaten van

TABEL 31. *Aard van de verschillen in foutieve antwoorden onder conditie A.*

paren:	B–C	B–D	B–E	C–D	C–E	D–E
'goede' keurders	n.s.	n.s.	z.s(E>B)	n.s.	z.s(E>C)	n.s.
'slechte' keurders	n.s.	z.s(D>B)	z.s(E>B)	z.s(D>C)	z.s(E>C)	n.s.
gehele panel	n.s.	z.s(D>B)	z.s(E>B)	z.s(D>C)	z.s(E>C)	s(E>B)

TABEL 32. *Aard van de verschillen in foutieve antwoorden onder conditie B.*

paren:	A–C	A–D	A–E	C–D	C–E	D–E
'goede' keurders	n.s.	?	s.(E>A)	n.s.	s.(E>C)	s.(E>D)
'slechte' keurders	n.s.	n.s.	z.s(E>A)	n.s.	s.(E>C)	n.s.
gehele panel	n.s.	n.s.	z.s(E>A)	n.s.	z.s(E>C)	z.s(E>D)

TABEL 33. *Aard van de verschillen in foutieve antwoorden onder conditie C.*

paren:	A–B	A–D	A–E	B–D	B–E	D–E
'goede' keurders	n.s.	n.s.	n.s.	s(D>B)	n.s.	n.s.
'slechte' keurders	n.s.	n.s.	n.s.	z.s(D>B)	n.s.	n.s.
gehele panel	s.(A>B)	n.s.	n.s.	z.s(D>B)	z.s(E>B)	n.s.

TABEL 34. *Aard van de verschillen in foutieve antwoorden onder conditie D.*

paren:	A–B	A–C	A–E	B–C	B–E	C–E
'goede' keurders	s.(A>B)	n.s.	s.(E>A)	n.s.	s.(E>B)	z.s(E>C)
'slechte' keurders	n.s.	n.s.	s.(E>A)	n.s.	z.s(E>B)	z.s(E>C)
gehele panel	s.(A>B)	n.s.	z.s(E>A)	s.(C>B)	z.s(E>B)	z.s(E>C)

dat onderzoek niet in de tabellen opgenomen. In de tabellen geldt steeds n.s.= niet significant, s = significant ($p \leqslant 0{,}05$) en z.s.= zeer significant. $p \leqslant 0{,}01$

De tabellen geven aan in welke mate de frekwenties van de onjuiste antwoorden onderling verschilden.

Uit tabel 30 kan men bijv. aflezen, dat de frekwenties van de ten onrechte aan sacharose (= smaakstof A) gegeven namen 'zout'(B) en 'zuur'(C) onderling niet significant verschilden, en dat de frekwenties van de ten onrechte toegekende benamingen B (zout) en D (bitter), voor de keurders die weinig fouten maak-

ten in het herkennen van sacharose (de zg.'goede keurders' onder conditie A) evenmin significant van elkaar verschilden.

Bij de keurders, die relatief veel fouten maakten in het herkennen van sacharose (de zg.'slechte keurders' onder conditie A) was de frekwentie waarmee de zoete smaak van sacharose werd verward met een bittere smaak, significant hoger dan die, waarmee de zoete smaak verward werd met een zoute.

4.4.2. *Paarsgewijze vergelijking van de frekwenties der onjuiste antwoorden*

Een bespreking van de verschillende paren van frekwenties onder de bestudeerde condities is hier op zijn plaats.

1. Het paar A-B.

Dit is bestudeerd onder de condities C en D. Uit de tabellen 28 en 29 blijkt, dat de keurders wanneer ze het verstrekte citroenzuur of het gegeven kininesulfaat niet kunnen proeven, frekwenter geneigd zijn deze stoffen te verwarren met zoet dan met zout. Bij de relatief goede bitterproevers (de 'goede keurders' onder conditie D van tabel 33) zijn de frekwenties van de onjuiste antwoorden op A en B statistisch significant verschillend ($p \leqslant 0{,}05$). In dit opzicht gedragen deze keurders zich practisch gelijk aan de relatief goede proevers van demekwater, ofschoon deze tot een statistisch *zeer* significant verschil ($p \leqslant 0{,}01$) in frekwentie deden concluderen. De verschillen tussen deze twee groepen proevers zijn dus in dit opzicht zeer gering. Van grotere betekenis zijn de verschillen t.o.v. de goede keurders onder conditie C, aangezien bij deze laatsten niet tot een significant verschil in frekwentie kon worden geconcludeerd.

2. Het paar A-C.

Dit paar is bestudeerd onder de condities B en D. De in tabellen 28 en 29 aangegeven verschillen tussen A en C berusten grotendeels op toeval, en zijn statistisch niet significant. De keurders van zout en bitter blijken dus net zo goed als de goede proevers van demekwater, de neiging te bezitten om de verstrekte smaak frekwenter te verwarren met zoet dan met zuur. Zwakke NaCl-oplossingen zouden overigens volgens de literatuur enigszins zoet behoren te smaken (SKRAMLIK, 1921); een verschijnsel dat onder onze methode van uitvoering niet geverifiëerd kon worden.

3. Het paar A-D.

Evenmin als bij demekwater is er sprake van een significant verschil in frekwentie tussen de ten onrechte toegekende benamingen zoet en bitter, al dient hierbij te worden opgemerkt, dat een statistische berekening van dit verschil voor de goede keurders onder conditie B niet mogelijk was, wegens een te beperkt aantal gegevens voor het uitvoeren van de 'Wilcoxon matched pair signed rank test'.

4. Het paar A-E.

Vergelijkt men onder de condities B, C en D de frekwenties van de ten on-

rechte als zoet en demekwater ervaren monsters, dan blijkt dat onder de condities B en D de benaming 'demekwater' (E) zeer significant vaker voorkomt dan de benaming 'zoet' (A), terwijl onder de conditie C van een significant verschil in frekwentie geen sprake is.

Een verklaring voor dat verschil in reactie van de keurders ligt vermoedelijk hierin, dat onder conditie C een verwarring met B en D mogelijk is, terwijl dit uiteraard uitgesloten is bij het bestuderen van de foutieve responsen die gegeven zijn onder condities B of D zelf. Bovendien blijkt bij bestudering van het aanbiedingsschema (bijlage 3), dat in de reeksen 1 en 9 geen bitter is aangeboden en twee maal een concentratie zuur. Indien de proevers bij een bepaald monster twijfelden over de smaak is het logisch dat zij frekwenter de naam 'bitter' eraan hechtten dan de naam 'demekwater', vooral indien er al een monster als 'demekwater' was aangegeven.

Tenslotte is het aantal foutieve antwoorden onder conditie C aanzienlijk kleiner dan onder condities B en D. Het aantal waarnemingen waarop de uitspraak over de foute antwoorden van conditie C berust, bedraagt 140, terwijl voor condities B en D de uitspraak gebaseerd is op resp. 299 en 271 foutieve antwoorden. De voor condities B en D gedane uitspraak, zal om deze redenen in principe dus ook gelden t.a.v. conditie C.

5. Het paar B-C.

In het algemeen geldt, dat de ten onrechte toegekende benamingen 'zout' en 'zuur' sterk in het minimum verkeren in vergelijking tot de ten onrechte toegekende benamingen 'zoet' en 'bitter'. Zout en zuur zijn blijkbaar dusdanig bekende smaakervaringen, dat slechts zelden een andere smaakstof ermee verward wordt. Verwart men de aangeboden smaakstoffen toch met één van deze beide, dan blijkt er geen significant verschil te bestaan tussen de frekwenties, waarmee dat gebeurt. Slechts onder conditie D is er sprake van een significant verschil tussen de frekwenties van beide, en wel ten gunste van die van zuur. Zwak bittere concentraties worden blijkbaar als enigszins zuur ervaren.

6. Het paar B-D.

De frekwenties waarmee 'zout' en 'bitter' als foutieve benamingen na het verstrekken van citroenzuur of sacharose voorkomen vertonen een duidelijker patroon: Wanneer de proever een zure of een zoete oplossing krijgt aangeboden en hij deze niet kan benoemen, dan blijkt hij zeer significant frekwenter geneigd aan het monster een bittere smaak toe te kennen dan een zoute. Dit verschijnsel deed zich ook voor bij de foutieve antwoorden bij het verstrekken van demekwater. Ook hier blijkt dat de zoute smaak blijkbaar zo goed bekend is, dat een andere smaakstof er zelden mee wordt verward. Bovendien smaken het demekwater en vermoedelijk ook zwakke oplossingen van zoet en zuur, waarschijnlijk enigszins bitter.

7. Het paar B-E.

Onder de condities A, C en D blijken de foutieve antwoorden op E zeer signi-

ficant frekwenter voor te komen dan die op B. Evenals hierboven wijzen ook deze uitkomsten erop, dat een niet-zoute smaakstof slechts zelden verward wordt met zout.

8. Het paar C-D.

Dit paar kon onderzocht worden onder de condities A, B en E. Omdat aan het panel blijkbaar de zure smaak goed bekend is, verwachtten we dat de frekwentie waarmee aan de verstrekte oplossingen ten onrechte een bittere smaak wordt toegekend, hoger zou zijn dan de frekwentie van zuur. Dit is dan ook onder de condities A en E zeer significant het geval. Onder de conditie B is de tendens wel aanwezig, maar statistisch is ze niet significant.

Dit hangt waarschijnlijk daarmee samen, dat in het aanbiedingsschema series voorkomen, waarin het voor de keurders onwaarschijnlijk is om eerder het zout te verwarren met bitter dan met zuur: De concentratie B2 wordt nl. in series 4 en 6 aangeboden samen met D7 + D3 +C6, resp. met D4 + C3. In deze gevallen is het denkbaar, dat de keurders wat minder de neiging hebben om ten onrechte aan B2 de naam 'bitter' toe te kennen.

9. Het paar C-E.

Om dezelfde reden als hierboven was het te verwachten, dat de frekwentie waarmee ten onrechte een zure smaak aan een niet-zuur monster werd toegekend geringer zou zijn dan de frekwentie waarmee ten onrechte de naam 'demekwater' aan een monster met een smaakstof werd gegeven. De verschillen in frekwentie van de onjuiste antwoorden op E, in vergelijking met die van C, blijken dan ook onder de condities A, B en D zeer significant aanwezig.

10. Het paar D-E.

Een verschil tussen de frekwenties van D en E is weinig waarschijnlijk, vooral omdat we uit 4.2.4. reeds weten, dat het gedemineraliseerde water gemakkelijk met bitter wordt verward.

Dat toch onder de condities A en B een significant verschil tussen D en E zich voordoet, is waarschijnlijk een gevolg daarvan, dat de 'goede keurders' als zij een smaak niet kunnen herkennen minder de neiging hebben te gaan gokken, en eerder zullen toegeven, dat zij niets proeven. Zij zullen minder bezwaren hebben om in dat geval de benaming 'demekwater' toe te kennen. De verhouding foutief (E) : foutief (D) is dan ook in het basismateriaal aanzienlijk groter voor de goede proevers dan voor de slechte. Dit geldt in ieder geval voor de condities A en B. Voor de conditie C is die verhouding ongeveer 1.

4.4.3. *Algemene lijnen: oorzaken van verstoringen*

In de bespreking van de frekwenties waarmee de onjuiste antwoorden voorkomen is herhaaldelijk erop gewezen, dat de bekendheid met bepaalde smaken van invloed is op de benamingen, die ten onrechte aan sommige van de verstrekte monsters worden toegekend. Uit de verschillen in frekwentieverdelingen van tabel 28 valt af te leiden, dat de keurders in het algemeen het minste geneigd

zijn een smaakstof te verwarren met zout of zuur en het meest met demekwater of bitter. Het is aannemelijk dat hier de mate van bekendheid met de primaire smaken een rol speelt. De volgorde van afnemende bekendheid, die door alle antwoorden lijkt heen te werken is: zout > zuur > zoet > bitter > demekwater.

Dat de verschillen tussen de verschillende leden van deze reeks niet altijd even duidelijk tot uiting komen wordt o.a. beïnvloed door: a) de aard van het aanbiedingsschema en b) de kwaliteit van de proevers.

De invloed van het aanbiedingsschema op de aantallen en de aard van de juiste antwoorden is reeds ter sprake gebracht in 4.2.2. Dezelfde argumenten zijn ook van toepassing voor een verklaring van een afwijking in de foutieve antwoorden.

Wat betreft de 'kwaliteit 'van de proevers kan geconcludeerd worden, dat alle proevers tezamen genomen wanneer zij een smaakstof niet kunnen herkennen aan het onbekende monster het meest frekwent de benaming 'demekwater' toekennen, gevolgd door de kwalificatie 'bitter'. De frekwentie waarmee dit gebeurt ligt t.a.v. de benaming 'bitter' lager bij de goede keurders dan bij de slechte. Duidelijker komt het verschil tussen goede en slechte keurders echter tot uiting bij de ten onrechte toegekende benamingen zoet en zuur. De betere keurders maken een zeer duidelijk onderscheid tussen deze primaire smaken, en noemen een niet-zoete of niet-zure oplossing veel frekwenter zoet dan zuur, terwijl de slechtere keurders deze monsters praktisch even vaak zoet als zuur kwalificeren. De frekwenties waarmee de niet-zoute oplossingen als zout worden aangeduid verschillen daarentegen weer niet tussen beide categorieën.

4.4.4. *Praktische consequenties*

Voor de praktijk van de selectie van panelleden biedt het bovenstaande ons een tweede selectiecriterium: Wanneer bijvoorbeeld een panel geselecteerd moet worden op bitter-gevoeligheid dan bepaalt men eerst de gevoeligheid voor bitter en bestudeert daarna in de onjuiste antwoorden hoe het gesteld is met de frekwentieverdeling van zoet en zuur. Een keurder met een gering verschil in frekwentie van zoet en zuur is dan van minder betekenis voor het panel, dan een keurder met een groot verschil.

Een zodanige handelwijze is ook mogelijk na een eerste selectie op de gevoeligheid voor zout.

Voor een selectie op niet-bittere smaken is bovendien in het algemeen ook de frekwentie, waarmee ten onrechte bitter wordt genoemd een criterium: goede proevers kwalificeren zo'n vloeistof nl. minder frekwent als bitter dan de slechte.

5. KLEURINVLOEDEN

5.1. LITERATUURGEGEVENS

In hoofdstuk 1 is ondermeer een overzicht gegeven van het grote aantal faktoren dat een rol vervult bij de acceptatie en verwerping van het voedsel. Het bleek, dat dat grote aantal was samen te vatten in een drietal categorieën, omdat de faktoren plegen samen te hangen met:

a) de omgeving
b) de eigenschappen en ervaringen van het individu, en
c) de aard van het voedsel.

Daar het bij het sensorisch onderzoek o.m. gaat om de wisselwerking tussen deze categorieën en de resultante daarvan, werd in aansluiting op het voorgaande een milieufaktor onderzocht, waar deze wisselwerking tot uiting kan komen, te weten de kleur van het toegepaste licht.

Voorondersteld werd nl. dat enerzijds door variaties in de kleur van het toegepaste licht dit via het voedsel zijn invloed zou doen gelden op het individu, en anderzijds via een associatieve werking op het individu, indirect de organoleptische eigenschappen van het voedsel zou modificeren. Bovendien zijn er aanwijzingen in de literatuur (LASSCHE c.s., 1962; BIRREN, 1963; PANGBORN c.s., 1960, 1963; GREGSON, 1964) dat het omringende licht een effect zou kunnen hebben op bijv. het concentratievermogen en het prestatievermogen van de individu. In de kleurenpsychologie kent men activerende en rustgevende kleuren (bijv. rood, resp. blauw).

Bovenstaande argumenten voor het onderzoek van een eventueel effect van het omringende licht zijn ontleend aan de psychologie en de fysiologie. Maar ook de voedingsmiddelenindustrie heeft veel belangstelling voor het licht- en kleurvraagstuk en maakt van de reeds opgedane ervaringen frekwent gebruik. Snoepjes met frambozensmaak worden rood gekleurd en die met een sinaasappelsmaak geel.

In dit verband kunnen ook onze eigen proeven worden vermeld, waarbij wij rode bessensap lieten proeven onder resp. geel Na-licht, blauwachtig kwiklicht en onder daglicht-TL. De proevers werd gevraagd om het soort vruchtensap te benoemen. Hierbij werden de volgende resultaten verkregen, uitgedrukt als percentage van het totaal aantal gegeven antwoorden (tabel 35).

Uit deze tabel blijkt, dat bij een afwijkende kleur van het licht het moeilijker wordt het sap te herkennen. Dit is o.i. een gevolg daarvan, dat het sap t.g.v. de lichtkleur een afwijkende eigen kleur krijgt en daardoor minder gemakkelijk als rode bessensap herkenbaar wordt.

Hoewel men algemeen gelooft, dat er een relatie bestaat tussen kleur en smaak, bestaan er zeer weinig publicaties over de aard van deze relatie.

Het eerste Nederlandse onderzoek over de invloed van de kleur van het licht op de smaak en reuk van keurders is destijds onder leiding van DEN HARTOG

TABEL 35. *Benoeming van rode bessensap onder diverse kleuren kunstlicht (in %).*

	blauw Hg	geel Na	wit TL
rode bessensap	53	55	64
zwarte bessensap	33	28,5	26
citroensap	3	6	7
sinaasappelsap	4,5	8	3
tomatensap	0,5	0,5	–
onbekend	6	2	–

door LASSCHE en WEITS (1962) uitgevoerd. Uit dit onderzoek bleek, dat voor koolraap, savooie kool en voor abrikozenmoes de geurwaarnemingen onder Na-, resp. Hg-licht met gunstiger resultaat verliepen dan onder 'normale' verlichting. De smaakwaarnemingen vertoonden dezelfde tendens, maar minder duidelijk. Bij deze beoordelingen gaven de smaakwaarnemingen onder normale, schaarse en Na-verlichting eenzelfde resultaat. De beoordeling onder kwiklicht bleek hier duidelijk minder nauwkeurig. Toen in een experiment ook boullion werd betrokken, werden grotendeels dezelfde verschijnselen waargenomen. Bij het proeven onder Hg-licht bleek de boullion echter een lagere beoordeling te verkrijgen. De minder aangename kleur van bouillon onder kwikverlichting zou hiervan de oorzaak kunnen zijn.

Een jaar later verscheen een publicatie van FABER BIRREN, waarin deze 'kleurenspecialist' een kleuren waarderingskaart weergeeft, waaruit zou blijken, dat bepaalde kleuren de eetlust opwekken en andere de eetlust zouden remmen. Het artikel handelt over kleuren, die toegevoegd worden aan het voedingsmiddel zelf. Zo vermeldt de schrijver dat het oranjekleuren van de sinaasappelschil het sinaasappelsap schijnbaar zoeter doet smaken dan het niet bijkleuren van de schil. Ook stelt hij vast, dat 'pink is sweet and also lilac' en dat 'appetite is better aroused under a pinkish or orange light than under green, blue and violet'. Volgens BIRREN is dit zelfs onderzocht en bewezen. Persoonlijk zet ik hier een vraagteken, omdat voor zover mij bekend, dergelijke experimenten in de literatuur nooit zijn beschreven en BIRREN mijzelf, desgevraagd, antwoordde, dat hij 'studied the matter of color and food in none-too-scientific terms' en dat 'such observations are largely empirical, so intelligent research is indicated'.

Belangrijker zijn de publicaties van PANGBORN (1960) en van PANGBORN et al (1963 a, b). In de eerstgenoemde publicatie werd m.b.v. de methode van paarsgewijze vergelijking (zie AMERINE, PANGBORN and ROESSLER, 1965; KOUWENHOVEN, 1970) het effect onderzocht van het kleuren van voedingsmiddelen op de zoetheid en het aroma van verschillende waterige oplossingen en van bepaalde verdunningen van perennectar. Het aantal juiste responsen, dat door de proefpersonen werd uitgebracht bij het identificeren van sacharoseoplossingen, werd niet beinvloed door de oplossingen groen te kleuren. Evenmin was dat het geval bij het identificeren van pepermuntsmaak bevattende oplossingen. Ongetrainde panels hadden een lichte neiging een grotere zoetheid toe te schrijven en een sterker aroma aan oranje en roodgekleurde oplossingen van

een abrikozen- of kersensmaak, vooral wanneer de verschillen in suikergehalte nihil of zeer klein waren. Als een rode verlichting werd toegepast om kleurverschillen tussen de monsters te maskeren, bleken de ongetrainde keurders meer accuraat, terwijl de sterk getrainde proevers blijkbaar in de war gebracht werden en zich minder accuraat betoonden. Kleuring met rood, groen of geel van reukloze zoete oplossingen beïnvloedde niet de uitkomsten van een verschiltest. Bij perennectar was er een sterke neiging om de groen gekleurde monsters als het minst zoet aan te duiden. Waarschijnlijk wordt volgens de schrijfster de groene kleur geassocieerd met zuurheid of met het ontbreken van zoetheid. Bepaalden PANGBORN c.s. (1963) de mate van zoetheid ook in blauw gekleurde en kleurloze perennectaroplossingen, dan bleek dat het zoetste monster het meest frekwent correct werd geïdentificeerd indien de monsters ongekleurd waren. Tenslotte deden PANGBORN c.s. (1963) ook een reeks experimenten, waarin zij een witte tafelwijn een zodanige gele bruine, rose, rode en purperen kleur gaven, dat deze volmaakt geleken op een sauterne, een sherry, een rosé, een claret en een bourgogne. Gevraagd naar de mate van verschil in zoetheid tussen twee monsters, vertoonden de proefpersonen geen specifiek patroon in relatie tot de kleur. Het ervaren panel gaf alleen een aanzienlijk hoger percentage correcte antwoorden dan het onervaren panel.

Tenslotte onderzocht GREGSON (1964) de verschillen in smaakintensiteit welke een gevolg zouden zijn van variaties in intensiteit van het licht. Bij sommige proevers nam het waarnemingsvermogen voor de smaak toe bij grotere lichtsterkte, bij andere werd het kleiner. De gebruikte smaakstof was citroenzuur in concentraties van 0,00055, 0,00048 en 0,00040 M/l, dus ruimschoots boven de drempelwaarde.

Ofschoon deze artikelen erop wijzen dat variaties in kleur invloed plegen te hebben op de smaak van de produkten, bevestigen zo ook, dat een meer systematische, fundamentele studie van dit terrein zeer zinvol kan zijn.

5.2. KLEURINVLOEDEN BIJ EXPERIMENTENREEKS III

In de proeven van reeks III is stilzwijgend eraan voorbijgegaan, dat de proefopzet ook nog zodanig is geweest, dat een eventuele kleureninvloed zou zijn te bestuderen. De proeven zijn nl. uitgevoerd onder drie verschillende kleuren licht. Behalve de reeds eerder genoemde TL-buizen van daglichtkleur (kleur 55) waren nl. ook gebruikt Na-(gasontladings)buizen en kwikdamplampen, steeds in een derde deel van de 72 zittingen. Teneinde een mogelijk effekt van intensiteitsverschillen te elimineren (GREGSON, 1964) kon door afscherming van twee buizen van de witte TL-verlichting onder de 3 verschillende kleuren eenzelfde lichtintensiteit worden bereikt (ca 350 Lux). Ideaal zou zijn geweest, indien elk der verstrekte 6-tallen monsters per proever even vaak (bijv. 4×) onder elk der lichtkleuren zou zijn aangeboden. Het is te berekenen dat wanneer wij dat voor alle 6-tallen zouden doen het projekt dus 12 × 12 zestallen monsters zou omvatten. In totaal zou elke proever derhalve 144 maal aan een zitting moeten

deelnemen. Daar dit a priori niet uitvoerbaar lijkt wanneer men met vrijwilligers werkt, werd besloten het aantal zittingen tot de helft terug te brengen. Deze reductie van het aantal zittingen heeft de consequentie, dat het aantal malen dat een bepaald zestal monsters kan voorkomen slechts zes bedraagt. Zou men deze 6 zestallen gelijkmatig verdelen over de drie lichtkleuren, dan zou het aantal herhalingen per keurder te beperkt worden, daar het dan tot slechts 2 teruggebracht werd. Er werd daarom besloten voor enkele proevers toch 4 van deze zestallen onder dezelfde lichtkleur uit te voeren en de overige 2 onder een andere kleur. Bij een ander deel van de proevers kon dan het omgekeerde plaats vinden. Tenslotte werden ook van een aantal proevers de zestallen gelijkmatig verdeeld over de 3 verschillende kleuren. Wil een dergelijk incompleet schema volkomen uitgebalanceerd zijn, dan dient er een veelvoud van 9 keurders aan het experiment deel te nemen (zie tabel 36). De getallen geven het aantal herhalingen onder de betreffende lichtkleur weer.

TABEL 36. *Uitgebalanceerd incompleet aanbiedingsschema ter bestudering van de kleurinvloed voor een veelvoud van 9 personen.*

Wit	Geel	Blauw
4	2	–
2	4	–
4	–	2
2	–	4
–	4	2
–	2	4
2	2	2
2	2	2
2	2	2

In een dergelijk schema kunnen alle eventuele kleurinvloeden met elkaar vergeleken worden.

Daar bij het begin van de serie slechts 21 proevers ter beschikking stonden werd toen reeds besloten de experimenten van de onderste 2 regels te laten vervallen. Tijdens het verloop van de proeven gaven echter 5 van de keurders te kennen niet langer deel te kunnen of te willen nemen, zodat uiteindelijk slechts 16 keurders aan alle zittingen hebben deelgenomen. Een en ander resulteerde tenslotte in het aanbiedingsschema van tabel 37.

5.2.1. *Schatting van de kleurinvloeden (totale) panel*

Een eerste schatting van de eventuele kleurinvloed kan worden uitgevoerd aan de hand van de aantallen correcte en incorrecte antwoorden per smaak door deze te toetsen m.b.v. de χ^2-methode. We toetsen dan of de verdeling van de correcte en de incorrecte antwoorden voor de verschillende kleuren afwijkt van een verwachte 1:1:1 verdeling.

TABEL 37. *Aantal aanbiedingen per lichtkleur.*

smaken kleuren:	A	B	C	D	E	totaal
wit	480	384	448	480	512	2304
geel	448	448	448	448	512	2304
blauw	416	512	448	416	512	2304
totaal	1344	1344	1344	1344	1536	6912

TABEL 38. *Correcte en incorrecte benoemingen per lichtkleur.*

	A		B		C		D		E		totaal	
kleur	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.
wit	279	201	236	148	346	102	346	134	254	258	1461	843
geel	299	149	325	123	379	69	325	123	264	248	1592	721
blauw	275	141	325	187	352	96	313	103	265	247	1530	774
totaal	853	491	986	458	1077	267	984	360	783	753	4583	2329

TABEL 39. *Berekende χ_2^2 voor elk der smaakstoffen.*

smaak	A	B	C	D	E	totaal
χ_2^2	10,43**	13.75***	8,66*	1,03	0,58	16,67***

* $\alpha < 0{,}025$ ** $\alpha < 0{,}01$ *** $\alpha < 0{,}005$

TABEL 40. *Berekende χ_2^2-waarden voor telkens twee kleuren, per smaak.*

smaak	geel>wit	blauw>wit	geel>blauw
A	7,34***	6,15**	0,14
B	11,64****	0,31	9,01****
C	7,86***	0,23	5,42**
D	0,02	1,13	0,81
E	0,39	0,47	0,00
totaal	16,66****	4,54*	3,81

* $\alpha < 0{,}05$ ** $\alpha < 0{,}025$ *** $\alpha < 0{,}01$ **** $\alpha < 0{,}005$

Hiervoor is het noodzakelijk dat men het aantal correcte en incorrecte benoemingen per kleur kent. Een overzicht daarvan geeft tabel 38. Hierin is c. steeds het aantal correcte en ic. het aantal incorrecte antwoorden per lichtkleur.

De berekende χ_2^2 waarden voor elk der smaakstoffen en voor het totale panel is weergegeven in tabel 39. Ze wijzen er op, dat bij gedemineraliseerd water en bij bitter geen kleureffekt waarneembaar is. Bij het aanbieden van zuur, zoet en

zout bleek met een zekerheid van resp. 97,5, 99 en 99,5% wel een kleureffekt aanwezig. Voor het totaal van de smaken resulteerde dit eveneens in een kleureffekt met een zekerheid van 99,5%.

Voor steeds twee kleuren werden de χ_2^2-waarden van tabel 40 berekend.

Uit de tabel volgt dus dat t.o.v. het witte TL-licht het gele Na-licht tot een hoger aantal correcte antwoorden aanleiding geeft voor de smaken zoet, zout en zuur en het blauwachtige kwiklicht dit doet voor de smaak zoet. Voor de andere smaken wordt geen effekt van het kwiklicht geconstateerd.

Een vergelijking van het Na-licht met het Hg-licht leidt tot de conclusie, dat onder Na-licht ook bij zout en zuur het aantal correcte responsen significant hoger ligt dan onder kwiklicht.

Sommeert men alle correcte en incorrecte antwoorden dan blijkt ook in dat geval dat de antwoorden na proeven onder geel licht, resp. blauw licht, zeer significant, resp. significant hoger liggen dan onder wit licht. De vergelijking van geel met blauw valt in bijna 95% van de gevallen ten gunste van het Na-licht uit.

5.2.2. *Kleurinvloed op lage en hoge concentraties*

Nadat in paragraaf 5.2.1. geconstateerd is, dat o.i.v. een afwijkende kleur licht het aantal correcte benoemingen van bepaalde smaken stijgt, kan men zich afvragen of deze invloed zich in alle concentraties openbaart, of dat dit wellicht alleen maar gebeurt bij de lage concentraties. Het is denkbaar, dat de hoge concentraties reeds zo hoog zijn, dat nauwelijks meer sprake kan zijn van een merkbare verhoging van het aantal correcte antwoorden. Eveneens is het denkbaar, dat het lichteffekt zich vooral zal manifesteren in het steile gedeelte van de ogives, die de relatie tussen de concentratie en de respons weergeven. In het steile gedeelte blijken de proevers immers het meest gevoelig (althans voor kleine smaakverschillen) te zijn.

Om dit na te gaan werd het aantal correcte en incorrecte antwoorden van de drie laagste en de vier overblijvende concentraties afzonderlijk genoteerd en met de χ_2^2-toets op kleureffekten onderzocht. De resultaten van de tellingen zijn samengevat in tabellen 41a en b en die van het onderzoek naar de kleureffekten in tabel 42. De individuele χ_2^2-waarden zijn tenslotte vermeld in bijlage 9.

Uit tabel 42 blijkt dat het lichteffekt bij zoet zich vooral manifesteert in de hogere concentraties, bij zuur juist in de lagere en bij zout zowel in de lagere als in de hogere. Bij bitter doet zich helemaak geen lichteffekt voor.

TABEL 41a. *Correcte (c) en incorrecte (ic) antwoorden van de lagere concentraties, gesplitst naar de lichtkleuren.*

smaak / kleur:	A		B		C		D		totaal	
	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.
wit	61	163	54	138	100	92	120	104	335	497
geel	61	131	73	87	66	62	100	92	300	372
blauw	59	101	62	162	168	88	92	68	381	419

TABEL 41b. *Correcte (c) en incorrecte (ic.) antwoorden van de hogere concentraties, gesplitst naar de lichtkleuren.*

smaak / kleur	A		B		C		D		totaal	
	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.	c.	ic.
wit	218	38	182	10	246	10	226	30	872	88
geel	238	18	252	36	313	7	225	31	1028	92
blauw	216	40	263	25	184	8	221	35	884	108

TABEL 42. $\chi^2_{\frac{1}{2}}$*-waarden van het onderzoek naar de kleureffekten bij lagere en hogere concentraties.*

smaak	lage concentraties	hoge concentraties
A	4,04	10,57**
B	16,51***	7,53*
C	10,98***	1,98
D	1,07	0,50
totaal	9,07*	4,49

* = $\alpha < 0{,}025$ ** = $\alpha < 0{,}01$ *** = $\alpha < 0{,}005$

Een verklaring van deze verschijnselen is te geven door aan te nemen dat het lichteffekt het sterkst is op het steile gedeelte van de ogives; dat is immers ook het gedeelte waar de proevers het gevoeligst zijn voor kleine verschillen in concentratie. De plaats van het buigpunt, de μ-concentratie van tabel 28 zal derhalve bepalend zijn voor het trajekt waar het grootste lichteffekt verwacht kan worden. Bovendien zal de steilheid σ van de curve bepalend zijn voor de grootte van het effekt: bij een steilere curve, dus kleinere σ, zal het effekt duidelijker tot uiting komen dan bij een zeer langzaam stijgende.

Bij smaak A liggen de meeste individuele buigpunten volgens tabel 28 tussen concentraties 3 en 5. Het lichteffekt zal zich dus vooral manifesteren in het onderzochte trajekt van de hogere concentraties. Daar de individuele σ's betrekkelijk klein zijn (variërend van 0,64 tot 3,19 met een gemiddelde van $\sigma = 1{,}36$) is het lichteffekt ook redelijk groot.

Bij smaak B liggen de μ-concentraties in het trajekt tussen de concentraties 2 en 4. Een gevolg daarvan is, dat het lichteffekt merkbaar is zowel bij de lagere als bij de hogere concentraties. De lage waarden van de individuele σ's (variërend van 0,60 tot 2,44, met een gemiddelde van 1,52) geven aanleiding tot een hoge $\chi^2_{\frac{1}{2}}$-waarde.

Bij smaak C liggen praktisch alle individuele buigpunten in het trajekt tussen concentraties 1 en 3, en variëert de steilheid van $\sigma = 0{,}86$ tot $\sigma = 1{,}71$ (gem. 1,63). Het is dan ook logisch dat een redelijk sterk lichteffekt zich manifesteert in het trajekt van de lagere concentraties.

TABEL 43. *Schattingen van $\hat{p}_0$, $\hat{\mu}$ en $\hat{\sigma}$ per lichtkleur en per smaak.*

parameters	kleur	smaken			
		A	B	C	D
$\hat{p}_0$	wit	0,149	0,073	0,075	0,218
	geel	0,133	0,059	0,088	0,214
	blauw	0,122	0,062	0,126	0,180
$\hat{\mu}$	wit	3,68	3,14	1,95	2,75
	geel	3,48	2,87	1,87	2,61
	blauw	3,50	3,15	1,81	1,97
$\hat{\sigma}$	wit	1,32	1,57	1,71	2,82
	geel	1,41	1,45	1,45	2,74
	blauw	1,30	1,56	1,67	3,38

De smaak D tenslotte heeft een zo weinig steile curve (σ variërend van 0,87 tot 4,88, met een gemiddelde van 2,95) dat een eventueel lichteffekt a.h.w. wordt 'uitgesmeerd' over een breed trajekt van concentraties en dientengevolge onmerkbaar is.

Een indruk van de mate waarin de proefpersonen als gevolg van het lichteffekt in hun gevoeligheid veranderen, demonstreren de schattingen van de parameters $\hat{p}_0$, $\hat{\mu}$ en $\hat{\sigma}$ onder de verschillende lichtkleuren, welke in tabel 43 zijn weergegeven voor de verschillende smaken.

Uit de tabel blijkt dat de proevers t.g.v. de afwijkende lichtkleur in het algemeen een wat lagere μ-concentratie krijgen en in een aantal gevallen ook een lagere σ.

Het trajekt van spreiding van de correcte antwoorden verschuift dus meestal naar de lagere concentraties en wordt in enkele gevallen ook wat korter; m.a.w. de proevers worden wat gevoeliger.

Dit blijkt bovendien uit de effekten van de lichtkleuren op de $\hat{p}_0$-waarden. Hoe lager deze waarden, hoe minder het demekwater ten onrechte met een smaak wordt verward. Waarom bij smaak C de $\hat{p}_0$-waarden zich niet tegengesteld gedragen valt vooralsnog niet aannemelijk te maken, tenzij men aan het licht ook een enigszins associatief karakter voor zuur toekent.

5.2.3. *Sensorische interactieprocessen*

Ofschoon de bovenvermelde verschijnselen voorzover ons bekend nooit eerder in de context van het smaakonderzoek zijn beschreven, vinden we in de psychofysische en zintuigfysiologische literatuur wel analoge voorbeelden. O.i. zijn de geconstateerde verschijnselen nl. voorbeelden van een universeler fenomeen: de interacties van verschillende zintuigmodaliteiten.

Een goed overzicht van deze interacties is gegeven door SYMONDS in 1963. Uit een tiental experimenten, waarin het effekt van een heteromodale stimulus op de gezichtsscherpte werd nagegaan, bleek dat de resultaten allen wijzen in de

richting van een dubbele interpretatie: de aard van het intermodale proces hangt samen met de sterkte van de stimulus waarvan het interacterend effekt wordt nagegaan. Zwakke prikkels van deze stimulus leiden tot een vergroting van de schorsalertheid in het algemeen, en derhalve tot een drempelverlaging. Sterkere prikkels roepen een specifiek proces op via de aandacht en geven dan aanleiding tot inhibitie van andere prikkels. Volgens HERNANDEZ-PEON (1963) komt de genoemde schorsprikkeling tot stand via de diffuse werking van de formatio reticularis ascendens; maar tegelijkertijd bestaat er dan de neiging om de informatie vanuit andere zintuigen te blokkeren. Voor dit proces zou de formatio reticularis descendens verantwoordelijk zijn.

De door SYMONDS beschreven verschijnselen zijn ook electrofysiologisch te constateren. BUSER en IMBERT (1961) toonden nl. met electro-encephalografische proeven met katten aan, dat partiële activiteit van de hersenschors tengevolge van zintuigelijke prikkeling leidt tot een 'irradiatie-proces', met als gevolg een gevoeligheidsverhoging voor andere zintuigprikkels. Volgens hen is bovendien het faciliterende (= drempelwaarde verlagende) effekt van een auditieve prikkel t.o.v. een visuele gewaarwording het grootst als beide prikkels vrijwel gelijktijdig worden aangeboden, en geldt in het algemeen dat zowel drempelwaardeverhogingen als verlagingen niet alleen encephalografisch constateerbaar zijn, maar dat deze ook gemeten kunnen worden aan de spikefrekwentie van de geleidende zenuw, dus aan de periferie.

Wat betekent nu een en ander in relatie tot onze proefuitkomsten?

In de eerste plaats betekent het dat de geconstateerde drempelwaardeverlagingen en de ermee samenhangende verschijnselen een gevolg kunnen zijn van het interacterende effekt van het toegepaste licht op de smaakgewaarwording.

In de tweede plaats zijn wij geneigd te veronderstellen dat de lichtprikkels vrij zwak zijn in vergelijking tot de smaakprikkels. De geconstateerde drempelverlagingen wijzen op een analoge situatie als bij de experimenten van SYMONDS met zwakke heteromodale prikkels. Een argument hiervoor zou bovendien kunnen zijn dat de proevers na afloop van een proefzitting herhaaldelijk zich niet meer konden herinneren onder welke kleur licht zij hadden geproefd.

Tenslotte leveren de uitkomsten zelf ook steun aan de opvatting van YOUNG en HELMHOLTZ t.a.v. het bestaan van meer dan één kleurgevoelig receptorsysteem in het netvlies. Wij zorgden er immers voor, dat de intensiteit van het licht bij alle kleuren praktisch gelijk was. Was er slechts één receptorsysteem van kleuren zien, dan zou het interacterend effekt van alle lichtsoorten gelijk zijn geweest. Nu dit niet het geval blijkt te zijn moet tot meerdere receptorsystemen besloten worden.

6. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De mens is niet alleen een fysiologisch organisme naar ook een redelijk en sociaal wezen. De vraagstukken van de voedselkeuze en het gedrag t.a.v. voedsel moeten dus bezien worden zowel vanuit een fysiologische als ook vanuit een psychosociale, culturele en economische gezichtshoek.

In een inleidend hoofstuk wordt een overzicht gegeven van de voornaamste drijfveren tot het gedrag t.a.v. voedsel en van de faktoren, die de keuze ervan bepalen. Het blijkt dat honger één van de voornaamste fysiologische aanzetten tot de voedselopneming is en dat de term eetlust meer betrekking heeft op de psychische regulatie ervan.

Welke mechanismen aan het ontstaan van hongergevoelens ten grondslag liggen, en hoe zij het gedrag t.a.v. voedsel reguleren is nog niet volledig bekend. Zeker is, dat signalen uit de bloedbaan (bijv. glucose en vrije vetzuren) en uit de vetreserves hierbij een voorname rol vervullen.

Bekende regelcentra van de voedselopneming zijn de ventromedials en -laterale kernen in de hypothalamus, terwijl voor het opwekken van het verzadigingsgevoel o.a. de smaakzintuigen in de mond, en mogelijk ook bepaalde rekzintuigjes uit de maag en/of het darmkanaal verantwoordelijk worden gesteld.

Wat betreft de regulering van de aard en de hoeveelheid van het op te nemen voedsel lijkt volgens sommigen de mens -evenals het dier- de beschikking te hebben over een aangeboren eigenschap, die hem in staat stelt het juiste voedsel in de juiste hoeveelheid in relatie tot zijn fysiologische behoefte, te kiezen (de zg. zelfselectie). Deze misschien van nature aanwezige eigenschap wordt echter door tal van psychosociale, culturele en andere invloeden gemaskeerd, daar deze in belangrijke mate er toe bijdragen of en in welke mate een bepaald voedingsmiddel wordt geaccepteerd. Deze factoren zijn globaal onder te brengen in drie rubrieken, daar ze plegen samen te hangen met resp. de omgeving, het individu of het voedsel.

Ter vaststelling van de bijdrage, die elk der faktoren tot het resulterende gedrag t.a.v. het voedsel levert, staan in principe drie groepen van methoden en technieken ter beschikking: onderzoekingen betreffende het totale gebruik aan voedsel, attitude studies en sensorische onderzoekingen.

Daar van de attitude studies en de sensorische onderzoekingen het smaakonderzoek een zeer integrerend deel uitmaakt is dit laatste gekozen als hoofdinhoud van deze dissertatie. De motieven voor een dergelijk onderzoek hebben deels een meer algemeen fundamenteel, en deels een meer specifiek karakter.

Bij deze laatste staat vooral het toepassingsgebied centraal. Ze worden besproken in hoofdstuk 2.

De meer algemene motieven zijn als volgt samen te vatten:

1. Het gedrag van mens en dier t.a.v. voedsel wordt grotendeels bepaald door de rol, die smaak en geur daarin spelen.
2. Behalve een grote betekenis ter leniging van de fysiologische behoeften,

heeft het voedsel ook een duidelijke aesthetische funktie. Deze komt o.a. tot uiting door de zg. organoleptische of sensorisch waarneembare eigenschappen ervan, als mede door zijn zg. postingestieve eigenschappen.

3. Van zijn kant heeft de consument zijn voorkeuren voor en aversies tegen bepaalde sensorisch waarneembare eigenschappen, en is hij bereid aanzienlijke bedragen voor smakelijkheid en geurigheid uit te geven.
4. In verband hiermee krijgt het kwaliteitsbegrip in onze landen dan ook steeds meer de betekenis van 'sensorische kwaliteit'.

De meer op het toepassingsgebied gerichte motieven voor het smaakonderzoek houden nauw verband met de voorgaande, maar zijn stuk voor stuk toch belangrijk genoeg om vermeld te worden:

1. Voor de levensmiddelentechnoloog is het van grote betekenis de beschikking te hebben over mogelijkheden om de produkten te toetsen op hun kwaliteit, en een inzicht te verkrijgen in de appreciatie van een nieuw produkt door een potentieel toekomstige markt.
2. Het inzicht in en de kennis van de patronen van smaken, geuren en preferenties van bepaalde bevolkingsgroepen of -categorieën is van groot nut voor degenen, die betrokken zijn bij de planning en uitvoering van projekten ter verbetering van de voedings- en gezondheidstoestand daarvan.
3. Eveneens kan het smaakonderzoek van grote betekenis zijn bij het opsporen van ethnische relaties tussen bepaalde volksstammen.
4. Tenslotte kan aangetoond worden, dat er duidelijke verbanden bestaan tussen de gevoeligheid voor bepaalde smaakstoffen en bijv. rookgewoonten of bepaalde fysiologische en pathologische variabelen. Het smaakonderzoek heeft dan ook ingang gevonden in het onderzoeksterrein van farmacologen, fysiologen en bepaalde medische specialismen.

Ofschoon bij deze onderzoeksgebieden het sensorisch onderzoek meer of minder frekwent wordt toegepast, ontbreekt het dikwijls aan de fundamentele kennis van het smaakgevoeligheidsonderzoek, terwijl deze toch juist de basis moest vormen voor alle andere smaakonderzoek. De bedoeling van deze dissertatie is daarom de in de verschillende toepassingsgebieden opgedane ervaringen zoveel mogelijk te integreren en deze toe te passen op de meest fundamentele smaken, die men heeft leren kennen: de zg. primaire smaken.

Bij het gevoeligheidsonderzoek maakt men dikwijls gebruik van de zg. drempelwaardebepalingen. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste typen van drempelwaarden en wordt vooral gewezen op de grote verschillen, die men bij de verschillende auteurs vindt. Deze verschillen zijn terug te voeren tot verschillen in definitie, methoden van onderzoek, aard en zuiverheid van de toegepaste smaakstoffen, verschillen in zuiverheid van het gebruikte oplosmiddel, en andere oorzaken. Uiteraard speelt bij deze verschillen ook duidelijk mee, dat men met verschillende proefpersonen werkt.

In dit hoofdstuk wordt tevens ingegaan op de reeds lang gevoerde discussies t.a.v. het eventuele bestaan van een voor elk der primaire smaken specifiek receptorsysteem vs. het bestaan van een systeem, dat op alle vier de primaire smaken respondeert.

Bij de eigen onderzoekingen (hoofdstuk 4) werd in eerste instantie onderzocht in hoeverre bij drempelwaardebepalingen de wijze van presentatie van invloed is op de uitkomsten.

In een serie daartoe opgezette experimenten kon worden vastgesteld, dat onder de laboratoriumomstandigheden waaronder de proeven zijn uitgevoerd, de aanbieding van een vrij willekeurig oplopende reeks concentraties tot volkomen dezelfde uitkomsten leidt als de aanbieding van een volgens een meetkundige reeks oplopende serie van concentraties. Beide reeksen werden per proever viermaal aangeboden en hadden betrekking op de drempelwaarden voor sacharose, melkzuur en NaCl. Geconstateerd werd dat de drempelwaarden gemiddeld 0,016 $\pm$ 0,012, 0,0072 $\pm$ 0,0038 en 0,016 $\pm$ 0,0084 Mol/l bedragen. Deze waarden liggen in het algemeen iets lager dan de door PFAFFMANN in 1959 opgegeven waarden. In het algemeen blijkt er een zij het zwakke positieve correlatie tussen de verschillende gevoeligheden te bestaan, zodat het relevant is de lineaire regressievergelijkingen voor de verschillende paren van smaakstoffen te berekenen (tabel 14).

Daar de zojuist beschreven experimenten zeer tijdrovend en arbeidsintensief zijn, werd in een volgende serie experimenten een enkelvoudige stimulusmethode toegepast. Wegens het grote aantal monsters gedemineraliseerd water (demekwater) dat als placebo in het proevenschema werd opgenomen en dat gebruikt werd voor het spoelen van de mond tussen twee monsters, is de methode in feite gemodificeerd tot een paarsgewijze vergelijking van de monsters met de placebo's. De gebezigde methode heeft het voordeel, dat meerdere proevers tegelijkertijd op hun smaakgevoeligheid kunnen worden onderzocht.

Onderzocht werden de drempelwaarden voor sacharose, NaCl, citroenzuur en kininesulfaat, elke concentratie in twaalfvoud. Het proevenschema was bovendien zo opgezet, dat ook het eventuele effekt van de toepassing van enkele lichtsoorten kon worden bestudeerd (zie hoofdstuk 5). Het totale projekt omvatte 7 concentraties van elk der smaakstoffen, in twaalfvoud, alsmede 96 monsters demekwater. In totaal volbrachten 16 proevers de hele serie. De gemiddelde drempelwaarde van deze proevers voor de verschillende smaakstoffen bedroeg in Mol/l

0,0091 $\pm$ 0,0047 (sacharose), 0,0078 $\pm$ 0,0054 (NaCl),
0,00023 $\pm$ 0,00022 (citroenzuur) en 0,00000167 $\pm$ 0,00000085 (kin. sulfaat).
Alle keurders vertoonden het volgende patroon van afnemende gevoeligheid: kininesulfaat $>$ citoenzuur $>$ NaCl $>$ sacharose.

Wegens het grote aantal placebo's dat in deze experimenten was opgenomen, bleek ook een onderzoek naar de foutieve benoemingen van het demekwater interessant. Op grond van het aantal correcte benoemingen bij gegeven demekwater bleek een indeling in relatief 'goede' en 'slechte' waterproevers relevant. De incorrecte antwoorden bij gegeven demekwater van beide categorieën vertoonden een verschillend patroon:

1. Alle proevers hebben de neiging het demekwater 'bitter' te noemen.
2. De relatief goede proevers hebben bovendien praktisch even sterk de neiging het 'zoet' te noemen.

3. Een afneming in het vermogen om demekwater correct te benoemen gaat gepaard met een afnemende neiging het te verwarren met 'zoet' en een toenemende neiging het te verwarren met 'bitter', 'zuur' of 'zout'.
4. Tengevolge van deze verschijnselen plegen de verhoudingen (foutief) zoet : bitter, zoet : zuur en/of zoet : zout af te nemen, naar mate het vermogen om demekwater correct te herkennen en te benoemen, daalt. Waarschijnlijk is dit ook het geval wat betreft de verhouding (foutief) zout : zuur.

In hoofdstuk 4 wordt vervolgens onderzocht in hoeverre bij de experimenten sprake is van de effekten van training en ervaring. De trainingsperiode is meestal vrij kort durend (4 of 5 zittingen) maar het effekt ervan is zeer groot. De trainingsperiode wordt meestal gevolgd door een periode van het opdoen van ervaring. Het effekt daarvan is meestal gering, maar gaat lang door. Het blijkt bovendien dat wanneer men overgaat op een andere methode van onderzoek, ook bij ervaren proevers een trainingsperiode noodzakelijk is. Overigens blijkt ook, dat een eenmaal bereikte gevoeligheid zich over een periode van minstens een half jaar handhaaft.

Wat betreft het opdoen van ervaring blijkt, dat dit proces zich bij onze experimenten manifesteerde tot aan ongeveer de 50ste zitting toe. Berekend aan de hand van het aantal correcte benoemingen (y) als funktie van het rangnummer van de zitting (x) blijkt dat dit proces zich laat weergeven door de lineaire regressievergelijking $y = 57{,}27 + 0{,}176x$. De correlatiecoëfficiënt $r = 0{,}489$ is significant van 0 verschillend.

Behalve in de effekten van training en ervaring (de zg. 'intramenselijke verschillen') geeft het onderzoek ook inzicht in de variatie tussen de onderscheiden proefpersonen (de zg. 'intermenselijke verschillen'). Evenals de intramenselijke verschillen zijn deze vrij aanzienlijk.

Een deel van genoemde verschillen zou verklaard kunnen worden uit de variaties in moeilijkheid, die zich tengevolge van het gekozen aanbiedingsschema tussen de 72 zittingen van dit onderzoek hebben voorgedaan. Uit de betrekkelijk geringe spreiding van de standaarddeviaties van elk der 12 in het proefschema zesmaal voorkomende combinaties van 6 monsters, valt af te leiden dat de proevers zich weinig hebben laten beïnvloeden door deze verschillen in moeilijkheid.

Teneinde meer inzicht te krijgen in de inter- en intramenselijke verschillen werden aan de hand van de onderzoeksuitkomsten de beste schattingen berekend voor:

a) de fractie benoemingen, die ten onrechte op een smaak was uitgebracht bij gegeven demekwater,
b) de bij het buigpunt van de log dosis-responscurve behorende concentratie en
c) een maatstaf voor de gevoeligheid van de keurders voor kleine smaakverschillen.

Een en ander was mogelijk, nadat was vastgesteld dat de log dosis-responscurves zich wiskundig goed laten beschrijven door de formule voor een cumulatieve frekwentieverdeling.

Aan de hand van de uitkomsten van dit onderzoek kwam vast te staan dat de bij b en c genoemde beste schattingen, indien uitgevoerd aan de individuele resultaten, goed bruikbare criteria zijn voor het verkrijgen van het gewenste inzicht in de inter- en intramenselijke verschillen. Bovendien leveren ze een goed criterium t.b.v. de selectie van panelleden.

Tenslotte wordt in dit hoofdstuk uitvoerig ingegaan op de frekwenties waarmee de verstrekte smaken in bepaalde gevallen worden verward. Het blijkt, dat de keurders in het algemeen het minst geneigd zijn een smaakstof te verwarren met zout of zuur en het meest met demekwater of bitter.

Het is aannemelijk, dat hier de bekendheid met de primaire smaken een rol speelt. De volgorde van afnemende bekendheid die door alle incorrecte antwoorden heen lijkt te werken, is: zout > zuur > zoet > bitter > demekwater. Deze volgorde blijkt door de proefomstandigheden, en de vorm, waarin het onderzoek werd uitgevoerd in bepaalde onderdelen enigszins gemaskeerd te worden. De kwaliteit van de keurders is daarbij van invloed.

De goede keurders verwarren een niet-zoete of niet-zure oplossing veel frekwenter met zoet dan met zuur, terwijl de minder goede keurders deze oplossing praktisch even vaak zoet als zuur noemen. Een ander onderscheid tussen de goede en minder goede keurders is, dat eerstgenoemden bij de onjuiste antwoorden frekwenter de aanduiding 'demekwater' bezigden dan 'bitter', terwijl het bij de minder goede juist andersom is.

Voor de praktijk van de selectie van panelleden levert dit een tweede criterium.

Het vijfde hoofdstuk van deze dissertatie handelt over de effekten die kleuren kunnen hebben op de smaakwaarneming. Enerzijds zijn deze effekten dikwijls van associatieve aard, maar anderzijds ook van fysiologische aard. Het is vaak moeilijk ze van elkaar te onderscheiden.

Van het associatieve karakter van kleuren wordt frekwent gebruik gemaakt, o.a. door de voedingsmiddelen-industrie, de reclame e.d. Het fysiologische aspect is veel minder bekend en vormt daarom de hoofdinhoud van dit hoofdstuk.

Na een kritische beschouwing van de schaarse literatuurgegevens over de toepassing van deze materie bij het smaakonderzoek, worden in het tweede gedeelte van dit hoofdstuk enkele eigen waarnemingen vermeld. Deze wijzen erop, dat ook bij de smaakherkenningsproeven van hoofdstuk 4, de fysiologische werking van de kleur licht van invloed is geweest. Omdat de kleureffekten op de individuele uitkomsten zeer gering bleken te zijn en niet significant konden worden aangetoond, was het in hoofdstuk 4 niet noodzakelijk gebleken er reeds rekening mede te houden.

Bezien wij evenwel de resultaten van het totale panel, dan blijken de kleureffecten wel significant aanwezig. Toepassing van gelijke intensiteiten van Na-licht (geel) en van Hg-licht (blauwachtig) leidde, wanneer we de gezamelijke effekten ervan bestudeerden, tot een zeer significant hoger aantal correcte herkenningen dan toepassing van TL-licht van dezelfde intensiteit. Dit geldt althans voor de smaken zoet, zuur en zout. Bij de smaak bitter kon dit niet worden waargenomen.

Paarsgewijze vergelijking van de effekten van steeds twee kleuren licht leidde

tot de volgende conclusies:

1e dat het Na-licht een sterker effekt heeft dan het Hg-licht,

2e dat Na-licht t.o.v. het TL-licht tot een hoger aantal correcte antwoorden aanleiding geeft bij de smaken zoet, zout en zuur.

3e dat Hg-licht t.o.v. het TL-licht dit slechts doet t.a.v. de smaak zoet en

4e dat Na-licht t.o.v. het Hg-licht tot een hoger aantal juiste responsen blijkt te leiden.

In het tweede deel van dit hoofdstuk wordt aannemelijk gemaakt, dat de kleureffekten zich vooral manifesteren in het steile gedeelte van de ogives en daardoor onder de gegeven proefomstandigheden bij zout en zuur vooral in de lage concentraties, en bij zoet in de hoge concentraties merkbaar worden. Bovendien vervult hierbij de steilheid van de curve een rol. Is deze te gering dan wordt het kleureffekt te veel 'uitgesmeerd' en is het over het beschouwde trajekt van concentraties niet of nauwelijks merkbaar.

Een analyse van de bij de buigpunten behorende concentraties en van de steilheden van de curves toont aan, dat deze tengevolge van de afwijkende lichtkleuren enigszins verschuiven naar de kant van de lagere concentraties, resp. in het algemeen wat lagere waarden aannemen. De keurders worden derhalve wat gevoeliger.

Tenslotte wordt erop gewezen, dat de geconstateerde verschijnselen niet op zich zelf staan, maar dat in de zintuigfysiologische literatuur een aantal analoge gevallen wordt beschreven. Men spreekt hier van heteromodale interacties. Volgens deze literatuur leiden zwakke interacterende prikkels tot een vergroting van de schorsalertheid in het algemeen en dientengevolge tot een verlaging van de drempelwaarde. Behalve gedragswetenschappelijk zou een en ander ook electrofysiologische en encephalografisch zijn te constateren.

Geconcludeerd wordt:

1e dat de geconstateerde drempelwaardeverlagingen en de ermee samenhangende verschijnselen een gevolg kunnen zijn van het interacterende effekt van het toegepaste licht,

2e dat in verhouding tot de sterkte van de smaakprikkels de lichtprikkels waarschijnlijk als zeer zwak worden ervaren en

3e dat de uitkomsten ook steun leveren aan de opvatting van YOUNG en HELMHOLTZ t.a.v. het bestaan van meerdere receptorsystemen voor het kleurenzien.

7. SUMMARY AND CONCLUSIONS

Man is not merely a physiological organism, but is also a rational and social being. Therefore, problems of food choice and of other behaviour related to food have to be considered from a physiological, as well as from a social, cultural or economic point of view.

In the first chapter of this thesis a review is given of the principal cues of food behaviour and of the factors determining food choice.

Hunger appears to be the main physiological motive for food intake, while appetite is more related to its psychological regulation. The mechanisms reponsible for these cues are not totally understood. Evidence, however, is available that hormonal signals from the bloodstream and the fat tissues play an important role. Further is known that ventromedial and -lateral nuclei of the hypothalamus are involved in the regulation of food intake and that satiety feelings are evoked by the sense of taste in the mouth. Certain elasticity senses in the gastrointestinal tract are suggested to play a role as well.

As to the regulation of the quality and the quantity of the foods to ingest, some (older) authors suggested the existence in man of an inborn quality by which he is able to select adequately the right foods in the right amounts.

Food acceptance, however, is so strongly controlled by psychosocial, cultural and other factors that this selfselection quality is practically totally overshadowed by them. Consequently no practical meaning can be ascribed to it, at least in our society.

Since in food behaviour studies sensory experiments are commonly used tools, in chapter 2 a number of general and specific motives are given for further taste research. They are:

1. The important role of taste and odour in food selection and other behavioural phenomena.
2. Apart from its physiological function food has aesthetic functions, as well.
3. The consumer exhibits preferences and avoidances towards specific sensory food properties and is willing to pay considerable amounts of money for palatability and flavour.
4. The term 'quality' is gradually getting the meaning of 'sensory quality' in our countries.

The applicability of the sensory research on different fields forms another category of motives for taste research:

1. For the food technologist it is of great importance to have at his disposal possibilities for testing the sensory quality of his products and for evaluating the chances of acceptability a new product is likely to meet when it appears on the market.
2. For those concerned with planning and execution of nutritional and health projects, insight in and knowledge of the patterns of tastes and preferences of the target groups and categories are of great use.

3. Taste research has shown itself to be a tool for the tracing of ethnic relations between a variety of races and tribes.
4. It can be demonstrated that clear relations exist between taste sensitivity and some physiological and pathological variables. Although in these fields sensory experiments are rather common, frequently one is struck bij the lack of fundamental knowledge about taste sensitivity. Among others this is caused by the fact that between the different disciplines an exchange of thoughts is very difficult to obtain. The purpose of this thesis is therefore to integrate taste testing experiences from different application fields as much as possible and to make them accessible for others.

As usual in taste sensitivity research a restriction was made as regards the threshold value determination of the four primary taste qualities.

In chapter 3 a review is given of the main types of thresholds. The great variety of threshold data in the literature is discussed. The differences are due to variations in definitions, methodology, quality and purity of the taste substances used, solvent media, and so on. It is needless to say that differences in experimental subjects play an important role, too.

In this chapter attention is also drawn to the discussion about the possible existence of either one receptor system, in which all receptors respond to all taste stimuli or of a receptor system in which at least 4 types of receptors are present to respond selectively to any one of the primary tastes.

In a series of identification experiments (chap. 4) was shown that the mean threshold values resulting out of an arbitrarily increasing series of 15 concentrations of taste substances, were totally identical with those obtained from a series in which 12 concentrations were offered in a mathematically increasing order. Both series were caried out 4 times with sucrose, lactic acid and sodium chloride, with 10 and 15 tasters respectively in the 2 experimental groups. The mean threshold values for the 3 taste substances were 0,016 $\pm$ 0,012; 0,0072 $\pm$ 0,0038 and 0,016 $\pm$ 0,008 Mols/l, respectively. A positive, but weak correlation between the several sensitivities could be demonstrated so that lineair regression equations could be calculated.

Since the methods of determination of the threshold values as described appeared to be very laborious and time consuming, in the next experiment a design was developed in which at least 6 panel members could be examined for their taste sensitivity in the same time. This design actually consisted of a randomized presentation scheme in which were assembled all concentrations, repetitions, placebo's for the 4 taste substances under consideration. As taste substances were chosen 7 concentrations of sucrose, sodium chloride, citric acid an quinine sulphate. The experimental design was planned in such a way that also the possible influence of the colour of a few kinds of artificial light could be studied (chap. 5). The total project consisted of presenting 7 concentrations of every taste substance in twelve fold, including 96 samples of demineralized water. Sixteen tasters completed the project (= 72 sessions). The mean threshold values of these tasters were in Mols per liter: 0,0091 $\pm$ 0,0047 (sucrose), 0,0078 $\pm$ 0,0054 (NaCl), 0,00023 $\pm$ 0,00022 (citric acid) and 0,000 00167

(quinine sulphate). All judges showed the following order of decreasing sensitivity: quinine sulphate > citric acid > NaCl > sucrose.

Analysis of the responses to the given placebo's made it possible to discriminate between relatively 'good' and relatively 'bad' tasters, according toe their capacity to describe and recognize the samples as water. Both categories showed a different pattern of incorrect responses:

1. All tasters are inclined to describe the demineralized water erroneously as 'bitter'.
2. The good tasters, moreover, seem to describe it frequently as 'sweet'.
3. A decrease in capacity to describe and to recognize the water correctly, is accompanied by a decrease in inclination to call it 'sweet', and an increase in mistakingly calling it 'bitter', 'sour' or 'salty'.
4. Consequently the ratios (incorrectly) sweet:bitter, sweet:sour, and/or sweet:salty, decrease. Probably this is also valid for the ratio salty:sour.

In chapter 4 the effects of training and experience are also studied. An active training period in which the taster gets instructions and advice is usually rather short (4 or 5 sessions) but its effects are very clear. Frequently it is followed by a period during which no further instructions are given, but in which a taster builds up his own experience. Although the effects are usually rather small, they last much longer. Training periods are necessary whenever one starts a new method of research, but experiences appeared to persist for more than half a year.

In the experiment described, the process of building up experience was manifest during the first 50 sessions. The number of correct responses (y) appeared to increase with the number of sessions (x) according to the regression equation $y = 57{,}27 + 0{,}176x$. The correlation coefficient $r = 0{,}489$ is significantly different from 0, with $p < 0{,}01$. Differences were observed between the tasters as well as in the taster themselves (inter- and intra taster differences). From taster to taster the number of correct responses varied from 53,2% to 75,2%.

For an estimation of the intra-individual differences a mathematical treatment of the results obtained was needed. With help of the method of maximum likelyhood it could be shown that the relation between the concentration and the fraction correct responses can be described by the equation for the cumulative normal frequency distribution.

With help of this relation and the observed number of correct responses estimations could be made of the individual parameters $\hat{p}_0$, $\hat{\mu}$ an $\hat{\sigma}$ for the different taste substances (table 28).

Finally an analysis is made of the frequencies with which taste qualities the panel members are inclined to confuse the presented samples. In general, tasters appear to confuse relatively seldom the given taste substances with salt or sour, but relatively often with demineralized water or bitter. Probably the degree of familiarity with primary tastes plays a role. From the incorrect responses an order of decreasing familiarity could be deducted: salt > sour > sweet > bitter > demineralized water. Deviations of this order are connected with the

research design used, the circumstances during the experiments, and the 'quality' of the tasters. In tasting subthreshold concentrations of quinine sulphate or of sodium chloride, good tasters do describe them much more frequently as sweet than as sour, while the less good judges confuse them as often with sour as wich sweet.

The effects of colours on taste perception are discussed in chapter 5. These effects are partly associative, partly physiological in character. While the associative character of colours in relation to foods is well known, the physiological aspects in this context need further experimentation. A critical discussion of the scarce data in the literature shows that knowledge about this is mainly empirical. From the experiments of chapter 4 it appears that the physiological action of the different colours in relation to the individual results of the panel members is so weak, that as to the inspected results on an individual basis the influence is negligible, but for the panel members as a group, one ought to take it into account.

Analysis of the group data shows that colour effects are significantly present. Application of identical intensities of sodium light (yellow) and mercury light (blueish) resulted for the panel as a group in a significantly higher amount of correct responses compared with artificial daylight of the same intensity. This was valid at least for the taste substances sucrose, citric acid and sodium chloride. For the bitter substance quinine sulphate this phenomenon was not observed.

It could be demonstrated that the colour effects manifest themselves especially in the steep parts of the log dose response curves. As a consequence of the chosen experimental design this meant for the salt and sour taste substances an influence in the lower range of concentrations used and for the sweet substance an influence in the higher range. The steepness of the curve (σ) plays an important role in this. As a consequence of the applied colours the curves showed a shift towards the lower concentrations; in other words: the panel members seemed to be a bit more sensitive. Finally attention is drawn to the fact that the observed phenomena do not form an isolated case, but that in the physiological and psychological literature analogous heteromodal interactions are discussed. According to this literature weak interacting stimuli can result into an enhancement of the cortical alertness in general, and as a consequence into a lowering of the threshold values. Strong interacting stimuli should have the opposite effects. It is concluded that the observed fall in threshold values and its accompanying features can result from the interacting effect of the applied light and that in comparison with the intensity of the taste stimuli, the light stimuli probably are perceived as very weak. The results seem to support YOUNG and HELMHOLTZ's conception about the existence of several systems of coulour vision.

8. LITERATUURLIJST

AMERINE, M. A., PANGBORN, R. M. and ROESSLER, E. B.: Principles of sensory evaluation of food. Acad. Press, New York 1965.

ANAND, B. K.: Central chemosensitive mechanisms related to feeding. Chap. 19 in: Handbook of Physiology. Sect. 6. Alimentary Canal. Vol. I.: Control of Food and Water Intake. American Physiological Society, Washington 1967.

BÉKÉSY, G. VON: Rhytmical variations accompanying gustatory stimulation observed by means of localization phenomena. J. gen. Physiol. **47** (1964a) 809–925.

BÉKÉSY, G. VON: Sweetness produced electrically on the tongue and its relation to taste theories. J. appl. Physiol. **19** (1964b) 1105–1113.

BÉKÉSY, G. VON: Taste theories and chemical stimulation of single papilla. J. appl. Physiol. **21** (1966) 1–9.

BEIDLER, L. M.: Handbook of sensory Physiology. Vol. IV. Chemical senses. Part 1. Olfaction, Part 2. Taste. Springer Verlag; Berlin, Heidelberg 1971.

BERG, H. W., FILIPELLO, F., HINREINER, E. and WEBB, A. D.: Evaluation of thresholds and minimum difference concentration for various constituents of wines I. Food Technol. **9** (1955) 23–26.

BIRREN, F.: Color and human appetite. Food Technol. **17** (1963) 45–47.

BROUWER, E.: Problemen der toekomstige voedingsleer. Laatste les, oktober 1964, Wageningen.

BUSER, P. and IMBERT, M.: Sensory projections to the motor cortex in cats: a micro-electrode study. Chap. 31 in Sensory Communication. Ed. by W. A. ROSENBLITH. John Wiley and Sons, New York, London 1961.

Centre National de la Recherche Scientifique: Méthodes subjectives et objectives d'appréciation des caractères organoleptiques des denrées alimentaires. Paris, CNRS, 1966.

CODE, C. F. and HEIDEL, W.: Handbook of Physiology, sect. 6: Alimentary canal. Vol. I. Food and Water Intake. Am. Physiol. Soc.; Washington D.C. 1967.

COOPER, R. M., BILASH, I. and ZUBEK, J. P.: The effect of age on taste sensitivity. J. Geront. **14** (1959) 56–58.

DAVIS, C. M.: Selfselection of diets by newly weaned infants. Am. J. Dis. Child **36** (1928) 651–679.

DAVIS, C. M.: Choice of formulas made by three infants throughout the nursing period. Am. J. Dis. Child **50** (1935) 365–374.

DAVIS, C. M.: Selfselection of food by children. Am. J. Nurs. **35** (1935) 403–410.

DRAKE, B. and JOHANSSON: Sensory Evaluation of Food; An annotated bibliography (2 volumes) S.I.K. Rapport, nr 255; 1969.

DZENDOLET, E.: Electrical stimulation of single human taste papillae. Percept. Motor Skills **14** (1962), 303–317.

DZENDOLET, E.: A structure common to sweet evoking compounds. Percept. Psychophys. **3** (1968) 65–68.

DZENDOLET, E.: Basis for taste quality in man, in: Olfaction and taste III (ed. C. PFAFFMANN) (1969) 420–427.

EVVARD, J. M.: Is the appetite of swine a reliable indication of physiological needs. Proc. Iowa. Acad. Sci. **22** (1915) 375–403.

FABIAN, F. W. and BLUM, H. B.: Relative taste potency of some basic food constituents and their competitive and compensatory action. Food. Research **8** (1943) 179–193.

FISCHER, R.: Gustatory, behavioral and pharmacological manifestations of chemoreception in man, in: Gustation and Olfaction, ed. OHLOFF and THOMAS, London, New York (1971).

FISCHER, R., GRIFFIN, F., ENGLAND, S. and GARN, S. M.: Taste thresholds and food dislikes. Nature **191** (1961) 1328.

FISCHER, R., GRIFFIN, F. and KAPLAN, A. R.: Taste thresholds, cigarette smoking and food dislikes. Med. Exp. **9** (1963) 151–167.
FISCHER, R., GRIFFIN, F. and PASAMANICK, B.: The perception of taste: Some psychophysiological, pathophysiological, pharmacological and clinical aspects. Chap. 6 in: Psychopathology of Perception, ed. by HOCK, P. H. and ZUBIN, J. New York (1965).
FRIJTERS, J. E. R.: Evaluatie van het gebruik van de driehoeksmethode in de sensorische analyse vanuit psychologisch standpunt. Voedingsmiddelentechnologie **4** (1973) 132–135 en **4** (1973) 152–157.
GLANVILLE, E. V. and KAPLAN, A. R.: Food preference and sensitivity of taste for bitter compounds. Nature **205** (1965) 851–853.
GREGSON, R. A. M.: A rating scale method for determination absolute taste thresholds. J. Food Sci. **27** (1962) 376–380.
GREGSON, R. A. M.: Modification of perceived relative intensities of acid tastes by ambient illumination changes. Austr. J. Psychol. **16** (1964) 190–199.
GRIDGEMAN, N. T.: Sensory item sorting. Biometrics **15** (1959) 298–306.
HÄNIG, D. P.: Zur Psychophysik des Geschmacksinnes. Phil. Stud. **17** (1901) 576–623.
HARPER, H. W., JAY, J. R. and ERICKSON, R. P.: Chemically evoked sensations from single human taste papillae. Physiol. Behav. **1** (1966) 319–325.
HARPER, R.: Fundamental problems in subjective appraisal of foodstuffs. Appl. Stat. **4** (1955) 141–160.
HARRIES, J. M.: Some psychological aspects of taste. Occup. Psych. **35** (1961) 128–135.
HARRIS, H. and KALMUS, H.: The measurement of taste sensitivity to phenylthiourea (P.T.C.). Ann. Eugen. **15** (1949) 24–31.
HARRIS, L. J., CLAY, J., HARGREAVES, F. J. and WARD, A.: Appetite and choice of diet. Proc. Roy. Soc. London Bull. **113** (1933).
DEN HARTOG, C.: Nieuwe voedingsleer. 6e druk Aula 1973.
HAYASHI, T.: Olfaction and Taste II. Pergamon Press, Oxford e.a. 1967.
HENKIN, R. I.: The role of taste in disease and nutrition. Borden's Rev. Nutr. Res. **28** (1967a) 71–78.
HENKIN, R. I.: Abnormalities of taste and olfaction in various disease states. Chap. 8 in: The chemical senses and nutrition, ed. by KARE, M. R. and MALLER, O. Baltimore (1967b).
HENKIN, R. I., GILL, J. R. and BARTER, F. C.: Studies on taste thresholds in normal men and in mental patients with adrenal cortical insuffiency: the role of adrenal cortical steroids and of sodium concentration. J. Clin. Invest. **42** (1963) 727–735.
HENNING, H.: Physiologie und Psychologie des Geschmacks. Ergeb. Physiol. **19** (1921) 1–78.
HENNING, H.: Der Geruch, 2. Aufl. (1924) Barth, Leipzig.
HERNANDEZ-PÉON, R.: The physiological basis of mental activity. Elsevier, Amsterdam-New York, (1963).
HOPKINS, J. W.: Precision of assessment of palatability of foodstuffs by laboratory panels. Can. J. Res. **24** F (1946) 203–214.
KAPLAN, A. R.: Studies in taste acuity. Technical Quarterly **4** (1965) 138–144.
KAPLAN, A. R., GLANVILLE, E. V. and FISCHER, R.: Cumulative effect of age and smoking on taste sensitivity in males and females. J. Gerontology **20** (1965) 334–337.
KARE, M. R. and HALPERN, B. C.: Physiological and behavioral aspects of taste. Univ. Chicago Press (1961).
KARE, M. R. and MALLER, O.: The chemical senses and nutrition. John Hopkins Press, Baltimore (1967).
KELTY, M. F. and MAYER, J.: Rapid determination of taste thresholds. Am. J. Clin. Nutr. **24** (1971) 177–180.
KIESOW, F. VON: Beiträge zur physiologischen Psychologie des Geschmacksinnes I. Phil. Stud. **10** (1894) 523–561.
KIESOW, F. VON: Beiträge zur physiologischen Psychologie des Geschmacksinnes II. Phil. Stud. **12** (1896) 255–278.
KOUWENHOVEN, T.: Paar- en triotests bij de organoleptische beoordeling. Conserva **8** (1959) 23–30.

KOUWENHOVEN, T.: Olfactory and gustatory problems. World Review of Nutrition and Dietetics **12** (1970) 318–376.
KRAMER, A.: Glossary of some terms used in the sensory (panel) evaluations of foods and beverages. Food Technol. **13** (1959) 733–736.
KRUM, J. K.: Truest evaluations of sensory panel testing. Food Eng. **27** (1955) 74–81, 83.
KRUT, L. H., PERRIN, M. J. and BRONTE-STEWART, B.: Taste perception in smokers and non smokers. Brit. Med. J. **1** (1961) 384–387.
LASSCHE, J. B., WEITS, J. en DEN HARTOG, C.: Invloed van licht van verschillende golflengte op de beoordeling van smaak en geur. Voeding **23** (1962) 98–103.
LEPKOVSKY, S.: The physiological basis of voluntary food intake (appetite); in: Adv. in Food Res. **1** (1948) 105–148.
LEPKOVSKY, S.: The central nervous system; it's central role in discrimination and selection of food. Food Technol. **11** (1966) 50–57.
MACKEY, A. O. and JONES, P.: Selection of members of a food tasting panel. Food Technol. **8** (1954) 527–530.
MAGA, J. A. and LORENZ, K.: Effect of altitude on taste thresholds. Percept. and Motor Skills **34** (1972) 667–670.
MAGNEN, J. LE: Peripheral and systematic actions of food in the caloric regulation of intake. Ann. New York Acad. Science **157** (1969) 1126–1157.
MAGNEN, J. LE: Advances in studies on the physiological control and regulation of food intake. Progr. Physiol. Psychol. (1971).
MAYER-GROSS, W. and WALKER, J. W.: Taste and taste selection of food in hypoglycemia. Brit. J. exptl. pathol. **27** (1946) 297.
MEISELMAN, H. L. and DZENDOLET, E.: Variability in gustatory quality identification. Percept. Psychophysics **2** (1967) 496–498.
MONCRIEFF, R. W.: Odour preferences. Leonard Hill, London (1966).
MONCRIEFF, R. W.: The chemical senses. 3rd ed. Leonard Hill, London (1967).
NEVINS, W. B.: Experiments in the selffeeding of dairy cows. Ill. agr. exp. sta. bull. **289** (1927).
OHLOFF, G. and THOMAS, A. F.: Gustation and Olfaction. Acad. Press. London, New York (1971).
PANGBORN, R. M.: Influence of hunger on sweetness preferences and taste thresholds. Am. J. Psychol. **73** (1959) 229–236. idem: Am. J. Clin. Nutr. **8** (1959) 280–287.
PANGBORN, R. M.: Influences of color on the discrimination of sweetness. Am. J. Psychol. **73** (1960) 229–238.
PANGBORN, R. M. and HANSEN, B.: The influence of color on discrimination of sweetness and sourness in pear-nectar. Am. J. Psychol. **76** (1963) 315–317.
PANGBORN, R. M., BERG, H. W. and HANSEN, B.: The influence of color on discrimination of sweetness in dry table wine. Am. J. Psychol. **76** (1963) 492–495.
PFAFFMANN, C.: Taste and smell. Chap. 29 in: Handbook of experimental psychology. Ed. STEVENS, S. S., J. Wiley and Sons, New York 1951.
PFAFFMANN, C.: The sense of taste. In 'Handbook of Physiology', Vol. I, sect. 1, chap. XX. Washington 1959.
PFAFFMANN, C.: Olfaction and Taste III. Rockefeller Univ. Press, New York 1969.
PFAFFMANN, C., SCHLOSSBERG, H. and CORNSWEET, J.: Variables affecting difference tests: Food Acceptance Testing Methodology (1954).
PILGRIM, F. J.: The components of food acceptance and their measurement. Am. J. Clin. Nutr. **5** (1957) 171–175.
Protein Advisory Group U.N. System: The potential of fish protein concentrate for developing countries. P.A.G. Statement no **16** (1971).
RENQVIST, Y.: Über den Geschmack. Skandinavisches Archiv für Physiologie **38** (1919) 97–201.
RICHTER, C. P.: Increased salt appetite in adrenalectomized rats. Am. J. Physiol. **115** (1936) 155–161.
RICHTER, C. P.: Salt taste thresholds of normal and adrenalectomized rats. Endocrinol. **24** (1939) 367–371.

RICHTER, C. P.: Sodiumchloride and dextrose appetite of untreated and treated adrenalec tomized rats. Endocrinol. **29** (1941) 115–125.
RICHTER, C. P.: Decreased carbohydrate appetite of adrenalectomized rats. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. **48** (1941) 577–579.
RICHTER, C. P.: Total selfregulatory functions in animals and human beings. Harvey lectures series **38** (1942, 1943) 63–103.
RICHTER, C. P. and BARELARE, B.: Further observations on the carbohydrate, fat and protein appetite of vitamin B deficient rats. Am. J. Physiol. **126** (1939) 607–608.
RICHTER, C. P. and MACLEAN, A.: Salt taste thresholds of humans. Am. J. Physiol. **126** (1939) 1–6.
RICHTER, C. P. and SCHMIDT, E. H. C.: Increased fat and decreased carbohydrate appetite in pancreatectomized rats. Endocrinology **28** (1941) 179.
ROTHE, M.: Wissenschaftlich begründete Kennwerte als Voraussetzung für die Verbesserung der Lebensmittelqualität. Ernährungsforschung **15** (1970) 227–241.
RUITER, L. DE: Honger en verzadiging bij zoogdieren en de mens. Voordracht Kon. Maatschappij voor Natuurkunde 'Diligentia' (1968).
SKRAMLIK, E. VON: Mischungsgleichungen im Gebiete des Geschmacksinnes. Zeitschr. f. Sinnesphysiologie **53** B (1921) 36–38, 219.
SIEGEL, S.: Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Mc Graw-Hill (1956).
SYMONDS, J. R.: The effect of various heteromodal stimuli on visual sensitivity. Quart. J. Exp. Psychol. **15** (1963) 243–251.
TELEGDY-KOVATS, L.: Zum Begriff Qualität. Beziehungen zwischen sensorischen und instrumentanalytischen Qualitätskriterien. Ernährungsforschung **15** (1970) 257–270.
TILGNER, D. J.: Sensory analysis at the Polytechnika Gdanska. Lab. Practice **13** (1964) 617–624.
U.S.D.A. Bureau of Human Nutrition and Home Economics. Experimental procedure for conducting taste and smell tests. Washington DC (1943).
YOUNG, P. T.: Appetite, palatability and feeding habit. Psych. Bull. **45** (1948) 289–319.
ZOTTERMANN, Y.: Olfaction and Taste I. Pergamon Press, Oxford e.a. (1963).

BIJLAGEN

BIJLAGE 1. *Gegevens over de proevers van experimenten I en II.*

groep I	leeftijd (jr)	geslacht	ervaring
proever nr. 1*	23	M	ja
2*	18	V	ja
3*	23	V	enigszins
4*	24	V	enigszins
5	19	M	nee
6	22	V	nee
7	21	M	nee
8*	22	V	nee
9	19	V	enigszins
10	19	M	ja
gem.	21,0 ± 2,1		

groep II	leeftijd (jr)	geslacht	ervaring
proever nr. 11	25	V	enigszins
12*	19	V	nee
13	19	M	nee
14*	25	V	nee
15*	26	V	nee
16	30	V	enigszins
17	18	M	ja
18	19	M	enigszins
19	21	V	ja
20*	24	M	ja
21*	21	V	nee
22*	27	V	enigszins
23	32	M	ja
24	21	V	nee
25	20	V	nee
gem.	23,1 ± 3,4		

* later eveneens deelnemend in experiment III

BIJLAGE 2. *Scorecard herkenningsdrempelwaarde-onderzoekingen, serie 1.*

Naam: leeftijd . . . jr . . . mnd

Groep I/II

resultaten	data	tijd	temp. °C	afw.	dr.w.	gemid.dr.conc.
zoet (sacharose)						
zout (NaCl)						
zuur (melkzuur)						

Opmerkingen:

BIJLAGE 3. *Aanbiedingsschema drempelwaardeonderzoek (experiment III).*

1.	C_5	C_1	A_2	E	A_7	A_2	7.	D_7	A_3	A_4	E	C_3	E
2.	D_5	E	B_4	D_2	A_6	C_4	8.	D_2	E	B_6	E	C_5	D_6
3.	C_6	D_3	B_7	B_1	E	C_1	9.	B_6	B_4	A_7	C_2	C_7	E
4.	C_6	A_5	B_2	E	D_7	D_3	10.	A_5	E	D_1	E	B_5	A_1
5.	D_6	B_3	E	C_7	A_3	E	11.	C_2	B_5	A_1	B_1	D_5	E
6.	B_7	C_3	E	D_4	A_6	B_2	12.	C_4	B_3	E	A_4	D_1	D_4
7.	D_7	A_3	A_4	E	C_3	E	1.	C_5	C_1	A_2	E	A_7	A_2
8.	D_2	E	B_6	E	C_5	D_6	2.	D_5	E	B_4	D_2	A_6	C_4
9.	B_6	B_4	A_7	C_2	C_7	E	3.	C_6	D_3	B_7	B_1	E	C_1
10.	A_5	E	D_1	E	B_4	A_1	4.	C_6	A_5	B_2	E	D_7	D_3
11.	C_2	B_5	A_1	B_1	D_5	E	5.	D_6	B_3	E	C_7	A_3	E
12.	C_4	B_3	E	A_4	D_1	D_4	6.	B_7	C_3	E	D_4	A_6	B_2

$A_1 \ldots_7$	sacharose	0,0008,	0,0016.....0,0512	M/l r = 2
$B_1 \ldots_7$	NaCl	0,0008,	0,0016.....0,0512	M/l r = 2
$C_1 \ldots_7$	citroenzuur	0,00005,	0,0001.....0,0032	M/l r = 2
$D_1 \ldots_7$	kininesulfaat	0,00000064,	0,0000009...0,00000512	M/l r = $\sqrt{2}$
E	gedemineraliseerd water ('demek water')			

N.B. De oneven genummerde proefpersonen kregen de monsters 3 keer achtereenvolgens aangeboden in de volgorde 1, 2...12, 7,8...12 en 1, 2...6.
Voor de even genummerde proefpersonen was de volgorde: serie 7,8...12; 1, 2...6 en 1, 2...12, eveneens drie keer.

BIJLAGE 4. *Gegevens over de proevers van serie 2.*

proever	geslacht	leeftijd	ervaring
1	M	24	ja
2	V	27	ja
3	V	28	nee
4	V	24	ja
5	M	26	ja
6	V	49	nee
7	V	20	ja
8	V	22	ja
9	V	26	ja
10	V	19	ja
11	V	60	nee
12	V	39	enigszins
13	M	38	nee
14	V	23	ja
15	M	25	ja
16	M	29	enigszins
gemiddeld		29,9 ± 11,2 jr.	

N.B. De nummers 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 14 en 15 maakten ook deel uit van de proefgroepen I en II van serie 1.

BIJLAGE 5. *Formulier serie* 2

Naam: Proefhokje:
Datum: Kleur licht:
Tijd: Temp. proefhokje:
Temp. demekwater:

Van de verstrekte oplossingen wordt gevraagd de erin aanwezige smaakstof te herkennen. Per oplossing is slechts één smaakstof aanwezig. Voor de wijze van proeven wordt verwezen naar het verstrekte voorschrift.

Onderstreep wat van toepassing is en vul de temperatuur in.

Bekerglas temp. °C
1 bevat gedemineraliseerd water, zout, zoet, zuur, bitter, ...
2 bevat gedemineraliseerd water, zout, zoet, zuur, bitter, ...
3 bevat gedemineraliseerd water, zout, zoet, zuur, bitter, ...
4 bevat gedemineraliseerd water, zout, zoet, zuur, bitter, ...
5 bevat gedemineraliseerd water, zout, zoet, zuur, bitter, ...
6 bevat gedemineraliseerd water, zout, zoet, zuur, bitter, ...

BIJLAGE 6. *Goede antwoorden als functie van de zittingen.*

zitting nr.		zitting nr.		zitting nr.		zitting nr.		zitting nr.		zitting nr.	
1	47	13	55	25	50	37	56	49	61	61	61
2	62	14	63	26	70	38	75	50	71	62	75
3	62	15	64	27	66	39	70	51	77	63	62
4	55	16	60	28	66	40	69	52	71	64	57
5	46	17	54	29	67	41	56	53	64	65	57
6	56	18	65	30	67	42	63	54	72	66	69
7	50	19	54	31	56	43	64	55	64	67	60
8	67	20	66	32	73	44	70	56	75	68	72
9	59	21	66	33	63	45	71	57	76	69	72
10	62	22	66	34	65	46	72	58	59	70	71
11	46	23	57	35	52	47	62	59	59	71	64
12	65	24	70	36	60	48	70	60	71	72	73

BIJLAGE 7. *Correcte antwoorden per proefpersoon en per serie van 6 zittingen (experiment III).*

	ppn	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
serie	1	20	27	19	21	18	20	18	18	11	23	15	20	24	23	16	20
	2	27	33	26	25	26	32	28	22	23	24	31	27	28	32	26	30
	3	20	21	26	18	16	20	22	21	17	17	19	28	27	22	20	21
	4	28	23	31	23	29	31	28	23	26	25	25	21	27	27	29	29
	5	25	25	26	21	28	26	16	19	23	25	18	24	31	22	25	27
	6	24	30	28	21	28	32	27	30	19	20	27	28	30	26	30	28
	7	25	27	23	22	26	22	25	25	17	27	17	22	20	23	20	27
	8	29	27	23	23	26	31	27	18	21	18	29	31	26	24	22	24
	9	28	33	32	30	31	34	24	31	30	24	26	32	30	31	25	32
	10	27	29	19	20	28	23	17	15	16	22	15	26	24	22	24	21
	11	22	26	17	17	12	26	13	18	15	16	20	22	20	18	16	25
	12	24	24	26	16	23	28	24	26	12	19	22	25	24	26	23	31

BIJLAGE 8. *Berekende percentages correcte antwoorden als functie van de concentratie.*

sacharose

ppn	concentratie nr																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
1	21	26	31	38	44	51	58	64	71	76	81	86	89	92	95	96	98
2	28	33	40	49	59	69	78	86	91	95	98	99	100	100	100	100	100
3	8	8	8	9	11	18	31	51	71	86	95	99	100	100	100	100	100
4	8	9	11	15	23	35	49	65	79	89	95	98	99	100	100	100	100
5	11	11	11	11	13	20	38	64	86	97	99	100	100	100	100	100	100
6	27	27	27	27	27	29	38	57	79	93	99	100	100	100	100	100	100
7	12	12	13	17	23	33	46	61	76	87	94	98	99	100	100	100	100
8	7	7	8	9	11	17	27	42	60	76	88	95	98	100	100	100	100
9	11	11	12	13	18	27	42	60	77	89	96	99	100	100	100	100	100
10	40	45	50	56	61	67	72	77	81	85	88	91	93	95	96	97	98
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	33	96	100	100	100	100	100
12	20	20	20	20	20	20	20	21	25	48	84	98	100	100	100	100	100
13	14	15	16	18	22	28	37	48	59	71	81	88	94	97	99	99	100
14	12	12	14	18	25	36	50	65	78	88	95	98	99	100	100	100	100
15	29	29	29	29	30	33	39	50	64	79	90	96	99	100	100	100	100
16	18	18	19	20	24	31	41	55	69	81	90	96	98	99	100	100	100
panel	14	15	16	19	25	33	44	56	69	79	88	94	97	99	100	100	100

keukenzout

ppn	concentratie nr																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
1	6	7	8	10	16	28	44	62	78	90	96	99	100	100	100	100	100
2	8	9	11	14	20	29	41	54	68	80	88	94	97	99	100	100	100
3	18	20	26	39	58	77	90	97	99	100	100	100	100	100	100	100	100
4	6	6	6	6	8	18	42	72	92	99	100	100	100	100	100	100	100
5	4	8	15	25	37	51	65	77	87	93	97	99	99	100	100	100	100
6	29	37	45	53	61	68	75	81	86	90	93	96	97	98	99	99	100
7	5	5	5	5	5	5	5	6	9	21	43	70	89	97	100	100	100
8	18	19	22	27	36	47	60	73	84	92	96	99	100	100	100	100	100
9	15	18	23	31	42	55	68	79	88	94	97	99	100	100	100	100	100
10	5	6	8	11	15	22	31	41	53	64	75	83	90	94	97	99	99
11	0	0	0	2	7	19	39	62	81	93	98	100	100	100	100	100	100
12	6	8	13	21	33	49	66	80	90	96	98	99	100	100	100	100	100
13	3	4	7	15	27	44	62	78	90	96	99	100	100	100	100	100	100
14	7	7	7	8	12	21	38	59	78	91	97	99	100	100	100	100	100
15	11	11	12	14	18	23	31	40	51	62	73	82	89	94	97	98	99
16	15	26	40	56	70	82	90	95	98	99	100	100	100	100	100	100	100
panel	9	11	15	21	30	41	53	65	76	84	91	95	98	99	100	100	100

BIJLAGE 8 (vervolg)

citroenzuur

ppn	concentratie nr																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
1	6	10	15	23	32	43	55	66	76	84	90	94	97	98	99	100	100
2	27	45	66	83	93	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	15	23	37	54	71	85	93	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100
4	31	33	37	44	52	63	73	83	90	95	98	99	100	100	100	100	100
5	2	2	2	8	31	68	93	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	16	27	40	56	70	82	90	95	98	99	100	100	100	100	100	100	100
7	19	25	35	47	61	74	84	92	96	98	99	100	100	100	100	100	100
8	46	57	68	78	86	92	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100
9	26	26	26	26	27	28	30	36	44	56	69	81	90	96	98	99	100
10	11	11	12	16	24	40	60	78	91	97	99	100	100	100	100	100	100
11	5	10	19	35	54	72	86	94	98	99	100	100	100	100	100	100	100
12	31	46	63	78	89	95	98	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	22	31	43	57	70	82	90	95	98	99	100	100	100	100	100	100	100
14	19	25	34	44	56	68	78	86	92	96	98	99	100	100	100	100	100
15	10	12	17	26	38	52	67	80	89	95	98	99	100	100	100	100	100
16	13	21	35	53	71	86	94	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100
panel	21	28	37	47	58	69	78	86	91	95	98	99	99	100	100	100	100

kininesulfaat

ppn	concentratie nr																
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
1	14	16	21	28	39	52	65	78	87	94	97	99	100	100	100	100	100
2	31	38	46	54	61	69	75	81	86	90	93	96	97	98	99	99	100
3	24	26	29	34	40	47	55	64	72	79	86	90	94	97	98	99	100
4	23	23	23	23	23	23	24	26	31	42	58	75	89	96	99	100	100
5	27	30	32	35	38	41	44	47	51	54	58	61	65	68	71	75	77
6	77	80	84	87	89	91	93	95	96	97	98	98	99	99	99	100	100
7	51	59	67	76	83	89	93	96	98	99	100	100	100	100	100	100	100
8	25	27	29	32	35	38	43	47	52	58	63	68	74	78	83	86	90
9	34	34	34	34	35	36	38	42	47	55	63	71	80	87	92	95	98
10	15	15	16	16	18	21	26	33	42	53	64	75	84	90	95	98	99
11	81	84	87	90	93	95	96	98	98	99	99	100	100	100	100	100	100
12	62	66	69	73	77	80	83	85	88	90	92	94	95	96	97	98	98
13	31	41	53	65	76	85	91	95	98	99	100	100	100	100	100	100	100
14	38	45	52	59	67	74	80	86	90	93	96	97	99	99	100	100	100
15	30	38	46	55	64	73	80	86	90	94	96	98	99	99	100	100	100
16	22	26	31	37	43	50	57	64	70	76	81	86	89	92	95	96	98
panel	36	40	45	50	55	60	66	71	76	80	84	88	91	93	95	96	98

BIJLAGE 9. *Kleurinvloed*: χ_2^2-*waarden van conc. 1 t/m 3 en 4 t/m 7.*

ppn	sacharose		keukenzout	
	conc. 1 t/m 3	conc. 4 t/m 7	conc. 1 t/m 3	conc. 4 t/m 7
1	1,44	5,69	1,73	7,27*
2	2,76	2,04	0,90	1,54
3	3,72	3,12	0,95	onb.
4	2,19	2,13	1,24	1,70
5	0,56	4,17	5,66	1,54
6	1,47	2,13	2,13	6,26*
7	2,62	2,13	onb.	3,62
8	2,91	0,33	0,10	2,01
9	3,99	1,04	1,44	1,39
10	2,86	0,44	1,00	0,51
11	2,05	1,20	1,93	5,33
12	0,34	1,65	2,90	3,47
13	3,21	1,76	2,50	1,70
14	3,91	0,54	4,67	0,69
15	1,61	2,34	3,77	3,36
16	2,76	5,80	6,71*	1,70

* significant lichteffekt ($p<0,05$)
onb. onbepaald, d.w.z. niet redelijk om χ_2^2-waarden te berekenen, daar één van beide soorten antwoorden goed/fout niet voorkomt.

BIJLAGE 9 (vervolg). *Kleurinvloed*: χ_2^2-*waarden van conc. 1 t/m 3 en 4 t/m 7.*

ppn	citroenzuur		kininesulfaat	
	conc. 1 t/m 3	conc. 4 t/m 7	conc. 1 t/m 3	conc. 4 t/m 7
1	1,63	3,55	2,05	1,04
2	1,68	onb.	0,29	2,04
3	0,09	onb.	0,91	1,19
4	1,40	1,56	2,86	1,74
5	2,65	onb.	0,32	0,53
6	1,04	1,42	0,62	onb.
7	0,84	3,06	0,09	onb.
8	0,60	onb.	1,46	1,41
9	2,51	5,04	2,05	4,07
10	2,34	1,56	3.02	1,99
11	2,33	3,06	0,06	onb.
12	2,24	onb.	2,76	2,13
13	8,15**	onb.	0,78	onb.
14	0,30	1,42	4,45	2,04
15	1,65	0,14	3,46	2,04
16	3,09	onb.	0,10	0,00

** zeer significant lichteffekt ($p<0,01$)
onb. onbepaald, d.w.z. niet redelijk om χ_2^2-waarden te berekenen, daar één van beide soorten antwoorden goed/fout niet voorkomt.