

SPRENGER INSTITUUT
Haarlem

21 DEC. 1973

IR. J. C. METTIVIER MEIJER

DROGEN VAN GROENTE



MEDEDELING NR. 32

351295

SPRENGER INSTITUUT - WAGENINGEN

1973

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0524 9392

INHOUD

	blz.
1. Inleiding	5
2. Geschiedenis	6
Huidige markttoestand	
3. Grondstoffen	15
Droge-stofgehalte en monsternamen	
Wensen van de industrie t.a.v. de grondstof	
4. Voorbewerking	21
Oogst - transport - bewaring	
Reinigen	
Schillen: mechanisch - chemisch - fysisch	
Versnijden	
Blancheren: inactiveren van enzymen - verdrijven van lucht - wijzigen van consistentie - reinigen - behoud van voedingswaarde en sensorische kwaliteit	
Blancheerapparatuur en -werkwijze: water - stoom - andere methoden	
Sulfiteren: toxiciteit - warenwet - onderzoek Sprenger Instituut	
5. Drogen	67
Algemeen: droogfysica, drogen met lucht, drogen op verwarmde oppervlakken en door straling	
Apparatuur en werkwijze: eestdroger - banddroger - verstuvingsdroger - walsdroger - vacuüm- (vries)droger	
Droogmethoden in onderzoek en ontwikkeling: poffen - fluïdisatie - vochtonttrekking in geconcentreerde oplossingen - dehydro-diepvriezen - schuimdrogen	
6. Verwerkingsmaatregelen ter bevordering van wateropname en verzachting	114
Kerven en prikken - impregneren - onttrekken van calcium - vriesbehandeling - bestralen	
7. Deklaag op het droge produkt	120
8. Sorteren	122
9. Verpakken	125
Begassen - droogmiddel in de verpakking - tabletteren	
10. Houdbaarheid bij bewaring	135
Sensorische houdbaarheidstermijn - samenstelling verpakkinggas - ascorbinezuur - imbibitie - SO ₂ -gehalte - eindvochtgehalte	
11. Microbiologische aspecten	146
12. Voedingswaarde	153
13. Kwaliteitsanalyse en -beoordeling	161
vocht - SO ₂ - wateropnemend vermogen - consistentie	

tie - peroxydase-activiteit - vitamine C - kleur - zand - microbiologische kwaliteit - sensorische beoordeling van droog en bereid produkt	blz.
14. Drogen van fruit en kruiden	184
15. Bijlagen	186
16. Literatuur	203
Alfabetische auteurlijst	215

1. INLEIDING

Een beknopte beschrijving van het drogen van groente en fruit is reeds in 1964-'65 als hoofdstuk 20.2.5 van de 'Leer- gang in het verduurzamen van voedingsmiddelen", gepubliceerd in het vakblad Conserva (13, 163-172 en 191-198).

In de eerste plaats werd daarbij op tal van punten, zowel de algemene microbiologische, chemische en technische kanten van het drogen betreffend, alsook aangaande grotere gebieden van voorbereiding (wassen, versnijden, blancheren enz.) ver- wezen naar reeds door andere auteurs verzorgde hoofdstukken van diezelfde leergang.

Ten tweede maakte de opzet van dat geheel een uitvoeriger bespreking, met voorbeelden uit eigen ervaring of ook uit de literatuur, niet gewenst.

En in de derde plaats zijn nu sindsdien weer een achttal jaren verstreken met daarin op velerlei gebied nieuwe gege- vens.

Deze beperkingen van het eerstgenoemde overzicht maakten het wenselijk om nu, bij afsluiting van 'schrijvers werkzaam- heden op dit gebied, een meeromvattende bespreking aan het 'drogen van groente' te wijden. Deze bespreking heeft 'uit den aard des schrijvers', zeker niet het stempel van een handleiding voor het oprichten en exploiteren van een groen- tedrogerij. Daarvoor zijn een 'klassieke' publikatie als 'Vegetable and Fruit Dehydration' (Manual for Plant Opera- tors!) [6] of ook een recent werkje als 'Practical Dehydra- tion' [11], meer geschreven vanuit de praktijk van de droog- industrie, betere informatiebronnen.

Het onderhavige geschrift is, naar schrijver hoopt, meer te beschouwen als aanvullende kritische achtergrondsinforma- tie die, in het bijzonder op de plaats waar de auteur werkte: het Sprenger Instituut, ter beschikking kwam. Wel is in gro- te lijnen het verwerkingsproces in de verschillende fasen van voorbereiding, droging, verpakking en bewaring gevolgd. Vaak was er gelegenheid de zijpaden van eigen onderzoek te volgen, aan het eind waarvan niet weinig vragen gesteld kon- den worden, die pas door nader onderzoek kunnen worden beant- woord. Soms bracht dit ook een vrij vergaande detaillering van resultaten met zich mee, doch naar schrijvers mening is dit inherent aan de complexiteit van praktisch droogonderzoek.

Van niet te verwaarlozen belang voor degenen die zich ver- der in de toch altijd nog vele beknopt besproken problemen willen verdiepen, werd gemeend op veel plaatsen in de tekst recente betrokken literatuur te moeten vermelden.

Zoals de titel aangeeft betreft de inhoud van deze mono- grafie het drogen van groente. Dit heeft echter niet verhin- dert dat hier en daar, waar dit voor de hand lag, het drogen van fruit en kruiden, en ook wel andere produkten, in het ge- gevene werd betrokken. Daar schrijver op die gebieden over minder onderzoekservaring beschikte laat hij beschrijving van die gebieden graag aan anderen over.

2. GESCHIEDENIS

Tuinbouwprodukten: groente, fruit en kruiden, zijn door de eeuwen heen op natuurlijke wijze, door zon en wind, gedroogd. Voor ons land, waar de klimatologische omstandigheden nu niet bepaald gunstig zijn voor een snel verloop van deze natuurlijke droging, heeft deze verwerkingsmethode in het verleden eerder betrekking gehad op kruiden dan op groente.

Kruiden worden vanwege aromatische of geneeskrachtige, meest te extraheren of te destilleren, bestanddelen gedroogd waarbij de overige sensorische eigenschappen (bijv. kleur en consistentie) van minder belang zijn en de droging minder snel en efficiënt behoeft te verlopen dan dit bij het drogen van groente het geval is. Zo was het mogelijk dat in tijden vóór de toepassing van ventilator en luchtverhitter kruiden na de oogst in droogschuren of droogzolders, beschut voor regen maar blootgesteld aan de wind, werden gedroogd, een techniek die zeker in meer continentale streken langer is toegepast dan in ons vochtige klimaat, waar men mogelijk eerder zal zijn overgegaan op kunstmatige droging, weliswaar in den beginne zeer eenvoudig nl. op met plavuizen afgedekte droogvloeren, waaronder zich vuurhaarden bevonden. Na de 19e eeuwse industriële revolutie heeft men deze solide stenen vloer omgevormd tot geperforeerde metaalplaat, waardoor een ventilator direct of indirect verhitte lucht dreef tot droging van het zich op de plaat bevindende produkt. Een merkwaardig overblijfsel van deze zeer eenvoudige drogerijen was tot na de 2e wereldoorlog een aantal cichoreidrogerijen te Ouddorp (Goeree) waar nog met open cokesvuren onder droogvloeren gestookt werd en de natuurlijke trek voor luchtverversing moest zorgen. In dezelfde tijd bestonden er in de omgeving van Noordwijk ook nog een aantal kleine kruidendrogers, die nadien echter niet meer konden concurreren tegen de door de overheid na de 2e wereldoorlog gestimuleerde coöperatieve kruidendrogerijen, uitgerust met meer moderne drogers en andere apparatuur.

In zuidelijker, althans drogere, landen is natuurdroging van fruit, ook voor produktie in het groot (voor de wereldmarkt), tot voor kort een algemeen toegepaste droogwijze geweest. Het hoge suikergehalte en de lage pH van deze produkten (appelen, peren, pruimen en natuurlijk zuidvruchten) maken dat zelfconservering bij matige indroging reeds spoedig plaats vindt. Dat men voor een volledige natuurdroging toch ook wel zeer betrouwbaar droog weer nodig heeft bewijst het feit dat men in vele gevallen (bijv. Zuid-Frankrijk, Joegoslavië, Californië) al vroeg in de geschiedenis is overgegaan tot een min of meer primitieve wijze van kunstmatige droging om aan wisselvallig weer te ontkomen. Ook was het toepassen van speciale behandelingen die reeds vanouds gebruikelijk waren, zoals het zwavelen of het mogelijk onbewust laten optreden van fermentatieve omzettingen, wel aanleiding tot het maken van min of meer gesloten ruimten waarin het produkt behandeld werd. Een voorbeeld van dit laatste was bijv. de behandeling van kwetsen in Zuid-Frankrijk tot droogpruimen of pruimedanten (= prunes d'Ente) in ovens ('fours'), in den be-

ginne zelfs gewone bakkersovens, vaak op intermitterende wijze en vele uren in beslag nemend [1]. In de Verenigde Staten heeft men deze droogmethoden voor vruchten sinds eind vorige eeuw omgebouwd tot drogingen op droogvloeren (kilns, evaporators), weer later tot continu drogingen in tunnels en is weinig overgebleven van natuurdroging van vruchten. Zelfs in tropische ontwikkelingslanden zal men voor het industrieel verwerken van fruit thans om verschillende redenen (o.a. hygiënische) geen zondroging meer kunnen adviseren.

Restanten van primitieve vruchtendroging bestonden tot na 1950 nog in ons land o.a. in de vorm van appeldroging in of op bakkers- of steenovens. Een merkwaardiger geval was (is?) de droging van geschilde gekookte stooferen in min of meer geïsoleerde Maasdijk-dorpen bij Heusden (N.B.); open cokesvuren geplaatst tussen ruime stapels wilgetenen horren met donkerrode geschilde peren vormden een nog middeleeuwse aanblik in het midden van de 20e eeuw.

Meer dan voor kruiden en fruit geldt voor het drogen van groente, waaronder wortel, koolsoorten, prei en ook aardappel, dat deze tak van verwerking pas tot ontwikkeling is gekomen nadat de mogelijkheden van kunstmatige snellere droging (door toepassing van ventilatoren en luchtverhitters) gerealiseerd konden worden. En niet alleen t.a.v. de droging zelf, maar ook met betrekking tot de voorbereiding, bijv. sulfiteren, blancheren en m.b.t. de verpakking hebben verbeteringen, resultaten van de 'technische revolutie', bijgedragen tot een verdere ontwikkeling van het groentedrogen.

Groente wordt nl. in het algemeen, in tegenstelling met kruiden, in zijn geheel of in grotere stukvorm genuttigd, zelfs in soepen waarin verweg de meeste gedroogde groente geconsumeerd wordt. Naast goede smaak en geur zijn een frisse kleur en een malse consistentie gewenste eigenschappen, die zeker niet met langdurige natuurdroging verkregen worden; daarbij eerder een taai en verkleurd produkt. Tot voor kort had het drogen van groente wel de weinig vleiende reputatie van oorlogsindustrie, gevolg van de slechte kwaliteit van de produkten van de in de oorlogsjaren (1e en 2e wereldoorlog) bloeiende groente- en aardappeldroogindustrie. Gedurende de laatste 20 jaren is echter het kwaliteitsniveau verbeterd, mede door de strenge eisen die hieraan door de nieuwe, althans sterk gegroeide grootafnemer, de droge-soepindustrie, werden gesteld.

Dat een enkeling [2,3] reeds lang geleden goede ideeën had over verwerkingsprocédés die pas veel later algemene toepassing hebben gevonden moge blijken uit een Engels octrooischrift no. 1275 uit 1780! waarin John Graefer de volgende uitvinding claimde: "The Art of Drying and Preparing "a Vegetable of the Brassica Kind, generally known by the "Name of Green and Brown Borecole, Scotch or other Kale, so "as to keep e Twelvemonth or longer without loosing any of "its Real Natural Flavour, and make it an excellent Food, "and its Virtue a great Preventive of Scorbutic Disorders, "which will be of great public Utility, particularly to His

"said Majestie's Navy". Deze voor de natie onmisbare voor-
delen kon men verkrijgen door het volgende te doen:
"Put about one pound of salt into twenty gallons of water,
"and so in proportion for any greater or less quantity re-
"quired; boil te same, and then put in the vegetables where
"they must remain for the space of a minute or thereabouts,
"and then taken out and hung by separate plants on lines or
"small hooks to laths in a room previously impregnated with
"heat or fumigation, by means of a buzaglo or any other
"stove, or a steam issuing through funnels, or by the na-
"tural heat of the sun or atmosphere, where they must con-
"tinue until they are perfectly dry. In order to complete
"them for exportation they must, after they are dried as
"above, be removed into a damp room, in order to imbibe a
"sufficient degree of humidity to prevent their crumbling
"or falling to pieces in the packing".

Hier worden reeds verwerkingsaspecten genoemd die ook in on-
ze tijd de aandacht vragen en die later in deze publikatie
nog aan de orde zullen komen.

Een geschrift dat op de groentedrogerij in ons eigen
land vóór en gedurende de wereldoorlog 1914-'18 een verhel-
derend, zij het ook wat gekleurd, licht werpt is het in 1917
door de Vereniging van Groenten- en Vruchtendrogers uitge-
geven propagandageschrift: "Het Groentendrogen, de Industrie
der Toekomst" [4]. De groentedrogers, in oorlogstijd als
paddestoelen met tientallen uit de grond verzeen, voelden
zich in dat jaar bedreigd in hun grondstofvoorziening aan-
gezien Nederland zelf ook voor wat betreft verse groenten
en consumptieaardappelen in het nauw geraakte. De drogers
sloten zich aaneen tot een vereniging die o.a. ten doel had
de regering te overtuigen van het nut van het drogen van
groenten, ook voor export ná de oorlog. Een tip van de
sluier waarachter het leven van de groentedrogerij in vroe-
ger jaren zich afgespeeld heeft, een gesloten boek voor de
huidige onderzoeker die geen tijd heeft in archieven te dui-
ken, wordt opgelicht daar waar in de genoemde publikatie ge-
sproken wordt over 'Ontwikkeling van het drogersbedrijf in
Nederland':

"Het moet onzen nationalen trots streelen, dat het groenten-
"drogen oorspronkelijk van Hollandschen huize is. Reeds
"eeuwen geleden werden in den omtrek van Noordwijk genees-
"krachtige kruiden gedroogd. Dit drogen geschiedde in pri-
"mitieve inrichtingen, waarvan er thans (1917) nog enkele
"in Noordwijk zijn te vinden. Zij geleken op bakkersovens,
"waarboven een kruin was gebouwd. Onder den oven bevond
"zich nog een droogruimte en naast den oven een kookpot.
"De geneeskrachtige kruiden werden zoo nodig in den kook-
"pot voorgekookt, daarna op de kruin boven den oven gedroogd
"om ten slotte in de droogruimte onder den oven te worden
"nagedroogd. Deze gedroogde geneeskrachtige kruiden waren
"over geheel Europa beroemd en werden zelfs in verschillen-
"de buitenlandsche pharmacopeeën verplichtend voorgeschre-
"ven.

"Waar door gebrek aan kruiden deze drogerijen niet het ge-
"hele jaar in bedrijf konden worden gehouden kwamen de eige-

"naren ten tijde van de Fransche revolutie op de gedachte, "om in deze drooginrichtingen ook groenten te drogen. Deze "overgang was zeer natuurlijk. In Holland, het groentenland "bij uitnemendheid, verrotten ook reeds toen ter tijde jaar- "lijks vele groenten en toen in de Fransche revolutie het "menselijk voedsel schaarsch werd, begonnen de drogers "groenten te drogen ten einde in den nood te voorzien. Nog "ten huidige dage worden in Noordwijk in enkele van deze "primitieve inrichtingen groenten gedroogd. Er zijn in "Noordwijk verschillende familie's, waarvan generatie op "generatie zich met het drogen van kruiden en groenten heeft "bezig gehouden.

"Gelijk reeds gezegd, waren de inrichtingen uiterst pri- "mitief, zoodat het in het geheel geen verwondering behoeft "te verwekken, dat deze drogers, toen in het laatst van de "vorige eeuw in Duitschland moderne inrichtingen voor het "drogen van groenten verzezen, de concurrentie niet meer "konden volhouden.

"Slechts met zeer enkele producten, als b. v. tuinboonen, "prinsesseboonen, kon nog tegen de Duitsche drogerijen wor- "den geconcurrerd.

"Alleen één fabriek in Nederland, nl. de tegenwoordige "N.V. Vereenigde Conservenfabrieken te Prinsenhage, was "reeds vóór den oorlog modern ingericht en was reeds toen "in staat, ook haar deel op de wereldmarkt van gedroogde "groenten te bemachtigen.

"De oorlog brak uit en eensklaps bespeurden ook de overi- "ge groentendrogers in Nederland tot hunne vreugde, dat zij "hunne producten weer konden exporteerden. Gedroogde groenten "werden plotseling overal gevraagd en in de eerste tijden "van den oorlog waren de prijzen bijzaak. Dit behoeft geen "verwondering te wekken. Groenten toch vormen een bijna on- "misbaar bestanddeel van 's menschen voedsel, en zoowel ten "behoefte van hunne legers als van de civiele bevolking, "waren de oorlogvoerende landen er in de eerste plaats op "uit, de beschikking te krijgen over de grootst mogelijke "hoeveelheden gedroogde groenten. Ieder die gedroogde groen- "ten kon leveren, kon zulks doen tegen goede prijzen. De "vraag groeide steeds aan en de bestaande inrichtingen kon- "den niet genoeg groenten drogen. Is het wonder, dat de "groentendrogers hunne inrichtingen gingen uitbreiden en "zich beijerden, moderne installaties te bouwen, die zoo- "veel mogelijk konden verwerken? Voorts verzezen nieuwe be- "drijven naast de bestaande.

"Waar groente door vervoer altijd lijdt en er gebrek aan "spoorwegmateriaal in Nederland is, bouwden de groentendro- "gers hunne nieuwe inrichtingen zooveel mogelijk op verschil- "lende plaatsen des lands en weldra werden bijna overal in "ons land groenten gedroogd. Uit de aan deze brochure toege- "voegde kaart moge zulks blijken.

"Aanvankelijk werden de meeste van deze nieuwe bedrijven "als oorlogsbedrijf ingericht. De gebouwen waren hoogst pri- "mitief, dikwijls slechts met wanden van rieten matten. De "gebouwen werden soms vervaardigd met behulp van boomstam- "men, zoo juist in de bosschen gekapt, soms werden zelfs "oude koestallen voor het drogen van groenten ingericht. En-

"kele der opgenomen photographieën geven een typisch beeld van deze oorlogsbedrijven.

"Waar de vraag naar gedroogde groenten veel grooter was dan de hoeveelheden, welke de bestaande drogerijen konden vervaardigen, gingen de groentendrogers op zoek naar inrichtingen, waar gedroogd zou kunnen worden. Het spreekt wel van zelf, dat hunne blikken zich allereerst richtten op de eesten van bierbrouwerijen en branderijen. Zeer vele van die eesten zijn voor het drogen van groenten gebruikt. Toen men echter de moderne Duitsche installaties had leeren kennen, bleven de groentendrogers niet bij de eesten staan, maar bouwden zij inrichtingen, uiterst geschikt en bestemd voor het drogen van groenten.

"Weldra zagen de meeste drogers in, dat het door de nieuwe toestellen, welke zij zich hadden aangeschaft, mogelijk zou zijn, ook na den oorlog op de wereldmarkt te blijven concurreren. De bedrijfs-uitkomsten toch, welke met de verouderde toestellen en welke met de moderne werden verkregen, waren zoó verschillend, dat men begreep, na den oorlog de concurrentie met de Duitsche wereldfirma's, als Knorr te Heilbronn, de Andernacher Dörrgemüsefabrik, met Prévot et Cie te Parijs, met Maggi uit Zwitserland en anderen te kunnen volhouden. Terwijl de drogers zich vóór den oorlog telkens verbaasden over de prijzen, waarvoor de Duitsche concurrenten hunne waren konden aanbieden, zagen zij tot hunne vreugde thans, dat die prijzen, gelet op de groentenprijzen in Nederland en de bedrijfsresultaten van hunne moderne installaties, voor hen een buitengewoon gunstige kans voor na den oorlog openlieten."

Deze hoge verwachtingen zijn na 1918, beëindiging van de eerste wereldoorlog niet of alleen maar zeer ten dele in vervulling gegaan. Van de in de bovengenoemde publikatie in kaart aangeduide 197 (!) groentendrogerijen bleven maar weinigen bestaan, mogelijk alleen diegenen die inderdaad wat gemoderniseerd hadden, en zeker hun gekruide bakkersovens en koestallen voor andere werkzaamheden dan het drogen van groente gingen gebruiken.

Bij herstel van de vredestand viel de vraag naar gedroogde groenten weer terug naar een veel lager peil, gedeels bepaald door hetgeen droge-soep(blokjes)fabrieken voor hun produktie nodig hadden. IJzer en tin kwamen weer beschikbaar voor het maken van conservenblikken voor de burgermarkt en hiertegen heeft de gedroogde groente het als conserve moeten afleggen.

Gedurende de tweede wereldoorlog heeft men een analoge ontwikkeling te zien gekregen, zij het ook dat de technische oplossingen op wat hoger niveau lagen. Maar ook toen was het veelal: drogen wat drogen kan! Opmerkelijk is dat deze 'oorlogsindustrie' in Engeland en de Verenigde Staten doelmatiger van overheidswege is georganiseerd geweest dan in Duitsland en het bezette Nederland. Na de oorlog werden we geconfronteerd met publikaties uit die landen [5,6] waaruit bleek, dat men veel gedaan had aan modernisering, uniformering en onderzoek van zowel

droging als voorbereidingen (o.a. blancheren en sulfiteren), verpakking (o.a. vacuümverpakking en stikstofbegassing) en bewaring van gedroogde produkten.

Evenals in 1918 zijn na de tweede wereldoorlog de 'beunhazen' weer afgefallen en beperkte zich de gedroogde-groenteproduktie zich tot een tiental bedrijven, geleidelijkaan zelfs niet meer dan een vijftal. Deze bedrijven hebben zich sindsdien gemoderniseerd op velerlei gebied, gebruik makend van eigen ervaring en die van anderen, o.a. van de resultaten van veel onderzoek dat ook ná de oorlog bleef doorgaan, nu niet alleen door en voor de militaire instanties (vooral in Angelsaksische landen) maar ook voor de zich sterk uitbreidende en moderniserende droge-soepindustrie, huidige grootafnemer van deze produkten. Men geraakte hierbij geheel uit de sfeer van kruiden drogen of geïmproviseerde oorlogsindustrie en kreeg meer de allure van 'echte' levensmiddelenindustrie.

Het feit dat enkele bedrijven een regelmatige vriesdroogproduktie hebben geeft al een aanduiding van het niveau waarop men zich tegenwoordig durft te bewegen.

De hoeveelheid verse groente die in Nederland wordt gedroogd, is gestegen van ca. 5 miljoen kg in 1950 tot ca. 40 miljoen kg in 1963. Daarna blijkt op wat lager peil, ca. 30 miljoen kg een zekere stabilisatie op te treden; deze is het gevolg van vergrote concurrentie uit het buitenland en tevens van de groeistop in de afzet van droge soepen die in genoemde jaren toenam van 30 tot 130 miljoen (liter)zakjes [7].

Huidige markttoestand

Tabellen 1, 2, 3 en 4 kunnen de in het voorgaande beschreven tendenzen voor wat betreft de laatste jaren, cijfermatig verduidelijken.

Tabel 1 geeft de Nederlandse verwerkingscijfers van de tot droge groente verwerkte verse grondstof, zonder splitsing in de afzonderlijke groenten [8]. Wil men weten om welke hoeveelheden droog produkt het ongeveer gaat, dan dient men rekening te houden met rendementcijfers vanaf ca. 5% (spinazie, asperge) tot ca. 11% (boerenkool, pastinaak) met een geschat gemiddelde voor het gehele groentepakket van ca. 7%.

Tabel 1. Verbruik van verse groente door de Nederlandse groentendroogindustrie x 1000 ton

1937	6	1957	32,6
1938	6	1958	22,7
1939	6	1959	24,4
....	1960	26,6
1946	19,6	1961	29,8
1947	25,9	1962	35,5
1948	17,5	1963	42,3
1949	5,5	1964	35,7
1950	5,4	1965	26,3

Vervolg tabel 1

1951	6,3	1966	30,0
1952	12,4	1967	33,9
1953	19,4	1968	31,3
1954	19,2	1969	26,5
1955	20,2	1970	30,9
1956	22,9	1971	33,6

De relatief hoge cijfers van de na-oorlogse jaren 1946 t/m 1948 zijn een gevolg van nog nakomende bestellingen van militaire zijde (o.a. voor 'luchtbrug Berlijn' en voor acties in Indonesië). Na 1950 beleven we de stijgende aankopen van de zijde der droge-soepindustrie tot een maximum van 42,3 miljoen kg in 1963; daarna treedt stabilisatie op lager peil op.

In de tabellen 2 en 3 wordt een beknopte selectie van export- en importcijfers gegeven; behalve het totaalgewicht worden ook nog de belangrijkste landen van bestemming, resp. landen van herkomst vermeld [9].

Tabel 2. Export van gedroogde groenten uit Nederland
x 1000 kg

Landen v.bestemming	1956	1960	1965	1970	1971
Totaal x 1000 kg	1.087	1.437	2.090	2.693	2.364
x 1000 gulden	4.817	6.817	12.811	14.489	13.681
België - Luxemburg	105	118	127	75	180
Frankrijk	54	-	72	172	92
W-Duitsland	55	284	443	550	625
Ver. Koninkrijk	396	519	712	1.020	573
Zweden	42	-	118	116	82
Zwitserland	214	181	167	162	215

Tabel 3. Import van gedroogde groente in Nederland x1000 kg

Landen van herkomst	1956	1960	1965	1970	1971
Totaal 1000 kg	513	1.864	3.190	5.993	4.520
1000 guldens	1.062	5.707	9.956	20.224	16.177
Frankrijk	-	171	1.909	305	184
W-Duitsland	85	163	788	691	563
Italië	68	233	1.837	590	606
Hongarije	-	-	808	1.020	776
Roemenië	-	-	1.582	864	304
Bulgarije	-	223	246	141	213
Egypte	242	794	1.064	732	649
USA	28	104	637	298	229
Israël	-	-	-	243	190

Er zit, eufemistisch gesproken, minder groei in de export dan in de import; in feite is er eerder achteruitgang. De voornaamste landen van bestemming zijn, evenals bij het verse produkt, W-Duitsland en het Verenigd Koninkrijk. De import van gedroogde groente is in het laatste decennium sterk gegroeid en bedraagt nu zeker meer dan de eigen Nederlandse produktie, nl. zo ongeveer het dubbele, afkomstig van 60-70 miljoen kg verse groente! De cijfers van zowel import als export geven een zeer ongelijkmatig beeld, waarschijnlijk meer het gevolg van handelspolitieke- dan van produktiefactoren.

Spplitsen we voor de laatste jaren de import naar de afzonderlijke groenten (tabel 4) dan blijken uien en tomaat de hoofdmoot te vormen. Egypte is reeds lang bekend als grootexporteur van gedroogde uien; de andere produkten, inclusief de tomaten, zijn vooral van de nieuwe exportlanden afkomstig.

Tabel 4. Invoer per gedroogde groente x 1000 kg.

	1970	1971 (excl. Be-Lux)
Totaal	5.993	4.474
uien	3.114	2.201
tomaten	1.048	884
tuinwortelen	672	514
prei	384	218
paddestoelen	103	84
selderie	127	69
sperziebonen	39	58
andere groenten		
en moeskruiden	506	446

Opvallend is ook de opkomst van de Oosteuropese landen: Hongarije, Roemenië en Bulgarije als exporteurs naar het Westen. De internationale droge-soepindustrie in ons deel van Europa: Unilever (Royco), Nestlé (Maggi), AKSO (California), Corn Products (Knorr) levert de prijs- (en hopelijk kwaliteits-)bewuste klanten!

Tenslotte geven de tabellen 5 en 6 een indruk van de produktie in de laatste jaren van de EEG-landen Duitsland, Nederland en Frankrijk, zowel wat betreft de totaalverwerking tot droge groente, als wat betreft het aandeel van de afzonderlijke groenten in dit totaal [10].

Het aandeel van Frankrijk in de Westeuropese produktie neemt toe ten koste van vooral Nederland. Voor bepaalde produkten, met name ui en tomaat, geldt dat alleen Zuid-Frankrijk deze tot droog produkt verwerkt.

Tabel 5. Productie van gedroogde groente, x 1000 kg.
(Index: 1961 = 100).

jaar	Duitsland		Nederland		Frankrijk *)		totaal v/d 3 landen	
	ge- wicht	in- dex	ge- wicht	in- dex	ge- wicht	in- dex	ge- wicht	in- dex
1961	1974	100	3322	100	1697	100	6993	100
1962	1965	100	4170	126	1679	99	7814	112
1963	2802	142	4971	150	1929	114	9702	139
1964	2503	127	4222	127	1471	87	8196	117
1965	2093	106	3100	93	1397	82	6590	93
1966	2288	116	2694	89	1814	107	7066	101
1967	2557	130	3238	97	2009	118	7804	112
1968	2190	111	2820	85	2020	119	7030	101
1969	1976	100	2879	87	2474	146	7329	105
1970	1700	86	2765	83	3539	209	8004	114

*) van 1 mei - 30 april.

Tabel 6.

produkt	Duitsland			Nederland			Frankrijk		
	1970	1969	1968	1970	1969	1968	1970	1969	1968
bonen	48,0	53,4	50,0	48,8	43,3	48,9	3,2	3,3	1,1
wortelen	29,9	48,9	42,5	27,1	22,8	42,9	43,0	28,3	14,6
tomaten	0,1	0,1	0,1	-	-	-	99,9	99,9	99,9
selderie	27,4	22,0	29,7	69,7	75,9	68,6	2,9	2,1	1,7
prei	32,1	41,7	46,0	38,0	40,7	41,1	29,9	17,6	12,9
kool	25,0	36,6	50,0	71,9	58,3	50,0	3,1	5,1	-
uien	-	-	7,6	1,3	4,3	4,9	98,7	95,7	87,5
andere									
groenten	17,3	28,4	37,3	33,4	37,7	38,1	49,3	33,9	24,6
moeskruiden	60,3	60,8	73,7	15,1	27,3	13,4	24,6	11,9	12,9
peulvruchten	1,0	1,3	0,4	99,0	98,7	99,6	-	-	-
paddestoelen	11,1	15,0	7,3	86,5	73,6	71,2	2,4	11,4	21,5
	21,2	27,0	31,2	34,6	39,3	40,1	44,2	33,7	28,7

3. GRONDSTOFFEN

Hiertoe behoren als belangrijkste produkten:

knol- en bolgewassen - rode wortel, knolselderie, pastinaak, kroot, herfstknol, koolraap, ui;

koolgewassen - bloemkool, savoye-, rode en witte kool, boerenkool;

bladgewassen - prei, peterselie, bladselderie, knolselderieblad, kervel, spinazie;

diversen - sperzieboon, erwt, asperge.

In verband met het drogen kan de nadruk vallen op bepaalde eisen die de verwerkers aan de grondstoffen stellen.

a. *Hoog rendement* (droge-stofgehalte). Het kan wel worden aangenomen dat bij een voortdurende selectie op hoge opbrengst het droge-stofgehalte van de grondstoffen gemakkelijk in het gedrang komt, niet zozeer voor verhandeling van de verse groente, maar wel voor de droogindustrie, die hiervan in het bijzonder de nadelige gevolgen in de opbrengst aan droog produkt ondervindt. Vooral nu de mogelijkheden van contractteelt de laatste jaren zijn vergroot [14], heeft het zin bij de veredeling t.b.v. de industrie, meer aandacht te besteden aan het droge-stofrendement. Een gunstige omstandigheid daarbij is dat een hoog droge-stofgehalte in veel gevallen zal samengaan met betere kleur, bewaarbaarheid, resistentie tegen aantastingen en steviger structuur. Dit neemt overigens niet weg dat wij in Nederland, met ons vochtig klimaat, niet toekomen aan droge-stofgehalten, die in gebieden met uitgesproken droge afrijpings- en oogstseizoenen te verkrijgen zijn. Vergelijk bijv. de Egyptische ui met 15-18% droge stof en de Hollandse met 9-12%!

b. *Goede smaak en sterk aroma*

Aangezien bij het droogproces, zowel bij droging met lucht als onder vacuüm, aroma verloren gaat en men bij het uiteindelijke gebruik (bijv. in soepen) juist een krachtig aroma kan gebruiken, kan worden gesteld dat bij voorkeur sterk aromatische rassen voor drogen dienen te worden gebruikt (peterselie, prei, bloemkool).

c. *Sterke kleur*

In het bijzonder voor soepen is een grondstof met sterke kleur gewenst. Bij rode wortel wil men een homogene oranje-rode kleur, bij prei een hoog percentage wit, bij groene kool een helder groene kleur.

d. *Goede houdbaarheid*

Voor spreiding van de verwerking is een goede houdbaarheid tijdens bewaring na het seizoen, althans in Nederland, een eerste eis. Betreft men grondstoffen uit veel grotere gebieden met uiteenlopend klimaat, dan kan op bewaarbaarheid minder nadruk vallen. Een voorbeeld hiervan is alweer de (witte) ui, die in Californië van april tot november kan worden geoogst, te beginnen in het zuiden en eindigend in het noorden, de houdbaarheid van deze ui is echter slecht,

zodat snelle verwerking geboden is.

Er bestaat een groot verschil met de omstandigheden zoals deze in Nederland gelden.

Waar bijzondere eisen aan de grondstof gesteld worden ligt het voor de hand dat dit produkt minder gereed op de veiling gekocht dan bij commissionairs van te voren besteld, bij telers gecontracteerd of zelfs op eigen velden verbouwd kan worden. Bij deze laatste vormen van grondstoffelevering heeft men de keuze van rassen, teeltmaatregelen en oogst-tijdstip immers in principe beter in de hand en zullen aankopen op de veiling slechts aanvullend behoeven te zijn [12,13,14].

Droge-stofgehalte en monstername

Temidden van de andere eigenschappen heeft het droge-stofgehalte bijzondere belangstelling gehad bij het onderzoek van het Sprenger Instituut in de zestiger jaren. Aangezien totdien in het algemeen bij proefveldonderzoek van tuinbouwgewassen weinig of geen aandacht aan deze eigenschap was geschonken, kon geen antwoord gegeven worden op de vraag, welke rassen in dit opzicht de beste waren, laat staan dat cijfers gegeven konden worden betreffende het rasgedrag in dit opzicht over een periode van bijv. 25 jaren gebruikswaardeonderzoek. Wel waren bij droogonderzoek soms markante verschillen naar voren gekomen waarvan ook in de betrokken literatuur gesproken werd; genoemd kan worden bijvoorbeeld het wortelras 'Bauers Kieler Rote' tegenover bekende andere rassen als Flakkeese en Berlikumer. Ook het oplopen van het droge-stofgehalte bij vergelijking van vroege en late rassen is van dien aard dat bij oriënterend onderzoek reeds duidelijke verschillen naar voren kwamen. Een ander sprekend voorbeeld is het droge-stofverschil van Egyptische uien en Nederlandse uien, resultaat van ras- en klimaatsverschillen. Het werd al spoedig duidelijk dat, om een enigszins betrouwbare uitspraak te doen over kleinere rasverschillen in dit opzicht, en ook deze zijn voor de droger van belang!, meer systematisch onderzoek nodig was [15,16,17]. Bij een droge-stofgehalte van bijv. 10% maakt een teruggang tot 9% reeds een vermindering van 10% uit in de droge-stofopbrengst na drogen, een voor de fabrikant niet te verwaarlozen verschil!

Als voorbeeld van onderzoek ter achterhaling van droge-stofverschillen bij een bepaald produkt, verwerkt in drogerijen, volgt hier een korte weergave van een bemonsteringsonderzoek van preiproefvelden door het Sprenger Instituut. Zwarte verdenking was nl. gerezen tegen de weinig genormaliseerde wijze waarop proefvelden werden bemonsterd en waarop de monsters verder werden behandeld, leidend tot te zeer gevarieerde uitkomsten in droge-stofgehalte en tot de onmogelijkheid om betrouwbare kleinere rasverschillen in dit opzicht aan te geven.

Een gevolg hiervan was dat eerst in 1966 een monstername-

onderzoek plaatsvond van een proefveld met een uitgebreid internationaal sortiment preirassen en vervolgens de daarbij opgedane ervaring werd toegepast op de bemonstering in 1967 en 1968 van prei-gebruikswaardeproefvelden. Deze worden aangelegd ten behoeve van het vaststellen van de gebruikswaarde door het Proefstation voor Groentegewassen in de Vollegrond te Alkmaar. De proefvelden bevonden zich te Alkmaar en Breda en werden in de herfst 'vroeg' en 'laat' geoogst. Alle 10 rassen werden op beide proefvelden in 4-voud aangeplant. Het aantal planten per veldje bedroeg zonder randrijen 60 stuks, waarvan 10 op één rij door het Sprenger Instituut werden geoogst. Bij oogst en verdere behandeling werd een strikt genormaliseerde werkwijze toegepast. Deze betrof dus het wassen, uitslingeren, trimmen (wortels, buitenste bladeren en bladtoppen), verdelen in wit en groen, wegen, vochtdicht verpakken, transportereren, grof vernijden, voordrogen, vermalen en nadrogen. Voor de praktijk van de groentedrogerij is het van belang dat de droge-stofrangorde van de rassen op de verschillende proefvelden en oogsttijden zich onder uiteenlopende weersomstandigheden herhaalt. Uit tabel 7 blijkt dat de rangorde van 1967 en 1968 een grote mate van overeenkomst vertoont.

Tabel 7. Rangorde van droge-stofgehaltenes per ras, plaats en tijd t.o.v. het gemiddelde van 1967 en 1968.

ras no.	'67	Alkmaar				Breda			
	+	vroeg		laat		vroeg		laat	
	'68 gem.	'67	'68	'67	'68	'67	'68	'67	'68
23	1	1	2	1	3	1	4	2	4
14	2	2	5	3	1	4	3	1	2
18	3	4	3	2	6	3	6	3	3
20	4	3	1	4	2	2	1	8	1
12	5	5	4	6	4	6	2	5	10
19	6	6	6	7	5	7	8	4	6
17	7	7	8	8	8	5	7	6	7
25	8	10	9	5	7	9	5	7	5
24	9	9	7	10	9	8	9	9	8
22	10	8	10	9	10	10	10	10	9

De gestandaardiseerde werkwijze en het grote aantal waarnemingen waarover bij de eindanalyse kon worden beschikt, maakte het aantonen van kleine rasverschillen mogelijk! Uitgaande van gehele gemengde prei (groen + wit) kon in 1967-'68 een standaardafwijking van 0,35% droge stof verkregen worden bij een algemeen gemiddelde van 8,14% droge-stofgehalte, wat een zeer gunstige variatiecoëfficiënt geeft van 0,043 (verhouding $s : \bar{x}$). Zou daarentegen van één preirassenproefveld (in viervoud) zijn uitgegaan, dan zou bij een gemiddeld droge-stofgehalte van 8% een 'duidelijk' verschil tussen twee rassen al-

tijd wel 0,6% moeten bedragen.

De volgende conclusies werden voor het Nederlandse rassen-sortiment (rassenlijst) getrokken.

1. Het droge-stofgehalte is een raseigenschap, waarmee de zaadteler rekening kan houden.
2. De groentedroger zal, behalve met het relatieve droge-stofgehalte ook rekening hebben te houden met de relatieve opbrengst (rassenlijst) en uit een combinatie van die twee waarden, aangevuld met andere overwegingen, zijn keuze moeten doen.
3. Rasverschillen in droge stof kunnen, bij juiste monstername en -behandeling, worden aangetoond bij een minimum droge-stofverschil van 0,4 à 0,6%, afhankelijk van proefveld, aantal rassen en parallellen, weersverloop enz.
4. De schacht heeft altijd een hoger droge-stofgehalte dan het blad.
5. Er is geen correlatie tussen schachtlengte en droge-stofverschil van schacht en blad.
6. Vroege herfstprei heeft een lager droge-stofgehalte dan late herfstprei.
7. Bij het onderzochte Nederlandse praktijksortiment bestaat geen correlatie tussen droge-stofgehalte en gewasopbrengst.

Tenslotte worden in tabel 8 de gemiddelde en relatieve droge-stofgehaltenes en opbrengsten gegeven. De relatieve opbrengsten werden overgenomen uit de Nederlandse Rassenlijst voor Groente gewassen van 1968 [18].

Tabel 8. Gemiddelde en relatieve droge-stofgehaltenes en opbrengsten over 1967 en 1968.

Za- co no.	naam en herkomst	gemidd. dr.stof- gehalte % 1967/1968	relatief dr.stof- gehalte	relatieve opbrengst (rassen- lijst)	relatieve dr.stof- opbrengst
23	Herfstreus - Pan- nevis	8,43	104	96	100
14	Olifant - De Jong en Vlieger	8,40	103	92	95
18	Herfstreus - Sluis en Groot	8,35	102	97	99
20	Winterreuzen - Rijk Zwaan	8,34	102	109	111
12	Ficus-reuzen - Broersen	8,17	100	91	91
19	Helvetia - Vreeken en Gebr. Sluis	8,13	100	97	97
17	Baton - v.d.Ploeg	8,07	99	107	106
25	Tembo - Gebr.Sluis	8,02	99	91	90
24	Argenta - Gebr. Sluis	7,87	97	96	93
22	Goliath - Rijk Zwaan	7,68	94	123	116
Gemiddeld		8,14	100	100	100

Bij de oogst van prei is het gewas in de herfst vrij groei-stabiel en dus zelf geen belangrijke variabele in de uitkomst van de droge-stofbepaling. Hetzelfde zal gezegd kunnen worden van bijv. knolselderie of winterwortel, gewassen die volgroeid geoogst worden. De verhoudingen liggen anders bij sperziebonen die tijdens volle groei geoogst worden, terwijl ook het weer in die tijd (augustus) sterk kan wisselen, factoren die het speuren naar nauwkeurige intrinsieke rasverschillen, bijv. in droge-stofopzicht, zeer bemoeilijken. Een voorbeeld waarbij men daarentegen de groeivoorwaarden beter in de hand had, wordt gegeven door Lemke, die een aantal champignon-'stammen' onderzocht op droge-stofgehalte [19]. Hij kon daarbij tot de conclusie komen dat er wél duidelijke opbrengstverschillen tussen de stammen konden worden vastgesteld doch géén droge-stofverschillen. Daarentegen hadden de eerste plukken (vluchten) van alle stammen significant hogere droge-stofgehalten dan de latere plukken.

Het is duidelijk dat de proeftechniek (met als belangrijk onderdeel de monsternametechniek) zich bij de verschillende factoren van de onderscheiden gewassen zal hebben aan te passen. Ook voor praktijkvelden, die de industriële grondstof leveren en in het algemeen niet de regelmaat van een proefveld hebben, zullen andere bemonsteringstechnieken toegepast moeten worden, zowel te velde als, na de oogst, aan de fabriek.

Naast het meten van inwendige eigenschappen als droge-stof, suikers, vitamine C e.d., waarbij de monstername eigenlijk als het beginstuk van de instrumentele meetmethode beschouwd kan worden, is er ook een beoordeling van grondstoffen op uiterlijke kenmerken, of beter gezegd: op sensorisch (zintuigelijk) direct waarneembare kenmerken als kleur, vorm (i.v.m. geschiktheid voor mechanische verwerking bijv.), ziekteresistentie, maar ook smakelijkheid na bereiding voor consumptie, waarbij kleur, smaak, aroma (karakteristieke geur bij nuttiging) en consistentie gewaardeerd kunnen worden. Eensdeels worden deze eigenschappen te velde, anderdeels in de proefkeuken beoordeeld. De 'meetinstrumenten' die men daarbij gebruikt bestaan uit één of meer keurmeesters (panel) die een persoonlijk of groepsoordeel geven; deze instrumenten dienen, evenals andere apparaten, getoetst te worden op gevoeligheid en reproduceerbaarheid. De normen die men in dit opzicht aanlegt vindt men thans nog minder belangrijk dan de normen ter bepaling van de opbrengst (vers gewicht) en droge-stofgehalte! Indien men tegenwoordig, na vele jaren van opbrengstjacht, meer aandacht wil besteden aan de smaakeigenschappen, zal deze aandacht evenzeer moeten uitgaan naar beoordelings(meet)methoden die daarbij toegepast moeten worden, als aan de monstername te velde, of in het betreffende laboratorium of proefkeuken, die ervoor moet zorgen dat de uitkomsten representatief zijn voor het beoogde geheel.

Wensen van de industrie ten aanzien van de grondstof

Belangrijker dan een opgave van de namen van als grondstof geschikte, maar in de loop van jaren wisselende rassen lijkt de vermelding van de eigenschappen waaraan in het algemeen de rassen van de verschillende groenten voor drogen moeten voldoen. In bijlage I is van een 15-tal gewassen hiervan een opsomming gegeven. Zij boogt niet op volledigheid en bovendien kunnen, naast zich voordoende verandering in het rassensortiment, ook veranderingen in de technische mogelijkheden te velde voordoen, waardoor het rassenbeeld zich zal wijzigen.

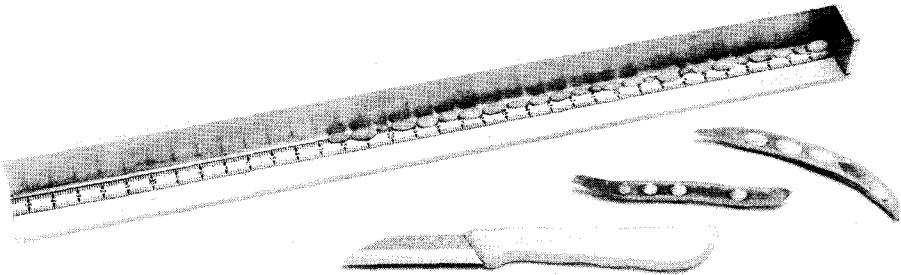
Opgave van aanbevolen rassen vindt men trouwens in de reeds eerder genoemde van jaar tot jaar vernieuwde Rassenlijst voor Groentegewassen [18], uitgegeven door de Commissie voor de samenstelling van de Rassenlijst voor Groentegewassen gevestigd te Wageningen (secretariaat Instituut voor Veredeling v. Tuinbouwgewassen, IVT). De aanbeveling heeft plaats in verband met de 'gebruikswaarde' en deze moet in onpartijdig en nauwkeurig onderzoek zijn vastgesteld ten aanzien van alle belangrijke eigenschappen, waaronder diegene van belang voor conservering (vers bewaren, sterilisatie, diepvries, drogen enz.).

Naast de belangrijke ervaring die door de Nederlandse gedroogde-groenteindustrie wordt opgedaan bij de verwerking van partijen van verschillende herkomst, zowel wat betreft ras als groeiomstandigheden (grond, verzorging, weer) is er thans nog geen of weinig gelegenheid in deze verwerkingstak voor het uitvoeren van eigen onderzoek, zoals men die overigens wél aantreft bij enkele grootafnemers van het droge produkt: de droge-soepindustrie. In de overheidssfeer bestaat nu in beperkte mate gelegenheid tot dergelijk onderzoek, door samenwerking van het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond te Alkmaar (teeltgedeelte) en het Sprenger Instituut te Wageningen (verwerking, i.c. drooggedeelte). In onderling overleg, waarbij de industrie betrokken is, kan enig onderzoek op dit gebruikswaardegebied worden uitgevoerd.

4. VOORBEWERKING

Oogst—Transport—Bewaring

De oogst betekent het eind van de teelt- en het begin van de bewerkings- en verwerkingshandelingen. Vooral het oogsttijdstip is een moment van belang voor de verwerker en bij contractteelt is een contractueel vastleggen van dit punt een niet te verwaarlozen zaak. Bij het oogsten van erwten verlaat men zich, zoals bekend, hoe langer hoe meer op de consistentiemeting door middel van de Tenderometer (IMC) of andere hardheidsmeters. Centrale ijking van deze meters wordt door contracttelers en -verwerkers georganiseerd om variatie van apparaten zoveel mogelijk uit te schakelen. Bij sperziebonen is het vaststellen en contracteren van een oogsttijdstip een minder vlot verlopende zaak geweest. Naast het aangeven van de grootte van diametersortering wordt tegenwoordig nogal waarde gehecht aan de zgn. zaadlengtemeting, die op duidelijk omschreven wijze moet worden toegepast, zowel op proefvelden als op praktijkvelden.



1. Lineaal voor zaadlengtemeting van te oogsten slabonen (bijv. 25 grootste zaden uit 25 grootste peulen van 25 opeenvolgende planten).

Deze gewassen worden in volle groeivaart geoogst en dit maakt afspraken des te nodiger. Er zijn ook veel te drogen herfst- en wintergewassen waarvan het oogsttijdstip minder kritisch is en minder aanleiding zal geven tot belangenverschil (winterwortel, knolselderie, prei).

Men denke verder niet dat de rijpheidskwaliteit bij het oogsten van te drogen produkten van minder belang zou zijn dan bijvoorbeeld voor te steriliseren produkt (het produkt wordt immers tóch gedroogd!). Het tegendeel is waar t.a.v. erwten en sperziebonen, die meer de oogstindicaties voor diepvriesverwerking dan voor inblikken volgen, d.w.z. ge-oogst worden in een jonger stadium. Van de mechanisatie in land- en tuinbouw is die van de oogst zeker niet de minst belangrijke. Een economisch motief is hierbij natuurlijk de eerste drijfveer: grote oogsten met weinig arbeid. Eerst zijn doperwtendorsmachines op fabrieksterrein, dan te velde en tegenwoordig ook rijdend te velde in combinatie met de maaimachine tot ontwikkeling gekomen. Daarna volgden bonenplukmachines, één-, twee- en drierijig. Ook het mechanisch oogsten van knol- en bolgewassen, eventueel voorafgegaan door loofvernietigers doen in deze ontwikkeling hun intree. Intussen is dit machinaal werken ten nadele van de kwaliteit, in zoverre het produkt gekneusd wordt, bijv. zaadhuiden van erwten barsten, terwijl bij transport en reeds bij korte bewaring microbiologisch- en smaakbederf gemakkelijker kunnen optreden. In dit geval zijn snel transport en verwerking en zo mogelijk toepassing van koeling in geval van te lange tijdsruimten voor de hand liggende tegenmaatregelen. Praktijk en onderzoek trachtten de nadelen in de afgelopen jaren zoveel mogelijk te beperken. Het laatste woord over deze mechanisatie is nog niet gesproken. Ook hier geldt ten aanzien van te drogen produkten dat de grondstof geen zware kneuzing kan lijden, vooral produkten die niet geblancheerd worden; kneuzingen kunnen dan bij de vaak uren durende drogingen tot zware (bijv. enzymatische) verkleuringen aanleiding geven. Groentedrogerijen strekken de verwerkingsperiode vaak tot in het vroege voorjaar uit en zijn gebaat bij een lang houdbare grondstof. Ook dit is een reden om van die kant aandacht aan de oogstmechanisatie te schenken.

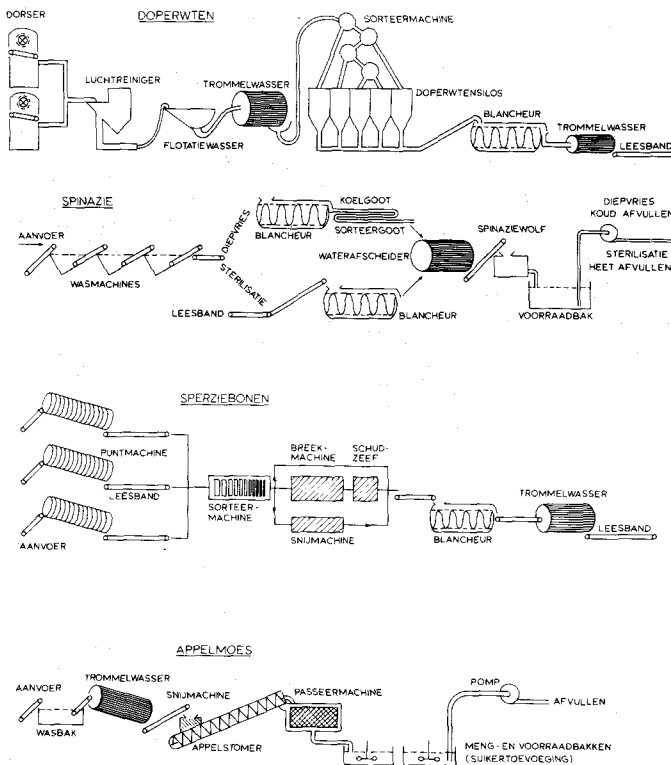
Voorbeeld van een geval waarbij men uitgekield te werk moet gaan is bijv. het vriesdrogen van champignons, een relatief zeer kostbaar en kwetsbaar produkt, waarbij de tijd tussen pluk en verwerking zo kort mogelijk gehouden moet worden, kneuzing moet worden vermeden, koeling bij bewaring toegepast, naast vanzelfsprekend het gebruiken van een zeer goed werkende snijapparatuur. Elke kneuzing wordt na droging en weer opweken signaleerd als ongewenste donkere verkleuring, terwijl ook 'narijping' bij bewaring de kleur ongunstig beïnvloedt.

Tot andere produkten die gevoelig zijn behoren bijvoorbeeld asperges en doperwten [20]. Vooral doperwten gaan zeer snel in kwaliteit achteruit. Door het dorsmechanisme worden zeer veel doperwten gekneusd en beschadigd, zodat een versnelde anaerobe ademhaling ontstaat. Een dergelijke geforceerde ademhaling in een zuurstofarm milieu veroorzaakt spoedig optreden van geur- en smaakafwijkingen. Het ontstaan van relatief grote hoeveelheden alcohol en acetaldehyde is hiervan onder meer het resultaat. Sperziebonen, bloemkool en andere koolsoorten bezitten daarentegen een grotere weerstand.

Zoals reeds eerder gezegd kunnen belangrijke rasverschillen in dit opzicht bestaan, zodat aandacht op dit punt bij rassenonderzoek op zijn plaats is.

Transport van het produkt bij de voorbereiding in de fabriek is ook van belang, vooral voor de kwetsbare produkten. Er wordt gewerkt met transportbanden, met elevatoren, soms met vloeistoftransport in goten of gesloten leidingen, waarbij dan speciale 'ruime' pompen gebruikt worden voor water + produktverplaatsing. Behalve dat kneuzing bij deze apparatuur vermeden moet worden dient de vormgeving zo weinig mogelijk kans te geven aan dode hoeken, die gunstig zijn voor microbenontwikkeling. Regelmatige reiniging is een eerste vereiste. Verder is duidelijk dat vooral voor versneden produkten hydraulische systemen veel uitloging zouden veroorzaken (naast afvalwaterverontreiniging) en dus in dat geval weinig aanbeveling verdienen.

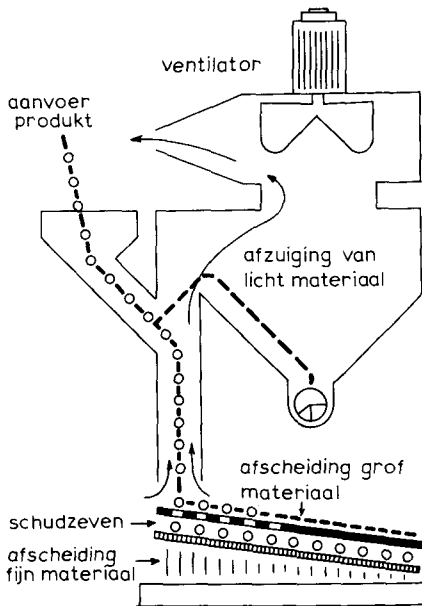
De volgende schema's van afb. 2 geven een indruk van de verscheidenheid van apparaten die bij de voorbereiding van verschillende groenten gebruikt worden.



2. Enkele schema's voor de voorbereiding van groenten (Steinbuch).

Reinigen van de grondstof

Bij reiniging van de aan de drogerij afgeleverde verse grondstof hebben we in de eerste plaats te maken met gewasvreemde bestanddelen zoals zand en grind, die met water uitgewassen kunnen worden, maar ook met onkruid, takjes, stro, zaadjes e.d., welke laatste verontreinigingen soms verwijderd kunnen worden op schudzeven indien sprake is van verschil in grootte of door scheiding met windkracht, uitwanen dus, wanneer sprake is van verschil in aerodynamische gedragingen. Een voorbeeld van scheiding in de luchtstroom met aansluitende scheiding op een schudzeef geeft een reinigingsmachine voor gedorste erwten die lichtere (blad en losse zaadhuid) en grovere (peul)delen kan scheiden van de erwten zelf.



3. Schema voor luchtreiniging van doperwten (Brüser).

Wannen kan ook toegepast worden als voorbereiding van grof versneden boerenkoolblad, waarbij grove steeldelen gescheiden worden van bladschijfdelen. Hetzelfde laat zich denken voor te drogen grove spinazie. Verder wordt uitwanen van blad reeds toegepast op mechanische bonenplukkers (afb. 4).

Raakt men door deze methoden en ook bij de straks te bespreken wasbehandelingen dit gewasvreemde materiaal niet kwijt, dan is selectie met de hand op de lopende band (sorteerband) de enig overgebleven scheidingsmethode. Deze alderduurste reiniging zal het voor de fabrikant zeer gewenst maken in dit opzicht schone grondstof aan de fabriek afgeleverd te krijgen.



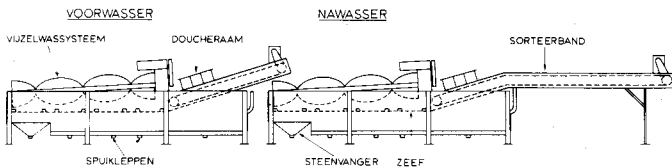
4. Tweerijige bonenplukmachine (Borga).

Zoals eerder bleek is de groentendrogerij historisch door kruidendrogers begonnen; verder is ook later in oorlogstijd zeer veel groente gedroogd door gelegenheddrogers, die zeker niet allen uit de sector van de levensmiddelenindustrie afkomstig waren. In die sfeer moesten afnemers van gedroogde groenten, blijkens gegevens uit die tijd, wel het devies voeren: 'zand schuurt de maag'! Partijen gedroogde boerenkool konden tot enkele procenten zand (zoutzuuronoplosbaar asresidu) bevatten. Men kan wel zeggen dat dergelijke partijen als ongewassen kruiden gedroogd werden, waarbij erop werd gerekend dat aanwezig zand na droging er wel af zou vallen!

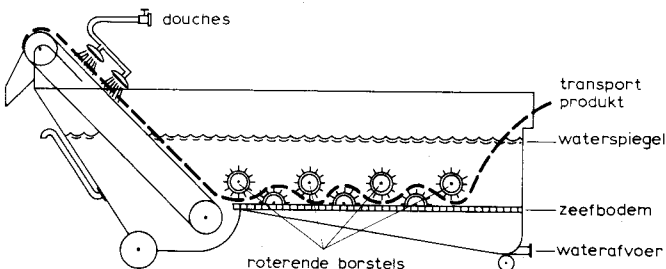
Tegenwoordig zijn dergelijke praktijken volledig verleden tijd en kennen we toleranties van slechts 0,1 en 0,2%, voorzover deze nog als kwaliteitseis vermeld worden (bijv. in militaire specificatie van de Intendance). Men kan bovendien aannemen dat in sommige gevallen een gedeelte van het als zand gespecificeerde gehalte betrekking heeft op de in het natuurprodukt aanwezige silicaat, zodat in feite het gehalte zand minder is en gelijkgesteld kan worden aan dat van gesteriliseerd of diepgevroren produkt. Er is ook kans dat bij bepaalde gewassen opgewaaid of opgespat zand min of meer vastgroeit in de plant (bijv. prei) zodat in dat geval wassen ook niet helpt, en men uiteindelijk zowel bij verse als bij geconserveerde consumptie op een zandkorrel kan stoten.

Wassen is een bij alle conserveringsmethoden en gewassen voorkomende bewerking ter verwijdering van zand- en andere zich aan of tussen het produkt bevindende zwaarder-dan-water bestanddelen (steen, ijzer). De produkten kunnen op dit wasmoment zeer verschillend van aard zijn, bijvoorbeeld stugge, weinig kwetsbare winterwortels of knolselderie, die nã het wassen nog eens niet al te zuinig geschild worden (met loog, stoom of mechanisch) en anderzijds bijvoorbeeld gemakkelijk te kneuzen grof versneden groene prei. Het eerste produkt kan in roterende staaftrommels gewassen worden onder toepassing van hoge druk (8 atm) watersproeiërs en schurende wenteling van de wortels; het andere produkt, de prei (of andere bladgroente) dient voorzichtig in water te worden voortbewogen om op die wijze het aangekleefde zand kwijt te raken. Een bijzonder voorbeeld van aangepaste wasapparatuur is de flotatiewasser voor doperwten waarbij ook nog scheiding optreedt van erwten en losse zaadhuiden en peul-delen.

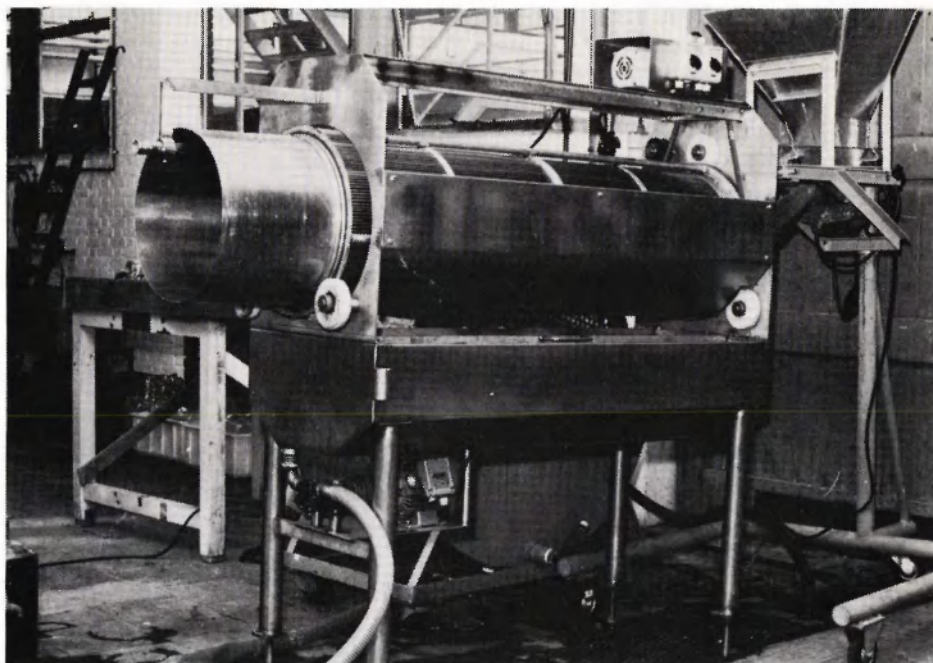
Voorbeelden van wasapparatuur worden gegeven in afb. 5, 6 en 7. Hierin worden uitgebeeld resp. een wasmachine voor bladgewassen met meerdere afdelingen en water in tegenstroom (dus geen recirculatie), vervolgens een borstelwasmachine voor grover en steviger produkt en een staaftrommel-wasmachine voor bijv. knolgewassen die daarna geschild moeten worden.



5. Wasmachine o.a. voor bladgroenten (Komen-Kuin).



6. Wasmachine met borstels (Brüser).



7. Staaftrommelwasser (Jörgensens).

Hoewel schrijver geen getalmatige gegevens ten dienste staan is het aannemelijk dat het gebruik van bevochtigers in het waswater (detergentia: oppervlakte-spanning verlagende middelen) het loslaten van zand, slijm en ander vuil, bijv. micro-organismen, zal kunnen versterken. Een geringe chlorering kan wat dat laatste betreft ook reeds helpen het kiemgetal van het eindprodukt te verlagen. Om volledig te zijn dient vermeld, dat voor bepaalde, qua verkleuring zeer kwetsbare produkten, een bescheiden SO₂-dosering in de wasfase wel toegepast wordt. Bij de tegenwoordige zwaarwegende verplichtingen t.a.v. de kwaliteit van het afvalwater lijkt het echter gewenst om deze 'verontreinigingen' niet eerder dan in geval van nood te gebruiken. Veel kan ook bereikt worden door het gebruik van moderne, doelmatige was- en snijapparatuur, schone grondstoffen (hangt weer af van teelt, oogst en transportmethoden) en efficiënt werken in de fabriek.

Een apart facet vormt de uitloging bij industriële wasbehandeling. Het lijkt overbodig erop te wijzen dat fijn versneden groente bij wassen zeer sterk kan uitlogen, zodat het wassen (indien dat nodig is) vóór het versnijden moet plaatsvinden. Soms is aan een zekere mate van verkleining voor het wassen niet te ontkomen, zoals bij prei, aangezien anders zand en vuil in het onversneden gewas zouden achterblijven. In dat geval past men eerst een grove versnijding, bijv. op 5-8 cm lengte, toe, wast vervolgens en past daarna in het al of niet droog gecentrifugeerde produkt een fijne-

re versnijding toe. Een extreem voorbeeld van de enorme verliezen die kunnen optreden bij behandeling van fijn versneden produkt levert een onderzoek [21] tot het bereiden van panklare versneden spinazie op het Sprenger Instituut (1970). De volgende behandeling werd uitgevoerd:

wassen in ruim water;
uitlekken gedurende 10 minuten in plastic mand;
verhakselen gedurende 45 seconden in hakselmachine;
centrifugeren tot de spinazie droog aanvoelt.

De gewichtsverliezen ten opzichte van het gewicht vóór het wassen bedroegen 30-35%! Het vitamine C-verlies bedroeg ca. 50%, gevolg van het feit dat het verlies grotendeels ten koste van celinhoudstoffen plaatsvindt.

Men kreeg een goed hanteerbaar en ook smakelijk produkt, maar ten koste van grote droge-stofverliezen, die in het afvalwater terecht kwamen en de reiniging daarvan belasten. Hoewel de verliezen in het versneden produkt in bovengenoemd geval vergroot zijn door centrifugeren, is het duidelijk dat ook bij wassen ná versnijden deze direct bereikbare stoffen met het waswater verloren zouden gaan.

We kennen dezelfde problemen bij het water-blancheren van versneden groente. De grote verliezen die hierbij optreden kunnen dan nog eens vergroot worden door daarna in koud water te koelen (zgn. schrikken). Hoewel deze werkwijzen voor geen enkele conserveringswijze door het verlies aan smaakstoffen een prima produkt kan opleveren, zijn ze voor een droger funest voor het droogrendement dat met tientallen procenten kan dalen (zie ook blancheren).

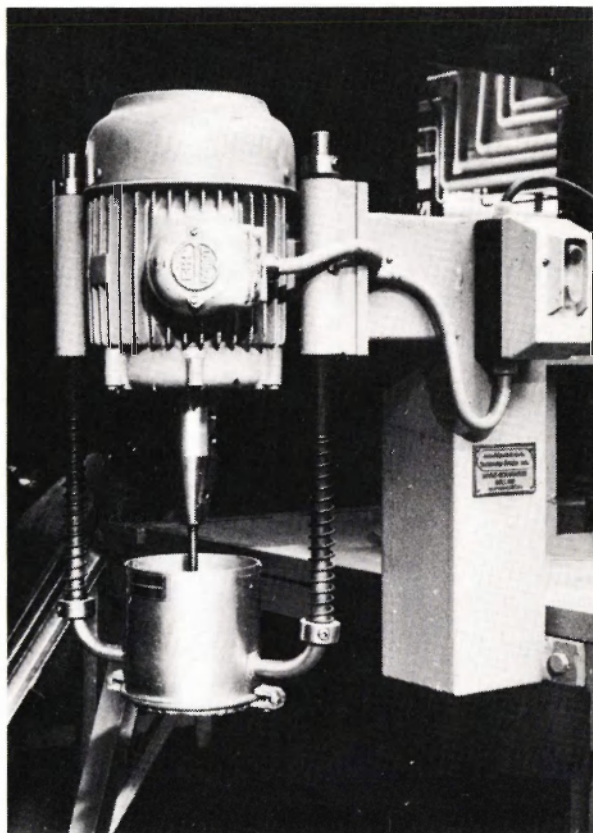
Naast het verwijderen van produktvreemde bestanddelen komen we nu tot het afscheiden van minderwaardige delen van het geoogste gewas zelf. Hiertoe behoren bijvoorbeeld buitenste bladeren van kool, grove stelen van bladeren (boerenkool), verdorpe bladpunten (prei), wortels (prei, knolselderie), steeltjes en punten (sperziebonen) en in feite ook schillen en pitten (bij knol-, bol- en vruchtgewassen), de verwijdering waarvan in een apart hoofdstukje behandeld zal worden.

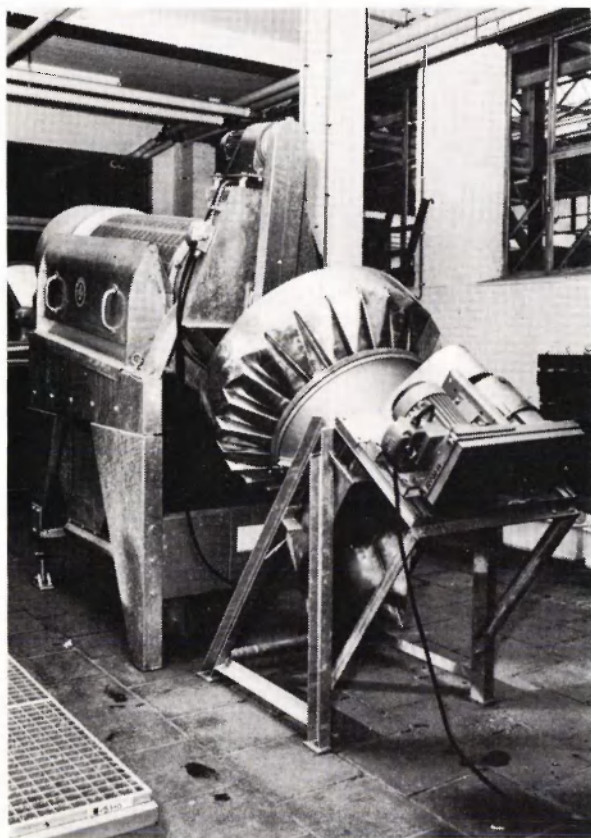
<u>Plantendeel</u>	<u>Verwijdering</u>
buitenste bladeren van kool	met de hand
koolkern	met de koolboor (afb. 8)
stelen boerenkoolblad	na grove versnijding uitwan- nen, of strippen met de hand
wortels en preibladpunten	met de hand, te velde of in fabriek
wortels knolselderie of rode peen	verdwijnen bij schilproces of bijwerken met de hand
stelen en punten van sperzie- bonen	machinaal punten in de fa- briek (afb. 9)

Het komt de laatste jaren voor dat trimhandelingen, die vroeger met de hand verricht werden voordat versneden en gedroogd werd, nu uit kostenoverweging tot ná de droging worden uitgesteld en dan mechanisch plaatsvinden. Een voorbeeld hiervan is de verwijdering van de groene koppen van

de rode peen of donkere ogen van de aardappel, vroeger met de hand na het schrappen verwijderd, thans electrisch uitgesorteerd als versneden, gedroogd produkt. Boerenkoolblad werd jaren geleden te velde met de hand van de bladsteel gestript; nu wordt de steel na versnijden vóór droging uitgewand of ná droging en breken van het droge blad eveneens met windkracht uitgesorteerd.

8. Koolboor (met vermelding van de merknaam).





9. Bonenpunter gecombineerd met bonenbreker (Jörgensen).

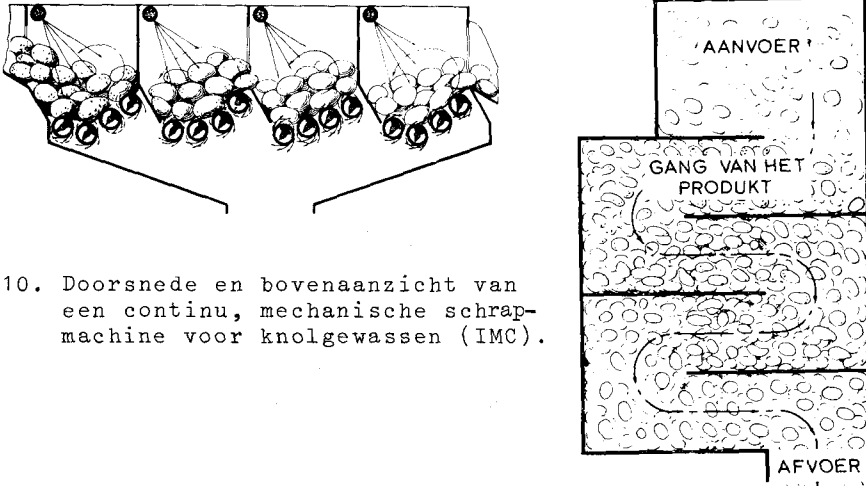
Schillen

Het schillen heeft ten doel de voor consumptie minder geschikte buitenste laag van een produkt met zo gering mogelijk verlies aan bruikbaar produkt te verwijderen. Soms zal dit meer zijn dan alleen een buitenste laag. Een ui heeft onder de buitenste droge bolrokken nog gedeeltelijk bruine plekken, die niet acceptabel zijn; een appel onder de epidermis meest cellagen met kleurstof, die bij een minimale verwijdering van de schil een ongewenste verkleuring zouden kunnen veroorzaken.

In de tijd van het handschillen kon hiermee reeds rekening gehouden worden, en bovendien ook met de onregelmatigheden in de vorm van het produkt. Het is duidelijk dat bij de economisch noodzakelijke ontwikkeling van het mechanisch schillen vooral een regelmatige vorm van het materiaal van belang was om doelmatig, met minimale verliezen, te kunnen schillen (wortel, aardappel, knolselderie).

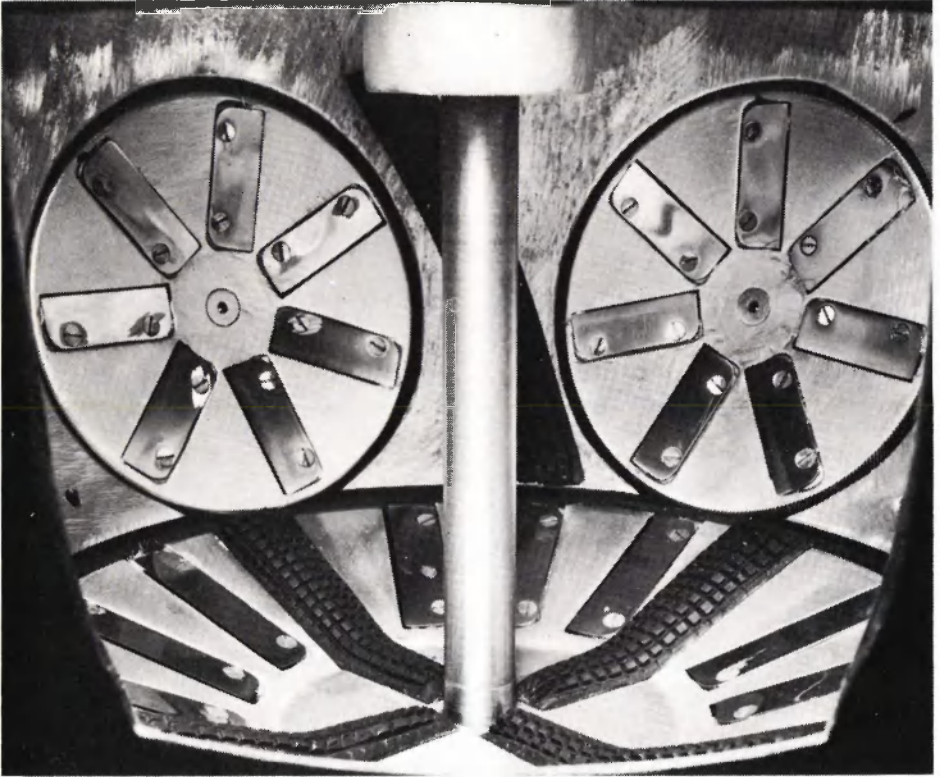
Mechanisch schillen

Reeds vele tientallen jaren zijn (carborundum)schrapmachines voor knolgewassen aan de markt, niet alleen van winkelmaat, ook voor de grootkeuken en voor de industrie; om te beginnen op de bekende manier ladingsgewijs werkend, later ook als continu schrapmachine (afb. 10) in gebruik.



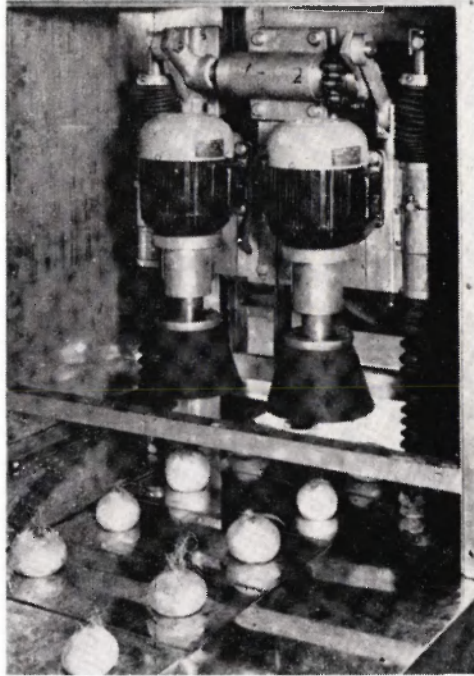
10. Doorsnede en bovenaanzicht van een continu, mechanische schrapmachine voor knolgewassen (IMC).

Vooraf bij onregelmatige, niet rolronde vorm van het produkt treden verliezen op van 15-35%, mede afhankelijk van de kwaliteit van de grondstof (vers of bewaard). Teveel nabewerking is immers kostbaar. Bovendien is het uiterlijk ruw en vrij zware kneuzing is meest niet te voorkomen met als gevolg mogelijke verkleuring, althans minder glad en helder uiterlijk van het droge eindprodukt. Dit heeft een tiental jaren geleden geleid tot het op de markt verschijnen van gelijksoortige machines die, in plaats van de met carborundumgruis bezette bodem of wand, uitgerust zijn met snel roterende messenschijven in de wand en een geprofileerde, van enige messen voorziene, maar carborundumvrije aandrijfbodem (afb. 11). Vastgesteld werd dat de messensnit minder kneuzing veroorzaakte dan het schrappen. Dergelijke schilapparatuur is in Nederland o.a. ontwikkeld voor uien, die vantevoren getopt en geboord zijn (zie afb. 12).



11. Mechanische schilmachine met roterende messenschijven, voor knolgewassen en uien (Finis).

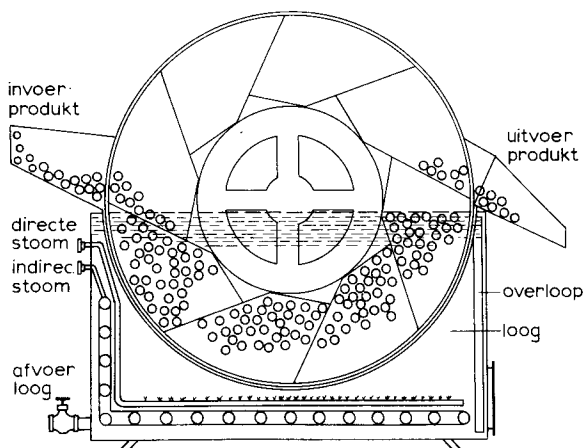
12. Mechanisch boren en afstaarten van uien (Finis).



Chemisch schillen

Historisch bekeken is het gebruik van hete loog (90-100°C) ook al niet van vandaag of gisteren want reeds in de vorige eeuw werden pruimen die gedroogd werden van tevoren gecraqueleerd door ze korte tijd in een heet (2%) loogbad te dompelen. Kort na de tweede wereldoorlog werd een rigoureuzer loog-schilmethode (10-20% NaOH) ook voor knolgewassen uit de Verenigde Staten gemeld [26]. Een dergelijke methode had als opvallende voordelen: het met weinig arbeid grote hoeveelheden produkt kunnen verwerken, het betrekkelijk onafhankelijk kunnen zijn van de produktvorm en het geringere schilverliezen opleveren dan de mechanische methode. Kneuzingen als bij schrappen of ook ruw snijden komen niet voor. De apparatuur is eenvoudig en werkt atmosferisch in tegenstelling met de dadelijk te bespreken stoom-schilapparatuur [25] (afb. 13).

Nadelen van het schillen met loog zijn de volgende. In de eerste plaats zit men met een relatief grote verontreiniging van het afvalwater, dat dus behalve natronloog ook een grote hoeveelheid niet terug te winnen organisch materiaal bevat. De biologische reiniging wordt hierdoor zwaar belast en wordt kostbaar. Verder is het werken met deze loogconcentraties niet van gevaar ontbloot. Het werken met hete loog heeft bovendien als neveneffect met stoomschillen gemeen, dat onder de gedesinfecteerde zachte buitenlaag een zgn. broeilaag ontstaat, waar enzymatische werking bij blanke



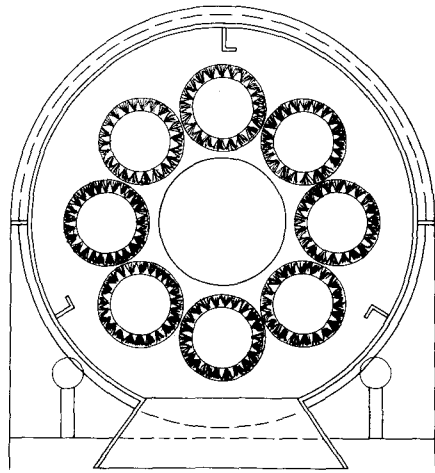
13. Verticale doorsnede van een roterende loog-schillemachine (Komen-Kuin).

produkten verkleuring kan veroorzaken (pastinaak, knolselderie e.d.). Dit maakt óf direct doorblancheren, óf toepassing van SO_2 noodzakelijk. Bij produkten die vers aan de man gebracht worden, zoals geschilde aardappelen, kan men deze broeilaag vermijden door (langduriger) toepassing van loog bij lagere temperatuur ($40-60^{\circ}C$). Een mildere vorm van loogschillen werd ook wel toegepast voor wortelen door verhitting in een hete soda-oplossing, bijv. in een blancheur, waarna het produkt in schrapmachines in korte tijd geschild kon worden.

Een nadeel van looggebruik is ook nog, ondanks wassen van het geloogde produkt, het overblijven van loogresten in holten van het gereinigde produkt, waardoor dit in een zuurbad (1-2% citroenzuur) geneutraliseerd moet worden.

Het verwijderen van de zachte door loog aangetaste laag geschiedt in schrapmachines of in staaftrommelwasmachines onder gebruikmaking van relatief grote hoeveelheden waswater. Ter beperking van deze hoeveelheden ontwierp het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten te Wageningen [22] een borstelmachine die de gedesintegreerde laag droog wegborstelt en met de helft van de vroeger gebruikte hoeveelheid water nawast (afb. 14). In het waswater komt dan slechts een fractie van de totale hoeveelheid schil terecht, hetgeen bezuinigt op de zuivering daarvan. Ook in de Verenigde Staten ontwikkelt men in deze richting nieuwe apparatuur [23]. De in de borstelmachine verkregen pulp is natuurlijk niet meer voor consumptie of veevoer geschikt, hetgeen wél het geval is bij het vervolgens te bespreken stoomschillen.

14. Dwarsdoorsnede van een borstelmachine voor met loog of stoom geschilde gewassen (IBVL).



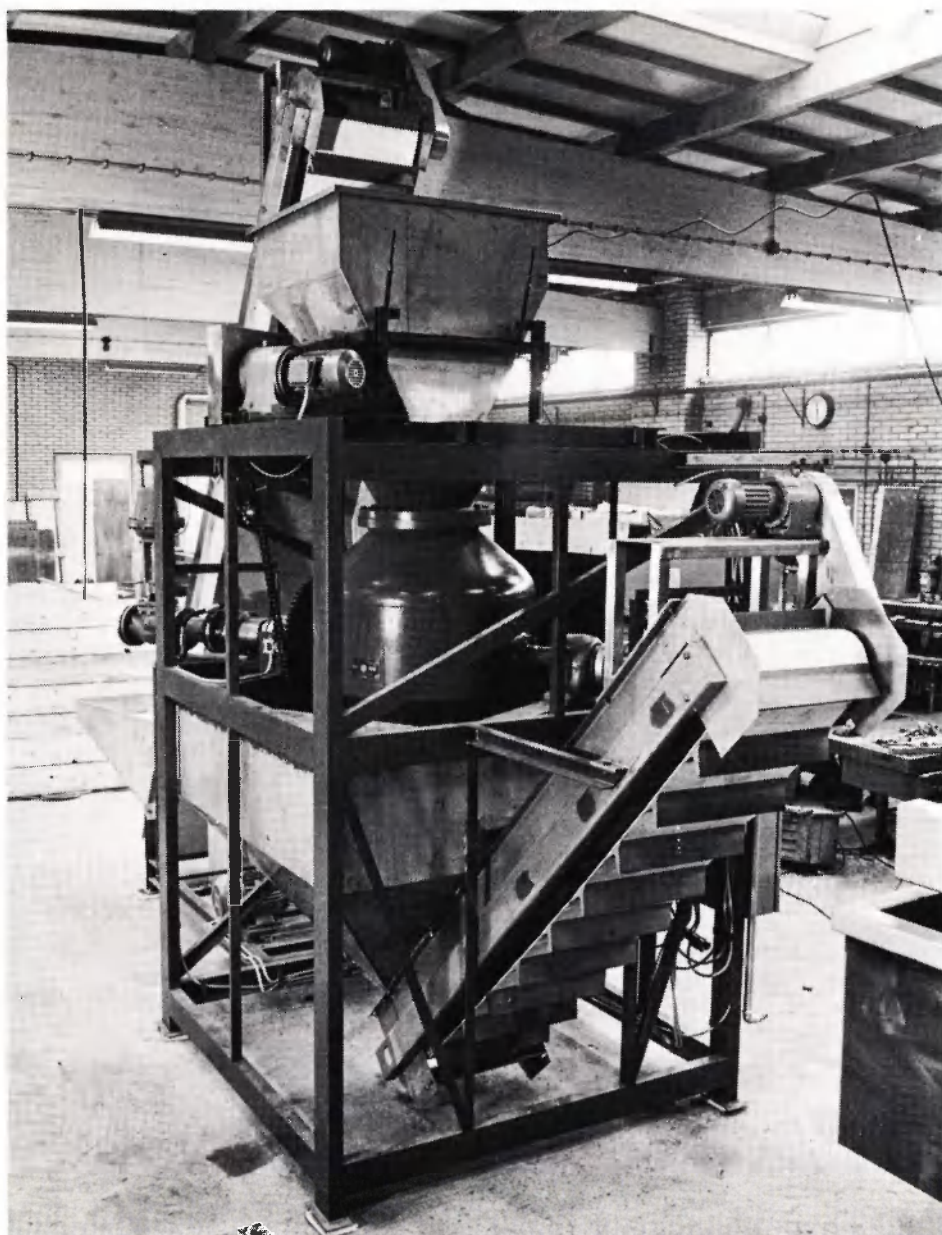
Fysische schilmethoden

Het meest toegepast voor wortelgewassen is het schillen met stoom van 3-6 atmosfeer (140-160°C). De hitte verzacht in korte tijd (20-40 sec.) de buitenste lagen van het produkt, die dan door borstel- en wasmachine verwijderd kunnen worden (afb. 15). Het werken onder hogere stoomdruk maakt de apparatuur kostbaarder dan voor het loog-schillen, zeker daar waar produkt-in- en uitvoersluizen in continu schilapparaat nodig zijn. Veel gebruikt worden de schilkanonnen met transportschroef en roterende in- en uitvoersluizen (afb. 16); een ander type is de om een horizontale as draaiende sectorenschiller, die continu roteert in een cilindervormig huis en regelmatig met te schillen produkt gevuld wordt. Deze lijn wordt aanbevolen voor tomaten waarbij deze eerst een loog-dompelbad krijgen en daarna mogelijk een wat lagere stoomdruk dan bij wortelen e.d. wordt toegepast.

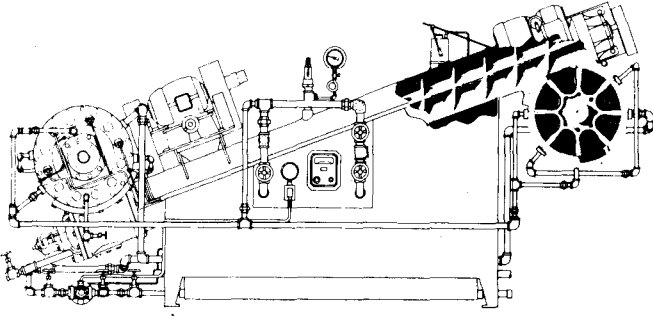
Enige bekendheid heeft ook het zgn. oven-schillen; waarschijnlijk wordt dit alleen toegepast bij uien ter verwijdering van de droge vliezen, en wel in Californië: de wat voorgedroogde uien worden in enkele seconden door een met oliebranders uitgeruste oven (700-1000°C) gevoerd; de droge bolrokken verbranden en worden afgevoerd; wat overblijft kan getopt en geboord worden.

Bij onderzoek met de Nederlandse zaaui bleek deze methode, door het minder regelmatige uiterlijk, minder goed mogelijk.

Door het Sprenger Instituut is deze methode in 1950 ook beproefd voor tomaten, pruimen en appels, waarbij een technisch opvallend goed resultaat bereikt werd: de schil liet los door de zich daaronder vormende stoom en verbrandde of verkoolde. De koolresten en, erger, de brandsmaak, konden echter door volgende wasbehandeling niet voldoende worden verwijderd.



15. Automatische discontinu stoomschiller met aan- en afvoerapparatuur en weeghopper (Florigo).



16. Gedeeltelijk opengewerkte schets van stoom-'schilkanon': roterende in- en afvoersluizen; daartussen vijzel met stoomtoevoer (IMC).

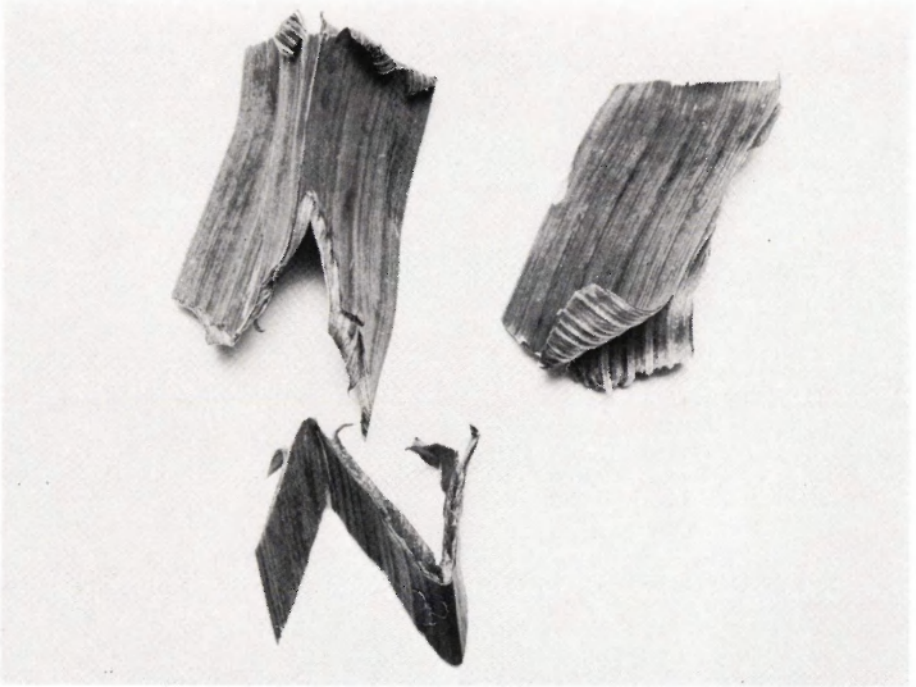
De schil van een produkt kan ook worden verwijderd door deze gedurende korte tijd bij lage temperatuur te bevriezen. Slechts het vocht in de weefsellaag van de schil zal daarbij uitkristalliseren, zodat de oorspronkelijke stevige structuur daarvan na opdoeien verloren gaat en de schil gemakkelijk kan worden verwijderd. Men heeft gunstige resultaten verkregen door produkten (o.a. tomaat) gedurende 30-40 sec. in een zoutoplossing van -12°C onder te dompelen.

Versnijden

De groentedroogindustrie is meer dan andere verwerkers betrokken bij goede snijmachines. Voor een groot deel producerend voor de droge-soepenindustrie, wordt zeer veel van het grondstoffenpakket tot geringe afmetingen versneden. Trouwens het droogproces en nadien een redelijk snelle waterwederopname (rehydratatie) eisen zonder meer al dun materiaal.

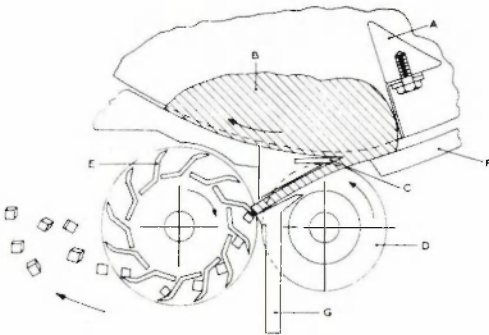
Niet nadrukkelijk genoeg kan worden gewezen op het nut van goede snijmachines voor een aantrekkelijk droog eindprodukt, zij het plakken, stiften of kubussen [24]. Wringing van het produkt in minder doelmatig gebouwde machines en het kwetsen of scheuren van de groente door botte messen veroorzaken sneller enzymatische verkleuringen tijdens verdere verwerking en een minder ooglijk eindprodukt (afb. 17). In dit opzicht zijn snijmachines waarin verschillende snijhandelingen tegelijk plaatsvinden, bijvoorbeeld door het produkt door een ruitmes te drukken in principe minder geschikt; teveel ruimte wordt door het totale meslichaam in beslag genomen en het weefsel zal verdrukt worden.

Afb. 18 laat zien op welke wijze een volumineus vast produkt tot schijven, vervolgens tot stiften en tenslotte tot blokjes wordt versneden. Het produkt B wordt door een schuifinrichting A roterend in een produkttrommel bewogen. Het stationaire mes C snijdt er telkens een schijf af. Een aan-



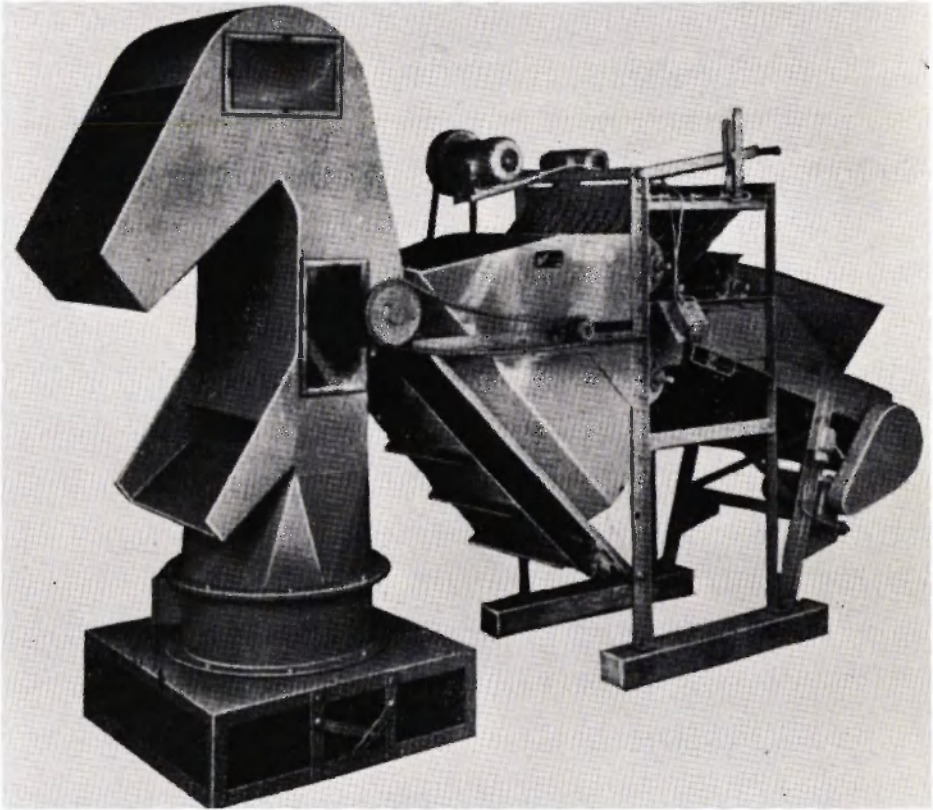
17. Bij versnijden in machine gekwetste prei, (opengespleten zijvlakken).

tal draaiende schijfmessen D snijdt deze schijf in een aantal stiften die door G worden gesteund en op hun plaats worden gehouden. Door een twaalftal op een roterende as gemonteerde beetelmessen E worden de stiften tot blokjes gesneden. Bij bepaling van de grootte spelen een rol: draaisnelheid van A, afstand van mes C t.o.v. F, de onderlinge afstand van de schijfmessen D, de rotatiesnelheid en het aantal beetelmessen E. Deze snijmachine kan worden gebruikt voor bieten, aardappelen, wortelen, uien en kool.



18. Principeschets van een Urshell blokjesnijmachine, waarin knollen achtereenvolgens tot plakken, stiften en kubussen versneden worden.

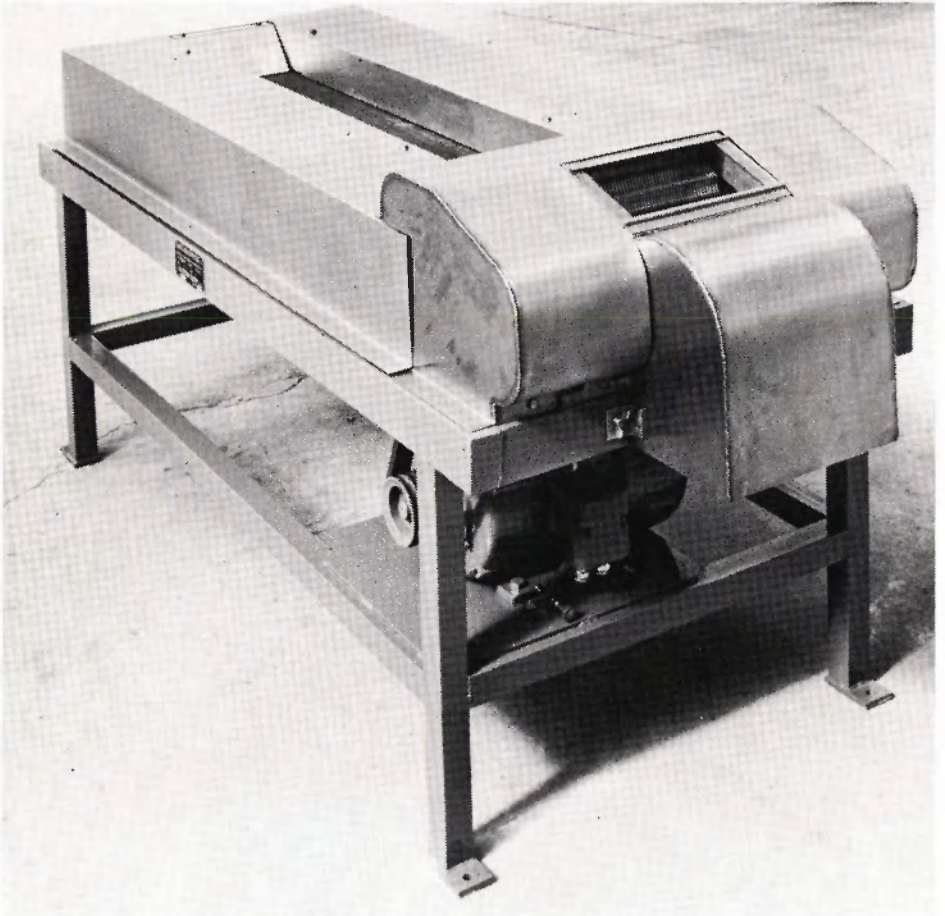
Sommige verse produkten zijn van zo grote stevigheid (bijv. de winterwortel) dat versnijding aanmerkelijk beter plaats vindt na verhitting, bijv. 5 minuten 100°C, waardoor het weefsel elastisch wordt en gladde snijvlakken ontstaan. Voor schijven of stiften snijden kan men van de 'dicer' de overtollige delen verwijderen zodat het produkt in de gewenste vorm versneden wordt. Trouwens men heeft een groot sortiment snijapparaten voor vele andere produkten als bijvoorbeeld voor bladgroente als andijvie of boerenkool bij welke laatste tevens nog pneumatisch steeldelen verwijderd worden (afb. 19).



19. Machine voor het snijden van boerenkool en de pneumatische scheiding tussen blad- en stengeldelen (Herbort).

Bij andijvie worden de kroppen op een lopende band geplaatst, die het produkt tussen 3 roterende elementen doorvoert; de eerste geprofileerde rol drukt de kroppen wat aan, de tweede is van schijfmessen voorzien en snijdt het produkt in de lengterichting waarna de andijvie tenslotte door de derde messenrol in dwarsrichting gesneden wordt. (afb. 20). Zoals reeds eerder vermeld is, dienen de produkten zoveel mogelijk vóór de versnijding gewassen te zijn

daar dit nádien grote verliezen aan droge stof, ook smaak/ aromastoffen tengevolge zal hebben.

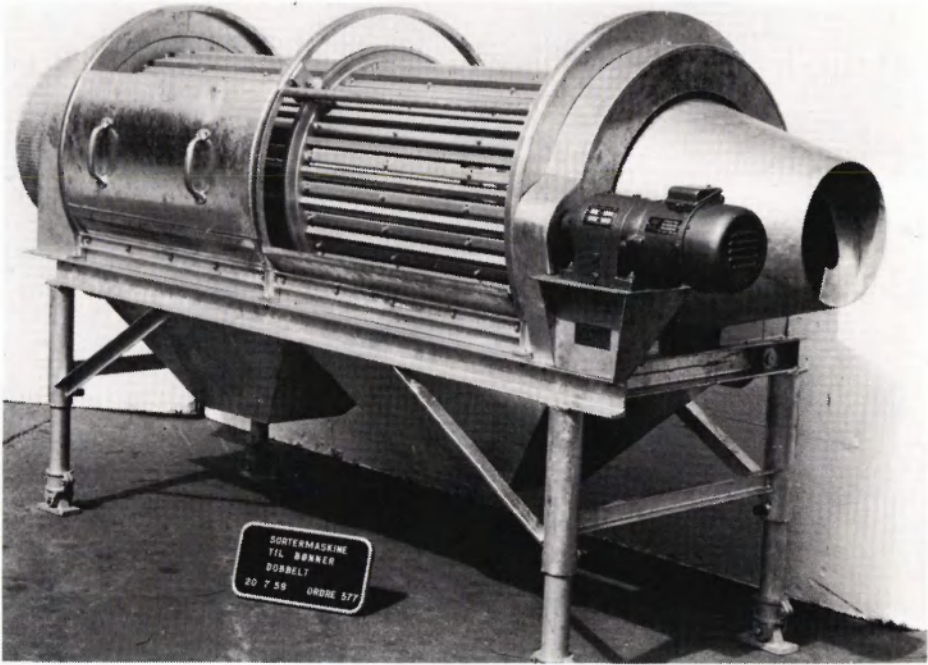


20. Snijmachine voor andijvie e.d. (Franck en Van Remoortere).

Sorteren

Nemen we aan dat produktvreemde en minderwaardige delen reeds uitgesorteerd zijn, dan resteert de vraag of een verdere sortering ten behoeve van verdere verwerking nog nodig is. Hoewel voor het drogen meest verregaand verkleind wordt en dus een homogeen materiaal wordt verkregen dat gelijkmatig geblancheerd en gedroogd kan worden zijn enkele voorbeelden te noemen waar sortering in de drogerij zin heeft, tenminste voor zover de grootte- en kwaliteitssortering

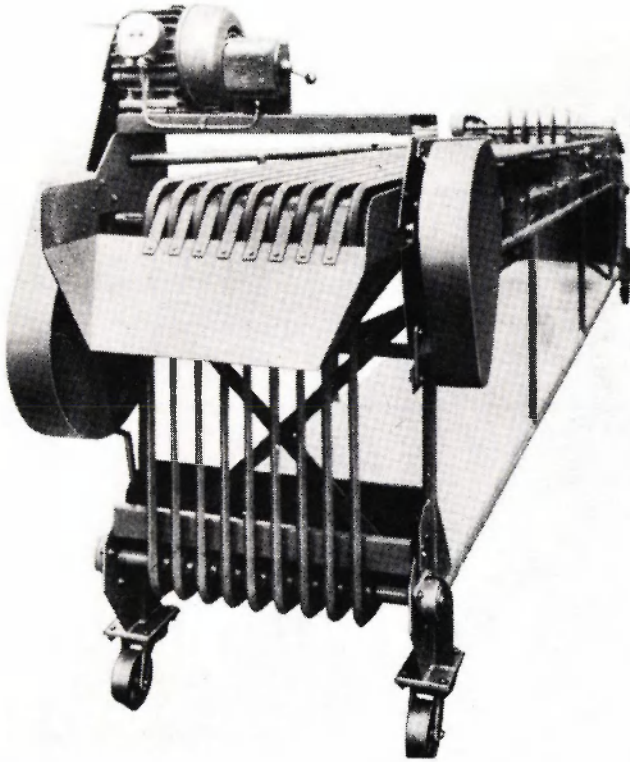
niet reeds voordien (op veiling of te velde) heeft plaats gehad. Indien ongesorteerde sperziebonen aangevoerd worden is een sortering op peuldikte een mogelijkheid. Deze kan worden uitgevoerd in draaiende trommels of op schudzeven met afdelingen van oplopende spleetwijdte (afb. 21). Peulen met geringe diameter kunnen, na blancheren, geheel gedroogd worden; de grovere afmetingen (>8 mm Ø) zullen als gebroken boon (2-4 cm lengte) of als versneden boon (snijboonsnit ca. 4 mm) verwerkt kunnen worden.



21. Sorteermachine voor sperziebonen (Jørgensens).

Een bekende andere groottesortering wordt bij gedorste erwten toegepast, bestaande uit roterende trommels met gestandaardiseerde ronde perforaties. Dergelijke trommels worden ook toegepast voor tuinbonen, champignons enz. Deze laatste kunnen ook gesorteerd worden op machines met wijken- de banden (afb. 22). De beschadigingskansen zijn dan wat geringer. In het bijzonder is groottesortering d aar op zijn plaats waar verschil in afmetingen consequenties heeft voor een efficiënte werking van snijapparatuur of doelmatig en homogeen blancheren.

Verder kent men natuurlijk criteria als hardheid en kleur die echter een rol spelen voorafgaande aan fabriekmatige verwerking (bij keuze van ras en oogsttijdstop). Overigens zijn op dit gebied ontwikkelingen gaande, die het mogelijk maken ook op die eigenschappen automatisch te sorteren en dus te zorgen voor een n og homogener produktaanvoer naar de voorbewerkingslijnen.



22. Een algemene sorteermachine met wijkende banden (Herbort).

Blancheren

Voor verschillende conserveringsmethoden is het blancheren, een kort verhittingsproces, een belangrijk onderdeel van het verwerkingsproces.

Uit tabel 9 blijkt dat niet voor elk der drie genoemde verwerkingsmethoden de voordelen op dezelfde wijze gespecificeerd zijn [20].

Tabel 9. Doel van het blancheren.

Doel	Voor		
	gesteriliseerde/gevroren/gedroogde groenten		
Inactiveren van enzymen		XXX	XXX
Verdrijven van lucht uit het weefsel	XXX	X	X
Wijzigen van de consistentie	XX	X	XXX
Reinigen	X	X	X

Vervolg tabel 9

Verlagen van de initiële infectie	X	XXX	XX
Behoud van de voedingswaarde	X	XX	X

Legenda: XXX zeer belangrijk; XX belangrijk; X minder belangrijk.

Voor te steriliseren produkten is het inactiveren van enzymen vóór het sterilisatieproces weinig noodzakelijk, aangezien toch bij dat proces een hoge-temperatuurbehandeling plaatsvindt, zij het niet op de snelle wijze als bij het blancheren. Voor het drogen zijn de motieven meer analoog aan die welke voor het diepvriezen gelden. Dit is niet zo verwonderlijk; goed beschouwd wordt in beide gevallen een produkt gemaakt dat gedroogd wordt, in het eerste geval door verdamping van het water, in het tweede geval door het water uit te kristalliseren in ijsvorm (-20°C)! Hoewel daarbij het vochtgehalte van het niet-uitgekristalliseerde celconcentraat aanmerkelijk hoger ligt dan het restvochtgehalte van een met lucht gedroogde groente, wordt toch een redelijke houdbaarheid gegarandeerd door de lage opslagtemperatuur. Navolgend worden enkele facetten van het blancheren van te drogen produkten besproken.

Inactiveren van enzymen

De stofwisselingsprocessen in de gewassen worden, ook na de oogst, in belangrijke mate bepaald door enzymen. Het is duidelijk dat na de oogst de aard en intensiteit van de omzettingen zullen gaan veranderen, eerst langzaam, daarna, en vooral na versnijding en kwetsing van weefsels en cellen, in versterkte mate. Als dit al bij kamertemperatuur plaatsvindt, hoeveel te meer in een warme of hete luchtstroom waarmee het produkt bij droging urenlang in aanraking komt. Door enzymen als katalase, peroxydase, polyfenoloxydase en talloze andere treden dan afwijkende kleuren (meest bruin) en geuren (hooiachtig) op. Voor zover nodig en mogelijk (!) zal men dus aan het drogen steeds een enzym-inactivering vooraf laten gaan, door toepassen van een blancheerprocédé, hetzij met stoom, hetzij met heet water.

Toch worden niet alle produkten geblancheerd. Van uien is bijvoorbeeld bekend, dat typische aromacomponenten van de verse ui pas ontstaan bij aansnijden en kwetsen van het weefsel. Enzymen zorgen daarbij voor zeer snelle geurvorming. Zou men de verse ui blancheren, dan verhindert men de enzymatische aromavorming bij rehydratatie na droging. Men denke ook aan het zachte aroma van gekookte uien, geheel verschillend van het verse uienaroma.

Voor het vaststellen van de mate waarin enzymen na blancheren onwerkzaam zijn geworden, wordt voor te drogen groenten meestal de zgn. peroxydase-test gebruikt (zie blz. 171). Bij activiteit van het enzyme peroxydase wordt toegevoegde

guaiacol door eveneens toegevoegde waterstofperoxyde roodbruin gekleurd. Middels deze proef kan ook vastgesteld worden dat na het blancheren bij verdere verwerking regeneratie van het enzym kan optreden. Regeneratie werd in 1954 bij onderzoek op het Sprenger Instituut waargenomen door middel van deze eenvoudige kwalitatieve test bij het op verschillende wijzen blancheren van versneden gele savoyekool [27]. Na 3 minuten blancheren in water, stoom of stoom/luchtmengsel van 100°C en navolgende koeling in een geforceerde luchtstroom was het produkt peroxydase-negatief. Reeds na 10 minuten bewaring bij kamertemperatuur reageerde de kool duidelijk positief. De activiteit nam in het begin van de droging nog duidelijk toe, zodat met een allerm minst peroxydase-negatief droog produkt een bewaarproef kon worden ingezet. De bewaaromstandigheden waren ongunstig: vochtgehalte produkt 8-9%, bewaartemperatuur 30°C, hermetische blikverpakking. De activiteit bleek onder deze omstandigheden in de loop van 4 maanden weer sterk te verminderen (degeneratie!), evenals het wateropnemend vermogen en de smakelijkheid van het bereide droge produkt.

Recentere onderzoek van het Sprenger Instituut toonde regeneratie van peroxydase aan van geblancheerde sperziebonen in diepvriesbewaring [28]. De reactivering bij kort-hoog geblancheerde monsters (korte blancheertijd - hoge temperatuur) bleek groter dan bij lang-laag geblancheerde. Men kan dan bij deze kort/hoog behandeling wel voldoende microorganismen afdoden, doch daarbij enzymen te weinig inactiveren.

Vanzelfsprekend is de verhitting van de produkten bij blancheren in water of stoom afhankelijk van de stukgrootte en in de fabriekspraktijk van het stoomblancheren, een in de groentetrogerij veel toegepaste methode, vooral ook van de laagdikte van het produkt op de band. Wanneer hieronder enkele blancheertijden genoemd worden, dient men dan ook bovengenoemde factoren in gedachten te houden.

Tabel 10. Blancheertijd van enkele voor diepvries of drogen bestemde groenten.

groente	blancheertijd		afmeting van produkt
	in water 98°C	in condenserende stoom	
bloemkool	10		hele kool.
	7		stukken.
	4		bloempjes.
champignon	3-5	3-6	afhankelijk van sortering.
doperwten	2-5	3-6	"
snijbonen	2	3	"
sperziebonen	2-4	3-5	"
wortelen	3-4	4-5	"

Uit het geringe verschil van water- en stoom-blancheertijden kan reeds geconcludeerd worden dat in bovenstaande gevallen de produktlaag in de stoomblancheur zeer dun is. Bij dikkere lagen wordt de stoomblancheertijd opvallend langer. Het is duidelijk dat bij dikke produktlagen het blancheerproces ongelijkmatig wordt uitgevoerd. Beoogt men inactivering van het produkt in het midden der laag, dan zal de buitenzijde óvergeblancheerd zijn met gevolgen voor de consistentie, uitloging enz. Huidig onderzoek tracht deze nadelen van het stoom-blancheren te ondervangen (zie verderop).

Verdrijven van lucht uit het weefsel

Voor het steriliseren in gesloten verpakking is een voorafgaande verdrijving van de lucht uit het weefsel door blancheren een belangrijke zaak. Voor drogen is dit van minder betekenis, daar bij langdurige droging in hete lucht de aanraking met zuurstof toch overheersend is. Wel dient hier opgemerkt te worden dat door luchtverwijdering uit intercellulaire ruimten en opvulling daarvan met celvocht of blancheervocht, de kleur van het gedroogde produkt veel intenser wordt. Ongeblancheerd blijft de kleur valer doorverstrooiing van het licht in het luchthoudende weefsel.

Wat ook verdreven kan worden door blancheerverhitting zijn min of meer vluchtige aromacomponenten, bijvoorbeeld etherische oliën van peterselie en selderie, of de zeer kwetsbare geurstoffen van lipbloemige kruiden waarvan het aroma is opgeslagen in de oppervlakkige klierharen en schubben. Deze laatste worden zelfs uitsluitend bij relatief lage temperatuur (30-40°C) gedroogd zonder geblancheerd te zijn.

Wijzigen van de consistentie

Bij sterilisatie in blik of glas is een versoepeling van het weefsel van sommige groenten, bijvoorbeeld sperziebonen of asperges, een noodzakelijkheid voor goede vulling van de verpakking. Bij het drogen geldt dit voordeel natuurlijk niet, maar dient men de winst in een geheel andere richting te zoeken. Het drogen van ongeblancheerde groenten heeft nl. een verharding, een taai worden van het weefsel tengevolge, zich uitend na rehydratatie bij bereiding.

Bij droogexperimenten met bladkruiden op het Sprenger Instituut [29] kwam dit onder meer naar voren: blad van venkel, lavas en dragon werden eensdeels ongeblancheerd en anderdeels met stoom geblancheerd (15-30 sec.) en gedroogd bij 70°C; daarnaast werd ook een monster ongeblancheerd bij lagere temperatuur (40°C) gedroogd. De uitkomsten van sensorische keuring geven duidelijk een consistentieverbetering aan bij de geblancheerde monsters. Interessant is op te merken dat ook de zeer langdurige lage-temperatuurdrogingen een (vanouds bekend) gunstiger resultaat geven.

Tabel 11. Droging van enkele kruiden.

bladgewas	droogomstan- digheden		sensoriek			
	temp.	tijd min.	kleur	consis- tentie	aro- ma	
venkel ongebl.	70	25	5,0	3,3	5,0	taai, droog- aroma
" $\frac{1}{4}$ min.gebl.	70	25	9,0	7,7	6,2	zwak aroma
" ongebl.	40	1320	7,3	6,7	7,7	iets droog- aroma
lavas ongebl.	70	30	4,7	6,0	6,0	taai, droog- aroma
" $\frac{1}{4}$ min.gebl.	70	35	8,7	7,3	8,0	
" ongebl.	40	900	7,3	7,7	7,3	
dragon ongebl.	70	20	2,3	3,7	3,7	taai, afw. aroma
" $\frac{1}{2}$ min.gebl.	70	25	9,3	9,0	8,0	
" ongebl.	40	1260	5,0	8,0	7,0	

Ook kleur en aroma van het niet geblancheerde, bij 70°C gedroogde materiaal lieten veel te wensen over. Aangenomen kan worden dat het verhittingsproces de semi-permeabiliteit van de celwanden ten dele heeft opgeheven en de uittreding van water en waterdamp vergemakkelijkt. Aan de andere kant komen ook gemakkelijker celinhoudstoffen naar buiten, hetgeen vooral in de beginfase van droging het aan elkaar en aan de drooghorren kleven van de produktstukjes bevordert. Het kleven wordt nog bevorderd door verslapping van het weefsel (vermindering van turgor = celspanning). Dit alles kan zoveel invloed hebben op de efficiëntie van de droging, dat het geblancheerde produkt aanmerkelijk slechter droogt dan het ongeblancheerde (bijv. bij prei); klontervorming met ontwikkelingsmogelijkheden voor microben kan optreden. In dat geval is om- en loswerken van het produkt op het juiste moment tijdens de droging een noodzakelijkheid.

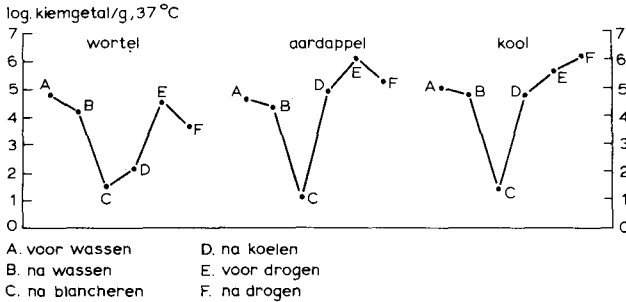
Reinigen en desinfecteren

Het is duidelijk dat alleen bij blancheren in water nog eventueel aanklevend vuil kan worden verwijderd; behandeling in stoom zal dit nauwelijks doen, hoewel condenserende stoom ook enige reinigende werking heeft bijvoorbeeld t.a.v. het kneusvocht (erwten).

Een mogelijk na het blancheren toegepaste koeling met koud water (het zgn. 'schrikken') kan het reinigingseffect nog verhogen maar eveneens het uitlogingseffect, een voor de groentendroger onvoordelige zaak.

Een belangrijk facet van blancheren is de vermindering van microbiële besmetting. Een laag kiemgetal in het eind-

produkt is zowel voor te steriliseren produkt als voor diepgevroren en ook gedroogd produkt van belang. Voor deze laatste twee geldt immers dat na opdoeien, respectievelijk waterwederopnemen, een snelle vermeerdering bij kamertemperatuur zal optreden, en daarbij zullen de kiemgetallen afhankelijk zijn van de restbesmetting van het diepgevroren of gedroogde produkt. Instructieve gegevens (afb. 23) werden t.a.v. droge produkten verkregen bij Engels groentendrogingsonderzoek dat in de laatste wereldoorlog door het Ministry of Food werd uitgevoerd [30].



23. Totaal kiemgetal bij opvolgende verwerkingshandelingen (30).

De produkten werden in bijna kokend water gedurende minstens 3-4 minuten geblancheerd, voldoende om een zeer sterke teruggang van de initiële infectie te veroorzaken. De daaropvolgende water-sproeikoeling, transport en droging doen het totaal kiemgetal weer zeer sterk toenemen. Chlorering en gebruik van detergentia werden wel overwogen, maar in bovengenoemde gevallen nog niet toegepast.

Een ander voorbeeld wordt gegeven door het Sprenger Instituut met een incidentele opname in een conservenfabriek in de spinazieverwerkingslijn na wassen, blancheren en koelen:

organisme	vers produkt	na wassen	na blancheren	na koelen
Aëroob kiemgetal	$3,5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^4$
Coli-achtigen	$5 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	10	$3 \cdot 10^2$
Faecale streptococci	0	0	0	$6 \cdot 10^2$
Gisten	$8 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	0	50
Schimmels	$1,5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^2$	0	0

Uit de cijfers blijkt dat door wassen een geringe, maar door (water)blancheren een sterke verlaging van de kiemgetallen optrad, ten dele weer teniet gedaan door de (water)koeling.

In de praktijk zal men dus aandacht dienen te besteden aan bouwwijze van blancheur en navolgende apparatuur met

het oog op goede doorvoer van het produkt, geen dode hoeken waar materiaal blijft vaststeken en kan broeien, en verder de mogelijkheid tot veelvuldige en grondige reiniging met water, stoom en eventueel desinfecterende middelen.

Waterkoeling van geblancheerd produkt zal, wegens uitloging en dus rendementsverliezen, in drogerijen nauwelijks toegepast worden. Bij koeling met lucht kan men infectie verminderen door gebruik te maken van geëigende luchtfilters.

Behoud van voedingswaarde en sensorische kwaliteit

Enzymen kunnen door activeren van chemische omzettingen afbraak van vitaminen tengevolge hebben: vitamine C en caroteen. Door blancheren worden de enzymen geïnactiveerd. Ook in ander opzicht kan het blancheren gunstig zijn voor behoud van vitaminen in het gedroogde eindprodukt, nl. door uitdrijven van zuurstof uit de intercellulaire holten, waardoor oxydatieve afbraak vermindert.

Uitloging van opgeloste en oplosbare bestanddelen uit het produkt is, in het bijzonder voor drogers, een belangrijk facet van het blancheerproces. Het verontreinigt niet alleen het afvalwater zodat voor zuivering meer kosten gemaakt moeten worden, maar ook de opbrengst aan gedroogd produkt daalt naar verhouding. Vooral bij blancheren in water en zeer in het bijzonder in dat geval bij versneden produkt. Het is duidelijk dat doperwt en hele of gebroken sperziebonen minder uitlogten dan versneden kool of versneden sperziebonen.

Hier volgen enkele conclusies van onderzoek met versneden savoyekool uitgevoerd op het Sprenger Instituut [27,31].

1. Een groot verschil in de mate van uitloging tijdens blancheren kon worden vastgesteld tussen blancheren met stoom en met water. Tegenover een gemiddeld verlies aan drogestof van 6% bij stoomblancheren stond een gemiddeld verlies van 27% bij het waterblancheren.
2. Bij het in serie waterblancheren van 5 partijen kool bleek de vermindering van uitloging uit het teruglopen van de verliezen aan drogestof van 33,7% tot 21,6% van de oorspronkelijk aanwezige hoeveelheid, respectievelijk bij de eerste en de vijfde partij. Aan de hand van drogestofconcentraties van blancheerwater uit de industrie en eigen gegevens van de uitgevoerde serie-waterblancheerproeven is het waarschijnlijk dat ook in de fabriekspraktijk verliezen van 20% aan drogestofrendement zullen kunnen voorkomen.
3. Zoals te verwachten was gaf stoomblancheren een betere smaak en een beter karakteristiek aroma dan het waterblancheren, de kleur van het met water geblancheerde produkt was echter beter, vooral daar waar sterke uitloging had plaatsgevonden. Door droging (zonder sulfitering) werd dit effect nog versterkt.
4. Tegenover vitamine C-verliezen van ca. 12% bij stoomblancheren gaf waterblancheren een gemiddeld verlies van 40%.

In het gedroogde produkt zijn de verschillen veel geringer als gevolg van het veel lagere droge-stofgehalte van met water geblancheerd produkt.

5. Het wateropnemend vermogen (imbibitie) van het watergeblancheerde produkt is (per gewichtseenheid gedroogde kool) iets groter dan dat van stoomgeblancheerd produkt. Daarentegen lijkt het reconstitutievermogen (het vermogen om de oorspronkelijke verhouding droge-stof/water te verkrijgen) van het met water geblancheerde produkt aanmerkelijk minder te zijn dan van met stoom geblancheerd produkt.
6. Bij bewaring van het gedroogde produkt blijft de blanke kleur van met water geblancheerd produkt gemiddeld beter behouden dan die van met stoom geblancheerd produkt. Dit geldt echter in het bijzonder voor het in schoon water geblancheerd produkt en in duidelijk mindere mate voor produkt dat geblancheerd is in water waarin een 3-4% concentratie aan opgeloste stoffen is opgebouwd. Deze monsters gedroegen zich qua kleur niet beter dan de in stoom geblancheerde partijen.

Teneinde georiënteerd te zijn over de concentratie aan opgeloste stoffen in het blancheerwater onder de toegepaste omstandigheden werden enkele bepalingen gedaan.

Vier kg versneden gele savoyekool in 20 l water 100°C, 3 minuten

serie nr.	% suiker volgens refractie	droge stof %
1	0,77	0,75
2	1,44	1,39
3	1,87	1,87
4	2,35	2,42
5	2,76	2,78

Het is uit het voorgaande duidelijk dat voor hēle produkten het waterblancheren een aanvaardbare methode kan zijn, maar dat deze werkwijze voor versneden produkt in het algemeen moet worden afgeraden.

Overigens zijn er enkele ingrepen mogelijk die de effecten bij stoom en waterblancheren kunnen beïnvloeden (SO₂, citroenzuur, impregneren met schutstoffen). Hierover straks meer.

Blancheerapparatuur en werkwijze

Aan de orde komen het blancheren in water en in stoom, waarbij verschillende variaties besproken worden; verder enkele hiervan afwijkende methoden, als gebruik van hoogfrequent energie en enzym-inactiverende gassen, methoden die zich in onderzoeks- of ontwikkelingsstadium bevinden en dus nog niet of nauwelijks toegepast; toch geven ze indicaties in welke richting voor- en nadelen van bestaande werkwijzen gezien moeten worden.

a. Waterblancheurs

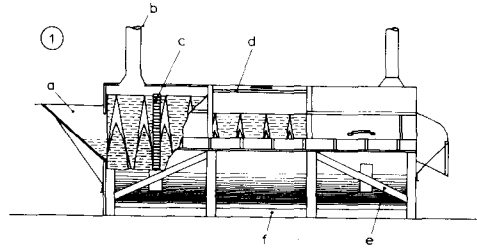
Vooral in de conservenindustrie, hier bedoeld als bedrijf tot sterilizeren in blik of glas, wordt veel van waterblancheurs gebruik gemaakt. Men zou daarbij kunnen aantekenen dat, in tegenstelling met de droogindustrie, hier uitlogingsverliezen niet als rendementsverliezen ondervonden worden. Uit voorgaande beschouwingen is het echter duidelijk dat voor bepaalde produkten ook in de droogindustrie met water geblancheerd kan worden. Vóór de continu-blancheur aan de markt was, gebruikte men voor partij-gewijze blancheren grote kantelbare kookpotten met stoommantel waarin het blancheerwater steeds opnieuw, na inbreng van een afgepaste hoeveelheid voorbereekte groente, op blancheertemperatuur gebracht moest worden. Het is duidelijk dat deze werkwijze in principe een langere temperatuuraanloop van het produkt meebrengt dan in geval van een continu blancheur. Ook zal, bij meermalig gebruik van het blancheerwater, de concentratie van opgeloste stoffen bij opvolgende partijen zich gemakkelijk kunnen wijzigen, iets wat weer van invloed is op de homogeniteit van het verwerkte produkt. Dit is bij continu blancheren beter in de hand te houden. Overigens zal men kleine partijtjes nog op discontinue wijze, rekening houdend met de genoemde invloeden, kunnen blancheren.

Het meest bekende type van continu-blancheur bestaat uit een schroeftransporteur in een geperforeerde cilinder, waarin het produkt door een heetwaterbad wordt gevoerd; dit vindt plaats in een cilindervormige ketel waarin de hoeveelheid, temperatuur en verversing van het blancheerwater kunnen worden geregeld. Afb. 24 toont een schets van twee waterblancheurs van dit type waarvan de tweede in de bouw verschillende verbeteringen in de vormgeving vertoont t.o.v. de eerste, een en ander met het oog op een goede doorstroming van het produkt en een vermijden van dode hoeken (hygiëne).

De blanchiertijd hangt af van de lengte van de blancheur, van de spoed en de draaisnelheid van de schroef. De verhitte van het blancheerwater kan plaatsvinden in de blancheur of buiten de blancheur (in een omloopcircuit met pomp). In het laatste geval kan tevens grof gefilterd worden. Een bladprodukt als spinazie blijft bij dit type blancheur te veel op het water drijven; in dat geval kan het produkt tussen twee transportbanden door heet water gevoerd worden (afb. 25). De bovenste band drukt de spinazie geleidelijk onder water, waardoor een meer gelijkmatige warmtebehandeling wordt verkregen.

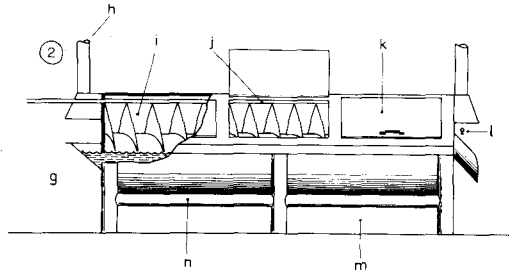
De verhitte van het blancheerwater vindt indirect plaats in warmtewisselaars (stoomspiraal). De apparaten zijn soms nog gemaakt van gegalvaniseerde staalplaat. Indien men middels het blancheerwater wil sulfiteren of aanzuren of met anderszins agressieve produkten werkt en metaalbesmetting in ieder geval wil vermijden (verkleuring), is gebruik van roestvrij staal noodzakelijk.

24. Schets van een minder (1) en meer (2) hygiënisch werkende waterblancheur
- grote inlaat
 - condens boven blancheeruimte
 - aandrijving in blancheevloeistof
 - slecht sluitend klein toegangsluik
 - hoekijzerversteving
 - geringe vloerafstand



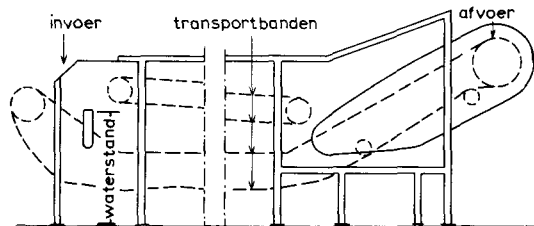
moeilijk schoon te maken blancheur

- kleine inlaat
- dampafvoer buiten blancheeruimte
- 'gladde' inwendige constructie
- stoom- of heetwatersproeiers
- goed sluitend groot toegangsluik
- koudwatersproeiers
- grotere vloerafstand
- buisconstructie



gemakkelijk schoon te maken blancheur

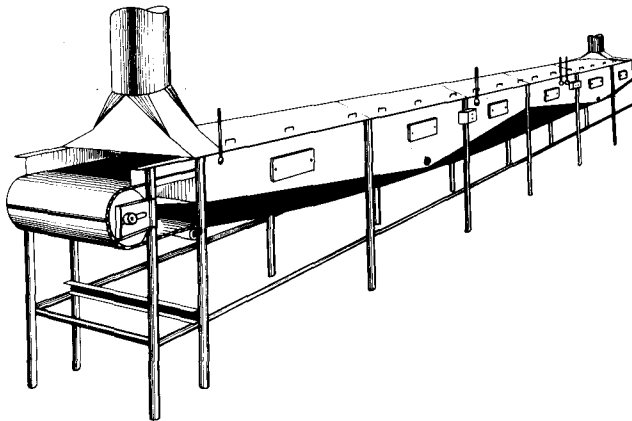
25. Heetwaterblancheur voor bladgewassen (IMC).



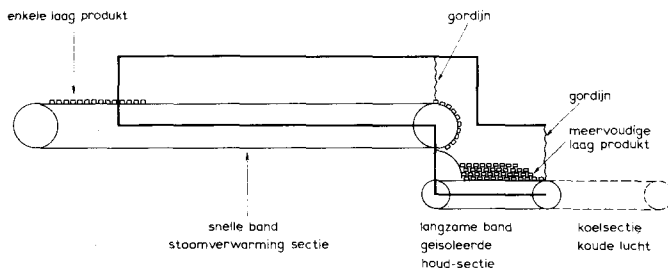
b. Stoomblancheurs

- Een type waarbij het produkt zeer voorzichtig en homogeen met stoom geblancheerd wordt berust op het doorvoeren van produkt op de band over kokend water.
- Een meer gebruikte uitvoering brengt directe stoom in de doorvoerruimte (zie afb. 26). Bij deze apparatuur dient men bedacht te zijn op luchtzakken die bij onvoldoende doorstroming van stoom zouden kunnen ontstaan en homogene warmtebehandeling beletten.
- Terwijl uitloging van produkten een erkend nadeel van waterblancheren is, is ongelijkmatig blancheren een nadeel van blancheren met stoom, indien de produktlaag te dik is. Een dunne laag en snelle doorgang door de stoomblancheur lijkt dus aangewezen. Een nieuwe benadering in

dit opzicht dient zich in de Verenigde Staten aan, voorlopig nog in de onderzoekssfeer [32,33]; men noemt deze methode IQB (Individual Quick Blanch), in navolging van IQF (Individual Quick Freeze), afb. 27. De groente wordt in een dunne laag snel door een stoomtunnel gevoerd, maar langdurig genoeg om daarna in een tweede houdperiode in een veel dikkere laag de verkregen warmte door het produkt te egalizeren, en zo het inactiveringsproces te beëindigen, waarna snelle koeling kan volgen. Opzet is om met een minimum aan stoom én uitloging een zo gelijkmatig mogelijk geblancheerd produkt te verkrijgen. Een en ander wordt in het bijzonder onderzocht met het oog op het gewenste minimum aan afvalwaterverontreiniging.



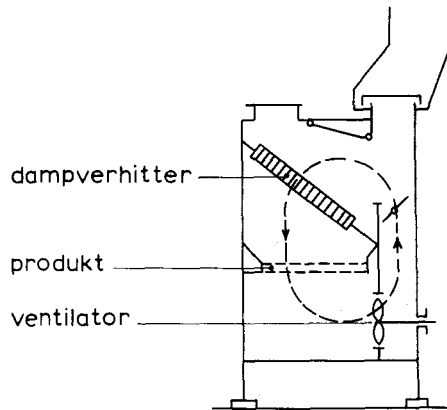
26. Stoomblancheur met lopende band en (rechts) de koelinstallatie (IMC).



27. Schema van IQB-blancheur (individueel snel blancheren).

4. In dit laatste opzicht is ook een reeds veel ouder Nederlands idee, dat overigens tot nu toe weinig toepassing heeft gevonden, doch de laatste tijd door anderen weer op de voorgrond wordt geschoven, vermeldenswaard [34,35,36, 37]. Het 'Jansen-Werkspoor'-procédé berust op het blan-

cheren met een lucht-waterdamp mengsel (voor produkt blancheertemperatuur onder 100°C), óf met atmosferisch verzadigde stoom óf met atmosferisch oververhitte stoom. Zowel in het eerste als in het laatste geval heeft het 'blancheergas' droogvermogen en spreekt men van J(ansen) W(erkspoor) blancheren. In het tweede geval is sprake van normaal stoomblancheren. Het blancheergas wordt gecirculeerd door een ventilator en kan door een 'lucht'-verhitter enkele tientallen graden C boven 100°C verhit en door de produktlaag gestuwd worden (afb. 28). Stoom kan in de blancheerruimte worden geïnjecteerd om de vereiste vochtigheid te verkrijgen, doch de meeste damp is afkomstig van aanhangend vocht van het onversneden maar vooral van versneden produkt dat op de band door de blancheerruimte gevoerd wordt. Na de korte beginperiode dat op het koude binnentredende produkt waterdamp condenseert en van het produkt afloopt, heeft het blancheergas een drogend effect. Bij gebruik van oververhitte atmosferische stoom ($110-130^{\circ}\text{C}$) zal het produkt na korte tijd de koelgrenstemperatuur van 100°C aannemen. Daarbij treedt een lichte droging op, die bij deze temperatuur om ongewenste omzettingen te vermijden, niet te lang mag worden aangehouden. In het bijzonder moet onder die omstandigheden lucht (en dus zuurstof) in het blancheergas vermeden worden.



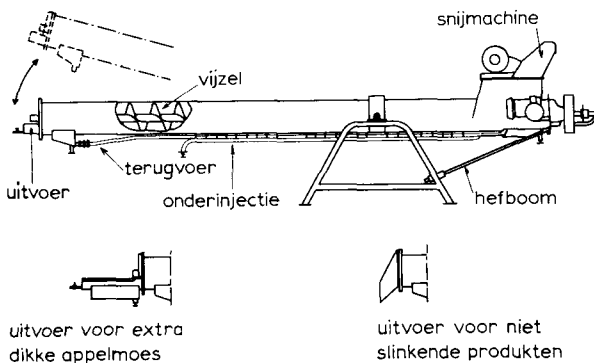
28. Principeschema Jansen-Werkspoor blancheur.

De effecten van het J.W.-blancheren zijn op het Sprenger Instituut onderzocht in vergelijking met blancheren in water en verzadigde stoom. Hoewel het uitlogingsverschil t.o.v. stoomblancheren niet groot was, viel dit toch uit ten gunste van het J.W.-blancheren. In verband met een zo hoog mogelijk droogrendement is deze geringe uitloging voor groentedrogers van belang. Bovendien wordt het afvalwater nauwelijks belast met opgeloste groentebestanden.

Een consequentie van de geringe uitloging bij stoom- en J.W.-blancheren is vanzelfsprekend een droog produkt waarin de meeste opgeloste droge stof behouden is, ook

suikers en eiwitten, die een belangrijke rol spelen bij de bruinkleuring gedurende droging en bewaring. Maar zelfs zonder enige bruinkleuring is de aanwezigheid van meer opgeloste celinhoudstoffen reeds voldoende om de kleur minder fris (groen, geel, oranje) te doen zijn dan van in water meer uitgeloogd gedroogd produkt, waarin de in water onoplosbare chlorofyl, caroteen c.s. het opvallend licht minder versluierd kunnen weerkaatsen. Smaak en aroma van met stoom geblancheerde groente zijn daarentegen voller, maar ook kwetsbaarder; bij bewaring zou men met dit laatste rekening moeten houden (laag vochtgehalte, lage bewaartemperatuur).

5. De schroefblancheur (afb. 29) neemt een tussenpositie tussen water- en stoomblancheur in. Een schroeftransporteur beweegt het produkt door een cilinder waarin op een groot aantal plaatsen stoom kan worden geïnjecteerd.



29.
Stoomblancheur met transport-schroef (Komen-Kuin).

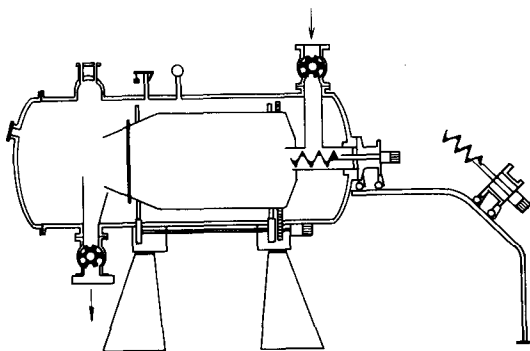
Er zijn ook typen waarvan de (dubbele) wand en/of de schroef door middel van stoom kan worden verhit. In het eerste geval heeft men te maken met condenswater in het produkt; in het laatste niet, doch daarbij zal aankoecken aan wand en schroef vermeden moeten worden door aanhangend condenserend en uittredend vocht toe te laten. Een bekende toepassing van deze blancheur is het stomen van versneden appel voor appelmoesproduktie; het condensvocht (ca. 15%) wordt daarbij door het produkt opgenomen. Bij te drogen versneden groente zal condensvocht met opgeloste stoffen verwijderd moeten worden en dus enig verlies aan rendement geven.

c. Andere blancheurs

Resteert nog de vermelding van een aantal apparaten die ten dele in industrieel gebruik zijn, ten dele ook in onderzoek- of ontwikkelingsfase verkeren en óf blancheren beogen óf hiermede in nauw verband staan. Een min of meer gesloten systeem van water-blancheren bestaat uit pijp-met-pomp-blancheur van wisselende maar relatief grote lengte (enkele honderden meters) en een diameter

van 10-15 cm, die opgesteld kan worden tegen een wand, waarbij dus weinig ruimte in beslag wordt genomen [38]. Gedeeltelijke recirculatie van het water kan plaatsvinden doch het produkt passeert éénmalig. Verhitting kan op verschillende wijzen plaatsvinden; de doorlooptijd en temperatuur maken uit of een produkt alleen maar opgeweekt, geblancheerd of zelfs volledig gaar wordt. Versneden groenten zouden te zeer uitlogen; de methode wordt o.a. gebruikt voor verwerking van verse en opgeweekte droge peulvruchten.

Voor het continu stomen van (opgeweekte) peulvruchten wordt ook gebruikt de Continuous Pressure Cooker, waarin het produkt eventueel atmosferisch, maar meest onder druk [39,40] een stoombehandeling kan ondergaan. Invoer- en uitlaatsluis zijn bij dit apparaat de meest kwetsbare onderdelen (afb. 30).



30. Doorsnee van continu stoom blancheur- of kookapparaat (Bokfard, 39).

R. S. Mitchell en medewerkers beproefden op kleine schaal fluidisatie-stoomblancheren met goed resultaat voor groene erwten [41]; doel was een verkorting en egalisering van het stoomblancheren, normaal uitgevoerd in stilstaande lagen. Een moeilijkheid bleek de nog onvoldoende homogeniteit van behandeling in de bewegelijke laag. Toen deze overwonnen was bleek een gefluidiseerde laag van 15 kg/m^2 in 45 seconden voldoende geblancheerd te zijn. Het is duidelijk dat de individuele behandeling van de erwten debet is aan deze korte tijd, die overeenkomt met ideale warmteoverdracht bij water-blancheren.

De wens om tot minimale uitlogingsverliezen te geraken heeft in de loop van de laatste decennia ook geleid tot beproeven van andere verhittingsmethoden dan water of stoom, nl. toepassing van infra-rood [42] en van hoog-frequent (HF) elektrische energie. Bij verhitting met infrarood-elementen is opvoering en handhaving van een hoge luchtvochtigheid een eerste vereiste om een voldoende hoge produkttemperatuur zonder uitdrogingsverschijnselen (en plaatselijke oververhitting) te realiseren. Het onderzoek met HF-energie heeft tot nu toe enig succes gehad in het veld van microgolven van radar-frequentie, ca. 900 en 2450 megaHerz. Waar infra-rood energie maar zeer oppervlakkig geabsorbeerd wordt en door geleiding in het produkt moet doordringen, geldt voor genoemde microgolven dat een levensmiddel als vlees, groente of

fruit in het stralingsveld door en door verhit wordt, zodat ook produktstukken van grotere afmetingen in zeer korte tijd op temperatuur gebracht kunnen worden. Generatoren van dit type microgolven zijn magnetrons. Magnetron-ovens worden onder meer gebruikt voor het snel ontdooien van diepvriesgerechten. Ten aanzien van blancheren lijkt de onderzoeksperiode nog niet afgesloten te zijn. Recente experimenten wezen nog op onregelmatigheid in verhitting van produktdelen [43]; bijv. bij spruitjes (grotere afmetingen) werden de buitenste blaadjes (door verdampingskoeling?) onvoldoende geblancheerd. Extra injectie van stoom in de blancher ruimte kan dit wel opheffen maar maakt het procédé weer ingewikkeld. Bovendien zijn de generatoren en de elektrische energie kostbaar.

Een bijzonder facet in het recente onderzoek was het blancheren met enzym-inactiverende gassen [44], bijv. koolmonoxyde of zwavelwaterstof, die 'paralyserend' op de actieve groepen van enzymen kunnen werken. Regeneratie is in zulke gevallen mogelijk. De behandeling van te 'blancheren' vers versneden groente bestond uit het bij betrekkelijk lage temperatuur, nl. 55°C, drogen in een luchtstroom met 0,3% koolmonoxyde. Bij de experimenten duurde deze blancherperiode ongeveer één uur, waarna een meer normale droging kon volgen. Het blancheren speelde zich af in een gesloten circuit met luchtontvochtiging. De resultaten van dit onderzoek met aardappel, wortel en kool zijn nog te summier om enige zekerheid over toepassingsmogelijkheid te geven, maar de achtergrond is interessant genoeg om er even bij stil te staan. Het hitte-blancheren mag dan de reeds eerder genoemde voordelen hebben van enzym-inactivering, permeabel maken, consistentieverbetering e.d. — en men kan zeggen dat de verhitting toch ook bij huishoudelijke bereiding van deze produkten een normale behandeling is — een feit blijft dat bij verwerking tot gedroogd produkt een deel, en misschien wel een groot deel van het gewenste aroma, kan verdwijnen. Bij huishoudelijke bereiding houdt men deze aroma's in de (snelkook)pan! Het zou dus z'n voordeel kunnen hebben om onverhit produkt te drogen, mits door een koude (gas)blanchering alle ongewenste enzymatische omzettingen (oxydatieve, hydrolitische, lipolitische en proteolitische), kunnen worden vermeden; omzettingen die niet alleen op het aroma, maar ook op kleur en consistentie van invloed kunnen zijn, en niet slechts bij de droging maar ook bij navolgende bewaring.

Ook is onderzoek uitgevoerd om koud te blancheren door het impregneren van produkt met enzym-inactiverende stoffen, als een waterige zuur-alkohol oplossing met toevoeging van een oppervlakte actieve stof [45]. Men kon op deze wijze een reeks enzymen inactiveren. In principe lijkt deze methode weinig bevorderlijk voor het verkrijgen van een smakelijk produkt.

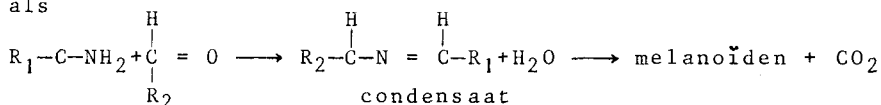
Sulfiteren

In het bijzonder in de groentendrogerijen worden (soep)

groenten fijn versneden en sommige vertonen daarbij snel oxydatieve enzymatische verkleuringen. Bijvoorbeeld knolselderij verkleurt zeer snel op de snijvlakken. Fenoloxidasen spelen daarbij een rol; analoge verkleuringen treden ook op bij het versnijden van appels, waar rasverschillen in dit opzicht wel bekend zijn. Deze verschillen komen ook voor bij groenterassen, o.a. knolselderie, kool, champignon. Groeiomstandigheden (bemesting, seizoen) en bewaring zijn verder mede van invloed op de mate van deze verkleuringen.

Snel blancheren is in sommige gevallen een geëigende tegenmaatregel; in andere gevallen echter wordt in het werkingsproces géén blancheerbehandeling toegepast (ui, prei, champignon, knolselderie) en is men aangewezen op andere middelen om verkleuring te voorkomen. Zou geen langdurige hete-lucht droging volgen, dan kon in veel gevallen volstaan worden met een licht aanzuren door dompeling of versproeien van citroenzuur, ascorbinezuur (anti-oxydant) of zoutoplossing, zoals dit wel in de 'sterilisatieindustrie' toegepast wordt. Ook in geval van het vriesdrogen, waarbij het produkt goeddeels bij lage temperatuur en in afwezigheid van zuurstof behandeld wordt zijn de genoemde middelen meestal voldoende om verkleuring te remmen tot het punt dat het vochtgehalte te laag is geworden om ongewenste kleurreacties te laten verlopen. Urenlange droging echter bij verhoogde temperatuur is niet alleen voor óngeblancheerd produkt maar zelfs voor geblancheerd produkt in veel gevallen 'teveel van het slechte'. Voor geblancheerd produkt is dan geen sprake meer van enzymatische omzettingen maar van niet-enzymatische (bruin)kleuringsreacties, de zgn. Maillard reacties.

De Maillard reactie voltrekt zich tussen verbindingen met een aminogroep (NH₂) voorkomend in eiwitten of aminozuren en anderszijds aldehyden, bijv. reducerende suikers als glucose en fructose. Beide groepen-verbindingen komen, zij het ook in verschillende verhoudingen in fruit en groente voor. Overigens kan gewezen worden op typische eiwitprodukten als melk, eieren, vlees en vis, die bij verhitting, droging en bewaring ook de realiteit van deze Maillard reacties vertonen. Ook in deze groep produkten zijn verschillen in eiwit/suiker verhouding. Over het juiste reactiemechanisme heeft men nog niet het volledige inzicht, doch de resultaten van onderzoek wijzen naar condensatiereacties als



(bruin gekleurde, dikwijls onoplosbare verbindingen van onbekende structuur).

Behalve de kleur veranderen ook smaak/aroma en geur (bij gedroogde groenten branderig 'droogaroma'; enzymatische omzettingen daarentegen geven meer een hooiïge geur). Daarnaast gaat het wateropnemend vermogen wat achteruit, zich

manifesterend in een taaier produkt bij het koken.

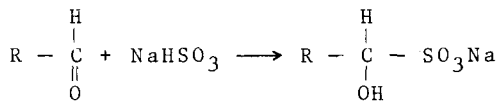
De omstandigheden die optimaal zijn voor de Maillard-reactie worden voornamelijk bepaald door het vochtgehalte van het produkt. Uit veel onderzoek van betreffende produkten en ook van modelstoffen bleek dat, afhankelijk van de temperatuur, de eiwit-suiker reacties het snelst verlopen bij een wateractiviteit (evenwichtsrelatieve vochtigheid = ERV) van 0,40 tot 0,65. De Q_{10} (reactieversnelling per 10°C temperatuurverhoging) heeft in het traject $25-50^{\circ}\text{C}$ een waarde 6 tot 8.

De met genoemde ERV's overeenkomende produktvochtgehalten bedragen voor gedroogde groenten:

gedroogde savoyekool	8-14%
gedroogde wortel	9-19%
gedroogde aardappel	7-13%

De eindvochtgehalten van de produkten liggen tegenwoordig wel enkele procenten lager dan de bovengenoemde 7-9% ondergrens voor het optimale Maillard-traject. Uit deze cijfers volgt enerzijds dat men tijdens de laatste droogfase (bij een toch altijd nog relatief hoge temperatuur) zo kort mogelijk op dit kritische vochtgehaltetraject moet blijven hangen; eigenlijk een moeilijke opgave, aangezien juist dan de vochtuittrekking uit het centrum der produktdeeltjes door de reeds drogere buitenlaag vertraagd wordt. Anderzijds volgt eruit dat bewaring van produkten met te hoge eindvochtgehalten, ook bij normale bewaartemperaturen door de lange-tijdsfactor, de Maillard-reacties hun kans geeft.

Droogcondities en bewaaromstandigheden dringen dus sterk naar het gebruik van middelen om enzymatische en niet-enzymatische bruinkleuringen te verhinderen of te beperken. SO_2 is hiertoe een vanouds bekend middel, vooral na de tweede wereldoorlog op uitgebreide schaal toegepast bij het drogen van een aantal, vooral blanke, groenten. De verklaring van de remmende werking bij niet-enzymatische omzettingen wordt gezocht in de chemische binding van SO_2 met de aldehydegroep van reducerende suikers



Hier wordt dus één van de beide begincomponenten van de Maillard-reactie geblokkeerd door SO_2 , waardoor het verdere reactieverloop zich niet kan voltrekken. Bij langer bewaren van gedroogde groente die met sulfiet (SO_2) behandeld zijn, verdwijnt de werking echter, daar het sulfiet tengevolge van oxydatie omgezet wordt tot sulfaat.

Voor ongeblancheerde produkten worden bovendien bij voorbereiding, droging en bewaring enzymatische oxydatieve reacties door SO_2 geblokkeerd. Denken we alleen maar aan gedroogd fruit (appels, abrikozen, gebleekte rozijnen) dat vanouds relatief zwaar gesulfiteerd wordt, maar ook de eerder genoemde niet te blancheren groenten zijn gebaat bij toepassing van SO_2 , efficiënter middel dan citroenzuur, ascorbinezuur enz.

Toxiciteit en Warenwet

De Warenwet stelt tegenwoordig (sinds een tiental jaren) grenzen aan het gebruik van het 'wondermiddel' SO_2 tegen verkleuringen. En wel uit hoofde van giftigheid. Gezien de verschillende eisen die in afzonderlijke landen en tijden gesteld werden en nog worden, is men het over de mate van deze giftigheid weinig eens. Een recent onderzoek is in Nederland uitgevoerd door Til [46,47], die zijn dissertatie stelt onder het motto 'In brief, the Sulfur-Phobia has no basis in fact' (T. A. Schwarz), waarmee reeds aangegeven wordt dat de uitkomsten van deze voederproeven op ratten, varkens en kwartels geen grond gaven tot ongerustheid over de in de huidige voedings- en genotmiddelenindustrie toegepaste gehalten aan SO_2 .

Er is echter ook uit anderen hoofde een rem op te hoge SO_2 -gehalten, nl. achteruitgang van smakelijkheid. Voor verschillende produkten gelden uiteenlopende 'drempelwaarden' t.a.v. de, onaangename, merkbaarheid van SO_2 . Zo gedroegen bijvoorbeeld druive- en sinaasappelsap zich in dit opzicht verschillend (resp. 35 en 80 mg/kg). Als geheel genomen zullen in de groep groente aanmerkelijk hogere waarden worden getolereerd, hoewel onderling verschillen voorkomen. De in het Ontwerp Geconserveerde Groenten Besluit voorgestelde maxima zijn in sommige gevallen reeds van een hoogte waarop smaak- en aromabeïnvloeding is vast te stellen. Meestal uit zich dit in 'wegdrukken' van oorspronkelijk aroma en het optreden van een SO_2 -(na)smaak.

In het Ontwerp Geconserveerde Groenten Besluit (Warenwet), versie mei 1969, worden in artikel 6 de volgende gehalten aan SO_2 toegestaan:

(c) zwaveligzuur (ongelimiteerd gehalte) voor gedroogde groenten, mits voorzien van de aanduiding 'uitsluitend bestemd voor industriële verwerking'.

De bedoeling van deze alinea is de industrie, die deze gedroogde groenten als één van de grondstoffen voor verdere produktie gebruikt (bijv. de droge-soepfabrikanten), de kans te geven ook hoger gesulfiteerde halffabrikaten in voorraad te hebben. Wel is dan de bedoeling het eindfabrikaat te limiteren in SO_2 -gehalten (bijv. de droge soep). Deze limites zijn nu (1972) nog niet vastgelegd. Men kan dan nog de vraag stellen of in het geval van droge soep het gehalte in het verpakte droge produkt of in het, volgens de voorschriften, bereide produkt beperkt moet worden. In het laatste geval is de invloed van het kookproces van belang. Een bekend feit is dat koken in zuur milieu (droge appels, tomatensoep e.d.) een groot deel van in het produkt aanwezige SO_2 kan uitjagen.

Voor gedroogde groente niet-halffabrikaat, zijn de volgende maximum gehalten voorgesteld, eveneens in art. 6 van genoemd Ontwerp Besluit:

(d) gedroogde bloemkool	500 mg/kg
" herfstknol	500 "
" pastinaak	500 "
" knolselderie	500 "
" witte kool	250 "

gedroogde bleekselderie	250	"
" witte prei	250	"
" asperges	250	"
" uien	250	"
" knoflook	250	"

(e) gedroogde gemengde groenten, mits voorzien van de aanduiding 'gedroogde soepgroenten', mag zwaveligzuur bevatten tot ten hoogste 500 mg/kg, berekend als zwavel-dioxide.

Tot zover de Warenwet. We zien hieruit dat er bij (d) onderscheid gemaakt wordt in 3 groepen: de meereisende 500 ppm-groep, de wat 'gemakkelijker' 250 ppm groep en de niet genoemde 0 ppm groep. De eerste twee groepen omvatten blanke produkten, de nulgroep omvat de meer gekleurde gewassen wortel, biet, bladgewassen, sperziebonen enz. De genoemde gehalten voor individuele gedroogde groenten zijn laag vergeleken met maximum waarden van 1000 en zelfs 2000 mg/kg, die hier tot voor kort golden, en nu ook nog in Angelsaksische landen normaal zijn. Tot deze verlaging heeft de Nederlandse industrie zelf de stoot gegeven, weliswaar gestimuleerd door de wetenschap dat men in andere EEG-landen minder SO₂-minded was. Om na te gaan in hoeverre het mogelijk is om te voldoen aan bovengenoemde gehalten is onderzoek aan enkele produkten verricht op het Sprenger Instituut. Hierover straks meer.

Wijze van toedienen

Eerst volgt nu een bespreking van de wijze van sulfiteren en de invloed van verschillende factoren op het beoogde SO₂-gehalte in het droge produkt.

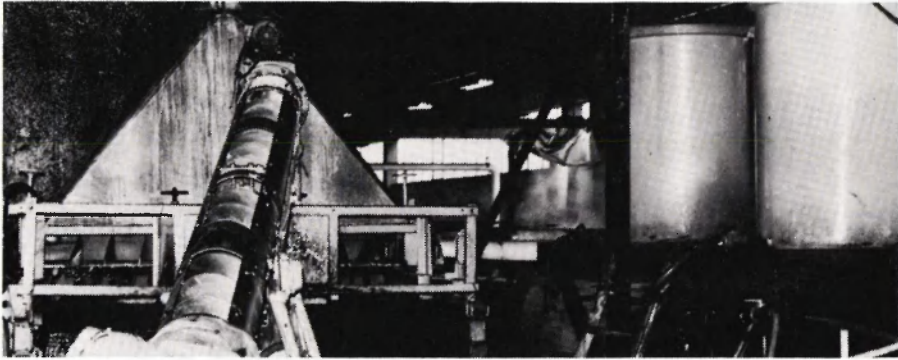
Al kan men zeggen dat er in het algemeen behoefte is aan het gebruik van SO₂ zijn er in de verwerking zelf (dus zonder bewaring van het gedroogde produkt) al direct een aantal factoren aan te wijzen die de mate van SO₂-toepassing beïnvloeden:

- keuze van ras en oogsttijdstip
- wijze van oogsten, transport (beschadiging)
- duur en temperatuur van opslag van de grondstof
- snelheid van verwerking, vooral na schillen en versnijden
- kwaliteit van snij- en schil(schrap)machines.

Hoewel de aardappel in Nederland niet tot de groenten gerekend wordt, doch wel in enkele groentedrogerijen verwerkt wordt tot plakjes, kubussen of stiften is dit produkt een in bovengenoemd opzicht te fraai en goed bekend voorbeeld om het hier niet te noemen. Knolselderie verkleurt ook zeer snel; tot voor kort werd sterk gesulfiteerd tot dat onder de drang van exportvoorwaarden bleek dat een combinatie van een goede snijmachine, snel dompelen van het versneden produkt in een 0,5%-citroenzuuroplossing en een kort blancheren, na droging een zeer redelijk produkt kon geven.

Sulfitering kan plaatsvinden door dompeling van het produkt in een sulfietoplossing (bijv. in transportgoot met schroef, afb. 31) of omgekeerd door versproeiing van de sulfietoplossing over het produkt (bijv. in de snijmachine of

op een transportband). Ook in waswater kan licht SO_2 gedorseerd worden; voorts kunnen water- en stoom-blancheren ermee gecombineerd worden door oplossing in blancheerwater en versproeiing over het produkt aan het eind van de stoomblancheur. De apparatuur dient in al deze gevallen natuurlijk bestand te zijn tegen deze agressieve toevoeging. Onnodig te zeggen dat een extra dompelingsverlies van versneden produkt in een sulfietoplossing meer uitlogingsverliezen geeft dan versproeiing over de groente, waardoor het sulfiet als aanhangend vocht zijn werking uitoefent.



31. Dosering van sulfietoplossing (tanks rechts) in produkt-transportvijzel (links); daarachter verdeelschroef van stoomblancheur.

De hoeveelheid SO_2 , die uiteindelijk in het droge produkt achterblijft, althans als zodanig bepaald wordt, is van een aantal factoren afhankelijk:

1. grootte van de snit: hoe fijner de snit, hoe groter het reactieve oppervlak, en vooral hoe meer aanhangende sulfietoplossing.
2. aard van het weefsel: poreus weefsel neemt meer op dan een compacte structuur; zeer duidelijk verschil bijvoorbeeld bij bastgedeelte en kerngedeelte van knolselderie; of bij gehele, gebroken of versneden sperziebonen (die soms voor export gesulfiteerd worden).
3. gebondenheid en concentratie van SO_2 in de oplossing van sulfiet, bisulfiet of zwaveligzuur (in deze volgorde vermindert de gebondenheid). Bij zwaveligzuur dringt SO_2 sneller door in het produkt maar wordt bij droging gemakkelijker weer afgegeven; invloed van de zuurgraad.
4. aard van de verdere verwerking: variatie in blancheren en drogen (tijd en temperatuur). Ook de duur van inwerken der oplossing op het produkt, niet alleen in het dompelbad maar meer nog in het aanhangend vocht, is van invloed op de uiteindelijke concentratie en verdeling van SO_2 in het produktstuk.

Tabel 12 kan dus slechts wat oriënterende gegevens bieden daar tē veel factoren in de praktijk variëren om in laboratoriumproeven nauwkeurige aanwijzingen te kunnen krijgen.

Tabel 12. SO₂-gehalte in verschillende gedroogde produkten na dompeling in sulfietoplossing.

SO ₂ -verbinding	SO ₂ i/d oplos- sing (mg/kg)	dom- pel- tijd (min.)	SO ₂ in droog prod. (mg/kg)	
Versneden bloemkoolkoppen				
Na ₂ S ₂ O ₅	5000	1	1379	} na dompeling geblancheerd
Na ₂ S ₂ O ₅ + H ₂ SO ₃	1750	1	1499	
H ₂ SO ₃	1000	1	564	
Knolselderiestift				
Na ₂ S ₂ O ₅	1000	1	632	niet-geblanch.
Na ₂ S ₂ O ₅	2000	2	309	} 1 min. stoom- geblancheerd
Na ₂ S ₂ O ₅	4000	2	2430	
Aspergeschijfjes (4 mm)				
Na ₂ S ₂ O ₅	1000	1	265	} aanh.dompel- vocht laten uit- druipen
Na ₂ S ₂ O ₅	2000	1	772	
Na ₂ S ₂ O ₅	2000	1	219	aanh.vocht af- gecentrifugeerd
Uischijfjes (4 mm)				
Na ₂ S ₂ O ₅	1000	1	216	
Na ₂ S ₂ O ₅	5000	1	4351	

Bij uien bleek verschil in SO₂-opneming bij Egyptische, Californische en Nederlandse typen (verschil in droge-stofgehalte).

Nadere gegevens ontleend aan een modelonderzoek op het Sprenger Instituut

Teneinde nader geïnformeerd te zijn over de mogelijkheden van SO₂-toepassing op een schaal als aangegeven in het nieuwe ontwerp geconserveerde groentenbesluit werd met enkele produkten, o.a. bloemkool, geëxperimenteerd ten aanzien van de SO₂-dosering. Behalve dat die factor zelf gevarieerd werd, zijn ook enkele andere factoren in het onderzoek in gevarieerde mate toegepast. Eén daarvan was impregnering met een lactose-oplossing, waarvan oriënterend onderzoek had uitgewezen dat compensatie van uitlogingsverliezen, verbetering van consistentie van het gedroogde produkt bij bereiding en enige kleurverbetering van het droge produkt het gevolg waren. Bovendien is lactose bekend om aromabindende eigenschappen [47]. Veel van wat hiervoor over blancheren, koelen en sulfiteren is gezegd, wordt met dit voorbeeld gedemonstreerd:

blancheermethode	- met stoom of in water
koelen nā blancheren	- met lucht of met water
SO ₂ -dosering	- in dompelbad of in blancheerwater
SO ₂ -concentratie	- beoogde gehalten in droog produkt 250, 500, 750 mg/kg

lactose-impregnering	- dompeling 15 min. in 5% of 10% opl., 70°C
eindvochtgehalte	- 6% en 4% (deze lage waarde bereikt door droogmiddel in de verpakking)
verpakking	- 1/1 blikken, verpakkingsgas lucht
bewaartemperatuur	- -20°C (referentie, in stikstof) 15°C (gematigde temperatuur) 30°C (tropentemperatuur)
bewaartijden	- 0, 6 en 12 mnd.
onderzoek van	- sensorische eigenschappen (kleur, consistentie, aroma) vochtgehalte (16 uur, 70°C, <100 mm Hg) SO ₂ -gehalte (Zonneveld-Meyer).

Tabel 13. Verwerkingsgegevens van gesulfiteerde bloemkool

blan- cheren en koe- len met	beoogd SO ₂ - gehal- te mg/kg	dom- pel- bad % lac- tose	dr-stof rendem. in % vers prod.	gereea- liseerd SO ₂ -ge- gehalte mg/kg	vit. C- gehalte droog produkt mg/100 g	vocht- gehal- te droog prod.%
stoom	250	-	98	239	817	6,2
en	500	-	98	535	801	6,0
lucht	500	5	109	429	459	6,1
	750	-	99	732	755	6,4
water	500	-	84	476	669	5,8
en lucht	500	5	102	542	405	5,8
water	250	-	79	219	692	5,5
en	500	-	81	422	669	5,8
water	500	5	96	576	417	6,2
	750	-	81	686	615	5,4
water en	500	-	70	412	475	5,8
uitlogen	500	5	85	433	208	5,7

Uit de cijfers van tabel 13 liet zich het volgende concluderen.

1. Blancheren met stoom en koelen met lucht geeft, met bijna 100% droge-stofbehoud, duidelijk hogere rendementcijfers dan blancheren en koelen met water.
2. Dompeling in een lactose-oplossing van 5% geeft reeds een aanmerkelijke rendementswinst tot boven 100% van het droogrendement van het uitgangsprодукt.
3. Ondanks veel oriënterend onderzoek was het moeilijk met de feitelijke SO₂-gehalten dicht bij de beoogde te komen.
4. Niet alleen door variatie in blancheer- en koelmethode maar ook door toepassing van lactosedompelbaden verschillen de vitamine C-gehalten in de eindprodukten sterk. Hoge temperatuur (70°C - 15 min.) en opname van droge stof spelen bij lactosedompelingen een duidelijke rol in

de hoogte van het uiteindelijke vitamine C-gehalte.

5. De vochtgehalten van de droge eindprodukten liggen voldoende dicht bij elkaar om van weinig invloed te zijn op de uitkomsten van de bewaarproeven.

Aan het verwerkingsonderzoek werd een bewaarproef verbonden. Monsters van alle partijen werden verpakt in hermetisch gesloten blikken en weggezet bij 15 en 30°C. De monsters bij 15°C werden onderzocht na zes en twaalf maanden, die bij 30°C alleen na zes maanden bewaring. De referentiemonsters werden onder stikstof bewaard bij -20°C.

Behalve de monsters met normaal vochtgehalte werden eveneens alle monsters bewaard met een ongeveer 2% lager vochtgehalte, verkregen door bijvoeging van een droogmiddel in de verpakking. Het onderzoek bestond uit: sensorische keuring, bepaling van vochtgehalte, vitamine C-gehalte en gemeten bruinkleuring (bij 420 nm) van een waterig extract.

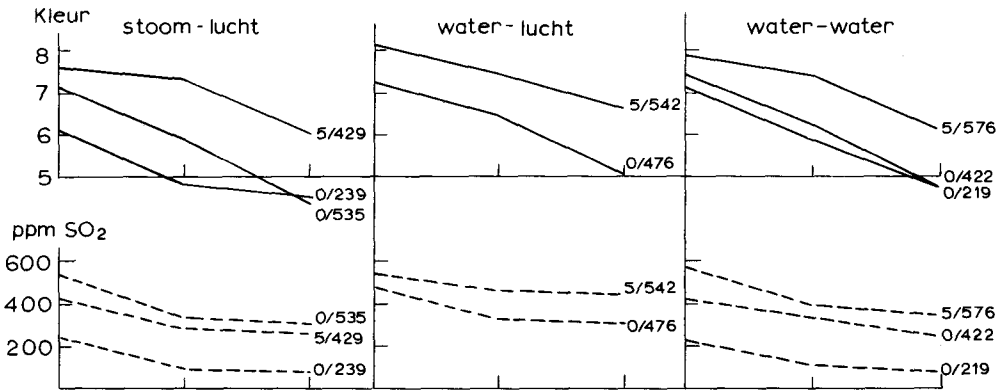
Van de bij tropentemperatuur (30°C) bewaarde monsters waren na 6 maanden bewaring alleen de in de verpakking nage-droogde nummers (ca. 4% vochtgehalte), die bovendien met lactose waren geïmpregneerd, nog juist acceptabel qua kleur en -aroma. Van de gedurende 12 maanden bij gematigde temperatuur (15°C) bewaarde monsters, geeft afb. 31a een indruk van de achteruitgang van de sensorisch beoordeelde kleur en het verloop van het SO₂-gehalte. Uit deze grafieken en uit verdere gegevens valt het volgende te concluderen:

6. Naarmate door gebruik van water bij blancheren en koelen meer uitgeloozd wordt, is er sprake van betere kleur en kleurbehoud bij éénzelfde SO₂-gehalte. Dit wijzigt echter nauwelijks de conclusies, dat zonder toepassing van bijzondere maatregelen (als extra verlaging van het eindvochtgehalte of toevoeging van lactose) een gehalte van 500 ppm SO₂ in het eindprodukt onvoldoende is, om de kleurkwaliteit onder normale bewaaromstandigheden (één jaar 15°C) op een redelijk peil te houden.
7. Door dompeling in een hete lactose-oplossing komt het kleurniveau belangrijk hoger te liggen. Een 5% lactose-oplossing lijkt daar reeds voldoende voor.
8. Een verlaging van het vochtgehalte van 6% tot 4% blijkt zeer gunstig op de houdbaarheid te werken. Ook de monsters met een lager begin SO₂-gehalte (ca. 250 ppm) en zonder lactose, blijken na een jaar nog juist acceptabel.
9. De achteruitgang in sensorische kleurwaardering is sterk gekoppeld aan de vermindering van het SO₂-gehalte tijdens bewaring. Bij verlaging van het vochtgehalte neemt én de kleurwaardering én het SO₂-gehalte minder af tijdens bewaring.
10. Behalve sensorische kleurbeoordeling zijn bruinkleuringsmetingen uitgevoerd in waterextract (Unicam, 420 nm).
De indeling: extinctie ($\times 10^3$) >200 : kleur onaanvaardbaar
" " 100-200 : " twijfelachtig
" " <100 : " voldoende/goed
die te grof is, kon nog niet verbeterd worden.
11. Ondanks de hermetische afsluiting bij bewaring is het vitamine C-gehalte in een jaar tijds, bij 15°C en ca. 6% vocht tot ongeveer 50% van het begingehalte teruggelopen.

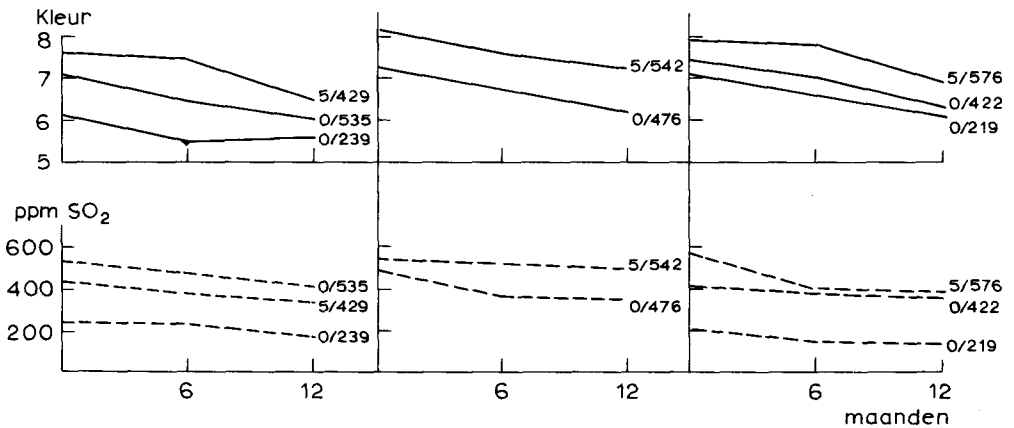
Door verlaging van het vochtgehalte tot ca. 4% blijft daarentegen het peil hoger, ca. 70%.

De gegevens die met dit onderzoek verkregen werden, maken het waarschijnlijk dat het door de EEG groentendroogindustrie voorgestelde maximum SO_2 -gehalte van 500 mg/kg met hete lucht gedroogde bloemkool, geen voldoende waarborg biedt voor redelijke houdbaarheid, wanneer men geen extra maatregelen treft als: verdere verlaging van het eindvochtgehalte, uitwisselen van suikers in een lactose-oplossing of ... opslag van het gedroogde produkt bij lagere temperatuur ($<15^\circ\text{C}$).

6% vochtgehalte



4% vochtgehalte



31a. Verloop van sensorische kleur en SO_2 -gehalte van gedroogde bloemkoolmonsters, bewaard bij 15°C .

Dat niet alle produkten in de 500 ppm SO₂-groep op dezelfde wijze reageren, bleek uit een analoog onderzoek met knolselderie, een produkt dat vanouds vóór het drogen niet geblancheerd, doch wel relatief zwaar gesulfiteerd wordt (1000-2000 mg/kg). De conclusies van voorberekings-, droog- en bewaaronderzoek luiden als volgt:

Na 6 maanden bewaring

Bij 30°C (tropenbewaring) zijn alleen de hoogst gesulfiteerde monsters (met begin-SO₂-gehalten van 550 en 859 mg/kg) nog juist aanvaardbaar van kwaliteit. Toegevoegde behandelingen als blancheren, lactose-impregneren, gebruik van citroenzuur, ook in combinatie met verlaging van het eindvochtgehalte leiden niet tot beter of zelfs gelijkwaardig resultaat onder deze tropenbewaaromstandigheden. Bij 15°C (gematigde omstandigheden) tonen de monsters weinig of geen achteruitgang.

Na 12 maanden bewaring

Bij 30°C is geen der monsters qua kleur en smaak/aroma nog van aanvaardbare kwaliteit, ook niet de eerder genoemde hoger gesulfiteerde.

Bij 15°C zijn alle monsters, met uitzondering van de laag gesulfiteerde (250 mg SO₂/kg) nog acceptabel.

Belangrijk was dat voor knolselderie vastgesteld werd dat voor bewaring onder gematigde temperaturomstandigheden een voorzichtige blancheerbehandeling annex citroenzuur- of SO₂-dempeling een goede voorbehandeling bleek en een redelijk houdbaar droog produkt opleverde.

Geconcludeerd kon worden dat i.h.b. enzymatische bruinkleuring bij knolselderie de kwaliteitsverslechterende rol speelt. Bij gedroogde bloemkool daarentegen waren dat in de eerste plaats de niet-enzymatische bruinkleuringen (die met verlaagd eindvochtgehalte bestreden kunnen worden). Opvallend was dat bij droge knolselderie verlaging van vochtgehalte van 5 naar 3% bij bewaring onder gematigde omstandigheden na 12 maanden nog geen merkbaar effect sorteerde. Toepassing van de voor knolselderie ongebruikelijke werkwijze als blancheren heeft een wat gewijzigd uiterlijk van het droge produkt tengevolge. Het is mogelijk dat daartegen in eerste instantie, uit handelsoverwegingen, bij de industrie bezwaren kunnen rijzen. Deze zouden door duidelijke voorlichting ondervangen moeten worden. Eventueel zou de overheid uit kwaliteitsoverwegingen (vermijden van SO₂) in overleg met de industrie een helpende, eventueel regelende hand kunnen bieden.

Bovengestelde voorbeelden maken duidelijk dat de mate van sulfitering een afhankelijk onderdeel vormt van een uitgebreider geheel van te variëren voorberekings- en bewaarfactoren [48,49]. De invloed van deze laatste komt overigens later nog uitvoeriger ter sprake.

5. DROGEN

Algemeen

Alvorens wat nader in te gaan op de fysische aspecten van het drogen van tuinbouwprodukten, in het bijzonder groente, en de daaropvolgende bespreking van enkele in de praktijk toegepaste droogmethoden en bijbehorende apparatuur [50], volgt hier eerst een korte globale karakterisering van het drogen als conserveringsmethoden voor levensmiddelen, geplaatst naast de andere zeer veel gebruikte wijzen van verduurzamen: sterilizeren en diepvriezen.

Sterilizeren verhitten tot hoge temperatuur.

Microorganismen worden vergaand geïnactiveerd en gedood.

Enzymen worden onwerkzaam.

Chemische omzettingen kunnen optreden en merkbaar zijn aan veranderingen van de karakteristieke smaak (sperziebonen, spinazie in blik).

Fysische veranderingen kunnen merkbaar zijn aan wijziging van de consistentie (malsheid).

Diepvriezen: lage temperatuur, lage waterdampspanning.

Microorganismen worden gestabiliseerd en sterven ten dele af. Enzymen blijven min of meer werkzaam, tenzij voordien geblancheerd wordt (diepvries-aardbeiaroma).

Chemische veranderingen zijn in het algemeen minimaal.

Fysische veranderingen zijn vaak merkbaar aan gewijzigde consistentie (kristallisatiebeschadiging), verlies van malsheid, verzachting.

Drogen: lage waterdampspanning. Microorganismen worden gestabiliseerd. Enzymen blijven min of meer actief tenzij geblancheerd wordt (hooilucht). Chemische veranderingen, zeer afhankelijk van droog- en bewaartemperatuur blijven mogelijk. Fysische veranderingen, merkbaar aan verharding, taai worden, langzame wateropname.

Bovengestelde typering geeft aan dat de verschillende conserveringsmethoden hun eigen voor- en nadelen hebben; er is echter direct bij op te merken dat ze uiterst generaliserend zijn. Indien we ons verder tot het drogen bepalen kan immers gesteld worden dat er veel produkten zijn die zich zonder bezwaar op eenvoudige wijze tot goede kwaliteit laten drogen. Daarnaast zijn er talloze maatregelen die toegepast kunnen worden om de hierbovengenoemde kwaliteitsfacetten van gedroogde produkten te beïnvloeden: blancheren, sulfiteren, gebruik van anti-oxydantia, keuze van droogmethode, laag eindvochtgehalte, uitsluiting van lucht, lage temperatuur bij bewaring enz.

Bovendien kunnen we hier ook produkten noemen die, gedroogd, een typisch eigen karakter hebben gekregen door een combinatie van biochemische, chemische en fysische factoren bij droging. Te denken valt bijvoorbeeld aan gedroogd fruit: appels, pruimedant, rozijnen, banaan. Zeer duidelijk zijn ook (half)gedroogde eiwitprodukten als vis, kaas waarbij men van rijpingsprocessen kan spreken. Bij gedroogde groente komt dit slechts bij hoge uitzondering voor. In deze

sfeer zijn wel bekend gedroogde gehele sperziebonen, die bij langdurige droging een eigen sterk aroma krijgen en in Zwitserland een typisch wintergerecht vormen. Verder is bijvoorbeeld van cichoreiwortel bekend dat het grof versneden produkt bij de traditioneel langdurige droging een fermentatief, aromavormend proces doormaakt, dat niet optreedt bij snelle 'efficiënte' droging van fijn versneden grondstof.

Hoewel veel factoren op de kwaliteit van gedroogd en be- waard produkt van invloed zijn blijft in de meeste gevallen het doel van de droogconservering: de onttrekking van vocht tot een peil, waarbij niet alleen geen microbiologisch be- derf, maar ook geen ongewenste enzymatische, chemische of fysische omzettingen kunnen optreden. Voor gedroogde (soep) groente geldt in ieder geval dat het oorspronkelijk karakter zoveel mogelijk behouden moet blijven en in principe is dit een factor die zwaardere eisen stelt aan de uitvoering van de droging.

Wanneer we ons afvragen welke droogomstandigheden het meest gewenst zijn kan in het algemeen gelden: korte droog- tijd - lage temperatuur. In feite is vochtverwijdering hier- bij niet te realiseren en liggen de mogelijkheden tussen kort-hoog en lang-laag (tijd-temperatuur). Wat men kiest zal afhangen van de aard van het produkt, zowel wat de sa- menstelling betreft (temperatuurgevoeligheid) als wat be- treft de afmeting waarin het produkt gebracht kan worden (stukig of poeder), alsook wat betreft de droogkosten die het kan dragen. Een belangrijke enkele factor die de droog- wijze bepaalt is wel in het bijzonder de moeizame verwijde- ring van het 'laatste vocht', waardoor drogingen van stuk- ig produkt langduriger worden dan men graag zou willen. Men is danook geneigd om, zo enigszins mogelijk, de afmetingen van te drogen produkten zo klein mogelijk te maken.

Tuinbouwprodukten kunnen in structuuropzicht in enkele groepen verdeeld worden:

- a. heldere dun vloeibare sappen (vruchtensappen, extracten- emulsies)
- b. pulpen (gepasseerde vruchten- of groentepulpen met onop- losbare fijne weefselbestanddelen in de vloeistof)
- c. produkten met oorspronkelijke weefselstructuur, al of niet voorbereid (geblancheerd e.d.).

De produkten die in deze publikatie besproken worden be- horen voor het overgrote deel tot de laatste groep. Daarbij kan gesproken worden van een relatief ingewikkeld droogpro- ces; men zou kunnen zeggen: een heterogeen droogproces, i.v.m. de verscheidenheid van structuur en samenstelling van de produktstukjes en de niet-lineaire veranderingen van het produkt tijdens de droging, waardoor processen van wa- ter(damp)transport en warmtetransport in het produkt gecom- pliceerd verlopen.

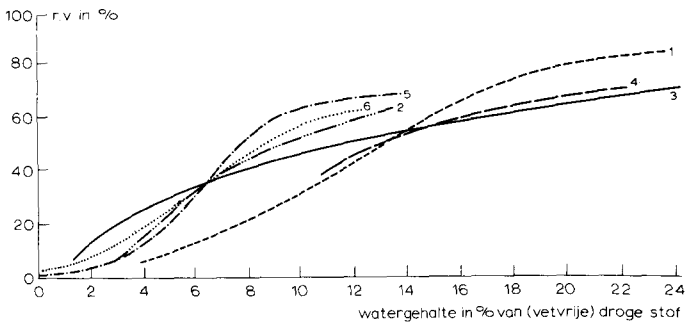
Droogfysica

In het kort zal een overzicht gegeven worden van het fy- sisch-chemisch gebeuren bij droging; daarna zal de toepas- sing daarvan op de produkt droging in verschillende typen van drogers besproken worden. Eerst een fysische karakteri-

sering van het produkt zelf.

Onder de evenwichts relatieve vochtigheid (ERV) van een produkt verstaat men het verhoudingsgetal van de waterdampspanning van het produkt en de waterdampspanning van zuiver water bij dezelfde temperatuur. Ten hoogste bedraagt ze 1 en ten minste 0. Ze is te bepalen door een hoeveelheid produkt met een bekend vochtgehalte in een afgesloten ruimte te bewaren en dan op een of andere manier de relatieve vochtigheid in die ruimte te bepalen. De ERV van een bepaald produkt is afhankelijk van het vochtgehalte van dat produkt en van de wijze waarop het water in het produkt gebonden is, dus van de fysisch-chemische samenstelling. Bij verschillende vochtgehalten kan van een produkt de ERV bepaald worden en deze twee grootheden zullen, in grafiek gebracht, de zgn. adsorptieisotherm van het produkt over een bepaald vochtgehaltetraject opleveren.

Uit de in afb. 32 weergegeven curven blijkt dat verschillende produkten, die een duidelijk gevarieerde chemische samenstelling hebben, ook verschillende adsorptieisothermen geven. Men kan stellen dat voorzover deze produkten elk op zichzelf heterogeen van chemisch-fysische samenstelling zijn, de adsorptiecurve een evenwichtscurve voorstelt van verschillende stoffen met ieder een eigen vochtgehalte. Ditzelfde geldt ook voor de adsorptiecurve van een droog soepgroentemengsel of een mengsel van droge soepingrediënten in een commercieel pakje droge soep [51]. Hieraan kan worden toegevoegd dat de curves enigszins temperatuurafhankelijk zijn.



32. Adsorptieisotherm van enkele droge tuinbouwprodukten.

- 1 = gedroogd vlees, watergehalte uitgedrukt in g/100 g vetvrije droge stof, 10°C
- 2 = haring filet, 15°C
- 3 = gerookte haring filet, 15°C
- 4 = gemiddelde van verschillende granen, kamertemp.
- 5 = eipoeder, door sublimatie gedroogd, 40°C
- 6 = eipoeder, 37°C

Het verband van het bovengestelde en het droogproces is duidelijk: In het begin van een droging bij ERV = 1,0 hebben we te maken met vrij water waaronder bij de onderhavige pro-

dukten eigenlijk alleen aanhangend waswater te verstaan is. Dit is gemakkelijk te verdampen maar in principe altijd nog voordeliger mechanisch te verwijderen door uitslingeren, trillen, uitlekken e.d. Na verwijdering van dit oppervlakkige water wordt de ERV kleiner dan 1,0 door waterdampspanningsverlaging van het produkt, en het aanwezige vocht raakt moeilijk te verwijderen. Dit komt door:

- a. opgeloste stoffen, als zouten en suikers, in het produktvocht,
- b. aanwezige biocolloïden, als eiwit zetmeel, pectine, in het algemeen hoogmoleculair organische stoffen, die naarmate het produkt droger wordt, met toenemende kracht het water binden, zodat de laatste procenten moeilijk te verwijderen zijn. Zorgen we niet voor een zeer droge omgeving dan zullen deze stoffen tenslotte water uit de omgevingslucht aantrekken (hygroscopisch).

Het drogen met lucht

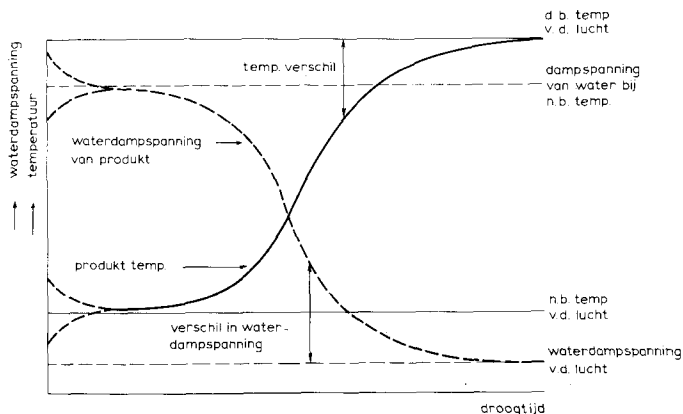
Wanneer warme drooglucht strijkt over een beperkte hoeveelheid water, ontstaat een watertemperatuur-evenwicht, dat bepaald wordt door warmtetoevoer door de drooglucht en warmteonttrekking aan het water door verdamping. De watertemperatuur ligt dan lager dan die van de warmte-aanvoerende lucht en wel met groter verschil, naarmate de lucht droger is en het water sterker verdampen kan.

De luchttemperatuur noemt men de droge-boltemperatuur, gemeten met de normale droge thermometer; de watertemperatuur noemt men de natte-boltemperatuur en deze is te realiseren en ook te meten door in de luchtstroom een thermometer te plaatsen met een met zuiver water bevochtigd kousje om het meetpunt (natte-bolthermometer). Het verschil van natte- en droge-boltemperatuur, de zgn. natte-boldepressie, is een maat voor het droogvermogen (droogpotentieel) van de lucht. Wordt de drooglucht vochtiger, bijv. bij voortgaand strijken over een nat oppervlak, dan stijgt de natte-boltemperatuur tot ze, bij verzadiging, gelijk is aan de droge-boltemperatuur. Voor het op deze wijze (met droge- en natte-bolthermometer) zuiver meten van de droogluchtvochtigheid is een luchtsnelheid van minstens $2\frac{1}{2}$ m/sec. nodig.

Bij aanwezigheid van vrij water zal, bij gelijkblijvende droogluchtfactoren, de droging (droogsnelheid) constant verlopen. Drogende voedingsmiddelen, in ons geval fruit en groente, bevatten echter, behalve hoogstens wat aanhangend waswater, nauwelijks enig vrij water, maar steeds min of meer gebonden water, vaak ook belemmerd door minder doorlatende weefsellagen (opperhuid, schil). De verdamping aan het oppervlak wordt geremd, de waterdampspanning is ter plaatse lager, het droogpotentiaal van de lucht t.o.v. het drogende produkt dus geringer. De temperatuur van het produkt, in principe eerst gelijk aan die van de natte-bolthermometer (zuiver water) gaat nu oplopen.

Bij zuiver water is dus sprake van een constante verdampingssnelheid bij constante droogluchteigenschappen (temperatuur, vochtigheid en snelheid); bij drogende groente en fruit daarentegen wordt onder deze constante droogomstandig-

heden de droogsnelheid steeds kleiner, tot 0 toe. Dan is het materiaal in evenwicht met de drooglucht, d.w.z. de dampspanning van het produkt is die van de lucht geworden en dit produkt heeft dezelfde temperatuur aangenomen als de (droge-bol)temperatuur van de drooglucht. Grafisch is in principe deze gang van temperatuur en dampspanning van drooglucht en drogend produkt aangegeven in afb. 33.

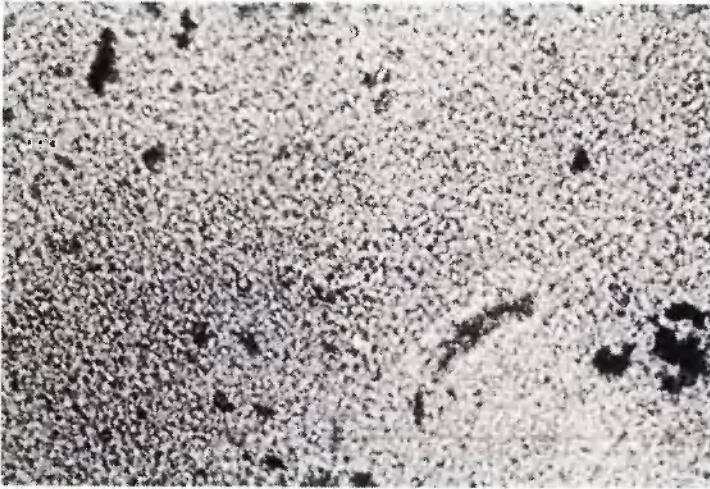


33. Principeschets van het verloop van produkttemperatuur en -vochtigheid bij droging met lucht (Leniger, 50).

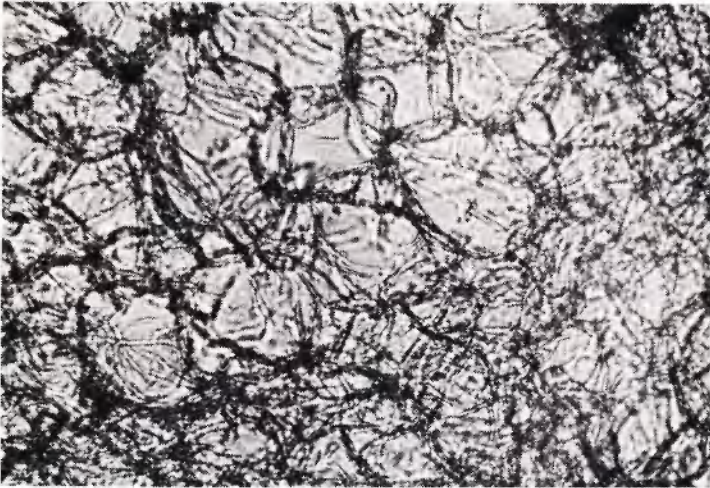
Natuurlijk is bovengenoemde voorstelling van zaken een simplificatie. Van een eindevenwicht tenslotte is geen sprake daar de droging van een stukkelig produkt, hoe klein de afmetingen ook zijn, nooit een homogeen drogend produkt betreft. Niet alleen in het begin van de droging bestaat een aanmerkelijk verschil tussen het vochtgehalte van buitenkant en centrum van het drogend partikel, maar ook nog aan het (commerciële) einde van de droging. Men stopt een droging in de praktijk wanneer een gewenst 'gemiddeld' eindvochtgehalte in het produkt bereikt is, waarbij niet het gehele produktstuk, maar wél de buitenzijde in evenwicht is met de dampspanning van de drooglucht. Het is immers zo dat bij heterogene produkten tijdens de droging veranderingen optreden niet alleen in vochtgehalte maar ook in de structuur van het produktstuk en de doorlatendheid voor vocht van binnen naar buiten en warmte van buiten naar binnen. De weefselstructuur krimpt bij voortgaande droging, wordt minder doorlatend voor vocht of waterdamp, terwijl door concentratie van de celvloeistof de afgifte van waterdamp bemoeilijkt wordt (afname waterdampspanning in het produkt). De krimp van celweefsel, veroorzaakt door hete-luchtdroging wordt geïllustreerd door de afbeelding 34 van met lucht gedroogde en daarnaast weer opgeweekte wortelstukjes [52].

Dat deze structuurverandering van zeer grote invloed is op de droogsnelheid in de latere droogfase wordt bewezen

door de enige malen grotere droogsnelheid van een produkt dat eerst goeddeels gevriesdroogd is (poreuze structuur) en daarna een hete-lucht einddroging ondergaat; of ook wanneer men een zgn. pofbehandeling (expansion puffing) toepast in de eindfase van een hete-luchtdroging en daardoor de structuur van het reeds sterk gekrompen produkt door expansie weer luchtig maakt, waardoor de 'laatste procenten' vocht snel verwijderd kunnen worden.



a.



b.

34. Met lucht gedroogd (a) en daarna weer opgeweekt (b) wortelweefsel (175x).

Het is duidelijk dat de afmetingen van de produktdeeltjes op dit alles van invloed zijn. Bij grotere stukken heeft men sterk met bovengeschetste vertraging te maken; aan de andere kant is ze minimaal bij zeer kleine afmetingen, t.w. bij het verstuijvingsdrogen van pulpen of structuurloze sappen die echter tijdens de droging wel degelijk een structuur kunnen verkrijgen.

Men kan zich afvragen welke invloed men verder met verandering van de droogcondities op de droogsnelheid kan uitoefenen. In principe zijn dit 3 factoren, nl. de droogpotentie en de snelheid van de drooglucht en de temperatuur van het produkt. Zolang het produkt vrij of zwakgebonden water aan de oppervlakte ter verdamping aanbiedt zijn deze factoren duidelijk van invloed: verdubbelt men de droogpotentiaal dan zal de verdamping van vrij water ook verdubbelen; ook door vergroting van de luchtsnelheid wordt de verdamping versneld, terwijl het temperatuurniveau van overwegende invloed is. Naderen we daarentegen de einddroogfase met het veel moeilijker bereikbaar vocht (waterdamp) dan blijft eigenlijk als enige stimulans over, verhoging van produkttemperatuur en dat betekent bij de normale hete-luchtdroging, verhoging van de droogluchttemperatuur. Hierdoor wordt de waterdampspanning van het produkt opgevoerd en daarmee de droogpotentiaal van de lucht t.o.v. het produkt. Jammer is dat juist in de eindfase van de droging fruit en groente gevoeliger zijn voor temperatuursverhoging (Maillard reacties optimaal). De ervaring heeft dan ook de droogindustrie geleerd juist in het eind van de droging de temperatuur van de drooglucht te laten zakken en zich te verlaten op de vele uren durende einddroging. Technisch mogelijk is ook een nãdroging met voorgedroogde lucht bij lagere temperatuur (vocht geadsorbeerd aan een droogmiddel of gecondenseerd door koeling) maar dit komt bij groentedrogen in verband met de kostenverhoging zelden voor.

Een ander facet dat na het voorgaande verduidelijkt kan worden is het optreden van korstvorming (case-hardening), het ontstaan van een droge, harde, gekrompen laag aan de buitenzijde van het drogende produktstuk, soms gepaard gaande met het optreden van barsten, gevolg van een te snelle droging van de buitenste (cel)lagen en in verhouding daarmee een te langzame toelevering van vocht uit het binnenste van het produktstuk. Een 'dichtslaan' van de buitenste lagen zou kunnen optreden en daardoor vertraging van de verdere droging. In bepaalde gevallen heeft de praktijk hier aangepaste oplossingen voor: intermitterend drogen bijvoorbeeld is het na een gedeeltelijke droogtijd stoppen van de droging en gelegenheid geven om het vocht in de produktstukken zich te laten egaliseren (van ouds toegepast bij het drogen van kwetsen in Z-Frankrijk). In de algemene droogpraktijk komen andere belangrijker voorbeelden voor, waarbij terdege rekening gehouden moet worden met een te snelle oppervlakkige droging, o.a. bij deegwaren (macaroni e.d.) of ook bij hout. Daarbij moet men de droogcondities temperatuur en luchtvochtigheid nauwkeurig in de hand houden om barsten te vermijden.

De huidige praktijk van het groentendrogen daarentegen

geeft nog weinig aanleiding de snelheid van vóór- of hoofd-droging om deze reden af te zwakken; integendeel, veelal maakt men nog te weinig gebruik van de mogelijkheid en wenselijkheid van een snelle begindroging bij optimale droogcondities (hoge temperatuur en luchtsnelheid, dunne lagen). Men kan zeggen dat bij de normale verstuivingsdroging deze voorwaarden reeds door het droogstelsel en apparatuur gedictieerd worden. Op het Sprenger Instituut werd de ervaring opgedaan dat bepaalde dunne bladgewassen met gunstig resultaat bij relatief hoge temperatuur (140°C) en luchtsnelheid in zeer korte tijd (3 minuten) gedroogd konden worden. De kleur van het blad was opmerkelijk lichtgroen en de structuur luchtiger dan bij normale droging (60°C). Indien hier sprake is van 'case-hardening', heeft die hier zelfs gunstig gewerkt in structuuroepzicht. Men kan zich voorstellen dat zich dit ook kan voordoen bij andere zeer dun versneden produkten. Voorwaarde is dat de deeltjes bij droging voldoende van elkaar gescheiden blijven. Gelijksoortige ervaring werd opgedaan bij een geheel ander produkt nl. voorgekookte peulvruchten (bruine bonen), die, gedroogd bij een relatief hoge begintemperatuur (100°C), een luchtiger structuur vertoonden met duidelijk lager volumegewicht.

Nog veel zou op dit gebied onderzocht moeten worden alvorens men voor de vele betrokken produkten tot genuanceerde uitspraken zou kunnen komen.

Sprekend over korstvorming wordt ook wel verplaatsing van opgeloste (cel)bestanddelen verondersteld. Is een celweefsel door afsterving (bijv. blancheren) permeabel geworden voor bepaalde opgeloste celinhoudstoffen dan zou, enerzijds bij oppervlakkige verdamping en optredende vloeistofstroom, een verplaatsing van opgeloste stof naar het verdampingsvlak kunnen plaatsvinden. Anderzijds zou, als gevolg van oppervlakkige droging en concentratie van opgeloste stoffen, een concentratie ontstaan die juist verplaatsing van opgeloste stoffen naar het minder geconcentreerde stukcentrum tengevolge zou kunnen hebben. Deze verplaatsingen zijn uiteraard afhankelijk van de permeabiliteit van het celweefsel ten aanzien van deze stoffen.

Het weinige onderzoek dat op dit gebied is uitgevoerd had betrekking op de niet-enzymatische bruinverkleuring (Maillard) die bij voorkeur optreedt in de kern van bijv. gedroogde aardappel- en wortelblokjes bij bewaring. Duckworth [53,54] heeft nagegaan hoe de migratie verliep van radioactief gemerkt SO₂ en glucose (één van de Maillard-partners in de bruinkleuringsreacties) in drogende stukjes aardappel, wortel en kool. Hij kwam tot de conclusie dat bij geblancheerd produkt na droging de hoogste concentraties glucose voorkwamen in de kern van de stukjes. Hoewel ook SO₂ daar het sterkst geconcentreerd wordt, is blijkbaar de versterkte aanwezigheid van de Maillard-grondstoffen (suikers, aminoverbindingen) aanleiding tot de relatief snellere bruinverkleuring van het centrum. Bij ongeblancheerde aardappelstukjes kwam juist het omgekeerde voor [55].

Droging op verwarmde oppervlakken en door straling

Anders dan bij droging door in hoofdzaak luchtstroming (convectie), waarbij de lucht zorgt voor toevoeging van warmte en afvoer van waterdamp, zijn er droogmethoden waar- bij de warmtetoevoer plaatsvindt door middel van geleiding (conductie) of straling (radiatie). Bij contactdroging be- vindt zich het produkt veelal als vloeistof of pasta op een metalen schaal, wals of band, terwijl zoveel warmte wordt toegevoerd dat het vocht uit het produkt verdampt. Dit kan atmosferisch gebeuren en in dat geval kan een luchtstroom helpen de waterdamp te verwijderen en het produkt, zo ge- wenst, te koelen. Het kan ook onder vacuüm plaatsvinden, in welk geval een lagere verdampingstemperatuur gerealiseerd wordt en een lagere verwarmingstemperatuur mogelijk wordt (temperatuur-gevoelige produkten). Een feit blijft dat een gedeelte van het produkt, nl. dat grenst aan het verwarmen- de oppervlak, snel de hoogste temperatuur zal aannemen. De koelende werking van de verdamping is dan afwezig en er is kans op temperatuurbeschadiging. Het is voor temperatuur- gevoelige produkten dus zaak temperatuur en droogtijd op el- kaar af te stemmen d.m.v. verwarmingstemperatuur, produkt- laagdikte en eventueel toe te passen vacuüm.

Bij het drogen onder vacuüm is voor de warmteoverdracht belangrijk dat het produkt goed contact maakt met de warmte- bron daar warmteoverdracht door stroming (convectie) groten- deels uitgevallen is en overdracht door straling (radiatie) nog van weinig betekenis, althans bij de lage temperaturen die voor temperatuurgevoelige tuinbouwprodukten bij geleid- ings(conductie)verwarming gebruikt worden.

Ziet men af van direct contact met de warmtebron dan wordt in sommige gevallen wel van stralingswarmte gebruik gemaakt o.a. bij (vacuüm)vriesdrogen, echter bij relatief lage temperaturen en dus lange droogtijden. Een nog niet vermeld voordeel van stralingswarmte is dat de energie tot op enige, zij het ook geringe, diepte in het materiaal doordringt. In de levensmiddelenindustrie past men infra- rood-warmtestralers in de vorm van lampen of panelen wel toe bij het opwarmen van veel vocht bevattende gekoelde of bevroren levensmiddelen, voor blancheren e.d. Zodra zich echter een droge laag vormt, loopt men bij deze wijze van verwarming gevaar voor oververhitting. Daarentegen is deze methode wel geschikt voor het drogen van dunne lagen niet- temperatuurgevoelige produkten, bijv. laklagen op metaal e.d.

Een andere vorm van stralingsverwarming, het met hog- frequente wisselstroom of zgn. dielectrisch verhitten, wordt in de levensmiddelentechniek wel gebruikt voor het snel opwarmen (koken, blancheren) van gekoeld of bevroren produkt. Voor het drogen is deze energievorm die warmte op- wekt in het te drogen produkt, in verband met technische en kostenbezwaren (nog) niet tot ontwikkeling gekomen.

Bij behandeling van verschillende drogertypen zullen de hiervoor gestelde overwegingen in hun toepassing nog ter sprake komen.

Droogmethoden en -apparatuur

Hiervóór is reeds algemeen aangegeven welke fysische factoren bij het drogen van levensmiddelen een rol spelen. Daarbij kwam naar voren dat er, samenhangend met het grote verschil in fysische en chemische samenstelling en temperatuurgevoeligheid van de grondstoffen een groot aantal soorten droogapparaten bestaat. Zelfs op het beperkte gebied van groente en fruit komt een vrij grote verscheidenheid voor, hoewel verschillende typen van eestdrogers het sterkst zijn vertegenwoordigd. In het bijzonder werd hiervoor aangegeven op welke wijze natte produkten hun vocht in een warme luchtstroom afstaan, hoe daarbij in het begin de produkttemperatuur door verdamping lager is, maar bij voortgaande droging stijgt naar de droge-boltemperatuur van de drooglucht. Ook werd vermeld hoe de 'temperatuurbehandeling', die een produktdeel daarbij ondergaat, afhankelijk is van afmetingen, structuur en chemische samenstelling, zodat uiteindelijk de invloed van het drogen op de kwaliteit door deze factoren bepaald wordt.

Grote temperatuur/tijd verschillen treden op tussen verschillende droogmethoden. Zo kan men bepaalde aromatische bladgewassen, mits van zeer geringe dikte, zowel lang-laag (bijv. 5 uren bij 40°C) als kort-hoog (5 minuten bij 110°C) met warme resp. hete lucht drogen, en in beide gevallen tot een aanvaardbaar produkt komen [29]. In het algemeen zal men droogtechnisch graag met homogeen materiaal van geringe afmetingen te maken hebben om dan een kort-hoog droogbehandeling toe te kunnen passen. Onder hete-luchtdrogers is het de verstuivingsdroger die volgens deze principes werkt, echter een vergaande en meest niet gewenste verkleining van het materiaal vergt, en dus slechts in enkele gevallen kan worden toegepast.

Ook is in het voorgaande aangegeven op welke wijze in principe de droging op verwarmde oppervlakken en in vacuüm plaatsvindt. Daarbij kan bijv. gedacht worden aan walsdroging en aan vriesdroging waarbij zeer uiteenlopende 'temperatuurbehandelingen' worden toegepast. Afhankelijk van de eigenschappen van het produkt zal men ook hier een keuze kunnen maken tussen verschillende droogapparatuur.

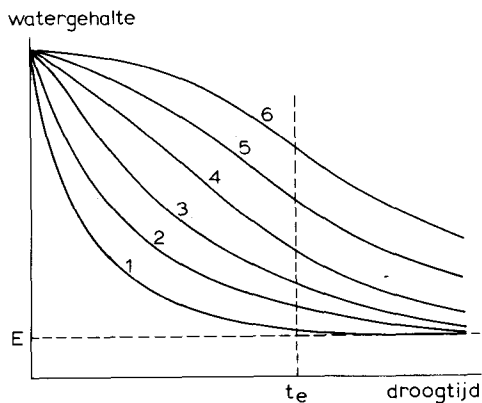
Achtereenvolgens zullen besproken worden:

- a. eestdrogers
 - 1. open eestdroger
 - 2. horrenkastdroger
 - 3. torendroger
 - 4. tunneldroger
 - 5. banddrogers
- b. verstuivingsdrogers
- c. walsdrogers
- d. vacuüm(vries)droger
- e. nieuwe ontwikkelingen
 - 1. expansiedroging (poffen)
 - 2. fluidisatiedrogen
 - 3. vochtonttrekking in geconcentreerde oplossingen (osmotisch drogen)
 - 4. dehydro-snelvriezen
 - 5. schuimdrogen.

a. Eestdrogers

Deze worden gekenmerkt door een voor de drooglucht doorlaatbare, meestal metalen, vloer, hor of band waarop het te drogen produkt gebracht wordt. De drooglucht kan door of over het produkt stromen. De allereenvoudigste vorm is de enkelvoudige, geperforeerde vloer (eest) waarop het materiaal ladingsgewijze (discontinuu) gedroogd wordt zonder verdere handeling. Aan een goede droger worden de voorwaarden gesteld van economisch in warmtegebruik te zijn en het produkt gelijkmatig te drogen. Vindt eenzijdige luchtaanvoer plaats, bijvoorbeeld in vertikale richting (van onder naar boven) dan zal het produkt onderin de laag snel drogen, naar boven toe zal de droging langzamer verlopen, in verband met de temperatuurdaling en het vochtiger worden van de drooglucht. Bij té dikke lagen koel ingebracht produkt kan in de toplaag zelfs condensatie van vocht uit de doorstromende drooglucht optreden zodat het produkt daar niet gedroogd maar bevochtigd wordt. Hetzelfde treedt op bij een te lange weg van de drooglucht óver het produkt (langsstroom). In afb. 35 wordt in principe het verloop van het produktvochtgehalte op 6 afstanden van de luchtinlaat gedurende de droogtijd aangegeven. Het is duidelijk dat, bij vertikale lucht-beweging, het 'droogfront' zich geleidelijk van beneden naar boven verplaatst en dat, wanneer eindelijk de toplaag tot het vereiste lage vochtgehalte is gedroogd de daaronder gelegen lagen, en in het bijzonder de basislaag té droog is en té lang aan een hoge temperatuur is blootgesteld. Behalve dat hier geen sprake is van een gelijkmatige, homogene droging, laat ook het economisch warmtegebruik in de latere droogfasen alles te wensen over.

35. Droogkrommen voor een eest (Leniger, 50)
1 t/m 6 voor materiaal dat op toenemende afstand van de inlaat is verwijderd
E = evengewichtswatergehalte
 t_e = einde van de droging



- Op verschillende wijzen kunnen deze gelijkmatigheid en het warmterendement van de droging verbeterd worden:
1. Verkleining van de produktlaag (echter vermindering van het warmterendement).
 2. Vergroting van de luchtsnelheid (echter verlaging van het warmterendement).

3. Menging, omwerken, van de laag (warmterendement blijft gelijk).
4. Omwisseling, alternering, van de droogluchtrichting (ook verbetering van het warmterendement).
5. Recirculatie van de drooglucht met opwarming (verbetering van het warmterendement); een gedeelte van de afgekoelde en vochtiger geworden drooglucht wordt teruggevoerd na herverwarming en wel des te meer naarmate het produkt droger wordt. Ook de homogeniteit van de droging kan, door meer gelijkmatigheid van de droogcondities, verbeteren.
6. Splitsing van de laag in meerdere dunne lagen en herverwarming tussen de lagen; men kan zich dit vertikaal en ook horizontaal denken (type droogtunnel). Wanneer we ons de eest, hor of band waarop het produkt zich bevindt, bewegend voorstellen, dan krijgen we de overgang van de ladingsgewijze via semi-continu naar continu droogmethoden, waarbij het produkt in de opeenvolgende plaatsen steeds aan de vereiste droogcondities kan worden blootgesteld. Voorbeelden hiervan komen verderop bij behandeling van de afzonderlijke droogapparaten ter sprake.
7. Een praktisch punt van algemeen belang bij willekeurig welk soort droging is de gewenste gelijkmatigheid van de belading. Bij 'gaten' in de laag baant zich de drooglucht een gemakkelijke weg door of langs het produkt, ten nadele van gelijkmatigheid en warmterendement van de droging.

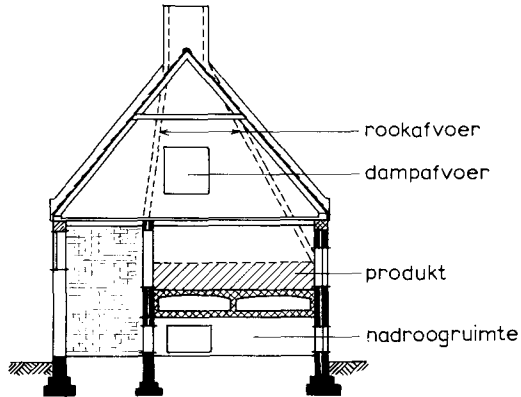
a1. Open eestdroger

De in sommige delen van ons land sinds vele eeuwen bestaande niet-geperforeerde stenen droogvloeren (afb. 36a en b), die werden gebruikt voor kruidachtige gewassen (o.a. cichorei) zijn in de 19e eeuw vervangen door geperforeerde metalen droogbakken met geforceerde ventilatie, waarop ook al of niet geblancheerde groenten konden worden gedroogd.



36a. Oude kruidendrogerij (thans in Ned. Openlucht Museum, Arnhem).

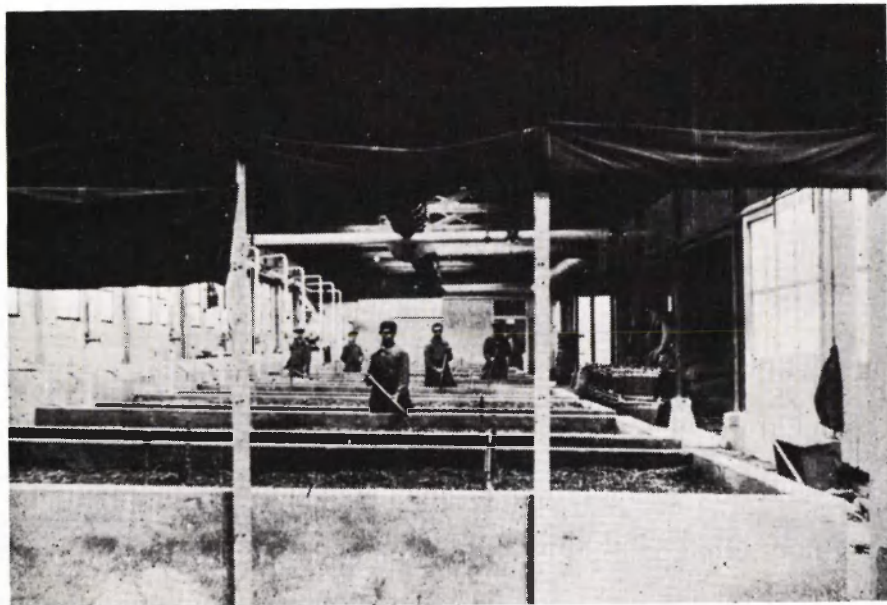
36b. Schetsdoorsnede
oude kruidendroge-
rij, stookruimten
onder droogvloer,
nadroogruimte onder
de stookruimte.



In den beginne werden deze bakken door één centrale ventilator en één centrale stoom-luchtverhitter van drooglucht voorzien en waren overigens de technische voorzieningen en hygiënische omstandigheden primitief (afb. 37); de drogerijen die thans nog gebruik maken van deze droogapparaten hebben deze voor wat betreft constructiemetaal, luchtaanvoer en temperatuurregeling gemoderniseerd (afb. 38). Het eestmetaal is roestvrij, luchtaanvoer en temperatuur worden per eest geregeld, terwijl de produktaanvoer is gemechaniseerd. Het eerder vermelde bezwaar van ongelijkmatigheid van droging in dikke lagen wordt in de praktijk ondervangen door het regelmatig met de hand (riek of schep) omwerken van het produkt. Naarmate de droging vordert zal de laag slinken en kan het produkt van enkele bakken bij elkaar gevoegd worden en bij mildere temperatuur afgedroogd worden. Volgens moderne maatstaven is dit systeem arbeidsintensief. Een voordeel is dat men het droogproces van nabij kan volgen, al brengt dit met zich mee dat het behandelend personeel in de warme vochtige afgewerkte drooglucht moet werken. Men zal bovendien voorzieningen moeten treffen tegen condensvorming aan koude vlakken (daken e.d.). De drooglucht kan geheel of ten dele uit de drooghal worden aangezogen en herverwarmd. Een ander voordeel van dit droogstelsel is de eenvoud en bereikbaarheid van de apparatuur, die het ook mogelijk maakt de eestvloeren gemakkelijk schoon te houden. Aan de andere kant is van de zijde van het personeel en vanuit de droogruimte infectie met microorganismen mogelijk, zodat men aan de hygiëne de nodige zorg zal moeten besteden. Dit geldt echter voor alle drogingen die niet in hermetisch afgesloten ruimten (vacuümdrogingen) of met sterk gefilterde drooglucht werken. Vergelijkende cijfers zijn hiervan overigens niet beschikbaar.

In bedrijven die andere typen van hoofddrogers bezitten, is dit type van open-eestdroger nog wel in gebruik als nadroger, om hierin het goeddeels droge produkt in dikke lagen tot op een gewenst laag eindvochtgehalte af te drogen

bij relatief lage temperatuur en windsnelheid; zoals we eerder gezien hebben kan dit een langdurige zaak zijn.



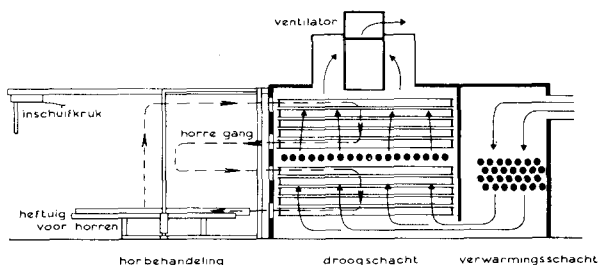
37. Open-eestdrogerij in 1916; vers produkt in manden, gedroogd in jute zakken.



38. Open-eestdrogerij 1960 - Roestvrij metaal, mechanisering van produkttransport langs bovenrail, individuele temperatuurregeling en luchtcirculatie per eest.

a2. Horrendroogkast

Eestdroogkasten van semi-continu karakter zijn onder meer de in Nederland tot voor kort veel toegepaste 'Schilde' droogkasten. In afb. 39 kan men zien dat deze voldoen aan enkele eisen die een meer continu en homogene behandeling van het produkt waarborgen.

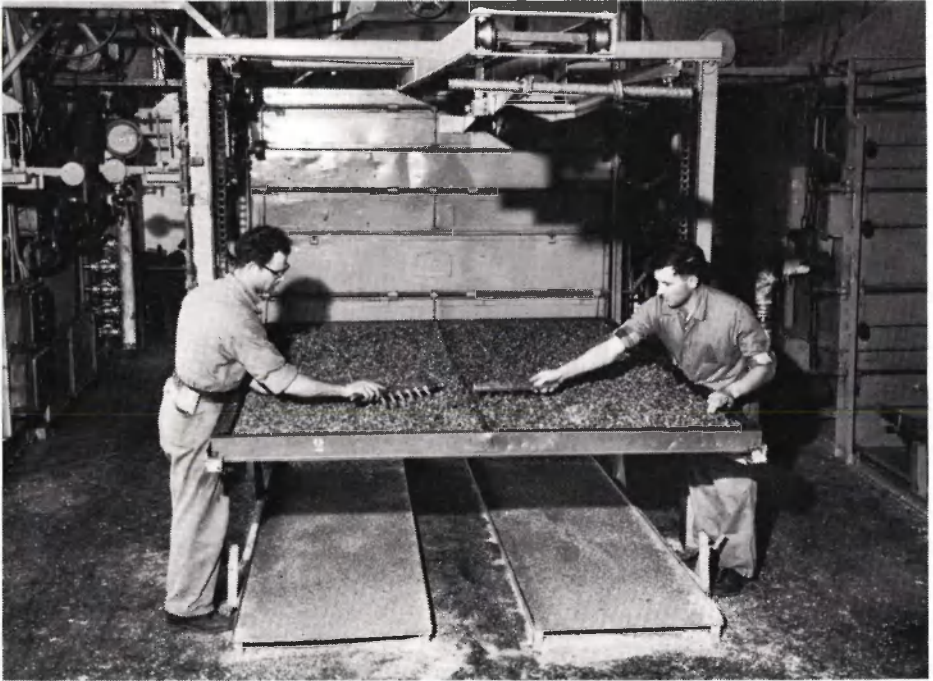


39. Principeschema van horrendroogkast (Schilde).

De droogkast bezit 10 boven elkaar geplaatste geperforeerde roestvrij metalen horren met ieder een drogend oppervlak van $3 \times 2 = 6 \text{ m}^2$, waardoor de drooglucht in opwaartse richting wordt gestuwd. De hoofdverwarming bevindt zich buiten de droogruimte, een tussen-(her-)verwarming op ongeveer halve hoogte tussen de horren. Deze horren zakken semi-automatisch op gezette tijden (bijv. éénmaal per 10 tot 20 minuten) waarbij steeds de onderste hor met droog produkt wordt gelost, één hor om de tussen-verwarming wordt heengevoerd (waarbij het halfdroge produkt kan worden gekeerd en bij geblancheerd produkt meestal van de hor moet worden losgeschraapt (afb.40), en één hor met vers produkt bovenin wordt geschoven. De droger is, vanwege de beperkte ruimte tussen de horren en ook vanwege de opwaartse luchtstroom, eerder geschikt voor wat meer compacte, zwaardere wortelgewassen dan voor volumineuze lichte bladgewassen. De snelheid van de opgaande luchtstroom bedraagt ten hoogste $0,80 \text{ m/sec}$. Gedroogd, licht bladprodukt kan daarbij worden opgewaaid en verplaatst. Gelijkmatische spreiding van het produkt over de hor is van belang voor een gelijkmatige droging. De belading aan te drogen produkt bedraagt voor versneden wortelen bijv. 120 kg/hor , d.i. 20 kg/m^2 en voor versneden prei bijv. 60 kg/hor , d.i. 10 kg/m^2 .

Door het toepassen van het tegenstroomprincipe (richting van produkt en drooglucht tegengesteld) en de tussenverwarming die halverwege de horstapel is opgesteld, is een hoogste droogluchttemperatuur voor het ingebrachte verse produkt niet mogelijk. Stelt men als redelijke begintemperatuur van de drooglucht 60°C onder in de kast (eindtemperatuur produkt) en een heropwarming tot 80°C boven de tussenverwarming, dan is de droogluchttemperatuur niet meer dan $50\text{-}60^\circ\text{C}$ voor het verse produkt op de bovenste hor.

In verschillende drogerijen werd een aantal van deze Schilde-droogkasten gecombineerd met de onder a.1 genoemde open-eest als nadroger. Het produkt behoeft dan niet in de droogkast te worden afgedroogd, een bezigheid die immers soms vele uren in beslag neemt. Hiermee kan de verwerkingscapaciteit van het geheel aanmerkelijk worden opgevoerd.



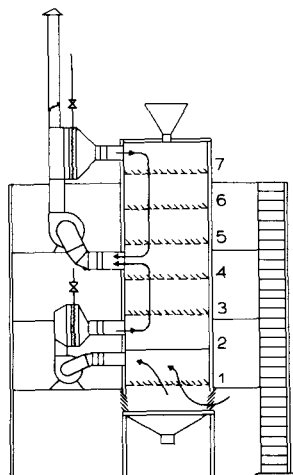
40. Tussentijds omwerken van drogende groente in horren- droger (Schilde).

a3. Eestdroogtoren

Van dit type is thans in Nederland nog een enkel exemplaar in gebruik voor groentedrogen. Door ruime bouw en beperkte luchtsnelheid zijn zij in het bijzonder geschikt voor volumineuze (blad)groenten. De droger bestaat uit een aantal (bijv. 7-10) geperforeerde, in segmenten kantelbare, droogvloeren boven elkaar, terwijl herverwarming van de drooglucht kan worden toegepast. Wat de werking betreft behoort deze droger tot het semi-continu type. Afb. 41 geeft een installatie weer met zeven vloeren. De werkwijze is als volgt. Wanneer eenmaal een stationaire toestand is bereikt, wordt de onderste geperforeerde vloer 1 op een bepaald moment gelost. Daarna laat men het materiaal, door mechanische kanteling van de niet-geperforeerde segmenten van de daarbovenliggende vloer 2, op vloer 1 vallen; daarna kantelt het produkt van vloer 3 op vloer 2 enz., van vloer 7 op vloer 6 en tenslotte belaaft men dan vloer 7 weer met vers materiaal. Het begin der droging vindt op de vloeren 7, 6 en 5 plaats met zgn. gelijkstroomdrooglucht, vervolgens op de vloeren 4, 3 en 2 met tegenstroomdrooglucht, terwijl vloer 1 als koelvloer dienst doet. De verse lucht die beneden aangetrokken wordt passeert tot tweemaal ventilator en luchtverhitter, die wat betreft luchthoeveelheid en -temperatuur afge-

stemd zijn op de behoefte van het produkt ter plaatse. Eenzelfde hoeveelheid lucht die beneden wordt aangezogen, wordt als afgewerkte vochtige drooglucht aan de top gespuid.

41. Schema van een drooginstallatie met zeven vloeren boven elkaar, herverwarming van lucht en gedeeltelijke recirculatie van lucht (Leniger, 50).



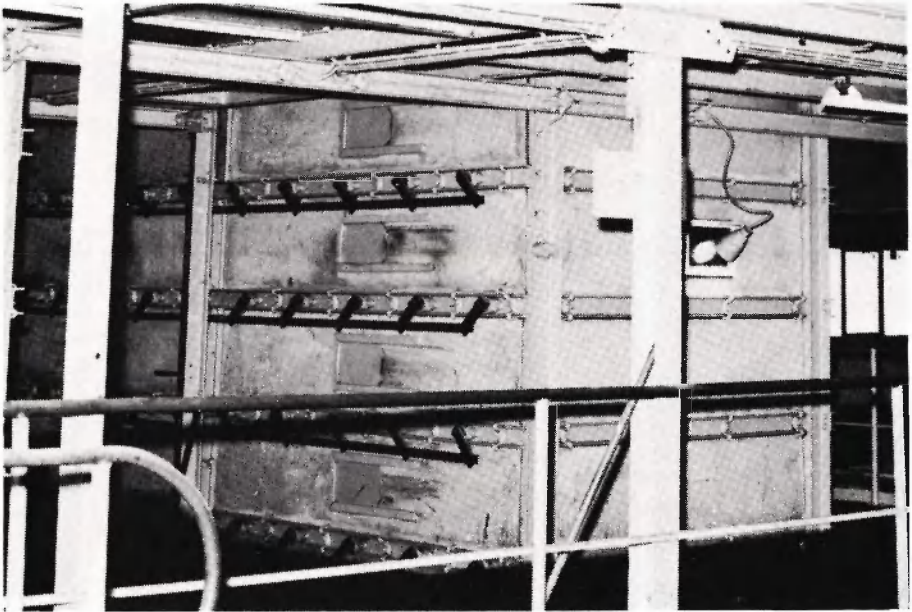
Een dergelijke droger kan een gelijkmatig gedroogd eindprodukt opleveren en een hoog warmterendement bereiken. In deze opzichten zijn de nadelen van primitieve eesten hier geheel ondervangen. Het drogen van geblancheerd produkt, of in het algemeen produkt dat gemakkelijk aan de droogvloer kleeft, kan bezwaarlijk zijn bij slechte bereikbaarheid tijdens het drogen. Het aanwezig zijn van manipulatie-deuren of -kleppen op bepaalde plaatsen in de drogerwand zou dit kunnen verhelpen (afb. 42). Men kan overigens de in 'plakgedrag' moeilijke produkten ook vóórdrogen op een ander type droger tot voorbij het kritische kleefpunt en het niet meer plakken-de produkt in de torendroger afdrogen (afb. 43).

a4. Tunneldrogers

In de Verenigde Staten waren vanouds tegenstroomdroog-tunnels in gebruik voor het drogen van vruchten. Hoewel de droogtunnel in Nederland in het geheel niet voor groentedrogen gebruikt wordt en ook in omliggende Westeuropese landen weinig ingang heeft gevonden lijkt een nadere bespreking nuttig [6].

Een tunneldroger is een continudroger in die zin dat na enige tijd in werking te zijn een nagenoeg stationaire droogtoestand op verschillende plaatsen in de droger ontstaat, waarbij in hoge mate aan de voorwaarden van gelijkmatigheid van droging en goede benutting van de energie voldaan kan worden. Afb. 44 geeft principeschetsen van drie typen droog-tunnel die voor het drogen van tuinbouwprodukten gebruikt worden (tegenstroom-, gelijkstroom- en gecombineerd type). Het transport is niet geheel continu, maar lorriegewijze (bijv. eens per 10 of 20 minuten). De droger staat nl. vol

met lorries die beladen zijn met horren met produkt. Na enige tijd wordt aan de ene zijde van de tunnel een lorie met droog produkt verwijderd en aan de andere kant een lorie met vers produkt ingereden; alle wagentjes schuiven daarbij één plaats op.



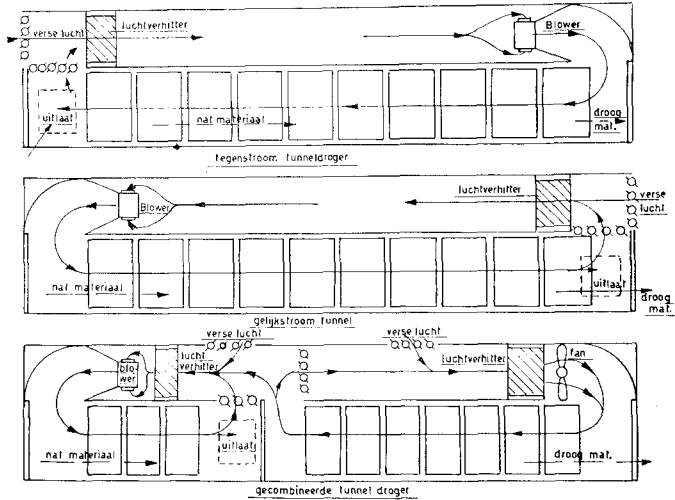
42. Deel van torendroger met geperforeerde kantelbare strokdroogvloeren (ca. 2x5 m), manipulatie-schuiven en belichtingsvensters (Top Foods).



43. Belading van bovenste vloer van torendroger met voorgedroogd produkt (Top Foods).

44.

Drie tunneldrogers voor groente; tegenstroom, gelijkstroom en gecombineerd (Leniger).



Fijn verdeelde groenten bleken zich beter te laten drogen in de gelijkstroomdroogtunnel (natte produkt aan het hete tunneleinde), daarna meest nog aangevuld met een aparte nadroger, of ook wel met een aangebouwde tegenstroomnadroogtunnel, die met het voordrooggedeelte één geheel vormt, ook wat betreft de gebruikte drooglucht. In al deze gevallen wordt in het algemeen ten behoeve van de warmteëconomie gedeeltelijke herbenutting van de afgewerkte drooglucht toegepast. In het geval van de gecombineerde tunnel echter wordt de afgewerkte drooglucht van de nadroger na opwarming geheel gebruikt door de voordroger. Luchttemperatuur en -hoeveelheid van de nadroger kunnen lager gehouden worden dan die van de voordroger; in de voordroogsectie kan snel een grote hoeveelheid vocht verdampt worden bij verhoogde luchttemperatuur en vergrote luchthoeveelheid.

In vergelijking met de hierna te bespreken banddroger is de tunneldroger, door de afzonderlijke produktbelading van horren, de stapeling daarvan op de lorrie en het rijden van lorries op gezette tijden in en uit de tunnel, een relatief arbeidsintensief droogstelsel. Het schoonmaken van de vele tientallen horren en zelfs het beladen ervan heeft men om deze reden wel getracht te mechaniseren.

De doeltreffendheid van de droging wordt ook bepaald door de gelijkmatigheid van de belading der horren, waarover de drooglucht stroomt (langsstroom). Wanneer, zoals meest het geval is, de horren een metaalgaasbodem hebben, kan vooral bij grotere horafmetingen door uitzakken onregelmatige belading en dus onregelmatige droging optreden. Afhankelijk van het produkt bedraagt deze belading 5-10 kg/m²; de droogluchtsnelheid door het profiel van de tunnel bedraagt 2-3 m/sec.; tussentijds omwerken van het produkt kan niet worden toegepast, wat de droogsnelheid ook drukt.

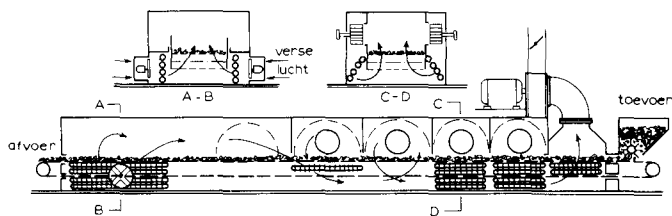
Lorries en horren dienen goed in de tunneldoorsnee te passen zodat de drooglucht gedwongen is tussende horren

door te wervelen (turbulentie bevordert de droogefficiëntie) en niet de loze weg langs de lorries te volgen.

a5. Banddrogers

Hoewel de weinig arbeid vragende banddrogers bij het continu drogen van andere produkten reeds lang bekend zijn, is het pas sinds een aantal jaren dat zich in Nederland een vrij snelle omschakeling naar dit type droger heeft ingezet, voornamelijk door het duur worden van arbeidskrachten.

De meeste apparaten zijn meerbanddrogers; éénbanddrogers komen echter ook voor. In verband met hun beperkte totale bandlengte zijn éénbanddrogers het meest geschikt voor sneldrogend produkt, zodat een voldoende droogcapaciteit voor het geïnvesteerde kapitaal behaald kan worden. In principe is de eenbanddroger bijvoorbeeld geschikt voor het drogen van dunne lagen produkt van zeer geringe dikte (bepaalde bladgewassen) bij hoge droogluchttemperatuur ($>100^{\circ}\text{C}$) en een droogtijd van enkele minuten [29]. De relatief dure eenbanddroger is ook geschikt als voordroger van produkt dat hierin het overgrote deel van het aanwezige vocht verliest (bijv. in één uur tot 15% vochtgehalte), en daarna in toren- of silodroger wordt nagedroogd (bijv. in 4 à 5 uren tot minder dan 5% vochtgehalte). Afb. 45 geeft het schema van een éénbanddroger met een band van gaas of van geperforeerde metalen plaatsegmenten met inwendige herverwarming van de globaal in tegenstroom bewegende drooglucht. Er wordt een grote hoeveelheid lucht rondgepompt door de geperforeerde band en het te drogen materiaal (dwars- of doorstroom) terwijl ze enkele malen wordt herverwarmd. Een kleine hoeveelheid verse lucht wordt aan de ene zijde van de droger toegevoerd en aan de andere zijde met hoge luchtvochtigheid afgevoerd.

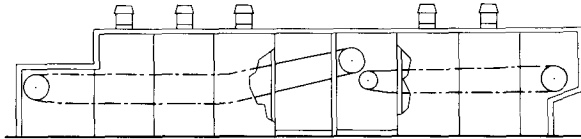


45. Moderne éénbanddroger met inwendige recirculatie en herverwarming van de tegenstroomdrooglucht (Leniger, 50).

De meerbandsdroger wordt voor groentedrogen met het oog op in het algemeen lange nadroogtijden veelvuldiger toegepast. In de Verenigde Staten heeft men ze in meerdere gevallen gerealiseerd door het achter elkaar in serie plaatsen van een aantal éénbanddrogers tot wat men zou kunnen noemen een 'droogstraat' van 30-50 m lengte (afb. 46).

46.

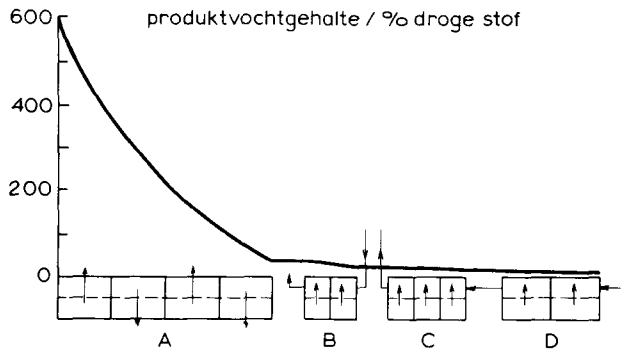
Principeschets
meerbandsdroger
met banden achter
elkaar (Proctor
Dalgleish).



De droogcondities: droogluchttemperatuur, -vochtigheid, -hoeveelheid en produktlaagdikte kunnen per droogafdeling ingesteld worden: in het algemeen hoge begintemperatuur ($70 \rightarrow 100^\circ\text{C}$) en lagere eindtemperatuur ($40-60^\circ\text{C}$) resp. hoge en lage luchtvochtigheid en dito luchtsnelheid. Ten behoeve van de warmte-economie kan de minder verzadigde drooglucht van tertiaire en secundaire drogerafdelingen na herverwarming en aanvullen met verse lucht gebruikt worden voor primaire afdelingen (afb.47).

47.

Drogingsverloop en
droogluchtgebruik
bij drogen van uien
in vierbands-droog-
straat A-B-C-D
(Proctor-Dalgleish).

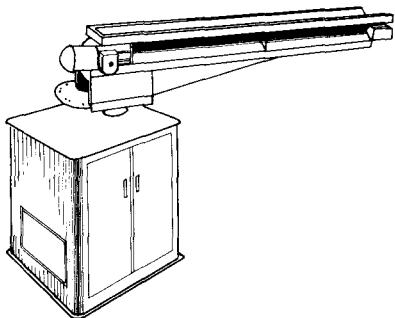


De produktlaag kan naar het eind toe in dikte toenemen, wat bereikt wordt door de banden daar langzamer te laten lopen; een 5 cm dikke laag in het begin, kan in de nadroogsectie 20-30 cm dik zijn. De begindikte van de laag is trouwens afhankelijk van de snit en stevigheid van het produkt: wortelkubussen vormen een dichtere laag dan wortelstiften (beginlaagdikte resp. 5 en 10 cm), een laag versneden savoyekool slaat gemakkelijk dicht en mag dus ook niet te dik zijn in het begin van de droging.

Aan het oplopende overlappende eind van de band valt het produkt op de volgende band daarbij geholpen door nylonborstels of schrapers; omwerken van het produkt op kritieke 'kleefmomenten' in het begin van de droging dient te kunnen worden toegepast, terwijl het schoonwassen van de terugkerende banden juist bij dit type meerbandsdroger tot de mogelijkheden behoort. Het aankleefen van produkt moet vermeden worden daar dit aanleiding zou geven tot verontreiniging van het eindprodukt met oververhitte verbrande delen.

Het regelmatig opbrengen van het te drogen produkt op de eerste band is van groot belang voor een gelijkmatige droging. Men kan hiervoor gebruik maken van een opvoerband met

schoepen, een aanvoer met verdeelschroef op de drogerband of een zwenkgoot die door heen- en weergaande beweging het daarop gedoseerde produkt over de gehele breedte van de drogerband gelijkmatig spreidt (afb. 48). De grootte van dosering kan door trilapparatuur geregeld worden, de snelheid van de zwenkgoot eveneens.



48. Zwenkgoot voor regelmatige belading van banddroger (Proctor-Dalgleish).

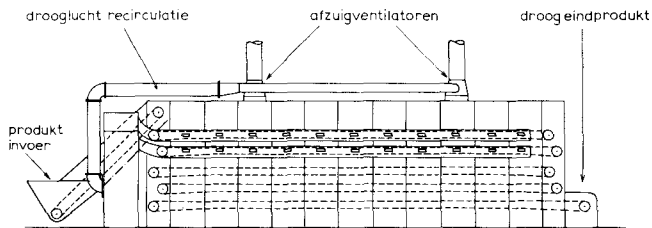
Dit type van meerband-droogstraat neemt relatief veel ruimte en omwanding in beslag; de bereikbaarheid van produkt en apparatuur en mogelijk ook de regelbaarheid van de droogcondities is er echter beter dan in de 'gestapelde' meerbandsdroger. Deze in Nederland en W-Europa veel toegepaste meerbandsdroger heeft de banden boven elkaar aangebracht. Hij is compacter, eist minder plaatsruimte, is echter ook wat minder toegankelijk dan de droogstraat. Men kent 3- en 5-bandsdrogers; aan de ene zijde wordt het verse produkt op de bovenste band gedeponeerd, aan het eind waarvan het materiaal op de onderliggende, uitstekende band valt, eventueel geholpen door borstels of schrapers; op deze band wordt het produkt weer teruggevoerd, valt op de 3e band, enz. enz. Wat betreft essentiële punten van laagdikte, droogluchttemperatuur, loswerken van produkt, schoonhouden van de band, gelden dezelfde opmerkingen als bij de hiervóór behandelde 'droogstraat'.

In afb. 49 is een meerbandsdroger gegeven waarin slechts één droogluchttemperatuur in de aanvoer van verse lucht wordt toegepast, echter wel met de mogelijkheid van aparte dosering onder de verschillende banden. De maximumtemperatuur wordt daarbij wel bepaald door wat het droge produkt op de laatste band kan verdragen; tussenverwarmingen ontbreken namelijk. Vanzelfsprekend hebben de banden ieder een eigen snelheid. Dit weinig flexibele type leent zich wel voor droging van gewassen die alleen bij zeer (gelijk)matige temperatuur gedroogd kunnen worden, zoals verschillende aromatische kruiden (30-60°C).

Meer gespecialiseerd zijn de vertegenwoordigers van het type, weergegeven in afb. 50 waarbij zowel de luchthoeveelheid als de luchttemperatuur per band, eventueel per bandsectie, kunnen worden ingesteld.

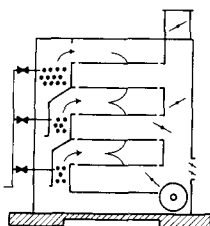
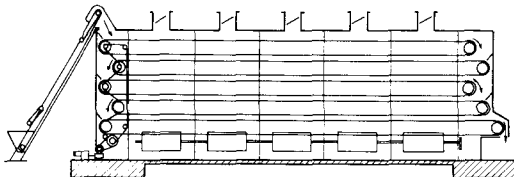
49.

Eenvoudige meerbandsdroger met één droogluchttemperatuur (Binder).

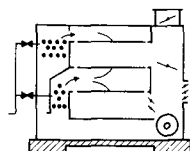


50.

Lengte- en dwarsdoorsnede van 'gestapelde' meerbandsdrogers, met o.a. plaatselijk regelbare verwarming en droogluchthoeveelheden (Büttner-Schilde-Haas).



gevarieerde luchtverhitting



gevarieerde luchthoeveelheid

De trog(band)droger is een in de Verenigde Staten ontwikkelde speciale vorm van banddroger die in de eerste plaats bedoeld is als vóór- of hoofddroger ter verwijdering van een groot deel van het aanwezige vocht. Op enkele plaatsen in de Verenigde Staten en in Europa (doch niet in Nederland) is deze speciale droger voor het drogen van groente in gebruik. Afmetingen zijn: lengte 3 meter, breedte 1,2 m. De metaalgazenband waarop het produkt zich bevindt, beweegt over de aandrijf- en geleiderollen en vormt een trog- of gootvormig deel, waarin het drogende produkt omgewenteld wordt door het voortgaan van de band. De drooglucht strijkt door band en produkt. Door een schuine stand van ca. 20° verplaatst het materiaal zich geleidelijk in een spiraalbeweging van in naar uitvoerzijde. Men zou dit in zekere zin een vloeibeddroger kunnen noemen, hoewel de voortbeweging door de lucht niet wordt beoogd. De opzet is een gelijkmatige en snelle begin-droging te verkrijgen door alzijdige omspoeling van het produktstuk met drooglucht van relatief hoge snelheid en temperatuur (100-150°C). Hittebeschadiging wordt voorkomen doordat steeds wisselend produkt met de hete drooglucht in

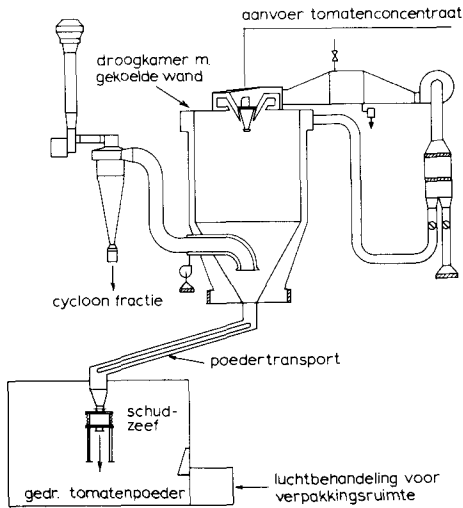
aanraking komt. De trogdroger is o.a. gebruikt voor het maken van zgn. dehydro-gevroren produkt, zeer regelmatig versneden groente (bijv. wortel- of aardappelkubussen) die eerst tot halfgewicht wordt gedroogd en daarna diepgevroren. Het materiaal moet free flowing blijven tijdens de droging en geen rol- of balvorming gaan vertonen door plakken of verstrengelen. Bij voortgezette droging op deze wijze (soms zijn enkele van deze drogers in serie geplaatst) loopt men bij te grote bandsnelheid kans op stukbeschadiging en verkruimeling. Weet men deze moeilijke punten in de hand te houden, dan zijn met deze droging minimum droogtijden te bereiken van bijv. de helft van die van een meerbandsdroger. Zoals reeds opgemerkt is men met deze droogmethode halverwege het principe van vloeibeddroging (fluidized bed) waarbij het produkt door de luchtkracht in beweging gebracht wordt. Ook kunnen we hier de nog meer pneumatische droogsystemen noemen als werveldroging en wervel-stoot-droging die voor technische homogeen fijnstukkige produkten wel wordt toegepast om snelle gelijkmatige drogingen te verkrijgen. In de sfeer van tuinbouwprodukten blijkt echter dat de geringe uniformiteit van de toch altijd vrij grote stukjes, de kleverigheid en de langzame uittreding van gebonden water na de eerste oppervlakkige droging, de aanschaf van deze relatief dure drogers niet verantwoord doen zijn. Het vraagstuk wordt natuurlijk anders wanneer men het produkt verregaand kan verkleinen, vermalen of tot een vloeistof kan verwerken, die voor een volledig pneumatische droging in aanmerking komt.

b. Verstuivingsdrogers

In de levens- en genotmiddelensector is verstuivingsdroging o.a. zeer bekend voor melkpoeder en koffiepoeder. Voor algemene beschrijving van dit droogstelsel wordt eenvoudshalve verwezen naar vakliteratuur [57]. De kort-hoog droging (tijd-temperatuur) vindt hier een uiterste toepassing en leidt inderdaad tot een aanvaardbare kwaliteit voor de consument, hoewel het verschil met 'vers' produkt toch nog vrij groot blijft. Voor eveneens temperatuur-gevoelige produkten als groente- en vooral fruitsappen en -pulpen lijkt deze droogmethode ook aantrekkelijk. Toch heeft de toepassing daarvan tot nu toe geen grote omvang gekregen. De groente-poeders die men soms op de markt aantreft zijn meestal gefabriceerd van grondstof die in stukvorm is gedroogd en daarna vermalen (uien, knoflook, paprika?, kruiden). Een belangrijke reden van de geringe toepassing der verstuivingsdroging in dit gebied is de thermoplasticiteit van het warme, nog iets vochtige produkt in de droger, waardoor dit gemakkelijk tegen de wanden plakt. In dat geval kan het, zonder nadere voorzieningen, slechts discontinu, dus na langere tijd van verwarming aan de droogkamerwand, worden verwijderd. Vooral fructosehoudend fruitsap (concentraten) of visceuse fruitpulp is zonder relatief grote hoeveelheden drooghulpstof (bijv. 30-100% glucosestroop/droge stof) op deze wijze niet te drogen. Dit gebeurt dan ook nog maar voor weinig produkten [60].

Daarentegen zijn er enkele niet-Nederlandse voorbeelden

van verstuiwingsdroging van vruchtenpulpen, die voor onze 'droge markt' van enig belang zijn, nl. tomaat en banaan. De produktie van banaanpoeder (babyvoeding) is vanzelfsprekend beperkt tot tropische producenten; tomaatpoeder wordt sinds vele jaren in Z-Europa, andere Middellandse Zee-landen en ZO-Europa geproduceerd, in landen dus met een grote produktie van goedkope tomaten met een wat hoger droge-stofgehalte en dieper rode kleur dan Nederland kent. In het volgende zullen enkele punten aangestipt worden voornamelijk t.a.v. de bouw van de hiervoor meest geschikte verstuiwingsdrogers in afwijking van drogers voor gemakkelijker drogende produkten [58,59] (afb. 51).



51. Verstuiwingsdroger voor tomatenpoeder (NIRO).

- a. Men gaat uit van tomatenconcentraat van ca. 30% droge stof, bij voorkeur gemaakt van vóórverhitte tomaat (hot-break) in verband met de gewenste betere viscositeit van het te rehydrateren poeder.
- b. Bij voorkeur gebruikt men gelijkstroom-centrifugaal verstuiwing, die zich, door grotere flexibiliteit, beter dan drukverstuiwing leent voor hoogvisceuze stoffen en levensmiddelen met een hoger droge-stofgehalte.
- c. Men heeft in het verleden het plakken aan de wand wel trachten te vermijden door het door spleten in de wand tangentieel inblazen van secundaire lucht; het vastplakken werd hiermee echter niet vermeden en deze lucht gaf alleen in zekere mate koeling van de aangekoekte laag. Een meer recente oplossing bestaat uit koeling van de dubbele wand van de droogkamer tot een zeer bepaalde temperatuur door aanzuiging van een deel van de drooglucht door die wand. De neiging van de poederdeeltjes om te plakken zal verminderen.
- d. Voorzover kleven van de grotere deeltjes nog optreedt kan dat poeder van de wand geblazen worden door middel

van een ronddraaiende luchtbezem, die gevoed wordt met voorgedroogde koele lucht.

- e. Het aan de onderzijde van de droogkamer opgevangen produkt komt als een wat klonterend produkt in een transportgoot, die ook weer van voorgedroogde koellucht wordt voorzien.
- f. Het afgekoelde droge produkt kan gemakkelijk in een zeef-apparatuur worden verkleind van klont- tot kruimelstructuur, de vorm die men uiteindelijk boven de fijne poederstructuur apprecieert, in verband met de dieper rode kleur en betere wateropname bij bevochtiging.
- g. Toegepaste temperaturen bij droging van tomatenpuree zijn bijv.

inlaatlucht	130°C (relatief laag)
tomatenpuree	90°C (relatief hoog, om de droging sneller te laten verlopen)

lucht in de droger <75°C

produkt uitlaat droger <65°C

produkt einde van de band 30°C

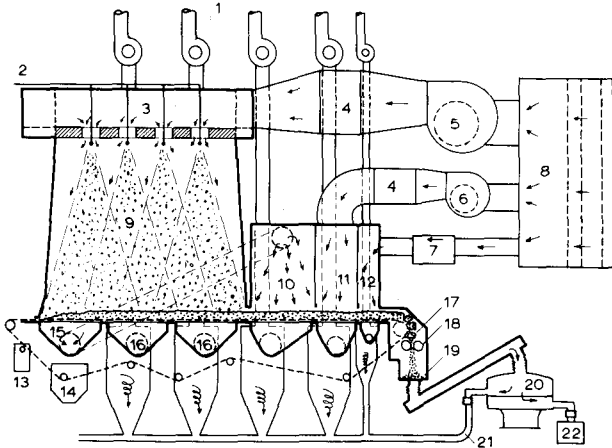
- h. Het droge produkt is uiteindelijk zeer hygroscoopisch en moet behandeld en verpakt worden in een op vochtigheid geconditioneerde ruimte (bijv. 25% r.v.).
- i. Een veel voorkomende verpakking is polyethyleen zakken in vaten met ca. 50 kg poeder. Voor behoud van de kleur, tegenaan van lycopen-oxydatie, kan men de lucht met stikstof of koolzuur verdrijven; het vochtgehalte kan laag gehouden worden door bijsluiting van een droogmiddel in de verpakking (CaO), terwijl het aaneenkitten van de deeltjes bestreden kan worden door vermenging met een klein percentage fijn SiO₂ poeder.

Intussen geeft een recente publikatie [61] een interessante weg aan waarlangs het kleefprobleem geen last meer zou kunnen veroorzaken: aan de onderzijde van de verstuivingstoren bevindt zich nl. niet de gebruikelijke conische of vlakke bodem met afvoeropening, maar een fijne gaasband waarop het goeddeels droge produkt wordt afgezet, terwijl de drooglucht erdoorheen wordt afgevoerd. De gaasband met los opgebouwde produktlaag passeert via een nadroger en koelafdeling (koele voorgedroogde lucht) het retourpunt waar de droge brosse koek wordt afgenomen van de band, verkruid en verder verwerkt (afb. 52).

Er is nog een ander vlak van verstuivingsdroging van tuinbouwprodukten dat vermeldenswaard is, nl. de verwerking van kruidenextracten. Al of niet na toevoeging van drooghulpmiddelen of capsuleringsstoffen (agar-agar e.d.) past men daarbij ook verstuivingsdroging toe.

Tenslotte zij hier nog vermeld dat een poging, in de zestiger jaren, om de verstuivingsdroging uit te voeren bij lage temperatuur (20-30°C) voorlopig geen succes heeft gehad [117]. De lage droogluchttemperatuur maakte kunstmatige ontvochtiging van die drooglucht noodzakelijk. De daarvoor te gebruiken methoden van adsorptie (silicagel + reconditionering) of koeling, verhogen de exploitatiekosten sterk. Een volgende, dure consequentie was de vereiste lange droogweg

die de produktdeeltjes moesten volgen om een redelijk laag vochtgehalte te verkrijgen. Enorme droogtorens van 70-80 m hoog waren nodig. Het bedrijf werd daarmee relatief kapitaal-intensief en de kwaliteit der gedroogde produkten heeft de hoge kosten niet goed kunnen maken.

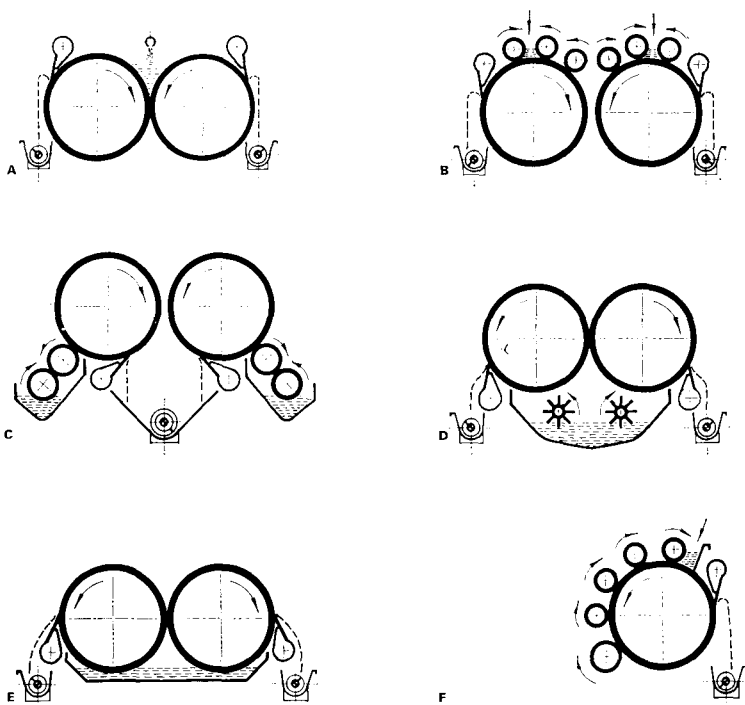


52. 'Filtermat' verstuiwingsdroger.
 1 gefilterde uitlaat, 2 produkt naar verstuiwers, 3 hete lucht naar verstuiwers, 4 luchtverhitter, 5 primaire-luchtaanvoer, 6 secundaire-luchtaanvoer, 7 gekoelde voorgedroogde lucht, 8 gefilterde luchtaanvoer, 9 verstuiwingskamer eerste droogafdeling, 10 filterafdeling, 11 tweede droogafdeling, 12 koelafdeling, 13 toedienen van anti-plak middel, 14 reiniger van de band, 15 naar filterafdeling, 16 naar uitlaatcyclonen, 17 afschrapen van de band, 18 verkruimelen, 19 triltransporteur, 20 grootte-sortering, 21 te grof produkt terug naar invoer, 22 eindprodukt.

c. Walsdrogers

Bij het walsdrogen wordt het vloeibare produkt uitgespreid in een dunne film op een langzaam draaiende inwendig verwarmde wals. De verwarming geschiedt meest met stoom. De film droogt en wordt afgeschraapt door een verend mes. Het proces verloopt continu en kan atmosferisch of onder vacuüm plaatsvinden, hoewel in het laatste geval de kosten duidelijk stijgen. De droogtijd is kort (10-30 sec.), hoewel meest wat langer dan bij verstuiwingsdroging; het walsdrogen is dus in principe ook geschikt voor temperatuur-gevoelige produkten. Op walsen kan men dezelfde produkten drogen als bij verstuiwingsdroging, echter ook produkten van wat dikkere, grovere consistentie.

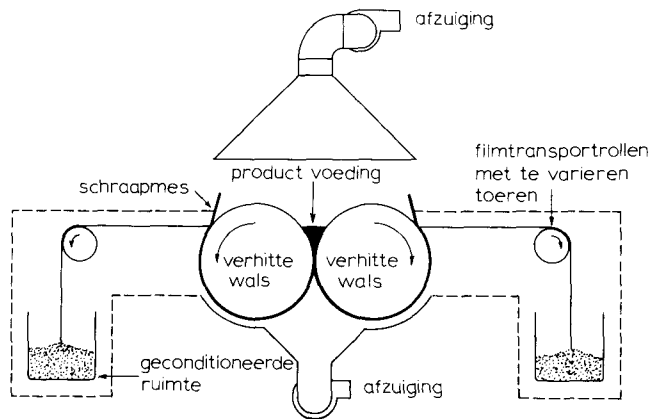
Er bestaat een groter aantal mogelijkheden van opstelling van enkele of, wat uit een oogpunt van efficiëntie meer toegepast wordt, dubbele droogwalsen. Er zijn systemen waarbij de verhitte walsen continu in de te drogen vloeistof gedompeld zijn en zo bij rondwenteling het produkt als aanklevende film meenemen (afb. 53). Een veel voorkomende opstelling is die van dosering van het produkt vanuit de trogvormige ruimte boven tussen de walsen. Dit zijn echter voor temperatuurgevoelige produkten weinig geschikte opstellingen, daar de vloeistof in de bak of trog langduriger aan de hoge walstemperatuur is blootgesteld. Het systeem van opbrengrollen is in dit geval meer geschikt daar hier het produkt op het laatste moment, via de zgn. likrol, dus indirect, vanuit het aparte reservoir op de wals gebracht wordt. Een mogelijk nog beter systeem in dit opzicht is het opspatten of versproeien van de vloeistof op de wals, waarbij dus geen direct of indirect contact van het produkt in het reservoir met de wals bestaat, en de druppels nog alzijdiger kunnen drogen dan de gesloten film die bij andere systemen gevormd wordt.



53. Verschillende produkt-opbrengsystemen bij walsdrogen.

Er zijn de laatste jaren voor verwerking van temperatuurgevoelige produkten nog enkele nieuwe vondsten gedaan die enkele nadelen van het walsdrogen kunnen vermijden [62,63].

Als nadelen voor het walsdrogen van (reducerende) suikerrijke vruchtenprodukten gelden de temperatuurgevoeligheid t.a.v. smaak/aromakwaliteit en de thermoplastischeit, waardoor plakken aan wals en schraapmes gaat optreden. Koeling van de produktfilm door gekoelde, eventueel voorgedroogde lucht ter plaatse van het schraapmes is één van de eerst toegepaste middelen om de plasticiteit te verminderen en de afneembaarheid te verbeteren. Verder helpt ook het aanbrengen van transportrollen na het schraapmes, om de droge nog wat plastische film van het mes te trekken en oprollen te voorkomen. Bij een proefdroger van Lazar en Miers is dit principe uitgebreid tot een groter deel van de droogwalsomtrek, waardoor de droging van de produktlaag bij een wat lagere temperatuur bevorderd wordt. De drooglucht die hiervoor gebruikt wordt is primair afkomstig van de geconditioneerde ontvangstruimte voor het afgeschraapte hygrosopische produkt, dat daarmee een doeltreffende nãdroging met koele droge lucht ondergaat (afb. 54).



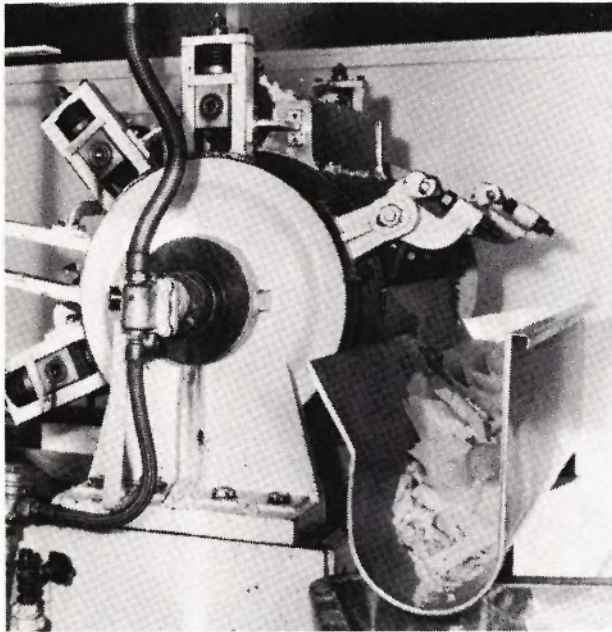
54. Tweeling-walsdroger met extra luchtbehandeling (Lazar en Miers).

De tomaat is, door de jaren heen, steeds het produkt geweest dat bij onderzoek van walsdroogmogelijkheden de meeste belangstelling trok. Toch hebben ook andere produkten aandacht gekregen [64,65,70]. Komanowsky rapporteerde de mogelijkheid om pulp van champignon op de wals te drogen tot een goede kwaliteit droge vlokken; op deze wijze kon ook tweede kwaliteit vers produkt en snijdsels worden verwerkt. Van een economische haalbaarheid is nog niets bekend; wel kan aangenomen worden dat men op de (wereld)markt zal moeten concurreren met poeder van wilde boleten e.d.

Behalve Lazar hebben Escher en Neukom walsdroging van appelmoes onderzocht. Ook daarbij werd een dubbele wals gebruikt en koeling van de droge produktfilm bij het schraapmes toegepast. De capaciteit kon, evenals bij tomaat, worden opgevoerd door uit te gaan van concentraat of van met sacharose aangesuikerde grondstof. De kleurkwaliteit bleek gevoelig voor de toegepaste walstemperatuur ($3-3\frac{1}{2}$ ato), droogtijd (26-28 sec), laagdikte ($50-55 \text{ kg/m}^2 \text{ h}$) en eind-

vochtgehalte (2%).

Onder de zetmeelprodukten is aardappelpoeder(vlokken) een groot wals-artikel in de Verenigde Staten en een van groeiende betekenis in W-Europa. Gegevens over dit produkt zijn hier verder niet aan de orde. In de tuinbouwsfeer is de verwerking van voorbereide peulvruchten tot poeder zeker nog van geringe afmeting, hoewel onderzoek hier en in de V.S. heeft aangetoond dat een zeer redelijke kwaliteit op deze wijze te maken is [68,69]. Op het Sprenger Instituut is door Mettievier Meijer aangetoond dat een goede kwaliteit bruine-bonenpoeder gefabriceerd kan worden. Opgeweekte bonen werden gaar gekookt (45% droge stof), gepasseerd tot puree, verdund tot 25 à 30% droge stof en op de wals (enkele wals met 3 opbrengrollen) in ca. 10 sec. gedroogd tot ca. 8% eindvochtgehalte. De houdbaarheid van dit produkt was uitstekend (afb. 55).



55.

Proefwalsdroger ('Gouda') bij verwerking van bruinebonenpuree (69).

In plaats van een verhitte wals kan ook een verwarmde stalen band als droegoppervlak gebruikt worden [76]. De droogweg kan dan gemakkelijk langer en de verwarming minder rigoreus zijn. Het produkt wordt als (al of niet geschuimde puree) in dunne laag of in strips op de band gebracht; deze kan aan de onderzijde naar wens verhit en gekoeld worden. De band doorloopt een tunnel waarin een luchtstroom de droging van het produkt kan bevorderen. Bij het keerpunt van de band wordt het produkt afgenomen en verder verwerkt (microflakes).

Tenslotte nog een enkele opmerking ten aanzien van de sensorische kwaliteiten van verstuivings- en walspoeder.

De verwachting van deze kwaliteit dient niet te hoog gespannen te zijn, ondanks het feit dat relatief zeer korte droogtijden worden gerealiseerd. Zoals eerder opgemerkt zijn de kwaliteit van koffie- en melkpoeder hiervan al voorbeelden; aanmerkelijke verschillen met vers produkt! Een factor die bij een aantal poeders in aanmerking genomen moet worden is, dat in die gevallen een indampproces reeds een flinke verlaging van de kwaliteit kan hebben gegeven (melk, tomatenpuree, vruchtensapconcentraat) welke verlaging natuurlijk zelfs door het meest sparende droogproces niet meer goed gemaakt kan worden. Het indampen heeft, ook als het onder vacuüm plaatsvindt, grote verliezen aan vluchtige aromastoffen tengevolge. Deze verliezen kunnen, ten dele althans, vermeden worden door toepassing van de zgn. aroma-strip-techniek voor winning van zeer geconcentreerd natuurlijk aroma [72]. Het honderd- of meervoudig geconcentreerde aroma kan in een omhullende draagstof (bv. sacharose) beschermd worden opgenomen en aan het gedroogde gestripte sap- of pureeconcentraat worden toegevoegd.

Dat ook bij drogen op de wals verliezen aan aroma aanzienlijk kunnen zijn bleek uit onderzoek van Sugisawa, die bij drogen van appelmoes (150°C) een aromavermindering van 60% (chromatografisch) vaststelde [71].

Met betrekking tot verstuivingsdroging wordt gesteld, dat door het zeer snel vormen van een droog laagje om het verstoven druppeltje in principe een groter deel van de vluchtige aromastoffen behouden kan worden door selectieve permeabiliteit van dit droge laagje (doorlaatbaar voor waterdamp, maar niet voor de meerderheid van aromacomponenten) [73,74,75,79,80,81].

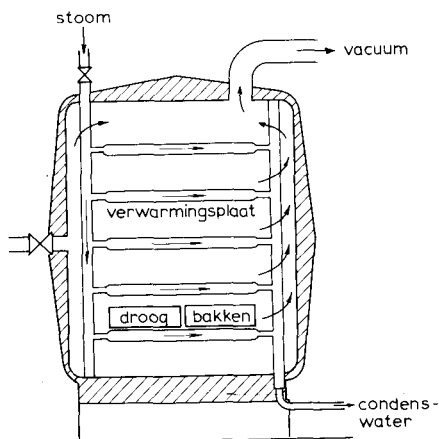
Bij drogen op de wals verloopt, anders dan bij verstuiving, het droogfront vermoedelijk meer van binnen (walszijde) naar buiten en worden ontwijkende aromas in principe minder belemmerd door een microporeuze droge laag. Naast een wat langere droogtijd en in het algemeen hogere produkttemperatuur kan deze factor ten nadele van aromabehoud bij walsdrogen werken.

d. Vacuüm(vries)drogen

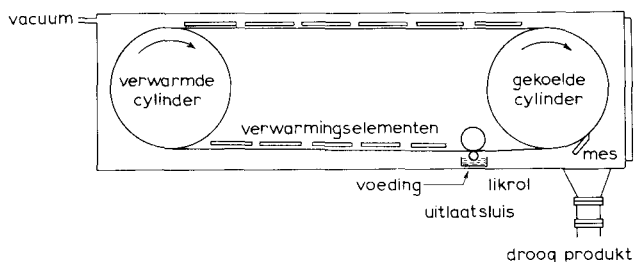
Het vacuümdrogen boven vriestemperatuur heeft bij verwerking van fruit of groente zeer weinig toepassing gevonden. Een voorbeeld ervan was steeds het onder vacuüm drogen van tomatenpuree voor droge soepen, vaak gemengd met diverse ingrediënten die de droging vergemakkelijken. De droging vindt plaats in schalen op verwarmingsplaten in vacuümkasten, dus discontinu (afb. 56).

Het Western Utilization Laboratory te Albany (VS) heeft in de vijftiger jaren vruchtensapconcentraten bij lage druk (één tot enkele mm Hg) gedroogd, waarbij een dunne laag produkt in de schalen tot vele malen zijn dikte opzwol, in deze conditie afdroogde, werd gekoeld en uit de kast verwijderd. Het zwellen en de stabiliteit van het schuim was afhankelijk van de druk, de mate van verwarming en de concentratie van het produkt (viscositeit). Dat deze droogwijze uit vloeistofoestand tot betrekkelijk grote aromaverliezen voert, kan men afleiden uit het daaropvolgende onderzoek

naar de mogelijkheid van het capsulieren van aromas in droge vorm (in dit geval in suikers) om deze weer aan het droge vruchtensappoeder te kunnen teruggeven. Op kleine schaal heeft deze droogmethode in de VS toepassing gevonden als continudroging op een vacuübanddroger, van citrus-, ananas-, tomaat- en acerola-concentraat tot poeder (zie afb. 57). Recent is nog onderzoek op dit gebied uitgevoerd [118]. De droging is te vergelijken met vacuüwalsdroging. De investeringen zijn hoog ten aanzien van de droogcapaciteit, hetgeen de geringe toepassing verklaart.



56. Eenvoudige schaal-op-plaat vacuümdroogkast.



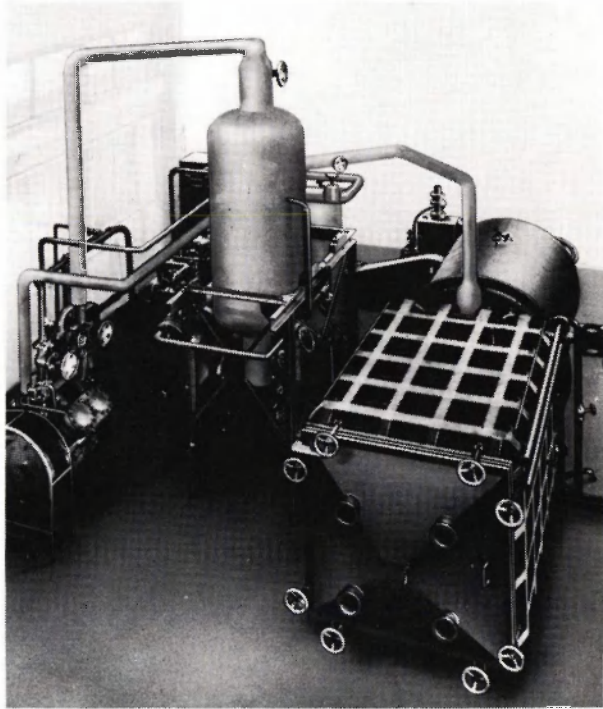
57. Continu vacuümbanddroger.

Het vacuümdrogen onder vriestemperatuur, het zgn. vriesdrogen (sublimatiedroging of lyofilisatie) is een droogmethode die de laatste 10 jaren wat meer opgang maakt, ondanks de hoge kosten die hieraan zijn verbonden [77]. Het drogen vindt plaats bij een restdruk van 1 tot 0,1 mm Hg en vereist een kostbare apparatuur die, mede vanwege de lange droogtijden, zwaar in de kostprijs meetelt. De installaties bestaan meestal uit cilindervormige droogkasten voor 500 tot 1500 kg produkt in schalen. Het vacuüm kan

verzorgd worden door stoomstraalejectie of door roterende pompen. In het laatste geval wordt de te verwijderen waterdamp op een diepgekoelde condensor neergeslagen; de hiervoor benodigde apparatuur vormt een belangrijk onderdeel van de installatie (zie afb. 58). Het principieschema van een ladingsgewijs werkende vriesdroger is weergegeven in afb. 59.

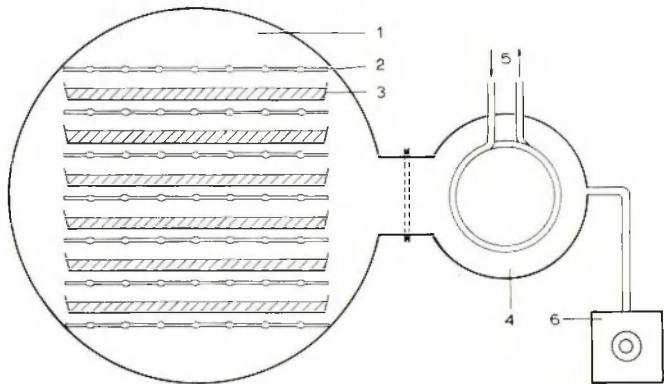
58.

Vriesdroogeenheid, bestaande uit vacuümdroogkast met aangebouwde condensor, vacuümpomp, koelin-
stallatie en verwarming (Leybold).



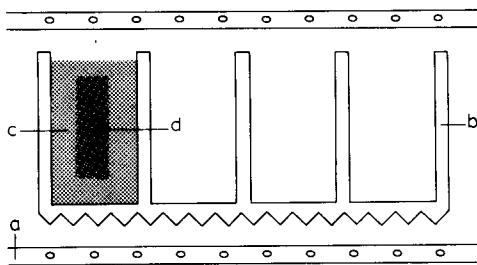
59.

Schema ladingsgewijs werkende vriesdrooginstallatie; 1. droogkamer, 2. verwarmingsplaten, 3. produktbak, 4. ijscondensor, 5. koelmedium, 6. vacuümpomp.



Er zijn verschillende systemen van verwarming in het vrij hoge vacuüm, waarvan bekend is dat de overdracht van warmte naar het te verdampen water of ijs meer plaatsvindt door geleiding en straling dan door stroming (convectie). De schalen worden tegenwoordig soms niet meer op de verwarmde platen gesteld, doch ertussen geplaatst, zodat dan de warmte-toevoer in hoofdzaak door straling plaatsvindt. De plaattemperatuur wordt daarbij in het begin van de droging relatief hoog opgevoerd (140°C), om reeds na korte tijd te zakken, om het produkt niet te beschadigen. Voor veel produkten moet nl. een maximum produkttemperatuur van 60°C niet worden overschreden. Bij deze verwarmingsmethode past men een betrekkelijk geringe belading toe (5-15 kg/m²) zodat relatief korte droogtijden (8-10 uren) en 2 beladingen per 24 uur kunnen worden gerealiseerd.

Een ander systeem werkt met geleidingswarmteoverdracht door gebruik te maken van schalen waarin zich schotten bevinden op afstanden van 20 à 30 mm ter verbetering van de warmteoverdracht op het produkt (afb. 60). De schalen kunnen direct op de verwarmingsplaat gesteld worden, in welk geval de verwarming relatief laag gehouden wordt, max. 90°C; de belading van de hoogwandige schottenschaal is 25-40 kg/m² en per 24 uur wordt slechts één droging uitgevoerd.



60. Schottenschaal voor vriesdroger;
a. verwarmingsplaat,
b. produktbak,
c. gedroogde laag,
d. nog bevroren gedeelte.

Beantwoording van de vraag, welk systeem de voorkeur verdient is zonder goede economische analyse, waarbij ook de kwaliteit van het eindprodukt betrokken wordt, niet mogelijk.

Het heeft zin om het gehele tijd/temperatuurgebeuren van het produkt, dat zo zeer afwijkt van dat der hete lucht- of walsdroging en meer inhoudt dan de omschrijving: 'drogen vanuit gevroren toestand', nader te bespreken.

Om te beginnen kan het invriezen van het voorbereide produkt voor het drogen op verschillende wijzen plaatsvinden, nl. door:

- invriezen buiten de droogkast; het diepgevroren produkt moet vlot in de droogkast worden gebracht en na sluiting dient snel een lage druk te worden bereikt om ontdooiing van het produkt te voorkomen;
- invriezen in de droogkast; het beoogt in elk geval de droging te beginnen met een niet half-ontdooid maar met diepgevroren produkt, zonder gedeeltelijke smeltverschijnse-

len. Bovendien brengt deze methode mee dat niet, als bij a), snel tot lage sublimatiedruk behoeft te worden geëvacueerd; een en ander is van invloed op kosten van de apparatuur;

- c. invriezen door verdamping; indien men de met vochtig produkt beladen droogkast gaat evacueren, zal het produkt bij dalende druk onder ca. 5 mm Hg gaan bevriezen door verdamping, aangezien de daarvoor benodigde warmte aan het produkt zelf wordt onttrokken (latente warmte). Bij een verdampingsafkoeling van kamertemperatuur tot -20°C (120 kcal) verdampt ca. 15% van het gewicht aan vocht. Daar dit goeddeels uit vloeistoftoestand plaatsvindt, zal dit met enige krimp en dus minder fraai uiterlijk van het droge produkt, gepaard gaan. Toevoeging van water vóór het drogen kan dit bij kwetsbare produkten wat verhelpen.

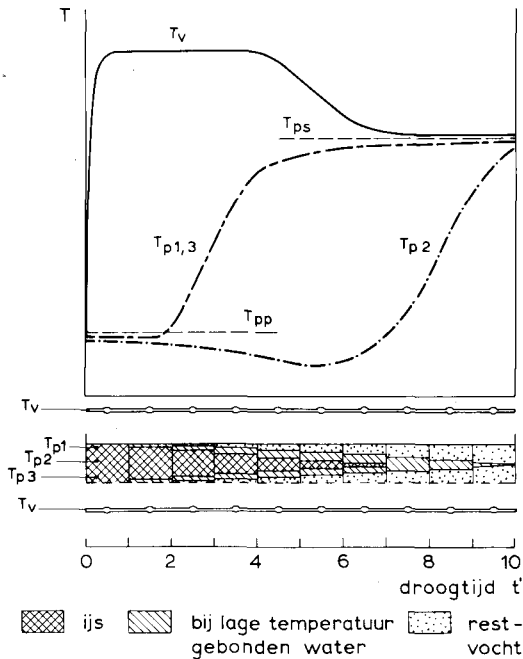
De snelheid van invriezen is ook een kwaliteitsbepalende invloed. In het algemeen geldt dat bij sneller invriezen de ijskristallen kleiner zijn. Voor produkt met een celweefselstructuur kunnen zich bij snel invriezen de kleine kristallen meer in de cellen, intracellulair dus, vormen, in tegenstelling met het extracellulair ontstaan van grovere kristallen bij langzaam invriezen. Dit laatste geeft bij weefselprodukten meer aanleiding tot weefselbeschadiging, zichtbaar aan een slappere consistentie (met 'drip') na opdoeien of ook na vriesdroging en herbevochtiging. Uit onderzoek bleek ook dat snelbevoren produkt minder snel droogde en later iets minder snel water opnam bij herbevochtiging dan het langzaam ingevrorene.

Bij aromahoudende vloeistoffen, bijv. koffieëxtract, maar het zou ook voor vruchtensap (concentraat) kunnen gelden, treedt het verschijnsel op, dat naarmate langzamer wordt ingevoren, het verlies aan aromastoffen bij drogen kleiner is. Dit kan daarmee samenhangen dat de vluchtige aromastoffen bij langzaam invriezen zodanig aan andere stoffen worden gebonden dat tijdens de droging geen verdamping optreedt. Als gevolg van mogelijke ontmengingen gaat bij vloeistoffen de regel, dat langzaam invriezen (grote ijskristallen) de droogtijd verkort, niet altijd op. Bij vloeistoffen heeft ook de wijze van invriezen, met horizontaal circulerende lucht of door plaatsing op de vriesplaat, invloed op de richting van de kristallen, resp. vertikaal en horizontaal.

Tenslotte kan men zich afvragen in welke vorm vloeistoffen gevriesdroogd kunnen worden. In blokken die óf in gevoren vorm óf reeds droog verpulverd of verkruimeld worden. Verpulvering in droge vorm geeft minder goede resultaten dan verkruimeling in bevroren toestand. Vloeibaar koffieëxtract bijv. wordt op een roestvrijstalen continu ronddraaiende band langzaam ingevoren. Het bevroren produkt wordt van de band geschraapt en in een molen vermalen. Alleen de fractie met de vereiste korrelgrootte wordt daarna gevriesdroogd. Dezelfde werkwijze kan men zich ook voor fruitsapconcentraten of vruchtenpulpen denken eventueel na toevoeging van een minimale hoeveelheid drooghulpmiddel.

Om nog een duidelijker beeld te geven van wat in opzicht

van temperatuur- en vochtverdeling tijdens vriesdrogen gebeurt wordt nu een beeld gegeven van de droging van een laag stukkelig produkt (korrels, blokjes, stiften). We denken ons het bevroren materiaal homogeen verdeeld op een schaal, die zich tussen twee verwarmingsplaten bevindt. In het hier te bespreken geval nemen we aan dat de schaal een gaasbodem heeft waardoor de waterdamp even gemakkelijk kan verdwijnen als aan de bovenzijde. In feite gebruikt men deze schalen zelden maar is de bodem bijna altijd gesloten en ontwijkt de waterdamp die aan de onderzijde van de laag ontstaat, tussen het losgestorte materiaal door, naar de bovenzijde. In werkelijkheid verandert er weinig aan het beeld, zoals dit in het volgende gegeven wordt.



61. Verloop van de droging bij tweezijdig stralingsdrogen.

Aan beide zijden van het produkt bevindt zich een warmtebron, de stralende verwarmingsplaat of ook de warme schaalbodem. In afb. 61 is aangegeven hoe, als functie van de tijd, het ijs uit het bevroren produkt verdwijnt. Omdat de sublimatiewaarde overwegend door straling wordt overgedragen kan de temperatuur van de verwarmingsplaat T_v tot relatief hoge waarde ($100-150^{\circ}\text{C}$) worden opgevoerd, zonder dat de produkttemperatuur de maximaal toelaatbare waarde overschrijft. Op tijdstip t_4 bereiken de produkttemperaturen T_{p1} en T_{p3} zulke waarden dat het nodig is de verwarmingsplaattemperatuur T_v te laten dalen om te voorkomen dat de maximaal toelaatbare temperatuur van het drogende produkt (bijv. 60°C) wordt overschreden. Op het tijdstip t_7 is het ijsfront ver-

dwenen: al het vrije ijs is gesublimeerd. Een deel van de laag heeft op dit moment de secundaire (desorptie-)droging reeds gedeeltelijk ondergaan (verwijdering van niet-gekrystaliseerd, sterker aan het produkt gebonden water). Dit blijkt ook uit de geleidelijk opgelopen produkttemperaturen T_{p1} en T_{p3} . De droging is beëindigd als de produkttemperatuur in het midden van de laag T_{p2} de waarde T_{ps} begint te naderen. De warmte wordt tot het tijdstip t_7 via geleiding door de reeds droge laag naar het ijsfront getransporteerd. De warmtegeleidingscoëfficiënt van de droge laag is klein (afhankelijk van de druk, gassamenstelling en structuur/samenstelling van het produkt). Deze lage warmtegeleiding veroorzaakt tijdens de middenperiode van de droging het grote verschil tussen T_{p1} en T_{p3} enerzijds en T_{p2} anderzijds.

Uit het voorstaande blijkt dat bij dit tweezijdig drogen de temperatuur van de verwarmingsplaten op tijd moet worden verminderd om te voorkomen dat de produkttemperatuur T_{ps} overschrijdt. Verder treden er grote temperatuurverschillen in de produktlaag op omdat de warmte door een droge laag met lage warmtegeleidingscoëfficiënt naar het ijsfront wordt getransporteerd.

Het is duidelijk dat het vriesdroogproces in dit, meest toegepast, arrangement, meer is dan het 'drogen uit gevoren toestand', en wel een heterogeen gebeuren in plaats en tijd.

In het bijzonder de slechte warmtegeleiding van het half-droge produkt heeft onderzoekers gestimuleerd een oplossing te zoeken tot verbetering hiervan. Het zou te ver voeren hier dieper op in te gaan dan het noemen van enkele richtingen waarin men heeft gezocht: atmosferisch vriesdrogen, intermitterend toevoeren van goed warmtegeleidend inertgas, toepassing van microgolf verwarmingsenergie, roteren van het produkt enz. Geen van deze researchoplossingen heeft echter in de nog relatief kleine vriesdroogpraktijk tot toepassing geleid. Komt men in de toekomst eventueel tot veel grotere massale vriesdroogproducties, dan zullen dergelijke technisch - en kostenverzwarende ingrepen mogelijk rendabel gemaakt kunnen worden [78].

Tenslotte zij hier vermeld dat, ter bekorting van de vriesdroogtijd, op het Sprenger Instituut onderzocht is wat het effect is van een vriesdroging met vóór- of nágeschakelde droging met warme lucht. Het voornaamste bezwaar tegen een van deze oplossingen bleek de grote heterogeniteit van de produktsnit en heterogene behandeling in de produktlaag bij zowel vriesdrogen als drogen met hete lucht, waardoor steeds een heterogeen produkt werd verkregen: ten dele gevriesdroogd, ten dele met hete lucht gedroogd, hetgeen een zeer bont aanzien gaf met eveneens zeer verschillende eigenschappen van wateropnemend vermogen, zuurstofdoordringing en consistentie. Opmerkelijk was overigens de snelle einddroging met hete lucht van vóórgedroogd produkt. De porositeit van het gevriesdroogde deel kan hiervoor verantwoordelijk gesteld worden.

De kwaliteit van gevriesdroogde groente en fruit kan opvallend beter zijn dan die van het met warme lucht gedroogde produkt, hoewel ook enkele nadelen genoemd moeten worden, die wijde toepassing en snelle ontwikkeling in de weg staan.

Evenals bij droging met lucht, maar meer nog: evenals bij verwerking tot diepvriesconserven, past men vóór het vriesdrogen in bepaalde gevallen blancheren toe en eventueel een lichte citroenzuur- of zelfs SO₂-behandeling tegen enzymatische oxydatie bij voorbereiding en wederbevochtiging bij bereiding [89,90]. Het vochtgehalte van gevriesdroogd produkt behoort zo laag te zijn, dat van Maillard bruinverkleuringen geen sprake mag zijn. Daarentegen kan nog bij zeer lage vochtgehalten oxydatie voorkomen van vetten of vetachtige stoffen of carotenoïden. Deze ongewenste omzettingen kan men door bewaring onder stikstof voorkomen (bijv. gevriesdroogde wortel, tomaat of paprika). De kleur is meestal uitstekend, de consistentie soms slap door vriesbeschadiging (hetzelfde als bij louter diepvriezen) en door niet-omkeerbare uitdroging vooral van de biocolloïden. Het gevriesdroogde stukke produkt valt op door verregaand vormbehoud (afb. 62), dat overigens wel enigszins afhankelijk is van de reeds eerder besproken invriesmethode en verder van de restdruk in de droogkast (die de ijstemperatuur van het produkt bepaalt). Tabel 14 geeft hiervan enige sprekende gegevens voor gevriesdroogde en boven het vriespunt in vacuüm gedroogde wortelblokjes.

Tabel 14.

wijze van invriezen	wortelkubussen		
	ijstemp. °C	volumegew. g/l	imbibitie-factor
snel	-20	73	9,6
langzaam	-20	76	7,7
snel	-15	86	8,7
snel	-10	132	8,4
snel	-5	139	8,3
-	0	417	5,4
-	+10	417	5,2

Hoewel het volume-gewicht nagenoeg verdubbelt bij een temperatuurverhoging van -20°C tot -5°C (druk: resp. ca. $\frac{1}{2}$ en 3 mm Hg), is de wateropname bij bereiding slechts weinig minder. De grote verschuivingen treden, voor dit produkt althans, pas op tussen -5° en 0°C. Het lijkt dus in dit geval niet nodig te zijn om een lage druk van bijv. 1 mm Hg toe te passen om toch ten aanzien van de waterwederopname een produkt van typische vriesdroogkwaliteit te verkrijgen. Het vorm- en volumebehoud brengt overigens een grote brosheid van het droge produkt en dus grote kwetsbaarheid met zich mee. Dit stelt weer extra eisen aan verpakkingsmateriaal, dat tegen mechanische beschadiging moet beschermen.

De kwaliteit van het aroma van gevriesdroogde groenten en fruitprodukten is in het algemeen goed te noemen in vergelijking met de lucht-gedroogde, waaraan vaak afwijkende componenten kunnen worden vastgesteld. Ten aanzien van diepvrieskwaliteit is echter vaak verzwakking van de aroma-

kracht te constateren, een verlies dat soms bij ontdooiing van de condensor van het droogstelsel sensorisch duidelijk herkenbaar is. Intussen is het uit de praktijk gebleken, dat in dit opzicht belangrijke verschillen bestaan die getoond moeten worden aan de relatieve vluchtigheid van aromaten t.o.v. sublimerend ijs of verdampend water uit de zware (cel)sapconcentraten van het gevroren produkt. Uit recent onderzoek aan levensmiddelen en modelstoffen blijkt dat zowel invries- als droogomstandigheden van invloed kunnen zijn op de overleving, de retentie, van aromastoffen in vriesdrogend materiaal, i.h.b. vloeistoffen (zie ook verstuivingsdroging). In dit opzicht kunnen celhoudende pulpen of vaste weefsels, door natuurlijke aanwezigheid van semi-permeabele microstructuren een voordeel hebben boven te vriesdrogen vloeistoffen [79,80,81].



62. Wortelblokjes, gevriesdroogd en met hete lucht gedroogd. Uisnijsdel, gevriesdroogd en met hete lucht gedroogd.

Een punt dat uit aroma-opzicht nog vermeld kan worden is de mogelijkheid van het ontstaan van afwijkende aromas door bevroren (en in diepvries bewaren) van niet-geblancheerde produkten. Er zijn voorbeelden van door enzymwerking optredende 'off-flavours'. Bekend is bijv. diepvriesaroma bij aardbeien, dat met een nauwkeurig afgepaste verhitting (blanchering in een gesloten systeem) te voorkomen is, zonder het verse aardbeiaroma te zeer geweld aan te doen. De structuur van de aardbei verandert daarbij echter tot pulp.

Een ander voor diepvries gevoelig produkt is versneden ui (en andere Allium-soorten) waarbij een afwijkend 'wild' aroma ontwikkeld wordt; dit laatste doet zich overigens niet bij alle uienrassen op dezelfde wijze voor. Vermoedelijk zijn hier verschillen in (enzym)samenstelling de oorzaak van. Het is duidelijk dat inactivering door blancheren geen

uitkomst biedt, daar juist het typische verse ui-aroma bij kwetsing (snijden, kauwen) van het uiweefsel zich ten dele óók enzymatisch ontwikkelt [84,85].

Deze vriesinvloeden zijn mogelijk door het optimaal maken van de vriessnelheid wel te beïnvloeden, echter waarschijnlijk niet weg te werken en, waar het hier om gaat, ook in het gevriesdroogde produkt merkbaar.

Vooral door de gunstige eigenschappen van wateropname maar ook van kleur en aroma, vindt een bescheiden produktie van gevriesdroogde groente (prei, bloemkool, ui, champignon) thans afzet in droge soepen en maaltijden. Men mag aannemen dat in de sfeer van voorbereide min of meer kant-en-klaar (instant) produkten, een verdere bescheiden ontwikkeling van deze droogwijze in de toekomst zal plaatsvinden.

De hoge kosten van de huidige relatief kleine produkties kunnen in principe slechts lager gemaakt worden door uitbreiding van de verwerking tot zeer veel grotere omvang, bijv. minimum 20 ton nat produkt/dag. Meerdere continu installaties zijn ontworpen voor dit doel, echter slechts bij uitzondering gerealiseerd (voor instantkoffie, ei en champignon) [87,88], terwijl het economisch succes nog onbekend is. De meest haalbare kaart lijkt dan ook nog de discontinu vriesdroging in drogers die eventueel wat koel- en energievoorziening betreft verbonden kunnen worden. In dit stadium van ontwikkeling is dit de meest flexibele werkwijze met het minste risico [86].

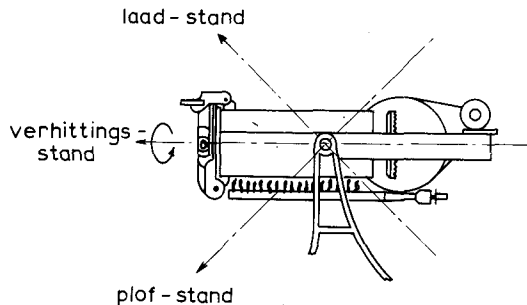
Tenslotte zij opgemerkt dat in de Verenigde Staten in het bijzonder de militaire intendance een grote gangmaker is bij onderzoek en ontwikkeling van gevriesdroogde levensmiddelen. Het is echter duidelijk dat deze activiteit geen maatstaf is voor de mogelijkheden van civiele produktie.

Droogmethoden in onderzoek en ontwikkeling

Expansie van stukkige produkten

Door het USDA Utilization Laboratorium te Philadelphia is getracht verbetering te brengen in de zeer compacte structuur van normaal met hete lucht gedroogde produkten, vooral grotere stukjes van wortelgewassen (bijv. groter dan 8x8 mm) [91,92]. De dichtheid van het gedroogde weefsel vormt een belemmering voor snelle waterwederopname bij bereiding, tegenwoordig een zeer belangrijke kwaliteitseis. De toegepaste werkwijze bestaat hierin, dat het reeds tamelijk droge produkt (met een vochtgehalte van 20-50%, afhankelijk van de weefselvastheid) aan de normale einddroging wordt onttrokken, eventueel enige tijd krijgt om het nog aanwezige vocht wat te egaliseren, en daarna in een apparaat (puffing gun) gebracht wordt, zoals in gebruik is bij het fabriceren van de welbekende gepofte mais of rijst (puffed corn, puffed rice), afb. 63. Hierin wordt het halfdroge produkt, al of niet onder toevoeging van oververhitte stoom, korte tijd ($\frac{1}{2}$ -2 min) geroteerd en verhit tot een druk van enkele ato's is bereikt. Plotselinge expansie volgt door opening van een deksel; de in het produkt nog aanwezige vocht en stoom ex-

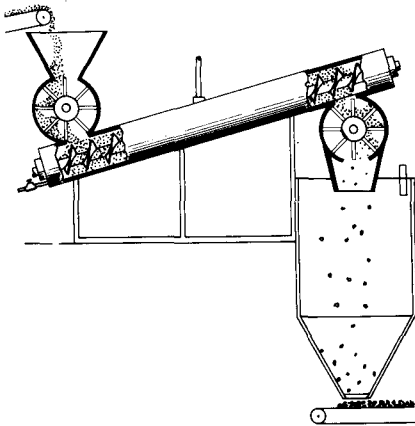
panderen, drukken het weefsel uitéén en stuwen bovendien het produkt met grote vaart uit de cilindervormige ruimte (vandaar de naam puffing gun, p(1)ofpijp). Een belangrijk versnelde nadroging, veroorzaakt door de plaatsgevonden 'ontsluiting' van het weefsel, brengt het produkt tot het gewenste lage eindvochtgehalte. De plotselinge drukwerking zal de neiging hebben de structuur vrij fors aan te pakken en de porositeit grover te doen zijn dan bij gevriesdroogd produkt. De op deze wijze geëxpandeerde wortel- of aardappelstukjes hebben na deze droging een opvallend volumineus uiterlijk en vertonen een snelle wateropname, hoewel de binding aan het weefsel minder sterk is. De consistentie van het gerehydrateerde produkt is zacht. Door toepassing van de relatief hoge temperatuur (130-150°C) bestaat de kans op hittebeschadiging (verbranden, verpappen), vooral bij aanwezigheid van restzuurstof. Men zal voor toepassing bij verschillende produkten tussen deze dreigende klippen moeten doorzeilen. Als produkten in onderzoek, en ook reeds in industriële praktijk worden genoemd wortel, biet, aardappel, selderie en appel [93,95].



63. Pof-kanon, roterend boven gasbranders, voor het maken van geëxpandeerde produkten.

Het is belangrijk dat bij commercieel slagen van deze ingreep in het droogproces de wens ontstaat deze werkwijze ook in continu-apparatuur toe te kunnen passen. Daarvan geeft afb. 64 een indruk [94]; roterende sluisen nemen de functie over van de uitlaatklep bij de normaal gebruikte discontinu werkende ploffijp.

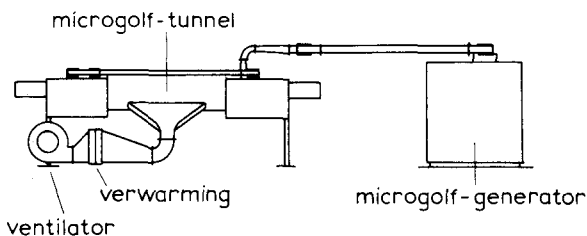
Naast bovenomschreven werkwijze, die in de praktijk reeds enige toepassing gevonden heeft, komt men bij lezing van octrooi- en researchliteratuur talloze voorbeelden tegen, die erop wijzen dat het versnellen en verhogen van het wateropnemend vermogen van het droge produkt bij veel onderzoekers toenemende belangstelling heeft. Men tracht de krimp te bestrijden en de porositeit van het gedroogde produkt te verbeteren door bijv. het te drogen produkt te verhitten in hete olie of vet onder vacuüm, een werkwijze o.a. in gebruik voor nadroging van aardappelchips na het voorbakproces [96, 97,98,99]. Men kan zich afvragen of aanhangende olie of vet voor veel produkten geen bezwaar zal zijn. De mogelijkheid bestaat deze behandeling slechts als vóórdrogging toe te passen en de nadroging als normaal lucht-droogproces uit te voeren.



64. Ontwerp continu p(1)ofpijp voor expansie van droge produkten (General Foods).

Een volgende mogelijkheid is het drogen, althans voor een gedeelte van de droogtijd, met oververhitte stoom, combinatie van stoomverhitten tot kookpunt en drogen. Een fixatie van het ietwat gezwollen weefsel vindt plaats, terwijl de mogelijkheid bestaat daarna een normale luchtdroging te laten volgen. De uitsluiting van zuurstof in het begin voorkomt oxydatie bij die hoge temperatuur (120-160°C) [100,102]. Deze werkwijze heeft veel gemeen met het reeds bij blancheren besproken Jansen-Werkspoor procédé [35].

Ook toepassing van de micro(radar)golftechniek wordt aangegeven als mogelijkheid tot het (atmosferisch of in vacuüm) doen zwellen tijdens het drogen van versneden groente en fruit (afb. 65). Door selectieve absorptie van deze hoog-frequentenergie in het centraal nog aanwezige produktvocht, ontstaat onmiddellijke verhitting van dat vocht, verdamping en expansie van het materiaal. Onderzoek met aardappelstukjes (18³ mm) en appelsegmenten (1/8 en 1/12) leverde bij microgolf droging in de eindfase (resp. bij 50 en 25% vochtgehalte) goede lyofiele produkten [102]. Hoge investeringskosten bij aanschaf en hoge energie- en onderhoudskosten bij exploitatie van de HF 'oven' lijken een sterke rem op de toepassing.



65. Schema van microgolf verwerkingsinstallatie (102).

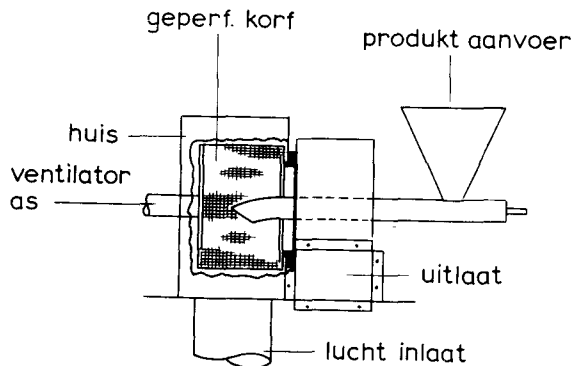
Een merkwaardige oplossing ter verkrijging van poreus droog produkt werd gevonden door bevriezing onder gasover-

druk van het te drogen materiaal. Geclaimed wordt dat daarna, bij droging van het ontdooide produkt, een groter porositeit ontstaat door aanwezigheid, én gefixeerd blijven!, van een groter aantal lucht(gas)belletjes in het drogende weefsel [103,144]. Mogelijk zijn ook hier de extra kosten prohibitief voor toepassing.

Fluïdisatie-droging

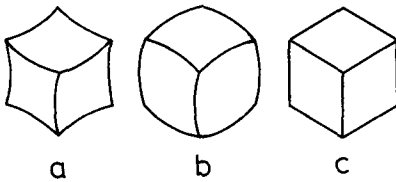
Eerder in dit geschrift is droging in gefluïdiseerd bed besproken als een werkwijze waarbij de drooglucht op een ideale wijze het produktstuk kan omspoelen en een gelijkmatige snelle vochtonttrekking tot gevolg heeft. De luchtsnelheid, en daarmee ook de droogsnelheid, is echter normaal beperkt tot het punt waarbij het produkt meegenomen en uitgeworpen zou worden.

Farkas en Lazar nu, hebben een centrifugaal gefluïdiseerd droogbed ontworpen en beproefd [104,105], waarbij grotere luchtsnelheden en droogsnelheden mogelijk zouden zijn (afb. 66). De door de centrifugekorfwand stromende drooglucht wordt in haar fluïdiserende kracht gecompenseerd door de op het produkt werkende centrifugaalkracht. De luchtsnelheden bedroegen van $2\frac{1}{2}$ tot $7\frac{1}{2}$ m/sec. Na aanvankelijk hoge droogsnelheden werd echter vastgesteld dat zich bij aardappel-, appel- of wortelstukjes een droog 'huidje' vormde (0,2-1,0 mm dik), dat verdere verdamping meer dan normaal tegenhield. Duidelijk is dat we hier voor de beproefde produkten én afmetingen ($9,2^3$ mm) tot een soort van 'case-hardening' (korstvorming) zijn geraakt, die ook weer tot 'puffing' (opzwellen) kan voeren. Zeer instructief is de door genoemde onderzoekers gegeven typering van het uiterlijk van produktkubussen bij te onderscheiden droogtoestanden, nader bepaald door de factoren energie(warmte)- en massa(damp)-transport (afb. 67).



66.

Principeschets van centrifugaal-vloeibeddroger (104,105).



67. Typische vorm van drogende kubus bij gevarieerde droogomstandigheden;
- warmte-stroom beperkt door de droge buitenlaag,
 - dampstroom beperkt door de droge buitenlaag,
 - warmte- en dampstroom in evenwicht.

Vochtonttrekking in geconcentreerde oplossingen

Een radikaal andere benadering van vochtonttrekking dan de tot nu toe behandelde wordt aangegeven door Amerikaanse onderzoekers die, in het kader van onderzoek naar diversificatie van produkten voor militaire rantsoenen, uitbreiding hebben gezocht van de reeks vanouds bekende halfconserven als 'droge' zuidvruchten, siropen, bepaalde vlees- en visconserven, in het algemeen produkten met een wat hoger vochtgehalte, daarom voldoende smeug om 'uit de hand' gegeten te kunnen worden [106,107,108,110]. De wateractiviteit (a_w) is voldoende laag om (soms aangevuld met wat conserveermiddel) microbiologische ontwikkeling tegen te gaan.

Hoewel de wateractiviteit van normaal gedroogde groente (ca. 5% vochtgehalte) in verband met chemische of enzymatische omzettingen ligt bij 0,1-0,3, wordt in principe microbiologische activiteit reeds bij hoger vochtgehalte gestopt, overeenkomend met een a_w van 0,6. Met toepassing van impregneren, verhitten en hermetisch verpakken waarbij herinfectie werd voorkomen, konden de onderzoekers de a_w -grens verder naar ca. 0,8 verleggen. De produkten werden hiertoe in evenwicht gebracht met een oplossing van glycerol, zout en/of suiker, en enig conserveermiddel (K-sorbaat). De evenwichtsvloeistof voor wortelkubussen (9^3 mm) en ananasstukjes was als volgt samengesteld:

%	wortel	ananas
glycerol	59,2	55,0
water	34,7	21,5
keukenzout	5,5	
K-sorbaat	0,6	0,5
sacharose		23,0

De beginvochtgehalten bedroegen resp. 88,2 en 73,0%. De wortelkubes werden in de evenwichtsvloeistof opgekookt (95-98°C), de ananas koud behandeld, en beide monsters een nacht koel weggezet. De eindvochtgehalten waren daarna 51,5 en 43% met a_w -waarden van 0,81 en 0,85. De sensorische eigenschappen bleven aanvaardbaar, terwijl bewaring gedurende 4 maanden bij 38°C (100°F) in gesloten verpakking géén microbiële ontwikkeling te zien gaf, noch duidelijke chemische, fysische of sensorische achteruitgang.

In dezelfde 'droogsfeer' liggen de onderzoeken van een aantal onderzoekers van het Western Regional Research

Laboratory te Albany (Calif.) [109], die verschillende levensmiddelen, vlees, vis, maar ook fruit, zeer langdurig (bijv. enkele dagen) in een 75°Brix 50% invertsuiker-sacharose-oplossing van 25°C brengen; de produktstukken zijn echter eerst voorzien van een semi-permeabele Ca-pectaat-omhulling. Tijdens de dompeling wordt aan het produkt door osmotische werking 40-70% van het gewicht aan vocht onttrokken. Men claimt een minimum aan onomkeerbare structuurveranderingen, zoals immers vaak bij hete-luchtdroging optreden. Thermische degradatie treedt bij die lage temperatuur (25°C) niet op. Gesteld wordt dat een goed membraan het relatief kleinmoleculaire keukenzout moet kunnen tegenhouden en toch water voldoende snel doorlaten.

Dehydro-diepvriezen

Eveneens op het Western Laboratorium van het Dept. van Landbouw te Albany (broedstoof voor nieuwe technologische ideeën!) is reeds kort na de tweede wereldoorlog, mogelijk als reactie op de gebrekkige kwaliteit van in de oorlogsjaren geproduceerde gedroogde produkten, de gedachte naar voren gekomen een aanvankelijke produktdroging te beëindigen met een diepvriesconservering [111,112]. De onderzoekers stelden dat, globaal genomen, bij hete-luchtdroging de niet-omkeerbare ontaarding van de (structuur)elementen van plantaardige weefsels in hoofdzaak plaatsvindt nadat ca. 50% van het gewicht aan vocht verdampt is. Voor bijv. een appel met 15% droge stof geldt dan, dat het half-gedroogde produkt 30% droge stof en 70% water bevat. Van de meeste produkten is in dat droogstadium behalve het gewicht ook het volume tot de helft geslonken! Dit is het beoogde voordeel: enerzijds goedkoper in verpakking, opslag en transport dan alleen maar diepgevroren produkt, anderzijds betere wateropname, uiterlijk, consistentie en aroma, en lager SO₂-dosering dan volledig gedroogd produkt.

Hoewel de voordroging maar kort duurt is toch gebruik van een anti-oxydant als bijv. SO₂ voor behoud van kleur nodig. Men ontwierp ook aparte droogapparatuur, de reeds beschreven trogdroger, om homogeen, snel en sparend te kunnen drogen. In de loop der jaren zijn de verdiensten van deze werkwijze nader onderzocht en gepropageerd en dit heeft in de VS tot een beperkte toepassing geleid voor produkten als versneden wortel en aardappel, erwten, versneden appel, abrikoos en paprika. Als afnemers worden grootkeuken en horecabedrijven naast militaire voorzieningen genoemd. Banketbakkers zijn speciaal afnemers van dehydro-gevroren appelsegmenten, die steviger zijn, pittiger van smaak en minder 'drip' geven dan verse appel, bij het maken van appelgebak.

Een recenter publikatie op dit gebied [113] bespreekt o.a. de fabricage van groentesoepingrediënten op deze wijze. De componenten worden eerst afzonderlijk gekookt (geblancheerd) gedurende 5 tot 20 minuten; de vochtgehalten van de voorgedroogde bestanddelen bedragen 20 tot 50%. Het opmerkelijke van de werkwijze is dat, volgend op het kookproces, de droging voor een deel plaatsvindt als evacuatie-

koeling, zelfs tot -20°C , waarbij ca. 15% van het produktgewicht verdampt; vervolgens wordt met warme lucht normaal gedroogd tot even boven het gewenste eindgewicht, waarna de einddroging, tevens bevrozing!, eveneens door evacuatie (via 5 mm tot 0,5 mm Hg restdruk) plaatsvindt. Het dehydrogevroren produkt is dan voor diepvriesopslag klaar. Afzonderlijke ingrediënten kunnen dan gemengd worden. De kwaliteit van de produkten, i.h.b. de rehydratatie, werd als beter beoordeeld naast normaal gedroogd produkt.

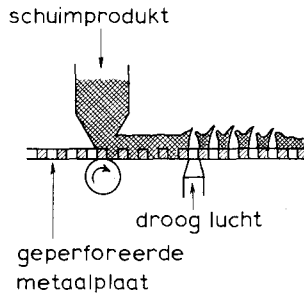
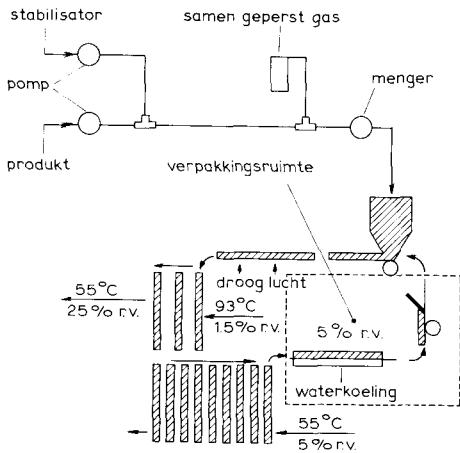
Terecht kan men opmerken dat de veelheid van handelingen ongunstig afsteekt tegen de eenvoud van enkelvoudige drogingen. Het bovenstaande is dan ook gegeven als voorbeeld van de manier waarop steeds weer, tastenderwijze, nieuwe technologische werkwijzen worden bedacht die, mogelijk in de toekomst, kunnen bijdragen tot commercieel haalbare verbeteringen en aanvullingen van huidige verwerkingsmethoden.

In principe is ook dehydro-steriliseren (dehydro-canning) mogelijk, waarbij een dubbele hoeveelheid produkt in een blik kan worden verpakt. Deze gedachte heeft niet tot een praktische ontwikkeling gevoerd. Het toepassen van hoge sterilisatietemperaturen bij deze min of meer uitgedroogde produkten, zal aanmerkelijke kwaliteitsverslechtering tengevolge hebben.

Schuimdroging

Een nieuwere droogmethode voor vloeibare produkten, vele malen in de vakliteratuur besproken (en gepropageerd) [114, 115, 116] en in de VS tot een, zij het bescheiden, produktie gekomen is de zgn. foam-mat drying, een werkwijze nauw gelijkend op de reeds eerder besproken wals- en band(microflake)droging. De nieuwe elementen die door de onderzoekers te Albany (!) voor deze wijze van drogen werden ingevoerd, zijn het steeds tot een stabiel schuim formeren van de te drogen vloeistoffen (bijv. tomatenpuree, citrussapconcentraten enz.) om hiermee de droging te versnellen of zelfs alleen maar mogelijk te maken en verder het naar keuze kunnen drogen van dunne aaneengesloten lagen, geëxtrudeerde schuimslierten, of zgn. gekraterde schuimlagen. Dit laatste gebeurt niet op gesloten roestvrije (metalen of teflon) band maar op fijn geperforeerde horren (ca. 1 m^2), zie afb. 68. Hierdoor is men in staat om bij voldoende samenhangend produkt in de eerste droogfase door luchtdruk een groot aantal kratertjes in de laag te blazen. De bedoeling is het drogend oppervlak te vergroten om een snellere droging te verkrijgen. De droogtijd ligt in de grootte-orde van 10-30 min., verdeeld in een drietal droogfasen w.b. temperatuur (100° - 77° - 55°C) en luchtvochtigheid. Vóór afname van band of hor wordt gekoeld.

Een bij droging stabiel schuim werd verkregen door uit te gaan van een bepaalde hogere concentratie, een sterke homogenisering van onoplosbare bestanddelen, van een bepaalde temperatuur en toevoeging van een schuimstabilisator (stearaat, sojaproteïne, zetmeel, methylcellulose, suiker enz.).



68. Schema van schuimlaag-droging en detail van de verkrateringstechniek.

Nadelen van het droge schuim zijn o.a. het grote volume en het brengen van veel lucht (of stikstof) in de gereconstitueerde vloeistof. Om dit tegen te gaan wordt het droge schuim weer tussen warme walsen samengedrukt waardoor de lucht grotendeels uitgedreven en de 'oplosbaarheid' bij herbevochtiging wordt bevorderd.

Voor behandeling en verpakking is het werken in een tot lage luchtvochtigheid (<25% r.v.) geconditioneerde ruimte vereist. Bij eventuele O_2 -gevoelige produkten als tomatenpoeder is verpakking onder inertgas gewenst.

Van de sensorische eigenschappen zullen geen al te hoge verwachtingen gekoesterd mogen worden, gezien de kwaliteitsvermindering door het concentreren, toevoegen van stabilisator en toch bepaald niet zeer korte droogtijd bij hogere temperaturen.

6. VERWERKINGSMAATREGELEN TER BEVORDERING VAN WATEROPNAME EN VERZACHTING

Het wederopnemen van water bij bereiding van gedroogde groente, de rehydratatie, is bij conventioneel, met hete lucht gedroogd produkt vaak de bottleneck in de bereiding. Geringe afmetingen van de produktstukjes, het vriesdrogen, het pofproces, zijn reeds besproken werkwijzen om aan dit nadeel te ontkomen. Daarnaast zijn in de onderzoeks- en ontwikkelings sfeer van de laatste jaren suggesties te vinden, vaak in de vorm van octrooischriften, in de richting van het gebruik maken van wateraantrekkende stoffen, óp of ín het produkt gebracht om het wateropnemend vermogen te vergroten, zo mogelijk voor wat betreft zowel snelheid als hoeveelheid van de wateropname.

Hiernaast zijn ook ingrepen als een diepvriesbehandeling van geblancheerd produkt vóór het drogen, of zelfs ook bestraling met ioniserende stralen van produkten ná droging door verschillende onderzoekers onderzocht op de zo gewenste verzachtende werking. In het volgende zullen enkele van deze werkwijzen in het kort worden besproken.

Het produkt doperwten is in het bijzonder in Angelsaksische landen voor drogers een uitdaging geweest in bovengenoemd opzicht. De gesloten zaadhuid van de in die landen gebruikelijke kreukerwt is zowel bij het drogen, maar vooral bij rehydratatie, een lastige barrière in het watertransport. 'Scarifying', het mechanisch insnijden van de zaadhuid van droge hardschalige peulvruchtzaden, is een reeds uit de teeltsfeer bekende maatregel vóór de uitzaai, om wattertoetreding en daardoor ontkieming, te bevorderen. Deze kerftechniek is overgebracht in de verwerkings sfeer van doperwten; apparatuur is hiervoor in de handel. Een verfijning is het mechanisch perforeren met een naaldenrol ('puncturing'), waardoor minder beschadiging van de zaadhuid optreedt [137].

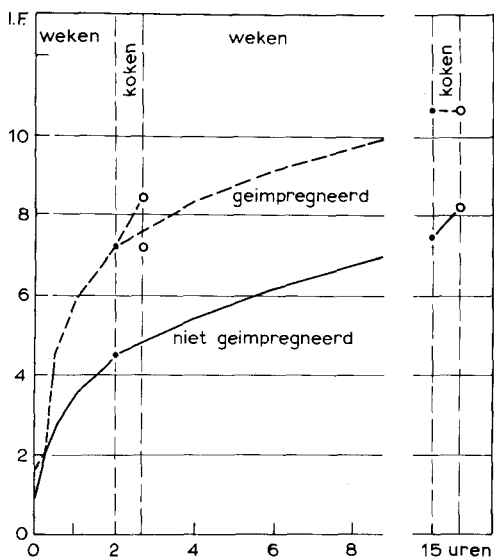
Om vooral bij grofzadige kreukerwten, bij bereiding een nog betere wateropname en beter vormbehoud van het gedroogde produkt te verkrijgen, is door belangrijke Engelse drogers het impregneren met suikers geclaimd als verbetering van de kwaliteit. Al of niet na perforeren van de zaadhuid (ook verzachting van de zaadhuid door verhitting in alkalische oplossing kan daarbij helpen) wordt het produkt gedompeld in een 5-15% oplossing van een polyalkohol: sacharose, lactose, glucose, sorbitol e.d. De suiker wordt door het te drogen produkt opgenomen en dit behoudt dan bij het drogen en bij waterwederopname veel beter de oorspronkelijke afmetingen [138,139]. Het gunstige effect kan worden toegeschreven aan de structuur ondersteunende werking van de suiker in het celweefsel en een ruimer houden van het capillaire systeem, hetgeen vanzelfsprekend van belang is voor de waterdoordringing bij bereiding. De verzoeting van het produkt moet daarbij wel acceptabel zijn.

Onderzoek op het Sprenger Instituut gaf uitkomsten van bovengenoemde werkwijze bij het drogen van sperziebonen. Gedroogde jonge sperziebonen is een produkt dat bekend is

vanwege gebrekkige wateropname bij bereiding voor de consument hetgeen zeer duidelijk merkbaar is aan de rimpelig en taai blijvende peul. Daar het perforeren van de peulwand nauwelijks tot een verbetering van wateropname voert, werden geblancheerde gebroken sperziebonen gedompeld in een 30% lactoseoplossing. Na afspoelen van overmaat-oplossing werd gedroogd. De opbrengst van besuikerd en onbehandeld produkt bedroeg resp. 17,8 en 10,6% bij een eindvochtgehalte van 4,5%. Afb. 69 toont de wateropname van beide monsters. De imbibitie verloopt bij gesuikerd produkt sneller en bereikt hogere waarden; na 2 uren opweken, gevolgd door koken is de IF (imbibitiefactor) resp. 7,2 en 8,5; na 15 uren opweken en dan koken zijn de waarden resp. 8,2 en 10,6.

69.

Wateropname (Imbibitie Factor) van gedroogde sperziebonen. (Bij opweken van het geïmpregneerde produkt is het uitgangsgewicht omgerekend op dezelfde hoeveelheid ongesuikerde grondstof als bij het niet-geïmpregneerde produkt.)



Een andere (in octrooiaanvragen geclaimde) werkwijze gaat uit van de gedachte dat de aanwezige calcium in het natuurprodukt en in het kookvocht, de verzachting van het produkt bij bereiding belemmert. Toegevoegde calcium-onttrekkende of -substituerende middelen als natriumcitraat of -phytaat zouden dit, in een concentratie die rekening houdt met de hoeveelheid aanwezige calcium- en magnesium-ionen in het droge-groente(soep)mengsel, kunnen tegengaan.

Als resultaat van onderzoek op het Sprenger Instituut werden de in tabel 15 vermelde kooktijdverkortingen verkregen voor droge-soepgroentemengsel en voor gedroogde gebroken sperziebonen. Toevoeging van keukenzout werd daarbij aangepast aan de citraatgift.

Tabel 15. Kooktijdverkorting van gedroogde soepgroente en sperziebonen.

produkt	trina- trium- citraat g/l	kooktijd in min. na 5 min weken	kooktijd in min. na 2 u. weken	smaak en kleur
20 g soepgr./l	0	30		normaal
"	1	23		
"	2	13		iets frisser groen, iets zout
"	4	9		
"	8	5		
"	15	5		frisgroen, te zout
20 g gedroogde gebroken sperzie- bonen + 400 cc kookvocht	0 2 4 8	40 30 20 15	40 25 15 13	

Interessant is ook nog ten aanzien van het moeilijke produkt sperzieboon, dat een diepvriesbehandeling van het geblancheerde produkt vóór het drogen, en wel een langzame bevriezing bij -20°C een beter wateropnemend vermogen van het gedroogde produkt oplevert [142,143]. Zoals bekend, is het langzame invriezen oorzaak van het ontstaan van grove intercellulaire ijskristallen, die het weefselverband losser maken en kennelijk gunstige nawerking hebben op de waterdoordringing bij de herbevochtiging. De invloed van de vriesbehandeling, gepresenteerd door de Amerikaanse onderzoekers Litwiller en Petit werd door onderzoek op het Sprenger Instituut bevestigd; verwacht kan worden dat in soortgelijke gevallen van ongunstige weefselstructuur ten aanzien van waterwederopname toepassing van een aangepast vriesproces textuurverbeterend kan werken.

Een recente publikatie van Haas c.s. [144] wijst ten slotte op het nog spectaculairder effect van bevriezing van groente en fruit onder hoge stikstofdruk (70 atm) alvorens met warme lucht te drogen. Bij ontdooien vertoont het weefsel opvallend veel gasballetjes, die een zekere overdruk in het drogende weefsel handhaven en zo een aanmerkelijk poreuzer droog produkt opleveren dat weer een veel gunstiger wateropname vertoont!

Bestraling van gedroogde groenten is een exclusieve methode tot verkorting van de kooktijd van gedroogde (soep)groenten en werd reeds in de 50er jaren door een Amerikaanse droge-soepindustrie geïmplementeerd [132]. Deze werkwijze is nadien elders op verschillende punten nader onderzocht. Gesteld kan worden dat door blootstellen van het reeds droge produkt aan ioniserende stralen, 1-10 megarad, een toenemende verkorting van de kooktijd bereikt kon worden, van

normaal 10-20 minuten tot enkele minuten. In tegenstelling met vers produkt, dat reeds bij geringe bestralingsdoses onaanvaardbare aromaïfwijkingen vertoont bij sensorische keuring, zouden bij droge produkten geen of nauwelijks afwijkende aroma's optreden. Ioniserende bestraling kon worden toegepast als gamma- of als electronenbestraling; de eerste soort is meer doordringend en kan ook bij eventueel in blik verpakt produkt gebruikt worden; electronenbestraling wordt oppervlakkiger geabsorbeerd en stelt nauwere grenzen aan laagdikte en verpakkingsmateriaal (geën blik).

Op het Sprenger Instituut is in de zestiger jaren in samenwerking met het Instituut voor Toepassing van Atoomenergie in de Landbouw te Wageningen onderzoek uitgevoerd dat de geclaimde resultaten bevestigde, waarbij echter meer aandacht geschonken werd aan optredende afwijkende aroma's en in verband daarmee aan produktbestraling onder stikstof. Bestraalde (soep)groenten waren: aardappel, wortel, knolselderie, bloemkool, boerenkool, groene savoyekool, prei, sperzieboon, kroot, spinazie en ui [133].

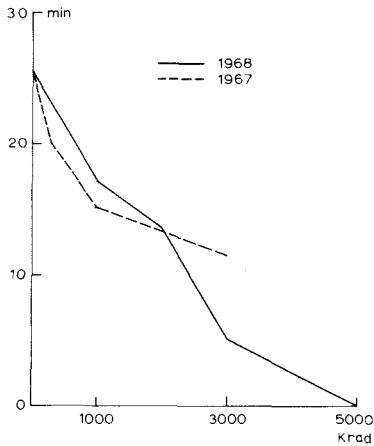
De bestralingsdoses varieerden van 300 tot 5000 krad in losse, maar ook in hermetisch gesloten blikverpakking. In het laatste geval werd behalve lucht ook stikstof als verpakkingsgas gebruikt. Bij sensorische keuring toonde het droge produkt alleen bij de hogere bestralingsdoses een lichte bruinkleuring van blanke delen (aardappel, ui, witte prei). Door de sterk verkorte kooktijd was de kleur van het bereide bestraalde produkt meestal frisser dan van het onbestraalde.

Het optreden van een onaangenaam bestralingsaroma werd bij de meeste produkten door uitsluiting van zuurstof (begassing met N) verminderd. Hierdoor werd een iets zwaardere bestraling, 2000-3000 krad in plaats van 1000-2000 krad, en daarmee een verdere verzachting, van het produkt mogelijk. De kooktijd kan zo tot ca. 25% van de normale kooktijd worden teruggebracht.

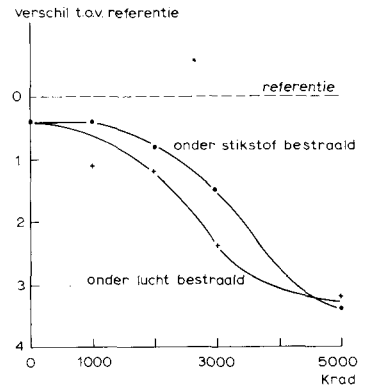
Verlaging van het vochtgehalte van het droge produkt vóór bestraling, van 6% naar 4%, gaf geën verbetering van de kwaliteit van het bestraalde produkt.

In afb. 70 zijn resultaten weergegeven van de sensorische consistentie- en aromabepaling van bestraalde knolselderie, terwijl afb. 71 en 72 de grafische weergave zijn van de consistentiemeting van monsters opgeweekte en monsters gekookte bestraalde droge wortelstukjes. Deze meting werd uitgevoerd middels een Kramer's shearpress meetcel geplaatst in een Instron meetbank. Met deze bestraalde soepgroenten werden groentesoepen samengesteld; een panel van geoefende keurders kon in smaak/aromaopzicht geën onderscheid vaststellen tussen onbestraald en met 2000-3000 krad bestraald produkt. De kooktijd van deze laatste soep bedroeg 4 minuten tegenover normaal 20 minuten. Vitamine-C- en SO₂-gehalten vertoonden bij deze bestralingsdoses een teruggang van 10-20%.

Microbiologisch onderzoek van droge prei en aardappel toonde aan dat bij een bestraling van 1000 krad een verlaging van het totaal-kiemgetal optrad van 50.000 à 500.000 tot minder dan 25 per gram droog produkt.



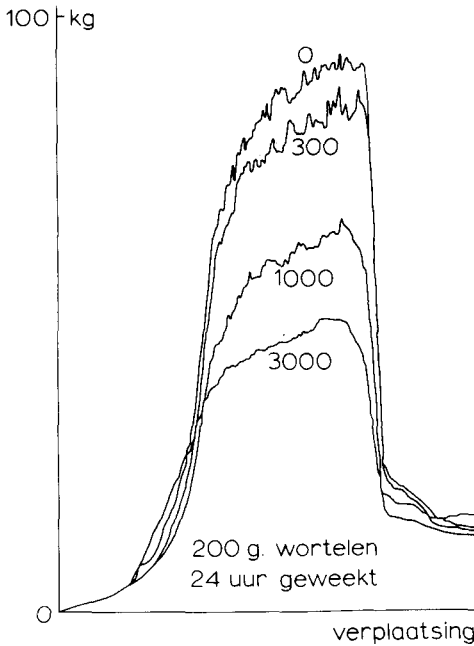
Kooktijd tot sensorisch gaar, bij gevarieerde bestralingsdoses



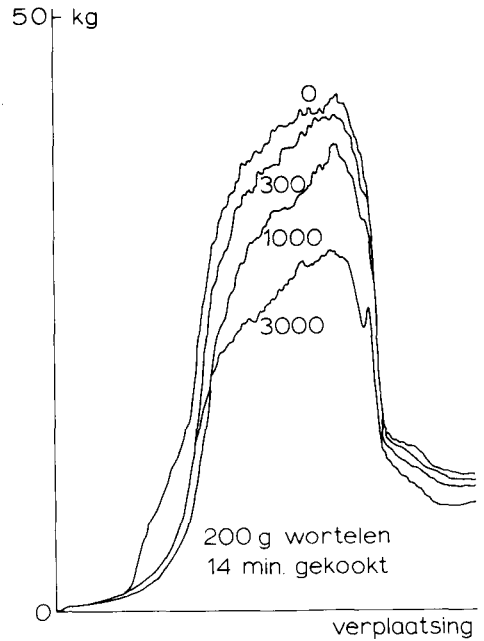
Afwijking van smaakaroma door bestraling

- 0 geen afwijking
- 1 twijfel
- 2 geringe afwijking
- 3 matige "
- 4 sterke afwijking

70. Bestraling van gedroogde knolselderie.



71. Consistentiemeting van bestraalde gedroogde wortelen met Kramer's shearpress meetcel in Instron meetbank; bestralingsdoses (γ) 0-300-1000-3000 krad; 200 g wortelen 24 uur geweekt.



72. Consistentiemeting van bestraalde gedroogde wortelen met Kramer's shearpress meetcel in Instron meetbank; bestralingsdoses (γ) 0-300-1000-3000 krad; 200 g wortelen 14 min. gekookt.

Wat dit laatste betreft is uit ander onderzoek [134] gebleken dat een veel geringere dosis, 100 krad, lethaal effect heeft t.a.v. insecten, eieren en larven in droge rijst. Bij ditzelfde onderzoek werden trouwens bij relatief lage bestralingsdoses (300-500 krad) reeds smaakafwijkingen geconstateerd; viscositeitsmetingen stelden bovendien een achteruitgang van deze eigenschap vast, hetgeen ook in overeenstemming was met sensorische waarnemingen.

Duitse onderzoekers kregen enigszins gelijklopende resultaten bij bestraling van droge erwtensoepp: bij 500 krad werden de smaakafwijkingen reeds hinderlijk, terwijl de viscositeit bij 1000 krad storend verslechterd was. Ook stelden ze vast dat bestraling in stikstofatmosfeer gunstig was voor het aroma [135].

In tegenstelling met de invloed van relatief zeer matige bestraling op de hierboven genoemde zetmeelprodukten, zich uitend in een aantasting van verstijfselingseigenschappen, gold voor de onderzochte gedroogde groenten dat de lagere doses, die overigens voor insecten en microorganismen lethaal zijn, te gering zijn om daarbij een noemenswaardige kooktijdsverkortung te veroorzaken.

Een laatste interessant facet van bestralingsonderzoek van gedroogde groenten, in dit geval gedroogde kool en paprika-snijdsels, is de in een octrooi [136] van de Atomic Energy Commission (USA) vastgelegde claim dat relatief zware bestralingen kunnen worden toegepast bij zeer lage temperatuur, zonder het optreden van afwijkend aroma, terwijl wél kooktijdsverkortung optreedt (2-10 megarad na afkoeling tot -180°C met vloeibare stikstof). Uit de gegevens blijkt echter dat het doel van bestraling bij lage temperatuur in dit geval voorbij geschoten wordt daar ook zonder afkoeling bij een bestraling van reeds 2000 krad praktisch géén aroma-afwijking optreedt (in overeenstemming met resultaten op Sprenger Instituut) en een voldoende kooktijdsverkortung wordt gerealiseerd.

7. DEKLAAG OP HET DROGE PRODUKT

In tot nu toe spaarzame gevallen, maar mogelijk een aantal dat voor uitbreiding vatbaar is, past men door dompeling het aanbrenge van een zuurstofwerende deklaag om droge groentestukjes toe, in het bijzonder tot kleurbehoud van gedroogde caroteenhoudende rode wortel. Een regeringspatent van de VS maakt hier in 1952 al melding van [145,146]. Het merkwaardige daarvan is, dat niet alleen sprake is van de kleurbehoudende werking van een zetmeelcoating, maar ook van het opvallend gunstige resultaat van een simpele waterdompeling van het bijna droge produkt. De werkwijze bestaat uit: wassen, schrappen, versnijden, blancheren (stoom), drogen tot ca. 20% vochtgehalte, 2 minuten dompelen in water of in 2% zetmeeloplossing en nadrogen tot 5 à 6% eindvochtgehalte. De Amerikaanse onderzoekers vonden na een 8 weken durende bewaring van het droge produkt in hermetische verpakking bij 30°C:

				caroteenbehoud
ongedompelde controle	verpakt	in zuurstof		25,1%
in water gedompeld	"	"	"	66,2%
en ook na 21 maanden bewaring:				kleur
ongedompelde controle	verpakt	in zuurstof	strokleur	
in water gedompeld,	"	"	"	oranje
in 2½% zetmeelopl. gedomp.	"	"	"	oranje-rood

Onderzoek in 1957 op het Sprenger Instituut bevestigde de resultaten van een dergelijke behandeling en afb. 73 geeft een beeld van caroteenbehoud der verschillende monsters:

- A: niet gedompelde controle
- B: in water gedompeld ná voordroging
- C: in zetmeel opl. " " "

Uit deze gegevens blijkt wel dat de toegepaste behandeling een zekere afsluiting van oxyderende werking van het verpakkingsgas bewerkt. De Amerikaanse onderzoekers veronderstelden dat door de water(zetmeel)dompeling en daarna einddroging een afsluitende film van celinhoudstoffen in het buitenste celweefsel ontstaat. Een korte dompeling is daarvoor reeds voldoende. Bij dit soort dompelingen van fijn versneden produkt is altijd sprake van uitlogingsverliezen van droge stof, die al gauw 10-20% van de opbrengst kunnen bedragen. Het is waarschijnlijk dat dit verlies bij wortelen beperkt zou kunnen worden door niet te dompelen, maar water of een oplossing van dekstof op het produkt te vernevelen. Een nog niet beantwoorde vraag is dan of het kleureffect in het droge produkt even groot is als bij dompeling.

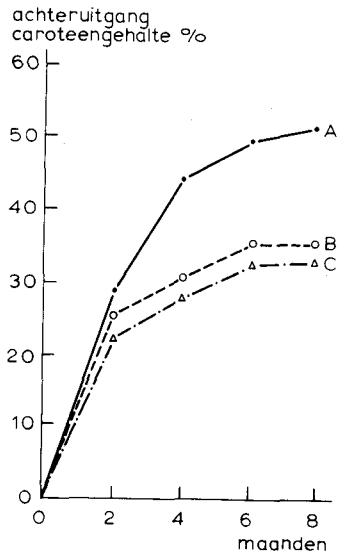
Op het Sprenger Instituut zijn nog andere dekmiddelen onderzocht die door verbetering, intensivering, van de kleur,

het produkt uiterlijk ten goede kwamen, o.a. CMC (carboxymethylcellulose) carraghenaat, pectine. Hiervan gaf alleen CMC een uitstekend resultaat in het droge produkt en bovendien géén afwijking van smaak aroma of consistentie na bereiding.

Overigens, en niet met bovenstaande dompelinvloeden te verwarren, is uit ander onderzoek bekend dat een zekere mate van uitloging van opgeloste celstoffen die bij de Maillard bruinkleuring een rol spelen, een middel is om bij droging, en vooral nadien bij bewaring, een frissere kleur van het droge produkt te bewerken. Daarbij is niet sprake van het tegengaan van oxydatie, maar wel van beperking van de niet-enzymatische bruinkleuring (Maillard). Deze wordt ook door dompeling in SO_2 -baden bestreden (zie hfdst. sulfiteren).

Geheel los van bovenbehandelde deklagen staat de technologie van het aanbrengen van eetbare omhullingen van brosse gevriesdroogde produkten als beschermende en anti-kruimellaag. In het bijzonder in het kader van uitgebreid onderzoek ten behoeve van geschikte licht-gewicht calorierijke happen voor ruimtevaarders zijn samengeperste gevriesdroogde levensmiddelen 'gecreëerd', die ter versteviging gecoat werden met eetbare films met anti-kruimelwerking [147]. Onder meer voldeed een heldere elastische amylose-film, even ondoorlatend voor waterdamp en zuurstof als een vergelijkbare cellulose-film. Volledigheidshalve zij hier nog opgemerkt dat, ter bescherming van gepelde noten, tegen oxydatie ook amylosezetmeel ethers als deklaag ontwikkeld en toegepast zijn [148].

73. Caroteenverlies van gedroogde wortel bij bewaring in lucht, $30^{\circ}C$, 8 mnd.
 A: controle, niet gedompeld
 B: ná voordroging in water gedompeld
 C: ná voordroging in zetmeelopl. gedompeld.



8. SORTEREN

Ook al zijn produkten op goede snijmachines zo homogeen mogelijk versneden, toch is er nog door kleur- en vormverschiedenheid reden om te sorteren, afgezien van vreemde en minderwaardige bestanddelen, die vóór droging de mazen van het kwaliteitsnet zijn gepasseerd of om technische redenen nu pas kunnen worden verwijderd. Bovendien kan een aantal produkten in grove vorm (geheel blad, grote dunne plakken) worden gedroogd en daarna pas gebroken, waardoor sortering op grootte gewenst wordt. Overigens kan opgemerkt worden dat ook door afnemers-wederverwerkers als droge-soepfabrieken, grootte-sortering wordt uitgevoerd waarbij klassering wordt aangepast aan het soepsortiment dat men wil brengen.

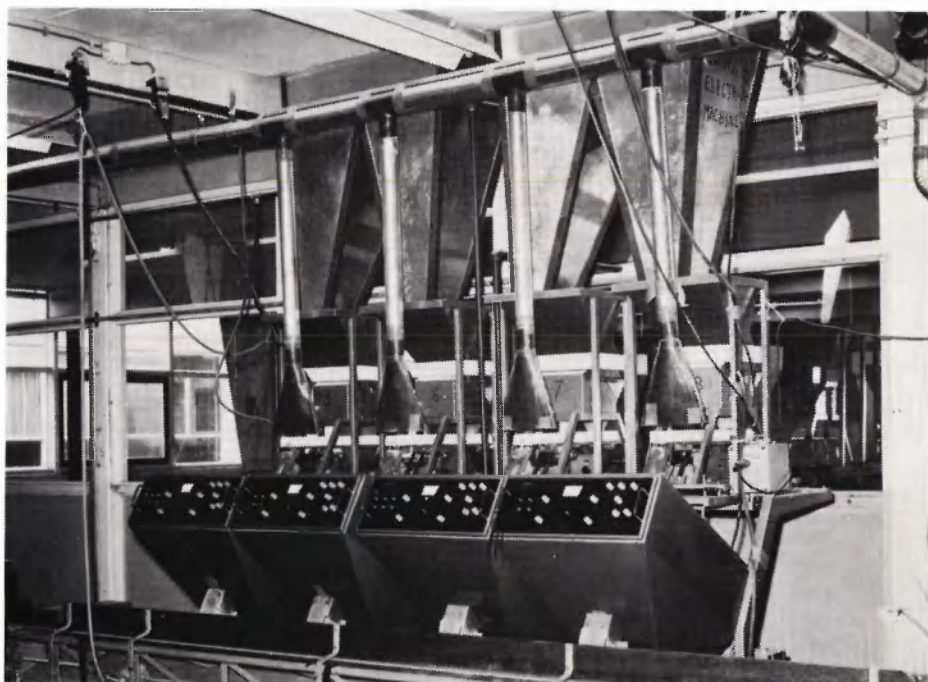


74.

Sorteren van gedroogde groenten met trilzeven (rechts) en windziften (links).

- Verschillende sorteertechnieken kunnen worden toegepast:
1. tril- of schudzeven, sorteren op afmeting met ronde perforaties of sleuven of metaalgaaszeven (afb. 74);
 2. windziften, sorteren op afmeting en gewicht; op deze wijze kan men produktdelen met een afwijkend soortelijk gewicht, zoals de stronk- (pit) delen van kool of de harde bodem van de prei, verwijderen (afb. 74);
 3. elektronisch sorteren op afwijkende kleur (afb. 75); door doseergoten wordt het produkt regelmatig toegevoerd. In de sorteerkoppen worden de deeltjes in hun val door elektronische ogen tegen een gekozen standaardachtergrond bekeken en bij afwijkende kleur wordt de valrichting pneumatisch gewijzigd. Gewenst is een regelmatige stukvorm als bij erwten, aardappel- of wor-

telkubusussen; stiften en minder regelmatig bladprodukt worden op deze wijze niet gesorteerd.



75. Vier elektronische kleursorteereenheden ('de Zaan').



76. Handsortering en ijzerverwijdering door magneten (Top Foods).

4. handsortering, lezen op lopende banden (afb. 76). Ondanks veel mechanisering blijft nog een flink stuk handarbeid over in het verwijderen van minderwaardige en vreemde bestanddelen, in het bijzonder bij produkten die niet elektronisch gesorteerd kunnen worden;
5. signaleren van ferro- en non-ferro-metalen, die magnetisch of op andere wijze verwijderd kunnen worden (afb. 76).

9. VERPAKKEN

Gedroogde groente wordt door de drogerij als halffabri-
kaat, grondstof om verder verwerkt of gemengd te worden, af-
geleverd. Kleinverpakking, als in soepzakjes, komt hier dus
niet ter sprake.

In het algemeen moet de verpakking technisch voldoen aan
de volgende eisen, die strenger zullen zijn naarmate het
produkt gevoeliger is (bijv. gevriesdroogd produkt) of langer
en onder ongunstige condities bewaard moet worden:
bescherming bieden tegen vocht, licht en zuurstofindringing
en tegen aantasting door ongedierte en insecten;
voldoende bescherming bieden tegen mechanische beschadiging
bij behandeling en transport (kwetsbaar gevriesdroogd pro-
dukt);
bovendien mag het verpakkingsmateriaal geen ongewenste (ver-
boden) stoffen aan het produkt afstaan.

De volgende verpakkingen worden bij opslag en transport
van gedroogde groente gebruikt:

1. meervoudig papieren zakken met een polyethyleen tussen-
laag, inhoud ca. 100 l, produktgewicht 10-30 kg; het
papier dient voor mechanische bescherming, de polyethy-
leenvoering voor vochtwering (afb. 77)
2. vaten van hardboard of staal, met topdeksel, eventueel
met binnenzak van polyethyleen, inhoud 200 l, 20-60 kg
droge groente (afb. 78)
3. vertinde blikken, rechthoekig met Engelse sluiting (druk-
deksel) in de top, ca. 50 l, 5-15 kg produkt (afb. 79);
rond blik 3-5 l, met opgefelst deksel.

77.

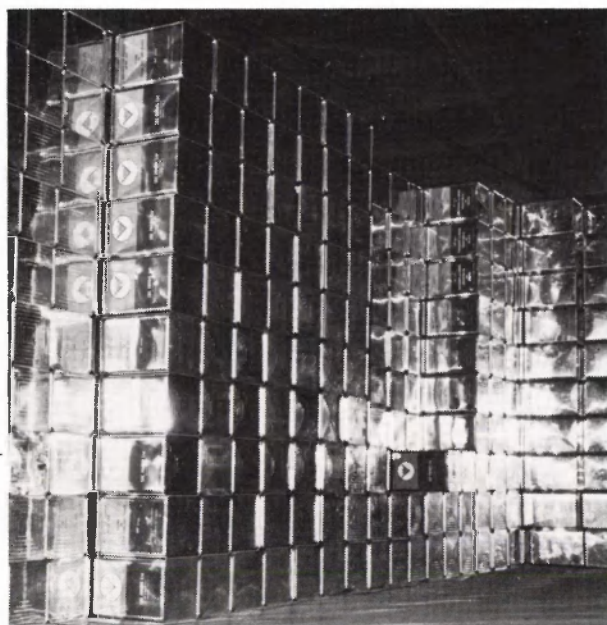
Grootverpakking:
meervoudig papie-
ren zakken met
vochtwerende plas-
tic tussenlaag
(ca. 100 l).





78.

Grootverpakking:
stalen vaten met
topdeksel (200 l).



79.

Grootkeukenverpak-
king: rechthoekige
blikken met ronde
drukdeksel (45 l).

Ten aanzien van de gas(zuurstof)dichtheid moet men zeer kritisch zijn bij bovengenoemde verpakkingen; eigenlijk is alleen het rondgefelste blik betrouwbaar gasdicht; de overige

zal men eventueel individueel moeten controleren op dichtheid.

Begassing

Onderzoek heeft aangetoond dat uitsluiting van luchtzuurstof voor veel produkten een verbeterde houdbaarheid geeft, en vooral onder gematigde temperaturomstandigheden gunstig is.

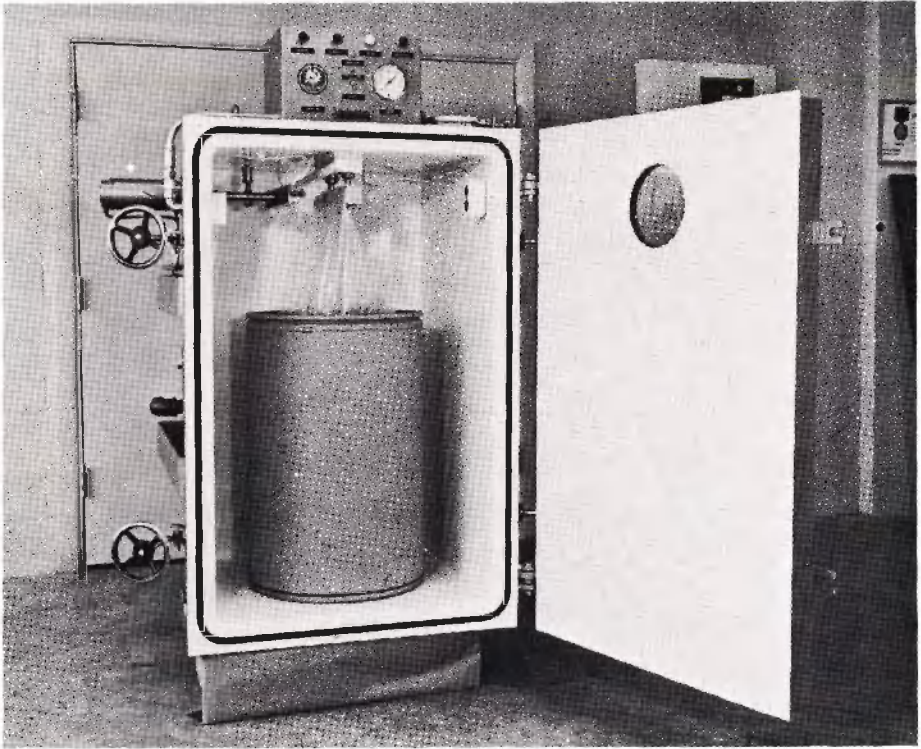
Begassing van grootverpakking kan enerzijds plaatsvinden door verdringing van lucht door stikstof of een ander neutraal gas [121], dat onder in het vat wordt ingevoerd (bijv. met een sonde), of anderzijds door ontluchting en begassing in een geschikte begassingskast waaruit eerst de lucht geëvacueerd en daarna het in-erte gas wordt toegelaten. Men dient er zeker van te zijn dat de vaten gasdicht kunnen worden gesloten; vaak loopt het zuurstofgehalte na begassing door aanwezige lek weer langzaam op. Herbegassing is dan geboden. Ook kan het vat slechts dienen als mechanische bescherming van een gasdichte(?) zak waarin het produkt is verpakt. Kleinere verpakkingseenheden (hotelverpakking) kunnen in begassingskamers worden geëvacueerd (afb. 80). De techniek hiervan komt overeen met die van melkpoederbegassing. Het is bij gedroogde groente, anders dan bij verstuiwings(volle)melkpoeder, in het algemeen niet nodig om in twee trappen (bulk- en kleinverpakking) te begassen om een laag zuurstofgehalte (lager dan 2 à 3%) te verkrijgen. Het grote verschil in vetgehalte en de relatief grote luchtinhoud van de melkpoederdeeltjes tegenover stukjes gedroogde groente spelen hierbij een rol.

Deze produktverschillen spelen ook een rol in de weinige aandacht, die besteed wordt om ook op andere wijze de laatste procenten zuurstof uit de verpakking met gedroogde groente te verwijderen. Bedoeld wordt hier de mogelijkheid tot katalytische binding van resten zuurstof door toevoeging van enkele procenten waterstof aan het stikstof-verpakkingsgas onder bijsluiting in de verpakking van een katalysator (palladiumoxyde). De resten zuurstof en de waterstof verbinden zich dan tot een zeer geringe hoeveelheid water [119]. Voor zeer zuurstofgevoelige produkten onder zware bewaarcondities, bijv. bij langdurige tropenopslag, zou dit een verbetering van de houdbaarheid kunnen betekenen.

Zo bleek uit onderzoek op het Sprenger Instituut dat bij bewaring van gevriesdroogde rode wortelkubussen (1,5% restvochtgehalte) gedurende 9 maanden bij tropentemperatuur (30°C) reeds sterke verbleking optrad bij 1% zuurstof in het verpakkingsgas. Het gaat overigens bij gasverpakking in feite niet om het percentage restzuurstof maar wél om de hoeveelheid (mg) zuurstof in de verpakking beschikbaar voor oxydatie van de in die verpakking aanwezige hoeveelheid oxydeerbaar produkt. Dit kwam in bovengenoemde bewaarproef neer op 0,15 mg O₂/g gevriesdroogde rode wortel bij 1% O₂ in het verpakkingsgas.

Met betrekking tot zeer zuurstofgevoelige gevriesdroogde levensmiddelen, i.h.b. vethoudende (vlees, ei e.d.) wordt

wel gepleit voor een beëindiging van de droging door toelaten van een in-ert gas (bijv. N) in het vriesdroogvacuüm, in plaats van het 'breken' van dat vacuüm, als gebruikelijk, met lucht. Hiermee geeft men het produkt geen enkele kans zich met zuurstof te verbinden. Bij de gebruikelijke breking met lucht zou een daaropvolgende gasverpakking de reeds plaatsgevonden binding van zuurstof moeilijk ongedaan kunnen maken. Bovengemeld onderzoek toonde echter aan dat het opheffen van het vriesdroogvacuüm met stikstof geen voordeel in bewaarkwaliteit van gevriesdroogde wortels opleverde boven het breken met lucht [120] (zie tabel 16).



80. Ontluchtungs- en begassingskamer voor vat met plastic zak (Vacudyne); sluiting van de zak bij gesloten kamer.

Verpakking onder vacuüm wordt voor een toenemend aantal levensmiddelen in consumptieverpakking in metaal of plastic-folie toegepast; deze blijft wel beperkt tot kleine verpakkingseenheden, daar anders de door de atmosfeer uitgeoefende druk te groot zou worden. Bovendien zijn bij verpakking in folie de scherpe punten van droge groente of dergelijke produkten een belemmering voor toepassing van een effectief vacuüm ('noodle punctures'). Voor deze artikelen is in de

toekomst dan ook eerder een stijve metaal- of plasticverpakking bij ontluchting te verwachten.

Tabel 16. Caroteengehalte (mg/100 g) en sensorische beoordeling van gevriesdroogde wortelblokjes; 9 mnd., 30°C

% zuurstof in verpakkingsgas	breken v/h vriesdroogvacuüm met:						
	lucht			stikstof			
	car.	kleur	aroma	car.	kleur	aroma	
0,0				50,8			controle -20°C
0,0	49,3	8,2	7,0	47,6	8,5	6,6	
0,5	39,2	7,2	6,7	38,7	7,5	6,6	
1,0	36,0	7,2	6,7	24,9	5,8	5,6	nog aanvaardb. oranje-rood
3,0	19,9	4,8	5,3	18,7	4,5	5,0	
10,0				7,6	3,0	3,3	reeds zeer sterk opgebleekt
20,0	6,1	2,5	4,3	5,5	2,5	3,3	

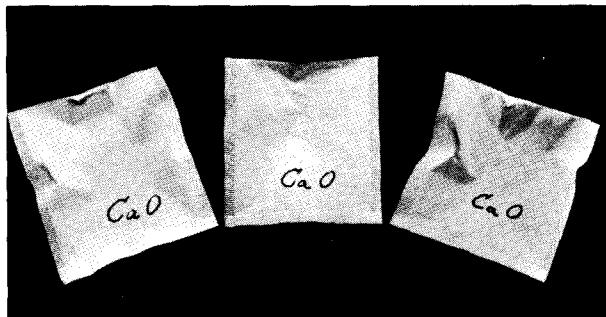
Droogmiddel in de verpakking

Een laag vochtgehalte is in de praktijk wel de belangrijkste factor in het houdbaarheidscomplex van de meeste gedroogde produkten. Om te beginnen was in de conserveringsgeschiedenis het voorkómen van microbiologische bederfreacties het oogmerk van vochtonttrekking. Het bleek, vooral na ontwikkeling van de kunstmatige droging, een redelijk eenvoudige zaak zover in te drogen dat geen bederf in die zin meer kon optreden ($A_w < 0,65$). Vochtgehalten van gedroogde groenten dienen dan minder dan 12-15% te bedragen (de vochtbepalingsmethode is van belang en wordt later besproken). Ter vermindering echter van enzymatische en chemische omzettingen in het 'droge' produkt dient men voor de meeste droge groenten dit niveau naar beneden ver te passen. Kleinstukkige produkten worden tegenwoordig met een vochtgehalte van minder dan 8% afgeleverd, terwijl bladgewassen en dun versneden wortelgewassen op minder dan 5% in de handel worden gebracht. Deze vochtgehalten zijn dank zij fijne versnijding en langduriger nadroging zonder bijzondere ingrepen in het Nederlandse klimaat te bereiken. Wel moet hierbij bedacht worden dat bij hoge luchtvochtgehalten (bijv. aug.-sept.) de nadroog-luchttemperatuur opgevoerd zal moeten worden om een voldoende lage relatieve luchtvochtigheid te verkrijgen. Voor temperatuurgevoelige produkten is dit een nadeel voor de kwaliteit.

Van met lucht gedroogde bloemkool en wortel is bekend dat grove snit, $\geq 8^3$ mm, ook bij langdurig nadrogen moeilijk een lager vochtgehalte krijgen dan 6-7%. Dit is in de eerste plaats te wijten aan de afsluiting van de nog wat vocht-

tiger produktkern van de langsstrijkende drooglucht.

In plaats van intermitterend langdurig nadrogen bij hogere temperatuur bestaat de nog weinig toegepaste mogelijkheid van nadrogen in de vochtdichte verpakking (blikken, vaten) met een 'droogmiddel-in-de-verpakking' (in-package desiccant) [122]. In de spaarzame praktijk van deze methode wordt voor gedroogde groente (of fruitpoeders) uitsluitend gebruik gemaakt van calciumoxyde (ongeblyste kalk, CaO) onderverpakt in een rekbaar, vocht-doorlatend zakje (afb. 81). Via de verpakkingatmosfeer neemt het CaO ten hoogste 30% van het eigen gewicht aan vocht op uit het nadrogend produkt en wordt daarbij geblyst tot het volumineuze hydroxyde Ca(OH)_2 .



81.

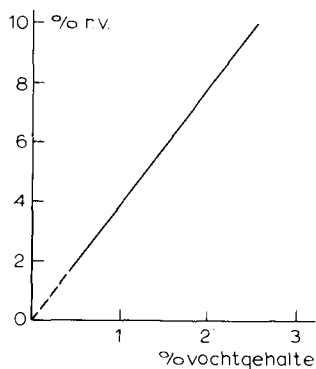
Crêpepapier zakjes met 100 g droogmiddel-in-de-verpakking (calciumoxyde).

Voor verpakking van het CaO gebruikt men bijv. crêpepapier. Per zakje van 100 g CaO kan men dan ca. 30 g water uit het produkt binden. Bij frequenter toepassing van dit voor de kwaliteit zo nuttige hulpmiddel zou men kunnen denken aan een handiger vorm van verpakking en daarnaast ook aan voorgeëxpandeerde CaO dat een stijve patroonvulling mogelijk maakt. Bij grootverpakking dient het droogmiddel op verschillende hoogte tussen het produkt gespreid te worden i.v.m. de beperkte waterdampdiffusie in de verpakking.

De waterdampopnamesnelheid onder deze verpakkingssomstandigheden is temperatuur-afhankelijk. Bij onderzoek op het Sprenger Instituut bleek dat bij 20°C -opslag het produktvochtgehalte binnen 4 weken van 6% naar 3% kon worden gebracht, een niveau waarbij sprake is van uitstekend kwaliteitsbehoud. Per 1 kg verpakt produkt moet men dan 100 g CaO bijsluiten.

Silicagel in verschillende kwaliteiten wordt in de verpakkingpraktijk wel gebruikt als droogmiddel, echter meest alleen voor het drooghouden van de atmosfeer in de verpakking (bijv. roestvrij houden van metalen). De eisen die dan aan de opnamecapaciteit gesteld worden zijn geringer; bij opname van waterdamp door silicagel loopt nl. de waterdampspanning van de gel te snel op en deze voldoet dan niet meer als vochtonttrekkend middel voor gedroogde groente of voor fruitpoeders die bij het gewenste lage vochtgehalte een zeer lage waterdampspanning bezitten (zie afb. 82).

82. Sorptie-isothermen van tomatenpoeder (40-65°C).



Het verdient aanbeveling de verpakkingsruimte te conditioneren op lage luchtvochtigheid (<0,25), wanneer gedroogde produkten met een zeer laag vochtgehalte worden verpakt, bijv. gevriesdroogde groenten of hygroscopische vruchtenpoeders. Wateropneming van het gedroogde produkt wordt dan tot een minimum beperkt en eveneens het plakken van hygroscopisch en thermoplastisch produktpoeder aan de apparatuur. De sorptie-isothermen van de droge produkten spreken in deze een een duidelijke taal.

Tabletteren

Naar gewicht is gedroogde groente in doorsnee slechts één tiende van het ongedroogde uitgangsprодукt, maar het soortelijk gewicht varieert van slechts 0,1 voor luchtig bladachtig produkt tot ca. 0,35 kg/dm³ voor bijv. regelmatige wortelkubussen. Dit geldt voor met lucht gedroogd produkt. Voor gevriesdroogde groente geldt per definitie dat bij behoud van het uitgangsvolume, het soortelijk gewicht van het gedroogde produkt slechts ongeveer één tiende van het uitgangsprодукt is. In tabel 17 zijn hiervan enkele gegevens genoteerd, die illustreren wat het nut kan zijn van een samenpersing tot een soortelijk gewicht van 0,75 à 1,0: een aanmerkelijk voordeel t.a.v. opslag en transport.

Tabel 17. Volume van enkele soepgroenten bij droging.

	begin- gewicht g	begin- volume dm ³	na dro- ging m. lucht dm ³	na vries- droging dm ³	eind- gewicht g
wortel	1000	1,5	0,4	1,3	120
prei	1000	3,6	1,1	2,5	100
ui	1000	2,6	0,8	2,2	110

Mede om dezelfde reden heeft men de pelletisering en tabletering van veevoederprodukten reeds in hoge mate ontwikkeld. Een bijkomend voordeel voor zuurstofgevoelige droge produkten is de veel geringere hoeveelheid luchtzuurstof die in de verpakking aanwezig is t.a.v. de hoeveelheid oxydeerbaar verpakt produkt. Ook bij niet gasdichte verpakking zal samenpersen het toetreden van zuurstof tot het tabletbinnenste bemoeilijken. Als nadelen van het comprimeren hebben tot nu toe steeds gegolden: vergruizeling van de droge groentestukjes, stiften of plakjes door de hoge drukken, en vertraagde wateropname bij herbevochtiging.

Het samenpersen van met hete lucht gedroogde groente, fruit, vlees en mengsels van deze levensmiddelen is in de oorlog en daarna uitvoerig onderzocht in Engeland en de Verenigde Staten, in hoofdzaak voor militaire belanghebbenden. Een overzicht van de resultaten tot 1961 werd door Hamdy gegeven in een publikatie van het Quartermaster Food and Container Institute te Chicago [123]. Hieruit bleek dat in veel gevallen goede resultaten worden bereikt met luchtgedroogd produkt, doch dat nog geen onderzoek verricht werd met gevriesdroogd produkt; de verwachtingen hiervan waren bij voorbaat laag gesteld. Eigen onderzoek op het Sprenger Instituut gaf echter resultaten die beter uitvielen dan verwacht werd [124,125].

Het samenpersen van gevriesdroogd produkt met zeer laag vochtgehalte (1-2%) bleek zonder meer niet mogelijk: men vergruizelt het materiaal geheel. In principe bleken enkele factoren bij tabletering van belang te zijn:

- a. vochtgehalte. Voor het succesvol persen bij kamertemperatuur moest het vochtgehalte van gevriesdroogde wortel, prei, ui en knolselderie worden opgevoerd tot minstens 9%. Hiertoe moesten de produkten korte tijd in een vochtige atmosfeer worden gebracht. Na het persen dient dan een nadroging plaats te vinden om weer tot het gewenste lage vochtgehalte te komen. Combinatie van verwarming en drogen, al of niet in vacuüm heeft echter daarbij nog nooit tot een bevredigend resultaat gevoerd. De tablet-dikte was steeds een belemmering voor voldoende snel ont-wijken van de waterdamp.
- b. verhoging van temperatuur maakte eveneens de produkten min of meer geschikt voor samenpersen. De vervormbaarheid is echter niet alleen afhankelijk van de temperatuur maar ook van het watergehalte en van het gehalte aan thermoplastische stoffen als bijv. suikers.
- c. Uit tabel 18 blijkt dat het suikergehalte o.a. afhankelijk is van groentesoort en herkomst. Ook de wijze van voorbehandelen kan van invloed zijn op het suikergehalte van het gedroogde produkt.

In Aberdeen [123] vond men reeds voor met lucht gedroogde groente dat met water geblancheerd produkt, door uitlo-ging van suikers, moeilijker te persen was dan met stoom geblancheerd produkt, dat meer breuk gaf.

Tabel 18. Suikergehalte (in % droge stof) van enkele groenten

wortel	50
Nederlandse ui	65
Egyptische ui	75
Nederlandse prei - groen	25
Nederlandse prei - wit	40
Franse prei - groen	40
Franse prei - wit	60
selderieknol	25

Voor gevriesdroogde wortelplakjes en uisnijdsel met resp. 3,1 en 4,7% vochtgehalte bleek 60°C een goede perstemperatuur; 50°C gaf reeds breuk. Het geel-witte deel van Nederlandse prei liet zich beter persen dan het groene deel; Franse prei zal door hoger suikergehalte ongetwijfeld betere persuitkomsten geven. Selderieplakjes gaven door lager suikergehalte meer breuk dan wortel en ui.

Het succes van samenpersen blijkt pas bij wateropname tijdens bereiding.

Tabel 19. Wateropname van geperste gevriesdroogde groente

	pers- druk kg/cm ²	vocht- gehalte %	recon- stitutie %
<i>Geperst met verhoogd vochtgehalte</i>			
wortel	—	3,1	87,4
	100	8,5	83,7
ui	—	4,8	63,0
	100	9,0	50,7
knolselderie	—	2,2	65,7
	100	8,0	61,0
<i>Geperst met verhoogde temperatuur (60°C)</i>			
wortel	—	3,6	92,7
	50	3,1	94,1
ui	—	4,7	61,8
	50	4,7	61,8

Het wateropnemend vermogen van de slappere groenten ui en knolselderie is minder dan dat van de steviger wortel. Verhoging van temperatuur bij een niet te laag vochtgehalte geeft betere resultaten dan persen bij verhoogd vochtgehalte en kamertemperatuur. Op uiterlijk beoordeeld waren er slechts zeer geringe verschillen tussen toebereid geperst en ongeperst produkt.

In recente jaren is in de Verenigde Staten, Australië en zelfs in Nederland, in het bijzonder voor militair belanghebbenden het onderzoek voortgezet, eensdeels op het

gebied van samengestelde levensmiddelen als droge soepen en hutspotten [126,127,128] en anderdeels meer gespecialiseerd onderzoek, waarbij ook aandacht besteed werd aan histologische veranderingen van droge en in het bijzonder gevriesdroogde weefsels als die van wortelblokjes en kreuken [129,130,131].

In samengestelde soep- of hutspotgerechten is de aanwezigheid van meer bindende ingrediënten als bijv. vet, vleesextract of HVP (gehydrolyseerd planteneiwit) een voordeel bij het vormen van een geperst tablet of blok. Aan de andere kant is dan door lage smeltpunten de mogelijkheid tot temperatuurverhoging bij persen ook weer problematisch, zodat een gematigde perstemperatuur nodig is of een persing van gekoeld vet (vlees) en verwarmde droge groente, vlak voor de persing bij elkaar gebracht.

De toegepaste drukken zijn in het algemeen matig (50-200 kg/cm²) in vergelijking met die welke toegepast worden bij de uit meer poedervormig materiaal geperste veekeuken (500 kg/cm²); voor gevriesdroogde groente en fruit lijkt 100 kg/cm² wel voldoende voor enerzijds voldoende samenhang zonder fragmentatie en anderzijds redelijk snelle wateropname.

Zoals eerder is opgemerkt zijn dikke tabletten, vooral van met lucht gedroogde groenten, moeilijk 'oplosbaar'. Onderzoek in de Verenigde Staten [126] had o.a. ten doel hiervoor een oplossing te vinden. Daarbij bleek perforeren van de tabletten een onvoldoende verbetering te geven, terwijl het opbouwen van een tablet uit meerdere dunne lagen en deze aan elkaar plakken met een lyofiele stof, bijv. suiker, meer succes had: bij bevochtiging valt de dikke tablet uiteen in onderdelen, die zelf door geringe dikte gemakkelijk rehydrateren. Voor zover bekend is toepassing nog niet tot de civiele markt doorgedrongen.

Tenslotte is niet alleen verwijdering van de luchtzuurstof een factor, die bij samenpersen van gunstige invloed is; ook de uitdrijving van de lucht als totaliteit is een factor die, mits de persdrukken de elasticiteit niet beschadigen, de herbevochtiging kan verbeteren, althans kan versnellen. Dit geldt wel speciaal voor de zeer poreuze gevriesdroogde weefsels waaruit de ingesloten lucht bij rehydratatie niet snel genoeg kan verdwijnen om plaats te maken voor water. We zien dit zeer duidelijk aan het blijven drijven van gevriesdroogd stukkelig produkt in kokend water, in welk geval snelle bevochtiging juist gewenst is. De invloed van luchtafwezigheid bij herbevochtiging wordt prachtig gedemonstreerd bij rehydratatie onder vacuüm. In dat geval wordt het water zeer snel opgenomen.

10. HOUDBAARHEID BIJ BEWARING

Het handhaven van de kwaliteit van gedroogde groente bij opslag en bewaring is, meer dan bij gesteriliseerde conserven, een punt van belang. 'Men' in het gebruikersvlak, vooral de consument, is vaak van mening dat een gedroogd produkt als volconserven een grote houdbaarheid heeft, of het nu in keuken, huiskamer of koele kelder, in etalage of koele droge opslagruimte bewaard wordt. Niets is minder waar, een feit dat zeker aan groentedoroggers, maar ook aan grootafnemers, de droge-soepfabrieken, bekend is en zich uit in geconditioneerde bewaring en zeker ook in geplande opslag en omlooptijd van grondstoffen en eindprodukt. Dit facet van produktie én opslag + verhandeling is dan ook op vele plaatsen onderzocht, vooral in en na de tweede wereldoorlog, i.h.b. in de Verenigde Staten en Engeland. Een produktonderzoek is eigenlijk nooit klaar na verwerking, maar het brengt door de kwetsbaarheid van de kwaliteit steeds bewaaronderzoek als noodzakelijke afsluiting met zich mee.

Uit voorgaande hoofdstukken is al duidelijk geworden dat variatie in de voorbereiding en droging de eigenschappen en daarmee ook de bewaarkwaliteit kunnen beïnvloeden: stoomwater blancheren, sulfiteren, impregneren, droogtemperatuur, eindvochtgehalte en ook de keuze van de grondstof (bijv. meer of minder reducerende suikers bevattend). Naast deze aan het te bewaren produkt inherente verwerkingsfactoren die in de houdbaarheid doorwerken, zijn er meer bepaalde bewaarfactoren die de kwaliteit van buitenaf beïnvloeden.

- a. Verandering van vochtgehalte door vochtmigratie door het verpakkingsmateriaal of door toepassing van een droogmiddel in de verpakking.
- b. Aanwezigheid van (lucht)zuurstof in de verpakking en migratie van zuurstof door het verpakkingsmateriaal.
- c. Bewaartemperatuur.

Van deze 'externe' bewaarfactoren kan in het kort nog het volgende opgemerkt worden:

- a. In de historische reeks: meervoudig papieren zak, idem + gebitumineerde voering, idem + plastic voering, is de laatste uitvoering een thans zeer veel toegepast verpakkingsmateriaal en voldoende dicht om het vochtgehalte van het produkt nagenoeg onveranderd te houden. Voor toepassing van deze redelijk vochtdichte verpakking had men hierover wel zijn zorgen en liep het vochtgehalte, destijds toch al een de hoge kant, nog verder op in te weinig droge opslagruimten. Men zocht de relatieve vochtigheid van deze ruimten wel te verminderen door verwarming, maar kwam daarbij in conflict met de temperatuursinvloed die o.a. de niet-enzymatische bruinkleuring bevordert. Zoals reeds eerder gemeld, bestaat de mogelijkheid van nadroging in de verpakking, waardoor het vochtgehalte al naar gelang van de hoeveelheid droogmiddel meer of minder naar beneden gehaald kan worden. Dit is de meest op de voorgrond tredende invloed op de bewaarkwaliteit van een produkt. Een teruggang van enkele procenten op

het gebruikelijke fabrieksvochtgehalte heeft bijna altijd een zeer opvallende verbetering van de houdbaarheid tengevolge!

- b. Uitsluiting van zuurstof uit de verpakking heeft steeds duidelijk effect op oxydatieve processen, als bijv. oxydatie van caroteen, waardoor gedroogde wortels verbleken.
- c. Uit veel onderzoek is naar voren gekomen dat ook de bewaartemperatuur van groot belang is, vooral bij wat hogere vochtgehalten. Uit de gegevens van het hier te bespreken bewaaronderzoek van het Sprenger Instituut (1956) bleek de temperatuurfactor (Q_{10}) van de sensorische achteruitgang in het gebied van 10-30°C gemiddeld 2 tot 3 te bedragen.

Tabel 20. Houdbaarheid (in maanden) van gedroogde groente onder gevarieerde bewaaromstandigheden.

verpakkingsom- standigheden	wortelen + uien	krotten	boeren- kool	savoocie kool	aardap- pelen
lucht	30°C	4	4	4	6
	20°C	4	12	10	10
	10°C	10	>36	24	12
	0°C	32	>36	36	28
N ₂	30°C	4	6	4	10
	20°C	16	8	10	12
	10°C	32	32	>36	>36
	0°C	>36	>36	>36	>36
N ₂ + CaO	30°C	12	8	>12	>12
	20°C	>36	>36	>36	>36
	10°C	>36	>36	>36	>36
	0°C	>36	>36	>36	>36

Tabel 21. Analyse der monsters aan het begin van de proef

bestanddeel	wortelen + uien	krotten	boeren- kool	savoocie kool	aardap- pelen
vocht (%)	8.6	8.6	8.1	5.8	8.7
asc.zuur (mg%)	-	-	381	293	51
aroma (schaal 0-10)	7/8	7	8	7	7
kleur (schaal 0-10)	7/8	7	8	6	7
peroxydase	-	neg.	neg.	neg.	neg.
imbibitie (gew.gekookt : gew. droog)	5.6	5.4	5.4	8.9	4.3

Sensorische houdbaarheidstermijn

In tabel 20 zijn de sensorische houdbaarheidstermijnen genoteerd, uitkomsten van bovengenoemd bewaaronderzoek met industrieel gedroogde groenten [160] waarvan enkele eigenschappen in tabel 21 zijn vermeld. Houdbaarheidstermijn betekent hier het aantal maanden dat kleur en smaak/aroma sensorisch nog als voldoende werden gewaardeerd.

In het bijzonder zijn bij een dergelijke proef de vochtgehalten van het produkt van belang voor de houdbaarheid. Bij dit minder recente onderzoek liggen deze volgens moderne maatstaven te hoog (merendeels >8%) en hebben een ongunstige invloed op de houdbaarheid gehad. Waar door bijsluiting van het droogmiddel CaO in de hermetisch gesloten blikken het vochtgehalte 2½% (bietten en aardappelen) tot 7½% (boerenkool) verlaagd werd is de houdbaarheid dan ook spectaculair verbeterd.

Behalve lucht-verpakking is verpakking in stikstof toegepast, wat bij enkele produkten een duidelijke verbetering van de bewaarbaarheid geeft. In het bijzonder bij een oxydeerbaar produkt als hutspot, d.i. gedroogde wortel (carooten) + gedroogde ui, is de invloed opvallend positief. Dit geldt zeker niet voor gedroogde kroot.

Naast sensorische beoordeling werden een aantal instrumenteel te meten eigenschappen bepaald, die licht werpen op de aard van de achteruitgang.

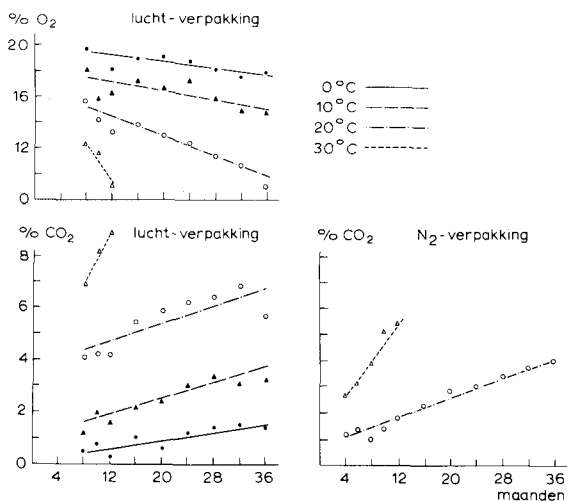
Verpakkingsgas

Analyse van het verpakkingsgas toonde aan dat gedroogde groente tijdens bewaring zuurstof verbruikt en koolzuur produceert, hetgeen een aanwijzing is van de aard van de chemische omzettingen die plaatsvinden (o.a. niet-enzymatische bruinkleuringsreacties). Van praktisch standpunt gezien moet soms zelfs met deze gasontwikkeling rekening worden gehouden, omdat bij hoge bewaar temperatuur (tropen) zoveel koolzuur in de verpakking kan ontstaan dat dit ongewenste blikdeformatie kan veroorzaken. Bij analyse van verpakkingsgas in hermetisch gesloten blikken waaraan het droogmiddel CaO is toegevoegd dient men te bedenken dat gevormd CO₂ direct door het droogmiddel wordt gebonden!

In afb. 83 is de O₂-consumptie en CO₂-produktie in blikken met gedroogde boerenkool grafisch weergegeven, zowel voor verpakking in lucht (O₂ en CO₂) als in stikstof (CO₂). Voor de uitgebreide reeks gedroogde groenten was na 36 mnd. bewaring bij 20°C de verpakkingsgassamenstelling als aangegeven in tabel 22.

Tabel 22. Percentages O₂ en CO₂ in de blikatmosfeer na 36 maanden bij 20°C.

Artikel	Verpakking lucht		Verpakking stikstof
	% O ₂	% CO ₂	% CO ₂
Beginanalyses van alle bussen	20	0,1	0,1
Aardappelen	11,0	4,0	1,5
Bieten	6,8	11,0	3,8
Hutspot	4,5	8,2	5,0
Boerenkool	9,0	6,8	4,0
Savoyekool	10,8	7,5	4,0
Rode kool	11,2	9,4	4,2

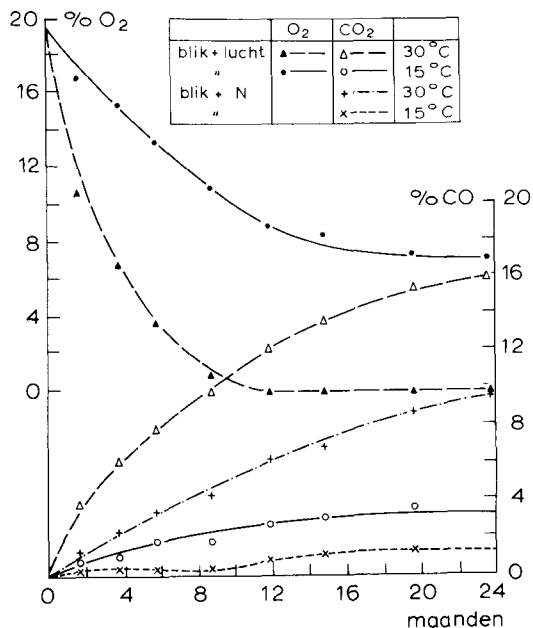


83.

Gassamenstelling in blikken gedroogde boerenkool.

Eenzelfde ontwikkeling deed zich in versterkte mate voor bij een tweejarige bewaring van droge groentesoep in hermetische blikverpakking (bestemd voor militair grootkeukengebruik). Zowel de invloed van het verpakkingsgas (lucht of stikstof) als die van de bewaartemperatuur (gematigd 15°C en tropisch 30°C) wordt hier (afb. 84) duidelijk gedemonstreerd. In dit geval doen, naast droge groenten, ook andere ingrediënten van de droge soep (vet, gehydroliseerd eiwit, kruiden, bindmiddelen) mee aan zuurstofbinding en koolzuurproductie.

84. Gassamenstelling in blikken droge groentesoep.



Ascorbinezuur

Het ascorbinezuurgehalte is, afgezien van de waarde als voedingsstof, niet alleen een uitstekende indicator van kwaliteits aantasting door voorbereiding en droging, maar ook van achteruitgang bij bewaring. Een duidelijke illustratie van dit laatste geeft tabel 23. Het hoge vochtgehalte (8,1%) van de betrokken gedroogde boerenkool accentueert de achteruitgang van het vitamine C-gehalte onder de ongunstige bewaaromstandigheden van temperatuur en verpakkingsgas. Daarentegen is de vergaande verlaging van het vochtgehalte (tot ca. 1%) door bijsluiting van een droogmiddel oorzaak van een volledig behoud, ook onder ongunstige temperatuurcondities. Eveneens werkt begassing met stikstof, door verwijdering van de verpakkingszuurstof reeds gunstig, vooral bij gematigde temperatuur.

Tabel 23. Ascorbinezuur in gedroogde boerenkool in % van het oorspronkelijk aanwezige gehalte (380 mg/100 g); - betekent: niet bepaald.

Verpakking	Temp. (°C)	Bewaartijd in maanden			
		6	12	24	36
blik + lucht	30	1,1	-	-	-
	20	6,0	-	3,3	2,7
	10	35,2	40,9	8,5	8,7
	0	58,5	54,1	35,8	20,9

Vervolg tabel 23

blik + N ₂	30	27,3	—	—	—
	20	44,4	59,3	33,1	32,1
	10	76,1	85,6	96,9	91,6
	0	85,8	85,8	92,2	100,8
blik + N ₂ + CaO	30	73,2	100,0	—	—
	20	83,7	98,2	116,1	86,4
	10	97,5	98,2	113,1	110,6
	0	95,1	98,2	103,9	110,4

De uitkomst van een andere bewaarproef, nu met in blik + lucht verpakte gedroogde peterselie, een bekend vitamine C-produkt, gaf bij redelijk laag vochtgehalte (3,2%) in één jaar de volgende achteruitgang te zien (tabel 24).

Tabel 24. Vitamine C-gehalte gedroogde peterselie mg/100 g (en %)

Bewaarduur mnd.	Bewaartemperatuur	
	15°C	30°C
0	1081 (100)	1081 (100)
3	1061 (98)	684 (63)
6	950 (88)	581 (54)
9	980 (91)	433 (40)
12	764 (71)	343 (32)

Bij gematigde temperatuur blijft hier, dank zij het lagere vochtgehalte, het vitamine C veel beter behouden. Toch vindt bij tropenopslag in 6 mnd. nog een afname plaats tot ongeveer de helft van het oorspronkelijke gehalte.

Wanneer de resultaten van veel droogonderzoek en van analyse van praktijkmonsters samengevat worden, blijkt dat, vergeleken met gesteriliseerde en diepvriesprodukten, gedroogde groenten belangrijk hoge gehalten aan vitamine C kunnen bevatten na de droging, dat ongunstige bewaaromstandigheden (vaaronder een hoog vochtgehalte) het gehalte snel kunnen doen dalen, maar dat daarentegen goede bewaaromstandigheden het gehalte redelijk op het originele peil kunnen handhaven [149].

Imbibitie

De waterwederopname van gedroogd plantaardig weefsel is wel in het bijzonder afhankelijk van de waterbindende eigenschappen van de droge biocolloïden (pectine, eiwit, cellulose). Het is bekend dat door vergaande wateronttrekking reeds een niet-omkeerbare ontarding kan optreden, waardoor direct na droging aanmerkelijk minder water weer opgenomen wordt; althans het wordt moleculair niet zo gebonden als oorspron-

kelijk het geval was. Door centrifugeren kunnen we in verschillende gevallen de bindingskracht vaststellen. Waar het in dit hoofdstuk om gaat is echter een tijdens bewaring mogelijk verdere achteruitgang in wateropnemend vermogen. Naar eerder genoemd onderzoek liet zien, treedt deze pas storend op wanneer sensorische eigenschappen als kleur en smaak/aroma al sterk zijn verslechterd. In tabel 25 is het wateropnemend vermogen van een aantal gedroogde groenten vermeld als zgn. imbibitiefactor (gewicht opgeweekt: gewicht droog), bepaald direct na droging en na één jaar opslag bij 30°C, in blik verpakt met lucht, stikstof en met toegevoegd droogmiddel.

Tabel 25. IF (imbibitie) van gedroogde groenten oorspronkelijk, en na 12 maanden bewaring 30°C.

produkt	oorspronkelijk	verpakking in		
		lucht	stikstof	stikstof + CaO
aardappel	4,1	3,9	3,8	4,0
kroot	5,2	4,7	4,6	5,0
hutspot	5,4	4,8	4,8	5,5
boerenkool	5,3	3,8	3,9	5,4
savoyekool	8,9	7,6	7,9	9,3
rode kool	9,5	7,9	8,1	10,1

Duidelijk is dat verpakking in lucht of stikstof geen rol speelt. Daarentegen heeft vochtonttrekking tot een aanmerkelijk lager gehalte een gunstige uitwerking. Opmerkelijk is dat bij de meest excessieve nadroging in blik (3 koolsoorten tot een vochtgehalte van 1-3%) zeker geen vermindering van het wateropnemend vermogen plaats heeft gevonden. Integendeel, een lichte verbetering zou kunnen worden toegeschreven aan de vrij drastische vochtgehalteverlaging (5,9%) waardoor bij eenzelfde uitgangsgewicht evenredig meer droog produkt bij de rehydratatie betrokken is en dus ook overeenkomstig hogere waarde van het imbibitiequotient te verwachten is. Hier kan zeker niet geconcludeerd worden tot verdergaande ontaarding van biocolloïden door sterke vochtonttrekking, een fenomeen dat speciaal bij het drogen van eiwitten naar voren wordt gebracht. Tenslotte zij hier nog eens benadrukt dat in de industriële praktijk zelden van omstandigheden sprake zal zijn waarbij de hierbovengenoemde achteruitgang zal optreden, en niet dan nadat uit anderen hoofde het artikel sensorisch reeds onaanvaardbaar is.

SO₂-gehalte

Dat bij bewaring het SO₂-gehalte van een gesulfiteerde gedroogde groente, afhankelijk van vochtgehalte, verpakkingsatmosfeer en bewaartemperatuur, achteruitloopt is reeds uitvoerig aangetoond en besproken in hfdst. 4 waar de invloed

van sulfitering op bloemkool en knolselderie aan de orde kwam. SO₂ kan bij bewaring vervluchtigen en, afhankelijk van de doorlaatbaarheid van de verpakking, verdwijnen. Van gedroogde groente is niet bekend dat deze in de industriële praktijk na bewaring ooit wordt geresulfiteerd om het SO₂-gehalte weer op hoger peil te brengen. Dit wordt wél toegepast bij gedroogd blank fruit, dat mede wegens het zure karakter het opgenomen SO₂ tijdens bewaring gemakkelijker loslaat. Afgezien van deze vermindering door vervluchtiging is er ook sprake van chemische binding in het produkt door oxydatie of anderszins; verdere oxyderende en bruinkleuring-bevorderende reacties, enzymatisch of niet-enzymatisch, kunnen dan hun werking gaan uitoefenen.

Bij de eerder besproken achteruitgang van de kleur van gesulfiteerde geblancheerde bloemkool, tijdens bewaring verpakt in hermetisch gesloten blik, is evenzeer sprake van gelijktijdige, evenredige daling van het SO₂-gehalte. Hier is, gezien het blancheren, sprake van niet-enzymatische bruinkleuring, een bij gedroogde groenten zeer veel voorkomende kwalitatieve achteruitgang. In gevallen van niet-blancheren kan daarnaast ook sprake zijn van enzymatische bruinkleuring, bijv. bij onvoldoend gesulfiteerde knolselderie of ui; ook gedroogd blank fruit (appels, abrikoos, rozijn) is hieraan onderhevig. Niet-geblancheerde gedroogde (tuin)kruiden, oorspronkelijk meest frisgroen van kleur kunnen, afhankelijk van de bewaarfactoren, bruinkleuring gaan vertonen die zowel van enzymatisch als niet-enzymatisch karakter kan zijn. Dit kan tevens gepaard gaan met duidelijke aantasting van het aroma ('hooilucht' en 'droogaroma').

Men kan trachten door middel van instrumentele kleurmeting (zie blz. 173) een indruk te krijgen van de intensiteit van de optredende bruinkleur(en). Bij de reeds hiervoor besproken bewaarproef met droge soepgroenten is dit gebeurd met gedroogde savoyekool en met ui, waarvan in tabel 26 extinctiewaarden van extracten zijn genoteerd (Unicam SP 500).

De instrumentele metingen werden verricht met een Engelse colorimeter in water/alcohol extract 50/50 (filter 43). De gevarieerde bewaaromstandigheden weerspiegelen zich in de extinctiewaarden. Bij vergelijking met de sensorische waardering bleek dat in deze twee gevallen een tamelijk nauw verband bestond tussen de instrumenteel en de sensorisch gemeten waarden, zowel van het droge als van het bereide produkt.

	corr.coëff.	
	droog	bereid
gedroogde savoyekool	-0,85	-0,80
gedroogde ui	-0,85	-0,76

In dit geval was het sensorische 'omslagpunt' voldoende/onvoldoende gelegen tussen de extinctiewaarden 75 en 100. Bij andere, meer gekleurde produkten bleken de gevonden waarden minder goed te correleren, vermoedelijk door invloed van produkt-eigen kleurstoffen in het extract. In principe moet het echter mogelijk zijn om te komen tot aanvaardbare bruinkleuringsnormen voor droge produkten. Deze zijn er thans

echter nog niet.

Verbleking is een vrij frequent optredend verschijnsel bij bewaring o.a. veroorzaakt door oxydatie van carotenoiden bevattende produkten als droge wortel, aardappel, gedroogde bladgroente en kool. Een op peil gehouden SO₂-gehalte kan, voorzover toegestaan, deze verbleking tegengaan. Daarnaast bestaan echter betere uitwegen als uitsluiting van zuurstof, vermindering van vochtgehalte en lage temperatuuropslag, althans vermindering van hogere bewaartemperaturen.

Eindvochtgehalte

Vergaande vermindering van het eindvochtgehalte is op verschillende plaatsen in het voorgaande reeds genoemd als belangrijke factor ter verbetering van de houdbaarheid. Tot voor kort werd aangenomen dat een zo laag mogelijk vochtgehalte altijd voordeel bood, in het bijzonder door belemmering van Maillard-reacties. In de laatste jaren komt men tot de overtuiging dat voor een aantal groepen van levensmiddelen uiteenlopende 'optimale' vochtgehalteniveau's gelden, die soms hoger liggen dan voordien werd aangenomen. In het geval van gevroesdroogde produkten wordt men hiermee in het bijzonder geconfronteerd in verband met de lage vochtgehalten die bij deze wijze van drogen in de eindfase bereikt kunnen worden. Ter verklaring van deze verschillen in optimaal vochtgehalte wijst men op de Brunauer-Emmet-Teller (BET) adsorptietheorie [161], volgens welke het vochtgehalte dat correspondeert met een monomoleculaire laag geadsorbeerd water in het produkt, het meest gunstig voor de houdbaarheid zou zijn. Zo werd vastgesteld dat rode pepers een verminderde kleurstabiliteit tonen bij een vochtgehalte van minder dan 1,9%; oxydatie van caroteen en lycopen vond in sterke mate plaats beneden deze vochtgrens; van rode wortel was een dergelijk gegeven al zelfs bij hoger vochtgehalte reeds jaren geleden bekend. Vetoxydatie treedt bij de laagste vochtgehalten ook eerder op, en hoewel verse groenten maar enkele tienden van procenten aan vet bevatten, betekent dat voor het droge produkt 2% tot 5%, en bij oxydatie het ontstaan van voor deze produkten zeer afwijkende aroma's. Voor gevriesdroogd vlees en gedroogde melk zijn eveneens gegevens in dit opzicht bekend geworden: optimale houdbaarheid bij een vochtgehalte dat overeen zou komen met de zgn. monomoleculaire waterlaag. Daarbeneden treedt verhoogde oxydatie op.

Vermoedelijk binden deze watermoleculen de aanwezige actieve plaatsen op de oppervlakte van het produkt en verhinderen zo de reactie van zuurstof met functionele groepen, reacties tussen aangrenzende polaire groepen of andere ongewenste omzettingen. Aan de andere kant blijft natuurlijk het feit dat bij stijgen van het vochtgehalte boven dit optimum punt, de houdbaarheid uit anderen hoofde (bijv. Maillard-reactie, enzymatische bruinkleuring of samenklonteren van poeders) weer achteruit kan gaan.

Burke en Decareau [162] geven 4 produktgroepen aan met ieder eenzelfde type dampdrukisotherm voor de daartoe beho-

Tabel 26. Extinctiewaarde ($E \times 10^3$) van extract van gedroogde savoyekool en ui.

verpakking temperatuur	vocht- gehalte	na ... mnd. bewaring													
		savoyekool						ui							
	kool ui	0	2	4	6	8	10	12	0	2	4	6	8	10	12
blik + lucht	5,8 8,6														
30°C		53	87	115	118	151	221	-	56	94	167	225	367	535	-
20°C		53	60	64	60	62	74	80	56	63	66	77	76	79	100
blik + stikstof	5,8 8,6														
30°C		53	69	72	82	91	141	-	56	87	178	221	326	486	-
20°C		53	56	52	51	51	72	69	56	64	70	76	79	86	97
idem + CaO	2,0 4,6														
30°C		53	66	65	55	57	66	81	56	65	91	75	82	80	103
20°C		53	61	60	52	49	58	70	56	60	74	60	53	62	58

rende droge produkten:

- a. zetmeelprodukten (erwten, bonen, mais enz.) bij 20°C een monolaagvochtwaarde van ca. 6% (in evenwicht met 15% r.v.);
- b. eiwitprodukten (vlees, vis, kaas, ei enz.) bij 20°C een monolaagvochtwaarde van ca. 3½% op vetvrije basis (in evenwicht met 8% r.v.);
- c. groenteprodukten (wortelen, doperwten, paprika enz.) bij 20°C een monovochtwaarde van ca. 2% (in evenwicht met 6% r.v.);
- d. gedroogd fruit, met een extra hoog suikergehalte, bij 20°C een monovochtwaarde van <1% voor optimale houdbaarheid.

We zien hieruit wel dat speciaal voor conventionele droge groente en fruit deze optimale vochtgehalten (2 en 1%) alleen maar voor gevriesdroogd produkt gelden en men bij met lucht gedroogd produkt zonder meer nooit aan deze lage waarden toekomt. Overigens dient hier wel opgemerkt te worden dat, voorzover bij suboptimale vochtgehalten sprake is van verhoogde oxydatie, deze kan worden bestreden door evacuatie of verpakking onder in-ertgas, zodat extra lage vochtgehalten dan toch nog gunstig kunnen zijn voor de houdbaarheid.

Behalve de in het voorgaande besproken resultaten van grotendeels eigen (Sprenger Instituut) onderzoek op het gebied van gedroogde groente, heeft in de jongste jaren een aantal onderzoekers zich intensief beziggehouden met het probleem van de houdbaarheid van droge levensmiddelen in het algemeen, vooral in samenhang met het restvochtgehalte en de mogelijkheden van oxydatie [154,155,156,157,158]. Niet alleen de uiteraard complexe natuurprodukten waren hierbij betrokken, ook onderzoek van modelstoffen speelde daarin een rol, zoals bij proeven betrekking hebbend op enzymatische splitsing van vetachtige stoffen of op oxydatie van glucose of caroteen en wel op verschillende punten van de vochtsorptie-isotherm van deze stoffen [150,151].

Een belangrijk facet lijkt ook het onderzoek waarbij nagegaan wordt welke stoffen of produkten gunstige (bijv. antioxyderende) invloed hebben bij het drogen van combinaties van produkten, sausen, hutspot enz. [159].

Een recent overzicht van literatuur over de chemische stabiliteit in verband met de vochttoestand van droge levensmiddelen is afkomstig van Natick Laboratories van het Amerikaanse leger [152]. Uit het belang van lichtgewicht, houdbare militaire rantsoenen volgt de belangstelling van deze instelling voor dit probleem en van eigen onderzoek op dit gebied. Een recente conclusie [153] heeft betrekking op de complexiteit van verpakings- en bewaarproblemen van de grote verscheidenheid van droge levensmiddelen, waarmee men in onderzoek en praktijk te maken heeft: "Ieder natuurlijk voedsel is een wereldje op zichzelf, met eigen chemische samenstelling en een eigen fysische structuur. Alleen het direct daarop gerichte onderzoek kan bepalen welke mate van indroging, zowel uit kwaliteits- als ook uit kostenooqpunt, wenselijk is voor ieder afzonderlijk produkt".

11. MICROBIOLOGISCHE ASPECTEN

De microbiologische gesteldheid van droge produkten, ook gedroogde groente, heeft in de laatste jaren meer aandacht gekregen. Een reden hiervan is ongetwijfeld het op grotere schaal dan vroeger verwerken van droge produkten in min of meer kant-en-klare droge gerechten, gesteriliseerde soepen, babyvoeding, sausen e.d. waar lage kiemgetallen gewenst zijn.

Bij behandeling van het blancheerproces (blz. 46) is reeds gesproken over besmettingsfactoren en ontwikkelingskansen voor microörganismen. De aard en mate van besmetting van het produkt direct na droging zijn afhankelijk van 'de besmetting van de grondstoffen, de doelmatigheid van verwerkingsfactoren als wassen, schillen, versnijden, blancheren, drogen, sorteren en verpakken en van de technische en menselijke hygiëne in het bedrijf. Een overzicht van het samenspel van deze factoren wordt in microbiologisch opzicht o.a. gegeven door Mossel in zijn bespreking van de grondslagen van de conservering van voedingsmiddelen door droging [163,164].

Daar ook ná droging, bij opslag, nog veranderingen optreden in microbiologisch opzicht, nl. afsterving die afhankelijk is van de bewaaromstandigheden, geeft een bepaalde eindtoestand als momentopname geen informatie over de infectiegeschiedenis van het betrokken produkt. Daarvoor zou het nodig zijn op verschillende momenten tijdens de verwerking de microbiologische toestand van het produkt te analyseren. Wél wijst een hoog kiemgetal van het droge produkt óf op onvoldoende bestrijding van initiële infectie óf op ongewenste ontwikkeling tijdens of na de verwerking. Het type van microörganismen kan aanwijzingen geven over de aard van die infectie.

Om naast de weinige gegevens betreffende kiemgetallen bij de verwerking een beeld te krijgen van de besmetting van het droge produkt, zoals dit bij de afnemers van de drogerijen, de soepfabrieken, in opslag voorkomt, en waar dus produkten onder zijn van verschillende herkomst en leeftijd, werd op het Sprenger Instituut een 400-tal monsters gedroogde groente in microbiologisch opzicht geanalyseerd [166]. Het is moeilijk om in klein bestek een indruk te geven van de enorme variatie in besmettingsintensiteit in alle categoriën van microörganismen. Zonder extremen te vermelden zijn in tabel 27 van verschillende produkten en herkomsten voorbeelden gegeven van minder en meer besmette monsters.

De vermelde cijfers geven een indruk van het gevarieerde niveau van 2 geblancheerde en 2 ongeblancheerde produkten, die zich overigens in de verwerkingstechnologie ten aanzien van besmettings- en vermeerderingskansen van kiemen, verschillend gedragen in voorberekings- en droogapparatuur.

Tabel 27. Spreiding van kiemgetallen van enkele gedroogde groenten per gram droog produkt.

produkt	fabriek	aantal monsters	coli	flat sour	thermo-fielen	totaal kiemgetal x 10 ³
wortel	A	18	0- 20	0- 20	0- 40	20- 120
"	B	10	130-20000	0- 0	0- 400	500- 8950
groene savoyekool	A	5	400- 4200	0-3200	230-80000	5000-20000
"	B	15	0- 220	20- 40	70- 320	10- 750
selderieblad	A	16	0- 300	0- 0	20- 50	230- 3590
"	C	8	0- 0	0- 10	170- 520	80- 160
witte prei	A	15	0- 20	0- 20	10- 50	200- 2000
"	C	11	0- 350	0- 500	200- 800	400- 1200

Men kan zich nu afvragen wat bij opslag en bewaring t.a.v. de oorspronkelijke kiemgetallen na droging gaat veranderen, welke factoren daarop van invloed zijn en wat men in dit opzicht nog actief daaraan kan doen. Uit onderzoek bleek bij bewaring van normaal, commercieel produkt afsterving van microorganismen op te treden. De afstervingsnelheid is afhankelijk van de produktsamenstelling (ui heeft bijv. bactericide eigenschappen), van het vochtgehalte, het verpakkingsgas en de bewaartemperatuur. Ter verduidelijking worden in tabel 28 enkele van de resultaten gegeven van een bewaaronderzoek met gedroogde prei en knolselderie, uitgevoerd op het Sprenger Instituut [167].

Tabel 28. Kiemgetallen van gedroogde prei en knolselderie tijdens bewaring onder gevarieerde opslagcondities.

vochtgehalte %	temp. °C	bewaarduur, mnd.	coli	thermo-fielen	totaal kiemgetal x10 ³
<i>prei</i>					
3,2	15	0	700	60.000	400
"	"	6	0	24.000	200
"	"	12	0	6.000	114
"	30	6	0	12.000	40
"	"	12	0	5.000	34
"	-20	12	0	60.000	390
<hr/>					
6,1	15	0	1600	70.000	1.200
"	"	6	0	34.000	60
"	"	12	0	4.000	28

(Vervolg)

vocht- gehal- te %	temp. °C	bewaar- duur, mnd.	coli	thermo- fielen	totaal kiem- getal $\times 10^3$
6,1	30	6	0	800	10
"	"	12	0	500	6
"	-20	12	0	134.000	600
<i>knolselderie</i>					
2,3	15	0	200	2.000	800
"	"	6	500	500	380
"	"	12	150	100	188
"	30	6	0	700	110
"	"	12	0	400	15
"	-20	12	0	200	578
7,5	15	0	400	2.000	400
"	"	6	270	100	70
"	"	12	0	0	30
"	30	6	0	200	10
"	"	12	0	100	<0,2
"	-20	12	110	100	366

In alle gevallen, ook de hier niet vermelde, bleek een hogere bewaartemperatuur (30°C) en een hoger vochtgehalte een snellere afname van de bacterieaantallen tengevolge te hebben; beide invloeden versterken elkaar. Bovendien, en dit is in de tabel niet opgenomen, moet een beschermende werking worden toegeschreven aan verwijdering van zuurstof door stikstofbegassing. Een typisch verschil tussen de hier gedemonstreerde produkten lijkt naar voren te komen in het feit dat de colibacteriën op knolselderie langer levensvatbaar bleven dan op prei; bij thermofielen was juist het omgekeerde het geval.

Hier kan dus vastgesteld worden dat, men zou kunnen zeggen: jammer genoeg, de voor behoud van andere kwaliteitskenmerken gunstige bewaaromstandigheden als laag vochtgehalte, lage temperatuur en stikstofbegassing, ook gunstig werken t.a.v. vitaliteitsbehoud van microorganismen op het droge produkt.

Dat in het voorgaande alleen gegevens van onderzoek op het Sprenger Instituut naar voren zijn gebracht betekent niet dat er geen belangrijk en recenter bronnenmateriaal in de betreffende literatuur aanwezig is. In opdracht van de reeds eerder genoemde US Army Natick Laboratories is door Wells studie gemaakt van de microbiologie van enkele gevriesdroogde levensmiddelen, waaronder groente en fruit [168]. Het is duidelijk dat vriesdrogen, door de van luchtdrogen wel zeer afwijkende vries- en droogomstandigheden,

door de uiteindelijk meestal relatief zeer lage eindvochtgehalten en door het gebruik dat men van deze droge producten in kant-en-klaar levensmiddelen maakt, speciale belangstelling voor deze produkten in microbiologisch opzicht rechtvaardigde. Bij dit onderzoek werden de grondstoffen geïnoculeerd met bekende pathogene bacteriën. Het totale vriesdroogproces reduceerde de levensvatbaarheid met 90% of meer van de vegetatieve vormen van 5 bacteriesoorten, en met 50% of meer voor sporen van *Clostridium botulinum*. De grootste reductie werd vastgesteld na het invriesproces! Hierbij is ongetwijfeld de invriessnelheid en de samenstelling van het levensmiddel van invloed geweest. Ook de zuurgraad van het produkt was van invloed. Een deel van het onderzoek was gericht op de verandering tijdens bewaring bij verschillende temperaturen, waarbij gelijksoortige tendenzen als bij eigen onderzoek werden vastgesteld.

Vaughn [169] heeft ca. 300 monsters gedroogde uien en knoflook onderzocht op de aanwezigheid van: thermofiele sporen die voor de kwaliteit van belang kunnen zijn, coliforme en melkzuurbacteriën, pectine-splitsers, psychrofile bacteriën en totaal kiemgetal. Hij kwam tot de conclusie dat géén van deze groepen alléén kon dienen als index van microbiologische kwaliteit, aangezien droge ui en knoflook in zo uiteenlopende eindprodukten terecht komen (produkten die gepasteuriseerd of gesteriliseerd worden, in min of meer zuur milieu, diepgevroren of ook droog blijvend!). De keuze van de testorganismen(n) dient volgens hem bepaald te worden door de uiteindelijke bereidingswijze en het gebruik van het betreffende levensmiddel. Hij meent dat voor algemene kwaliteitscontrole van deze droge grondstoffen de bepaling het totale kiemgetal de meest bruikbare aanwijzing geeft.

Een ander vermeldenswaard voorbeeld, nu van de Nederlandse onderzoekers Holtzapffel en Cutinho [170] betreft beproeving van geblancheerde en ongeblancheerde gedroogde aardappel en groente, en wel kort na droging. Bij gedroogde aardappelstiften werd ook de invloed van bewaring onder lucht en stikstof bestudeerd. Wat betreft groente werd o.a. een vergelijking getroffen tussen geblancheerd en ongeblancheerd produkt ten aanzien van totaal kiemgetal en het aantal enterobacteriaceae. Een samenvatting van de resultaten wordt in tabel 29 vermeld.

Tabel 29. Kiemgetallen van gedroogde groente

groente	aantal monsters	totaal kiemgetal/g					enterobacteriaceae/g			
		<10 ³	10 ³ - 10 ⁴	10 ⁴ - 10 ⁵	10 ⁵ - 10 ⁶	>10 ⁶	<10	10- 10 ²	10 ² - 10 ³	>10 ³
geblancheerd:										
wortel	27	-	3	3	10	11	7	15	5	
prei	2	1	-	-	1	-	-	-	2	
kool	1	-	-	1	-	-	-	1	-	
totaal	30	1	3	4	11	11	7	16	7	

Vervolg

groente	aan- tal mon- sters	totaal kiemgetal/g					enterobacteriaceae/g			
		$<10^3$	10^3 - 10^4	10^4 - 10^5	10^5 - 10^6	$>10^6$	<10	10 - 10^2	10^2 - 10^3	$>10^3$
ongeblancheerd:										
prei	21	-	-	2	12	7	1	3	8	9
knolselderie	19	-	3	12	4	-	12	6	1	-
	40	-	3	14	16	7	13	9	9	9

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de monsters uit één bedrijf afkomstig waren. Uit de gegevens van het Sprenger Instituut is naar voren gekomen dat zich systematische verschillen kunnen voordoen tussen dezelfde produkten van verschillenden de bedrijven.

Bij een bewaarproef met gedroogde aardappelstiften bleek bewaring onder lucht een sterkere achteruitgang in totaal kiemgetal te geven dan bewaring onder stikstof (in 16 weken resp. 79% en 58% reductie). Ook het aantal Enterobacteriaceae liep zeer sterk terug (na 16 weken 98% reductie). Overlevend bleken in hoofdzaak cocci; geconstateerd werd dat, beter dan totaal kiemgetal, het aantal enterococci een geschikte aanwijzer is om na bewaring iets te zeggen over de hygiëne bij verwerking. Differentiatie daarvan in groepen kan van belang zijn voor het verkrijgen van informatie over aanwezigheid van pathogenen.

Verder wordt nog verwezen naar Mossel [165], die na een ecologische motivering van de mogelijk voorkomende eventueel pathogene kiemen, de nadruk legt op de wenselijkheid van preventieve microbiële kwaliteitsbeheersing van het droge produkt, naast de repressieve kwaliteitscontrole in dit opzicht. En wel met de volgende in het kort weergegeven maatregelen:

1. systematische microbiologische controle van de aan te kopen grondstoffen;
2. optimale keuze van alle behandelingen met een microbicide effect (verhitten, drogen, bevriezen enz.);
3. beheersing van deze parameters binnen zeer nauwe grenzen;
4. regelmatige controle van de microbiologische gesteldheid van alle apparatuur waarmee de produkten in aanraking komen;
5. systematische koeling op lage temperatuur van produkten met $A_w > 0,60$, daar waar zich microörganismen kunnen ontwikkelen (ook toxinevorming);
6. microbiologische kwaliteitsbeheersing van de luchtvoorziening;
7. voorkómen van kruisbesmetting van schoon eindprodukt met vuile grondstof e.d.;
8. microbiologische controle bij aankoop van verpakkingsmateriaal;
9. systematische bewaking van het verpakte eindprodukt met betrekking tot vraat aan, of mechanische beschadiging van

de verpakking, vermijden van sterke waterdampmigratie in het produkt (temperatuurverschillen!), opslag bij hoge relatieve vochtigheid e.d.

"Principieel behoeft bij toepassing van een dergelijk systeem van preventieve microbiologische kwaliteitsbeheersing nauwelijks onderzoek van monsters eindprodukt door de fabrikant plaats te vinden. Niettemin zullen afnemers dikwijls wel zulk onderzoek verlangen, ten dele als controle op de preventieve kwaliteitsbeheersing, maar bovendien omdat de wetgeving in de meeste landen - naast eisen aan de fabricage - ook microbiologische eisen stelt aan de in de handel aanwezige produkten."

Tot besluit hierna nog een enkel woord over twee methoden die een gehele of gedeeltelijke ontsmetting van reeds gedroogde produkten mogelijk maken, nl. het desinfecteren met een bactericide gas (i.c. etheenoxide) of met bacteriedodende ioniserende straling. De eerstgenoemde 'koude sterilisatie' methode wordt min of meer ten overvloede vermeld, daar deze werkwijze in Nederland voor gedroogde groenten niet mag worden toegepast; voor kruiden en specerijen, produkten die in het menu maar in relatief zeer geringe hoeveelheden geconsumeerd worden, is deze wijze van ontsmetten (nog) wel toegestaan met een limiet van 50 mg etheenoxide/kg droog produkt. Ook in het buitenland heeft men het gebruik voor dit doeleind bestudeerd en ten dele gelegaliseerd [171,172].

De begassing vindt plaats na evacuatie van het produkt opgesteld in niet-gasdichte verpakking in gaskamers, door het toelaten van een mengsel van etheenoxide en koolzuur (explosiegevaar). Behalve insecten wordt ook een groot deel van de microflora gedood; mate en snelheid van afdoding zijn afhankelijk van gasconcentratie, vochttoestand van het produkt, temperatuur, begassingsduur en bereikbaarheid van de kiemen voor het gas. Bezwaren van de toepassing zijn de restanten giftig etheenoxide, die na be- en doorluchting van het produkt na de desinfectie achterblijven, en, wat belangrijker is, de vorming van een reactieprodukt van etheenoxide met eventueel in het produkt aanwezig chloor (ook gebonden chloor) tot etheenchloorhydrine, een zeer moeilijk te verwijderen giftige stof [173,174].

Een enkele opmerking met betrekking tot de invloed van ioniserende bestraling op het kiemgetal van gedroogde groente is al geplaatst op blz. 117 waar de verkorting van de kooktijd door dit type bestraling werd besproken. Daarbij werd, als effect van secundair belang in dit kader, een sterke teruggang van het totaal kiemgetal bij enkele bestraalde gedroogde produkten vastgesteld. De bij de verzachtingstechniek toegepaste bestralingsdoses liggen relatief hoog. Voor vergaande desinfectie zijn nl. de voor verzachting benodigde stralingsdoses van 1000-3000 krad meer dan voldoende. Een recenter onderzoek betreffende het ontsmetten van specerijen door middel van bestraling [175] heeft hierover uitvoeriger gegevens verschaft, die ongetwijfeld ook waarde hebben voor gedroogde groente. Voor het terugbrengen van het hoge initiële kiemgetal van 10^6 à 10^7 van normaal zwaar besmette zwarte peper tot een zgn. kiemarm produkt met een kiemgetal van minder dan 100 per gram bleek een gammabestraling van 1000 krad voldoende te

zijn [176]. Overleving van sporen van pathogenen zou echter nog meer in detail moeten worden onderzocht in verband met bepaalde toepassingen van op deze wijze gedesinfecteerde producten.

Vooraf in de vleeshalfconservenindustrie is de besmettingsgraad van de toe te passen specerijen en kruiden van belang. Tegenwoordig wordt de reeds hiervoor behandelde begassing met etheenoxide toegepast. Bestraling wordt nu als alternatief 'zonder chemische middelen' gesteld. De gegevens over het belangrijke facet van de nadelinge geurveranderingen door bestraling blijken gunstig uit te vallen in het genoemde onderzoek; dit zou ook, gezien de eigen ervaring met gedroogde groente bij die bestralingsdoses, wel verwacht kunnen worden. Overigens wordt speciaal door de geur en smaakstoffen nog een ander alternatief gesteld in de vorm van oleoresins, kiemvrije of kiemarme extracten en/of destillaten van specerijen en kruiden!

Hoe dit ook zij in het veld van kruiden en specerijen, in ieder geval laat zich voor gedroogde groenten concluderen dat deze bij bestralingsdoses van 500-1000 krad sterk gedecontamineerd worden. Bij deze dosis zal, volgens eigen onderzoekresultaten, bij bereiding hoogstens een geringe verzachting en een nauw merkbare aromaverandering te verwachten zijn.

Beter dan deze, om met Mossel te spreken, repressieve werkwijzen blijft overigens het preventief hygiënisch werken, wat echter bij specerijen, die voor een deel uit in dit opzicht minder ontwikkelde gebieden komen, wel op grote bezwaren stuit.

12. VOEDINGSWAARDE

Uit voorgaande hoofdstukken is duidelijk geworden dat in de verwerkings 'geschiedenis' van het droge produkt veel factoren zijn die de kwaliteit, ook vanuit het oogpunt van voedingswaarde, sterk kunnen beïnvloeden: kwaliteit van de verse grondstof, fijnheid van versnijden, blancheren, sulfiteren, droogmethode, eindvochtgehalte, zijn daarvan even zovele voorbeelden. Daarbij komen nog invloeden van bewaaromstandigheden en bereidingswijze voor consumptie. De invloed van bewaring is hiervóór belicht. De bereidingswijze is ook van belang: veel of weinig week- en kookvocht en het afgieten daarvan bij groentes óf het meenuttigen in geval van soep of hutspot (een trouwens overwegende consumptiewijze voor gedroogde groente).

Ondanks de veelheid en, in de praktijk, ook gevarieerdheid van factoren is het nuttig om uit de betrekkelijk weinige gegevens die over de voedingswaarde beschikbaar zijn enkele voorbeelden te vermelden, ook omdat het Sprenger Instituut bij deze onderzoekingen betrokken is geweest.

Bij beoordeling van de voedingswaarde van gedroogde groente is, vanzelfsprekend, het vitamine-C de eerste component die de aandacht krijgt, hoewel B-vitaminen, β -caroteen en mineralen ook van belang zijn. De Lange [149] vergeleek kort na verwerking de vitamine C-gehalten van industrieel gedroogde groenten met eigen bepalingen van die der verse grondstof en met gegevens van de Nederlandse Voedingsmiddelentabel en komt dan tot verwerkingsverliezen van 54 en 59% (zie tabel 30) die op hetzelfde peil liggen als verliescijfers voor conservering door steriliseren en diepvriezen, resp. 68% en 55%. Ook bepaalde hij hoeveel overbleef na rehydratatie, koken en afgieten (!), waarbij ook vergelijking met gegevens der voedingsmiddelentabel plaatsvond (zie tabel 31). Ondanks sommige opvallende verschillen met bereid vers produkt concludeerde De Lange dat vers gedroogde groente nog vrij belangrijke hoeveelheden vitamine C kunnen bevatten.

Belangrijk was dat hij ook de bewaring betrok in het onderzoek. Daaruit bleek dat bij slechte verpakking, in vocht- en zuurstof-doorlatende film, het vitamine C-gehalte in 3-5 maanden tot bijna nihil terugliep, terwijl verpakking in blik 'slechts' een teruggang van 30-50% in 12 maanden vertoonde. Inderdaad is bewaring onder minder gunstige omstandigheden dé grote boosdoener bij achteruitgang van gedroogd produkt, een opvallend verschil met bewaarde gesteriliseerde produkten. Niet de verwerking zelf, maar de bewaring speelt de hoofdrol.

Tabel 30. Vitamine C-gehalte van gedroogde groenten (mg %)*

	ge- droogd	rauw, eigen waarne- mingen	verlies- % t.o.v. eigen waarne- mingen	rauw, volgens Ned.Voe- dingsm. tabel	verlies- % t.o.v. Ned.Voe- dingsm. tabel
aardappelen	45	108	58	87	48
bieten	28	77	64	91	69
bloemkool	645	765	16	1080	40
boerenkool	305	884	66	210	—
koolraap	207	280	26	273	24
rode kool	275	—	—	445	38
snijbonen	21	—	—	500	96
sperziebonen	25	—	—	158	84
spinazie	45	330	86	580	92
uien	49,5	—	—	100	51
witte kool	240	650	63	500	52
			gem. 54%		gem. 59%

* De in deze tabel vermelde cijfers geven het vitamine C-gehalte, berekend op droge stof.

Tabel 31. Vitamine C-gehalte van gekookte gedroogde groenten, vergeleken met verse gekookte groenten (mg %)*

	vitamine C mg %	idem in gekookte groenten volgens Ned. Voedingsm. tabel
aardappelen	20,2	15-20
bloemkool	66,0	25
boerenkool	6,3	14
groene kool	1,3	50
rode kool	7,9	17
snijbonen	nihil	8
sperziebonen	2,3	8
uien	7,7	5
witte kool	4,8	8

* aardappelen met 5-6 maal, groenten met 12-15 maal hun gewicht aan water aan de kook gebracht en gaargekookt.

Bij beoordeling van de voedingswaarde van gedroogde groente voor wat betreft het vitamine C-gehalte is het dus noodzakelijk om op de hoogte te zijn van de wijze en de duur der bewaring. Schillinger en Zimmermann [177] onderzochten een tiental van de commercieel meest gangbare gedroogde groenten bij bewaring en bij bereiding op vitamine C, β -caroteen en de drie B-vitaminen thiamine, riboflavine

en nicotinezuur. De gedeeltelijk met lucht-, gedeeltelijke gevriesdroogde produkten waren echter alle hermetisch onder stikstof verpakt en bewaard, een factor die de uitkomst waarschijnlijk reëel maakt voor militair gebruik (waarvoor deze onderzoeken werden uitgevoerd) maar geflateerd voor de civiele praktijk, die stikstofverpakking slechts bij uitzondering toepast. Zo stelden zij vast dat er gedurende het eerste bewaarjaar slechts zeer weinig achteruitgang in vitamine C-gehalte te constateren viel, in tegenstelling met 2 en 3 jaren bewaring (een voor militaire opslag gebruikelijke maximum proeftermijn). Het onderzoek omvatte verder een beoordeling na grootkeukenbereiding (voor 50 personen) met daarna enkele uren warmhouden, een toestand die zich in kazernes, kantines enz. in de praktijk wel voordoet. Het bleek dat bij het betrekkelijk langzaam aan de kook brengen van deze grotere hoeveelheden produkt zich relatief grote vitamine C-verliezen voordoen in vergelijking met huishoudelijke bereiding, bijv. voor 3 personen. Warm houden kon dan in dit opzicht niet veel meer bederven; wél wordt dan in een produkt als rode wortel een snelle teruggang van β -caroteen vastgesteld.

Wat betreft de B-vitaminen, deze zijn in het algemeen veel stabiel onder droog-, bewaar- en bereidingsomstandigheden.

Als maatstaf voor de voedingswaarde van bovengenoemde voedselcomponenten wordt het dekkingspercentage voor dagelijkse behoefte aangegeven, bij nuttiging van 200 g bereid produkt (normen van de Deutsche Gesellschaft für Ernährung)

ascorbinezuur	8-28%	(alleen koolsoorten)
thiamine	3-10%	
riboflavine	1-10%	
nicotinezuur	3-8%	
β -caroteen	50%	(alleen rode wortel)

Tenslotte worden hier enkele resultaten gebracht van een 'Wagenings' onderzoek naar de voedingskwaliteit van drie op verschillende wijzen geconserveerde groente: spinazie, doperwten en sperziebonen [178,179]. Het werd uitgevoerd door het Sprenger Instituut en het NITHO (Nederl. Instituut voor Toegepast Huishoudkundig Onderzoek). De verse grondstoffen werden betrokken van de normale aanvoer van enkele conservenfabrieken op vier tijdstippen gedurende de fabriekscampagne en naast op huishoudelijke wijze op semi-industriële wijze verwerkt op de proefapparatuur van het Sprenger Instituut. Behalve de sensorische kwaliteit werden bepaald de in tabel 32 vermelde vitaminen en mineralen en wel:

- A in het rauwe en huishoudelijk gekookte verse produkt en vervolgens kort na sterilisatie, diepvriezen, droging met hete lucht en vriesdroging (huishoudelijk wekken en diepvriezen werden uitgevoerd maar zijn hier korthedshalve weggelaten);
- B de conserven werden na 6 maanden bewaring bij kamertemperatuur (18-23°C) nogmaals onderzocht. Van de laatste keuring hebben de cijfers in tabel 32, in tegenstelling met die van de eerste keuring, betrekking op de produkten ná bereiding voor consumptie.

Tabel 32. Procentuele retentie van vitaminen en mineralen bij conservering en bewaring en bereiding.

	vitaminen mineralen	rauw eenh/ 100 g	vers ge- kookt %	gester. in blik %	diep- vries %	met lucht gedr. %	ge- vries droogd %
Spinazie	Asc.z. A	34,3	36	38	39	23	45
	B			33	19	11	28
	Thiam. A	66,4	59	20	19 ^x	64	70
	B			16	16 ^x	54	50
	Ribofl. A	176	71	72	55	-	82
	B			69	58	-	76
	Carot. A	2,66	86	83	88 ^x	78	77
	B			96	89 ^x	45	90
	IJzer A	6,38	16	29	11 ^x	23	26
	Kalium A	487	65	67	53	85	72
Calcium A	150	89	95	95	89	88	
Doperwtten	Asc.z. A	31,2	72	27	49	57	71
	B			23	34	23	54
	Thiam. A	500	87	36	64 ^x	74	72
	B			36	57 ^x	62	66
	Ribofl. A	154	82	40	61 ^x	82	77
	B			35	48 ^x	70	73
	Carot. A	0,46	95	78	84 ^x	86	90
	B			82	76 ^x	76	82
	IJzer A	1,63	89	79	75 ^x	102	94
	Kalium A	248	82	29	51	81	82
B			30	45	75	79	
Calcium A	31,5	96	101	125	95	90	
B			100	112	98	103	
Sperziebonen	Asc.z. A	23,1	77	37	72	47	60
	B			32	52	19	28
	Thiam. A	112,2	97	42	86 ^x	95	93
	B			43	74 ^x	67	68
	Ribofl. A	86,8	92	63	84 ^x	91	96
	B			62	75 ^x	64	74
	Carot. A	0,31	89	83	92 ^x	102	101
	B			92	91 ^x	43	74
	IJzer A	105	102	75	89 ^x	93	92
	Kalium A	297	93	47	81	91	89
B			48	77	66	71	
Calcium A	71,1	103	91	108	96	97	
B			96	111	92	99	

^x Produkt verwerkt door NITHO, overige door Sprenger Inst.
A: bepaald in rauw, vers gekookt of vers geconserveerd produkt

B: bepaald in geconserv. produkt na 6 mnd. bewaring (18-23°C) en bereiding!

Indachtig het hiervoor gestelde ten aanzien van de bewaring van gedroogde produkten dient hier bij beoordeling van de cijfers met nadruk gewezen te worden op het feit dat alle gedroogde monsters verpakt waren in hermetisch gesloten blik, de conventioneel gedroogde monsters echter onder lucht, de gevriesdroogde monsters daarentegen onder stikstof; dit enigszins in aansluiting aan normale handelspraktijk.

De ascorbinezuurcijfers vormen een duidelijk voorbeeld van de in dit opzicht hogere kwaliteit van gevriesdroogd produkt en, na bewaring en bereiding, van het voordeel van uitsluiting van zuurstof uit de verpakking. Ook kan opgemerkt worden dat, zeker direct na verwerking, de gehalten van gedroogde produkten niet ongunstig liggen in vergelijking met het gesteriliseerde en diepgevroren, en soms zelfs met huishoudelijk bereide verse groente. Na bewaring en bereiding zijn de verliezen, vooral van het met lucht gedroogde produkt, aanzienlijk, wat trouwens ook geldt voor diepvriesprodukt; de ingeblikte monsters tonen relatief geringe achteruitgang (de bereiding voor consumptie is minder ingrijpend).

Het caroteenbehoud is bij verwerking tot droog produkt goed te noemen; de achteruitgang bij bewaring en bereiding is opvallend bij het met lucht gedroogde en tijdens bewaring niet-begaste produkt.

De retentie van de B-vitaminen is, in vergelijking met de gesteriliseerde en ook diepvriesgroente, uitstekend. Geen der produkten werd gesulfiteerd.

De retentie van mineralen is goed, soms zelfs uitstekend t.a.v. de andere conserveringsmethoden; alleen bij spinazie geeft ijzer, voor alle conserveringsmethoden en voor gekookt produkt, afwijkend lage cijfers die echter veroorzaakt worden door de te hoge uitkomst van de rauwe verse spinazie, die ongewassen (met grond!) geanalyseerd werd. Verlies aan mineralen treedt op bij wassen, blancheren en bereiding. Telkens als op die punten te ruw wordt gewerkt, te veel uitgeloozd of te veel kookvocht wordt gebruikt (alleen bij nuttiging als 'groente') kan extra verlies verwacht worden. Dit geldt in principe voor alle conserveringsmethoden gelijkelijk. Er is bij sterilisatie echter meer kans op uitloging dan bij drogen wanneer in relatief veel opgietsvloeistof voedingsstoffen worden uitgeloozd, die bij bereiding niet meegeconsumeerd worden.

Als laatste facet van de voedingswaarde kan nog in het kort iets gezegd worden over de eiwitbenutting van opgewekte bereide droge groente. Voorop dient gesteld te worden dat (gedroogde) groente in het menu bepaald niet in belangrijke mate als eiwitleverancier meetelt. Toch zijn er bepaalde consumentengroepen voor wie dit wat zwaarder weegt en zo zijn het bijvoorbeeld militaire instanties die op dit gebied ook onderzoek hebben laten verrichten.

Vermoedens van minder goede verteerbaarheid zijn onder meer ingegeven door de soms opvallend slechte waterwederopname van het droge produkt, een eigenschap die sterker naar voren komt naarmate een produkt slecht gedroogd en vooral

slecht bewaard is; wanneer zich bovendien duidelijke Maillard bruinkleuringen voordoen, waarvan bekend is dat daarbij aminozuur of eiwit betrokken is en de sensorische kwaliteit al zoveel geleden heeft dat het produkt voor de consument niet meer aanvaardbaar is [180]. Ook is bekend dat de omstandigheden waaronder bij typische eiwitprodukten (melk, vlees, vis e.d.) de verteerbaarheid duidelijk terugloopt, zeer 'fors' zijn, zoals ze bij het drogen van groente bepaald niet algemeen voorkomen (poffen, bakken, roosteren: puffed corn bijv.) [181].

Algemeen onderzoek betreffende gedroogde levensmiddelen, waarbij gedroogd produkt in vivo op voedingswaarde werd beoordeeld is o.a. uitgevoerd door Thomas en Calloway [182] die proefpersonen een vers of een overeenkomstig gedroogd dieet toedienden, waarvan ook gedroogd fruit en groente een onderdeel vormden: Geen verschillen werden vastgesteld tussen de gedroogde en de normale menu's met betrekking tot de verteerbaarheid of de instandhouding van de stikstofbalans en het lichaamsgewicht van de proefpersonen, noch was er sprake van ingewandsirritatie.

Van Duitse zijde heeft men ook aandacht gehad voor de voedingswaarde van speciaal gedroogde groente en deze in dierproeven en op proefpersonen onderzocht [183,184]. In beide gevallen waren de resultaten t.a.v. de verteerbaarheid en de biologische waarde gunstig. Wel moet vermeld worden dat bij het onderzoek met proefdieren, daar waar men de eiwitcomponent van het dieet geheel uit de te onderzoeken gedroogde groente wil laten bestaan, moeilijkheden ontstaan. Het eiwitgehalte van deze produkten is in verse of opgeweekte toestand relatief laag (1-3%), zodat daarvan grote hoeveelheden in het dieet verwerkt moeten worden, wat tot voerweigering kan leiden (bijv. spinazie). Dezelfde bezwaren werden ondervonden bij een onderzoek uitgevoerd in samenwerking van Sprenger Instituut en het Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek, met betrekking tot de voedingskwaliteit van fabriekmatig en daarnaast van experimenteel gedroogde groente. Als resultaat kwamen geen betrouwbare verschillen naar voren t.o.v. de (redelijk goede) eiwitbenutting [185]. Door de daarbij betrokken CIVO-onderzoeker De Groot werd reeds eerder een gelijklopende conclusie getrokken als uitkomst van een ten behoeve van de US Quartermaster te Chicago uitgevoerd onderzoek met een 12-tal gedroogde levensmiddelen waaronder, naast ei, kaas, vis en kip, ook geblancheerde gedroogde savoyekool, sperziebonen, boerenkool en raapstelen [186]. In dierproeven (ratten) werden deze gedroogde produkten vergeleken met de vers geblancheerde tegenhangers, beide als enige eiwitbron in het menu. Ook werden sperziebonen op verschillende wijzen gedroogd (met warme lucht, bij lagere temperatuur onder vacuüm en gevriesdroogd) en daarnaast ook gesteriliseerd in blik (35 min. - 116°C). De monsters werden in dierproeven vergeleken op verteerbaarheid (V) en biologische waarde (BW), resulterend in netto eiwitbenutting (NEB) [187]. In het algemeen waren de resultaten gunstig voor de gedroogde produkten in tegenstelling met die van de ingeblikte gesteriliseerde sperziebonen. Een licht achterblijven werd geconstateerd voor met lucht ge-

droogd, in vergelijking met gevriesdroogd en ook met door verstuiving gedroogd produkt (melk).

Uit een oriënterende vergelijking van het droog- en daarnaast het overeenkomstig gerehydrateerd menu, kon geen achterblijven van het droog geconsumeerde worden vastgesteld. In tabel 33 zijn enige resultaten van dit onderzoek opgenomen.

Tabel 33. Biologische waarde, verteerbaarheid en netto eiwitbenutting van voedselwit-
ten vóór en ná droging.

proef no.	produkt	BW (%)	verteer- baarheid (%)	netto ei- witbenut- ting (%)
1	Kool, gekookt, gesulfiteerd	39,9+1,79 ^a	87,8+0,61	35,2+1,77
	" " , met lucht gedroogd	35,1+1,85	88,5+1,40	31,3+2,26
	Lima bonen, gekookt, gesulfiteerd.	58,0+0,89	87,2+1,02	50,7+1,15
	" " , met lucht gedr.	55,5+1,33	87,5+0,56	48,5+1,08
3	Sperziebonen, gekookt	59,0+1,41	81,6+0,80	48,4+1,49
	" " , gesulfiteerd	56,8+0,58	81,6+0,50	46,4+0,60
	" " , gesteriliseerd	51,8+1,56	72,4+0,99	37,7+1,47
	" " , met lucht gedr.	57,2+2,15	80,6+0,56	46,1+1,88
	" " , vacuüm-gedr.	80,0+1,42	80,0+1,63	47,3+1,96
	" " , gevriesdroogd	55,4+1,36	80,8+0,66	45,0+1,22
4	Raapstelen, gekookt	52,3+1,56	86,0+1,01	45,1+1,73
	" " , met lucht gedroogd	52,7+1,49	86,2+0,59	45,4+1,48
6	Boerenkool, gekookt	63,9+1,19	85,0+0,47	54,3+1,11
	" " , met lucht gedroogd	61,2+0,99	84,8+0,49	52,0+0,84
	" " , droog gevoerd	64,0+1,04	82,5+0,42	52,8+0,82
	Sperziebonen, " , gesulfiteerd	51,6+1,18	79,2+0,68	40,9+1,14
	" " , met lucht gedr.	47,5+1,48	76,1+0,94	36,2+1,48
	" " , droog gevoerd	52,9+1,50	77,7+0,94	41,2+1,27
	Heel ei " " , gepasteuriseerd	94,4+0,58	97,7+0,41	92,1+0,41
	" " , gedr. door verstuiving	93,9+2,12	97,9+0,41	91,7+1,96
	" " , gedr. door verstuiving	92,6+1,55	97,1+0,71	90,0+1,79

a gemiddelde + standaardafwijking

13. KWALITEITSANALYSE EN -BEOORDELING

Het is niet de bedoeling hier uitvoerig bepalingmethoden te beschrijven, doch van de betreffende werkwijzen alleen die facetten naar voren te brengen, welke in het bijzonder voor gedroogde groenten van belang zijn.

Vochtgehalte

Uit vorige hoofdstukken bleek dat voor de houdbaarheid van gedroogde groente het eindvochtgehalte van het grootste belang is. Het was de eerste bepaling die toegepast werd toen de zich moderniserende groentedrogerijen overgingen van de, door ervaren droogpersoneel met de hand uitgevoerde, breek-en-kraak-test, naar een op het laboratorium uitgevoerde vocht- (of droge stof-) bepaling. Maar wanneer men weet welke grote verschillen in uitkomst kunnen optreden bij toepassing van uiteenlopende methoden, is het duidelijk dat normering gewenst is, althans is het nodig dat bij vermelden van het vochtgehalte ook duidelijk is welke vochtbepalingmethode werd toegepast.

Ter illustratie worden in tabel 34 enkele uitkomsten gegeven van een uitvoerig vergelijkend onderzoek van een aantal vochtbepalingmethoden, uitgevoerd door Gersons en Poelstra op het Sprenger Instituut [188].

Tabel 34. Vochtgehalte (%) van gedroogde bloemkool, bepaald volgens vier verschillende methoden.

produkt	1/105		48/70		AOAC		vac./P ₂ O ₅	
	stuk	vermalen	stuk	vermalen	stuk	vermalen	stuk	vermalen
gemengd								
versneden	4,8	6,2	6,45	6,3	5,2	6,35	6,75	6,75
" "	5,45	6,05	4,6	4,5	4,1	4,3	5,0	4,9
versneden								
bloem	9,8	10,35	10,25	10,2	6,6	8,65	9,9	9,9
" "	9,15	10,7	10,15	10,25	8,35	9,1	11,6	11,4
versneden								
steel	10,4	11,0	10,9	10,95	8,25	9,35	10,25	10,5

De methoden waren de volgende:

- a. één uur in een goed geventileerde luchtdroogstoof bij 105°C, een wijze waarop en een temperatuur waarbij vandoors veel vocht (droge stof) -bepalingen werden en nog worden uitgevoerd, maar welke temperatuur- en zuurstofgevoelige produkten als gedroogde groente en vooral fruit in korte tijd danig laat verkleuren (oxydatie, caramelisatie, enzymatische omzettingen) zodat een zeer bepaalde korte tijd moet worden aangehouden; soms zgn. tot constant gewicht, dat echter bij deze produkten binnen re-

- delijke tijd niet bereikt wordt.
- b. 2 x 24 uur in een goed geventileerde luchtdroogstoof bij 70°C. Een minder aangrijpende methode dan a, wel langer durend maar zonder zware verkleuringen. Wel kans op oxydatie in bepaalde gevallen.
 - c. AOAC-methode voor gedroogd fruit [190], 6 uren in een vacuümdroogstoof (<100 mm Hg, met doorleiding van een weinig droge lucht) bij 70°C, dus ook bij lagere temperatuur terwijl zuurstof grotendeels uitgesloten is. De tijd is kort in vergelijking met b en d die ook bij 70°C worden uitgevoerd. Het materiaal behoudt goed de natuurlijke kleur.
 - d. methode Pregl, gemodificeerd door Leendertz [192] waarbij het produktmonster 2 x 24 uur onder vacuüm bij 70°C gedroogd wordt onder aanwezigheid van P₂O₅ als vochtbinder. De methode is langduriger in tijd en feller in vochtonttrekking dan c en zal dus een hoger vochtgehalte geven.

Bij de cijfers valt op te merken dat de verschillen tussen vermalen en onvermalen monsters bij d en b, beide 48-uur methoden, opvallend gering zijn tegenover de relatief kort durende bepalingen van a en c. Vermaling lijkt in alle gevallen te prefereren. Verder geeft de 105°C-methode wisselend hogere en lagere uitkomsten vergeleken met de hier als standaard gebruikte vacuüm/P₂O₅ methode. De 48 u/70°C-uitkomsten komen redelijk met de standaard overeen; daarentegen liggen de uitkomsten van de AOAC-methode over de gehele linie lager, tot zelfs 2,3% verschil toe. Deze verschillen kwamen in het onderzoek niet als uitzondering, maar regelmatig voor.

Nog duidelijker werden verschillen gedemonstreerd door cijfers uit recenter onderzoek van Nehring (ten behoeve van EEG-standaardisatie) [189], waarbij vergeleken werden de AOAC vacuüm-methode, de azeotrope co-distillatie-methode met tolueen als meesleepvloeistof en de hete-lucht droogstoof 105°C, gedurende 4, 5 en 6 uren. Een willekeurige selectie uit de cijfers is vermeld in tabel 35.

Tabel 35. Vochtgehalten in gedroogde groenten (Nehring).

gedroogde groente	AOAC 70°C	tolueen codestil- latie 111°C	luchtdroogstoof 105°C	
			4 uren	6 uren
versneden sperzieb.	7,7	9,0	9,9	10,2
wortel	7,8	10,8	10,9	11,5
ui	6,7	8,3	9,2	9,6
savoyekool	8,4	9,5	11,7	12,2

De cijfers van tabel 35 spreken thans, na de hiervoor gemaakte opmerkingen, voor zichzelf. Het is duidelijk dat zich principieel grote verschillen voordoen. Maar bovendien kan, vóórdat een bepaalde keuze van methode aan de hand van de cijfers gemaakt wordt, in het algemeen nog gesteld worden

dat het doel dat men met de uitkomst beoogt ook de keuze van de bepalingmethode beïnvloedt. Men kan nl. een indeling als volgt maken:

- a. Bepaling van het 'ware' vochtgehalte', een min of meer éénmalige researchbezigheid, die nauwelijks een eis stelt aan de tijdsduur der bepaling, de bewerkelijkheid van de methode of apparatuur. Het produkt moet uiterst sparend behandeld worden en mag, behalve vochtverlies, geen veranderingen tonen.
- b. Een met methode a geverifieerde en goed reproduceerbare, niet te ingewikkelde of dure bepaling, die op een modern fabriekslaboratorium met grotere aantallen monsters tegelijk kan worden uitgevoerd en die bijv. binnen 24 uur tot de uitkomst leidt. Een methode die door industrie en handel in contract en als referentie kan worden gebruikt.
- c. Snelbepaling, een methode om op zeer korte termijn (zo mogelijk in minuten) het vochtgehalte 'ongeveer' te kennen, bijv. tijdens een nadroging of bij aflevering van partijen. Een methode voor 'eigen gebruik'; ijking tegen de b-methode is een eis.

De keuze van de methode a die, als basis voor de andere methoden zou moeten dienen, blijft min of meer arbitrair, maar wordt aannemelijker naarmate men moeite doet om alléén het vocht te bepalen dat mechanisch en fysisch gebonden is. Daartoe is met behulp van conventionele technieken onderzoek verricht door Makower [193] en, in navolging van deze, ook door Thung op het Sprenger Instituut [194,195]. Dit onderzoek beoogde de bepaling van het 'ware vochtgehalte' door toepassing van lage verwarmingstemperaturen in vacuüm nadat de structuur van de monsters door een voorafgaande lyofilisatie geopend was. De soms zeer langdurige nadroging vond plaats boven anhydrisch magnesiumperchloraat als vochtonttrekker bij uiteenlopende temperaturen: 20, 30 ... tot 70°C. Thung toonde aan dat bij 50°C na ca. 20 dagen een 'constant' gewicht bereikt werd; dit gewicht werd ook genoteerd na een droging van 24 uur bij 70°C, onder overigens dezelfde omstandigheden. Verder werd vastgesteld dat deze waarde opvallend overeenkwam met de uitkomst van de Karl Fischer bepaling, waarbij dezelfde monsters geëxtraheerd werden met dimethylformamide en het extract getitreerd met het KF-reagens. Deze laatste methode wordt thans ook geadviseerd voor gedroogde groenten in de AOAC Methods of Analyses 1970 [191]. Door het voorgaande wordt aannemelijk gemaakt dat de condities van de vacuüm-P₂O₅ methode (Pregl - Leendertz) eveneens goede basiswaarden geven.

Het nadeel voor de praktijk van zowel de lyofilisatiemethode die Thung toepaste als ook de vacuüm-P₂O₅-methode die Gersons als standaard gebruikte, is natuurlijk de bewerkelijkheid. Aan de andere kant geeft de AOAC-methode voor droog fruit (6 uren, vacuüm, 70°C), gezien het hiervoor te berde gebrachte, te lage waarden en kan gesteld worden dat een langduriger doorgevoerde AOAC-droging, nl. een van 16 uren (overnacht) of van 24 uren, tot juistere waarden zal voeren. Deze methode is dan ook terecht als gemakkelijk uit te voeren b-methode aangehouden op het Sprenger Instituut.

Teleurstellend is dan ook dat men in ISO- en daarna in Nederlands Norm-verband meent de vacuümdroogstoof-methode alleen maar te kunnen toepassen op groente- en fruitprodukten met meer dan 10% vochtgehalte, dus voor vers, gesteriliseerd of diepvriesprodukt. Voor de droge produkten met minder dan 10% vocht wordt de co-distillatiemethode, nu met benzeen (KP 80°C), geadviseerd. Een ongelukkige en in ieder geval overbodige keuze, waar dit op een betrouwbaarder en beslist minder bewerkelijke wijze volgens de vacuümdroogstoof-methode kan worden uitgevoerd.

Snelbepalingen, de eerder genoemde derde groep van methoden, kunnen van dienst zijn om op zeer korte termijn, binnen 5 minuten tot hoogstens een half uur, een indruk te krijgen van het vochtgehalte tijdens nadroging, vóór verzending en andere dergelijke situaties in de fabriek. Deze methoden moeten op verschillend vochniveau en voor de produkten apart geijkt worden tegen de aangenomen standaardmethode.

Uitvoeringen hiervan zijn: hoge-temperatuurdrogers (met warmte-stralers of -luchtstroom en -geleiding), destillatie met toluen (KP 111°C) of xyleen (140°C), meters die indirect, middels de wateractiviteit (r.v.) van het produkt het vochtgehalte aanwijzen, meters die hetzelfde doen via het electrisch geleidingsvermogen van al of niet verpoederd produkt enz.

SO₂-gehalte

De redenen van SO₂-gebruik zijn hiervóór uitvoerig besproken. Juist nu er een duidelijke neiging bij industrie en overheid is om de toegelaten SO₂-gehalten in gedroogde groente en fruit op een lager niveau te brengen, is het wenselijk die bepalingsmethodiek toe te passen die voor niet-gesulfiteerde groenten met de uitkomsten zo dicht mogelijk bij de 0-waarde komt. Dit nu is door onderzoekers van het Sprenger Instituut (Zonneveld, Meijer en Gersons) aangetoond het best te kunnen gebeuren door destillatie in een methylalcohol-zoutzuurmilieu [196,197]. Het voordeel van deze kookvloeistof in vergelijking met het koken in een waterige zoutzuuroplossing is gelegen in het feit dat de methylalcohol het zwaveligzuur (SO₂) tijdens het destilleren een grotere stabiliteit geeft (waardoor in principe hogere SO₂-waarden gevonden worden); aan de andere kant heeft het gebruik van methylalcohol bij bepaalde groepen gedroogde groente, bijv. Allium-soorten (ui, prei enz.) en Brassica-soorten (savoyekool, bloemkool enz.) het voordeel dat dit mengsel een kookpunt heeft dat ca. 25°C lager ligt dan dat van een water/zuur milieu, waardoor een minimum aan storende SH-verbindingen mee overdestilleert. Een ander wordt gedemonstreerd in tabel 36. Het is duidelijk dat bij limites van slechts 250 mg SO₂/kg droog produkt en natuurlijk in geval van o-toleranties (bieslook, groene prei, groene kool) de methode Zonneveld-Meijer zeker de voorkeur verdient.

Tabel 36. SO₂ in gedroogde groenten.
z nder SO₂-dosering.

bepalings- methode	bies- look	groene kool	gele savoye- kool	groene prei	Egyp- tische uien	Nederl. uien
RW - a ¹⁾	40 (8) ⁴⁾	50 (28)	48 (12)	34 (9)	55 (12)	25 (33)
RW - c ²⁾	30 (5)	47 (5)	33 (6)	27 (5)	69 (3)	30 (32)
ZM - a ³⁾	15 (1)	15 (5)	15 (1)	9 (2)	7 (1)	4 (2)

m t SO₂-dosering.

	asperge- poeder	groene kool	koolraap geel	koolraap wit	pasti- naak	
RW - a	209 (13)	1091 (35)	862 (23)	794 (13)	321 (18)	157 (18)
RW - c	219 (15)	1224 (37)	924 (25)	839 (10)	341 (23)	179 (12)
ZM - a	180 (7)	1059 (21)	782 (22)	766 (9)	399 (8)	103 (3)

¹⁾ RW - a : Reith-Willems methode, alkalimetrisch.

²⁾ RW - c : " " " , complexometrisch.

³⁾ ZM - a : Zonneveld-Meijer methode, alkalimetrisch.

⁴⁾ (8) : standaardafwijking.

Wateropnemend vermogen

In het algemeen is de wateropneming (imbibitie, reconstitutie, rehydratatie) ook bij wat langer inweken niet meer gelijk aan de waterafgifte bij drogen. De huidige voorbereide droge soepen en andere droge gerechten eisen vaak een korte bereidingstijd, zodat snelheid en mate van wateropname van essentieel belang zijn; zonder goede wateropneming blijft gedroogde groente hard, taai, soms ook sponzig, in ieder geval niet mals.

In het voorgaande is al aangegeven op welke wijze men door veranderingen in het vanouds toegepaste droogproces juist deze factor van waterwederopname heeft trachten te verbeteren.

Overigens is de grootte ervan niet een absolute maatstaf voor kwaliteit. Zo kan het zijn dat een met water (blancheren) uitgeloopte en daarna gedroogde groente m er water opneemt per gewicht aan droge stof dan een met stoom behandeld en minder uitgeloopt monster, hoewel in feite de kwaliteit van het laatste ook qua 'restitutie' beter is. Gevriesdroogde groente neemt, door de goed gefixeerde, poreuze structuur, veel beter water op dan met lucht gedroogd product. In grotere stukken kan aanwezige lucht een tijdelijke belemmering vormen voor waterdoordringing; evacueren kan in dat geval wonderen verrichten. Poeders, bijv. tomatenpureepoeder, tonen het waterwederopnemend vermogen aan de snelheid waarmee en mate waarin ze 'oplossen', d.w.z. weer een suspensie vormen die na korte tijd niet uitzakt.

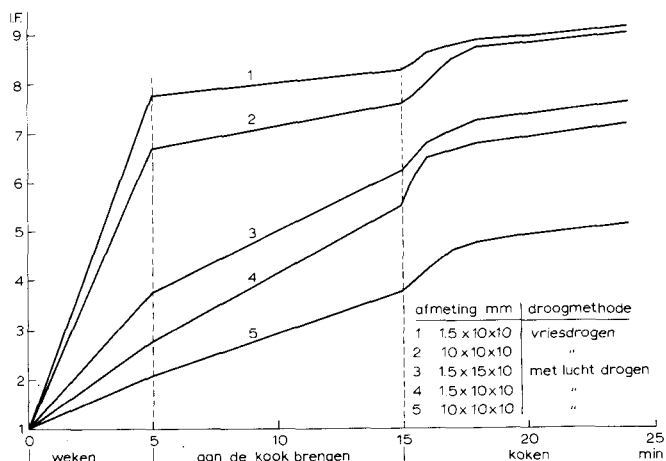
Zo gezien is de bepaling van het wateropnemend vermogen bij bepaling van de kwaliteit in de praktijk en ook bij onderzoek van belang. Genormaliseerd is in dit opzicht voor

de besproken produkten nog weinig [6]. Het ligt voor de hand de bepalingsmethodiek aan te passen aan het gebruiksdoel: vruchten en vruchtepoeders, uiesnippers die koud worden verwerkt, vragen om een koude methode. Voor stukkige soepgroenten kan men de volgende werkwijze, min of meer in analogie met de snelle huishoudelijke bereiding van droge soep, toepassen:

10 g van het produkt wordt in overmaat (10-20 keer) koud water gestrooid en in 3-5 minuten aan de kook gebracht, 10 minuten doorgekookt en daarna op een Büchnerfilter gedurende 1 minuut zacht afgezogen. Daarna wordt het produkt gewogen.

De imbibitiefactor $IF = \frac{\text{nat gewicht}}{\text{droog gewicht (=10)}}$

Deze bepalingsmethode zonder opweken stelt hoge eisen aan de wateropnameëigenschap van de monsters. Iets milder is de methode waarbij een korte opweektijd (5 minuten) en een wat langere opkooktijd (10 minuten) het produkt meer tijd geven het water op te nemen alvorens te worden gekookt. Als voorbeeld van de grote verschillen die optreden bij variatie in snit en droogmethode wordt in afb. 85 de imbibitiefactor genoteerd van een aantal gedroogde wortelmonsters die op de zo juist vermelde wijze zijn beproefd.



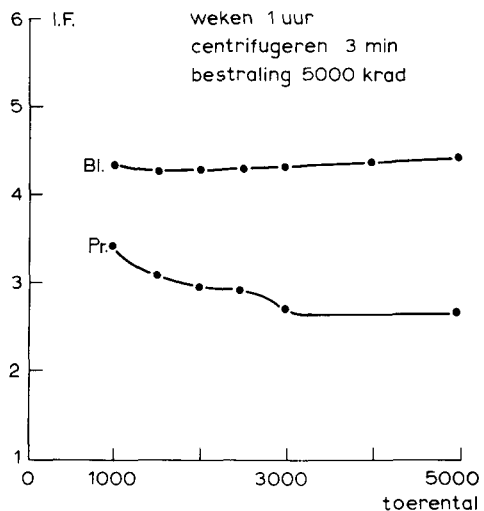
85.

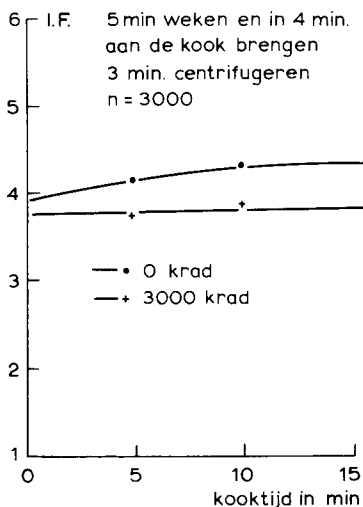
Wateropname van gedroogde wortel.

De toegepaste methode geeft de totaalhoeveelheid water aan die in en ook tusschen het stukkige materiaal vastgehouden wordt wanneer de gerehydrateerde produktlaag op het filter gedurende 1 minuut zacht wordt afgezogen. De uitkomst hiervan kan voor de praktijk van belang zijn en overeenkomen met huishoudelijk afgieten, maar het zegt bepaald niets over de kracht waarmee dat water in het produktstuk gebonden is. Deze kan namelijk verschillen van de toestand vóór het drogen, zoals dit verschil bijv. te bemerken is bij consumptie (sponzige consistentie) en ook bij bakken en braden: het vocht wordt te gemakkelijk losgelaten, verlies aan malsheid.

Bij het bestralingsonderzoek van gedroogde groenten op het Sprenger Instituut werd bij bepaling van het wateropnemend vermogen en het vaststellen van de verwachte kleine verschillen bovengestelde overweging betrokken en een methode ontwikkeld waarbij het gerehydrateerde produkt werd gecentrifugeerd onder standaardcondities van slingerlengte, toerental en tijd [199]. In afb. 86 is de imbibitie weergegeven van droge bloemkool en prei na 1 uur opweken en 3 minuten centrifugeren met gevarieerd toerental. De gevonden waarden tonen dat de preistukjes méér dan de bloemkool het opgenomen water in toenemende mate afstaan bij oplopend toerental tot een (voorlopig) constante waarde werd bereikt. Dit is te verklaren uit de structuur van het preibladweefsel: lange wijde cellen. Bij verder onderzoek is een toerental van 3000/min. aangehouden. De gevonden waarden bleken steeds ver onder die van de standaard-afzuigmethode te liggen (zie afb. 87). Uit vele gegevens bleek deze methode zeer nauwkeurig en reproduceerbaar; het lijkt nuttig de waterbinding in gerehydrateerde gedroogde produkten in de toekomst nader op deze wijze te onderzoeken.

86. Wateropname van gedroogde bloemkool en prei na weken en centrifugeren.





87. Wateropname van gedroogde wortelen na weken, koken en centrifugeren.

Consistentie

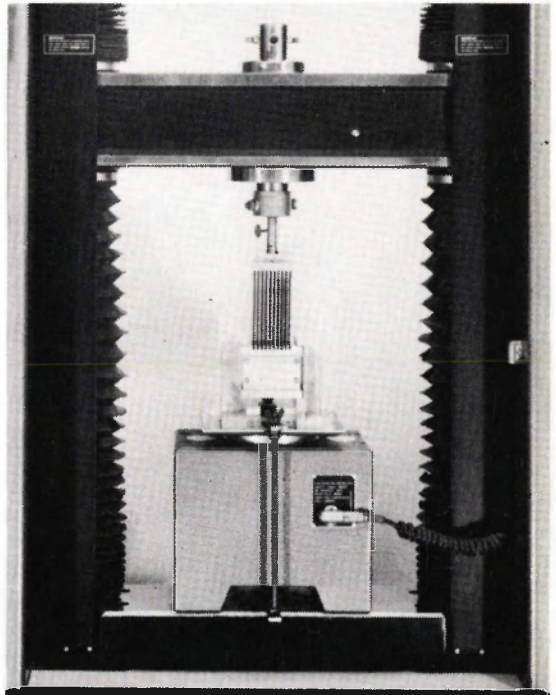
Consistentiemeting heeft zeker betekenis voor gedroogde produkten die, na te beperkte wateropname, vaak aan malsheid te wensen overlaten. Evenals bij andere sensorisch vast te stellen eigenschappen is het wenselijk de consistentie ook met instrumenten te kunnen bepalen, zowel in de praktijk van de industriële verwerker en afnemer als in de onderzoeksfere. In de afgelopen jaren zijn, voor zover schrijver bekend, in de praktijk van groentedrogerijen geen hardheidsmetingen toegepast met als uitzondering mogelijk die van verse erwten, een in de drogerij klein produkt. Op het Sprenger Instituut daarentegen wél. Het meten van de veranderingen in de consistentie van een produkt kan toegepast worden bij het bepalen van de invloed van rassen, voorbereidingen als blancheren, droogmethoden (hete-lucht- of vriesdroging), verharding van droge produkten bij bewaring onder minder gunstige omstandigheden (bijv. peulvruchten met te hoog vochtgehalte bij te hoge temperatuur).

Een duidelijk voorbeeld van toepassing van instrumentele naast sensorische objectivering van consistentieverschillen was op het Sprenger Instituut het bestralingsonderzoek van droge groenten waarbij het in het bijzonder ging om verkorting van de kooktijd door de verzachtende invloed van ioniserende bestraling.

De apparatuur die bij het onderzoek gebruikt werd bestond daarbij uit IBVT-hardheidsmeter, IMC-Tenderometer en een meetcel van de Kramer-shearpress gemonteerd in een Instron Universele meetbank voor trek- en druk-metingen (zie afb. 88). Het gebruik van deze meters is voor vers en geconserveerd produkt bekend; ook het feit dat de twee eerstgenoemde meters, om nauwkeurig vergelijkbare waarden te krijgen,

regelmatig geijkt dienen te worden.

88. Hardheidsmeting van bereide gedroogde groenten met de Kramer Shearpress meetcel opgesteld in Instron's Universele druk- en trekbank.



Een bijzonderheid van gedroogde (soep)groenten is wel dat, anders dan bij gesteriliseerde erwten of gebroken spierziebonen, de afmetingen klein, heterogeen en zeer verschillend van type kunnen zijn (plakjes, stiften, blokjes). Dit heeft consequenties voor de afmetingen van de meetcel i.h.b. het snijgedeelte, tenminste als men snij- of afschuifkracht wil meten als representatief voor de consistentiegevoelens in de mond. Is het rooster, waardoor het produkt gedrukt moet worden, te wijd (op verse erwten afgesteld!) dan zal gekookte soepgroente de neiging hebben ongesneden langs de snijstaven te glijpen. Men meet dan wat anders dan snij- of afschuifkracht. Bij heterogene produkten, bijv. uien-snijdsel, moet men zich realiseren dat delen van de buitenste bolrokken zeer veel taaier zijn dan die van de binnenrokken; gedurende het doordrukken van het monster kunnen zich taaie delen op het rooster verzamelen terwijl de rest doorgedrukt wordt. Een juiste duiding van het verkregen kracht x weg = arbeidsbeeld dient met zulke omstandigheden rekening te houden. In meetapparaten waar alleen de maximum kracht gemeten wordt, heeft de uitkomst alleen betrekking op het meest taaie deel van het heterogene monster.

Bij het onderzoek van voorbereide peulvruchten op het Sprenger Instituut [40] werd zeer veel nut ondervonden van het zgn. Mattson-apparaat (afb. 89). Het gaar worden van 100

afzonderlijke zaden tijdens het koken of stomen kan hiermee gevolgd worden. Het moment van gaar worden wordt daarbij bepaald door het zakken van een 83 g wegend staafje dōōr het zaad terwijl dit in gedestilleerd water of in stoom (vermijden van Ca-opname!) wordt gekookt. Door met korte tussenpozen het aantal doorgezakte staafjes te tellen krijgt men een indruk van kooksnelheid maar ook van de homogeniteit van de betreffende 100 peulzaden. Afb. 90 is hiervan een duidelijke illustratie.



89.

Mattson-apparaat ter bepaling van de kookcurve van 100 peulvruchtzaden.

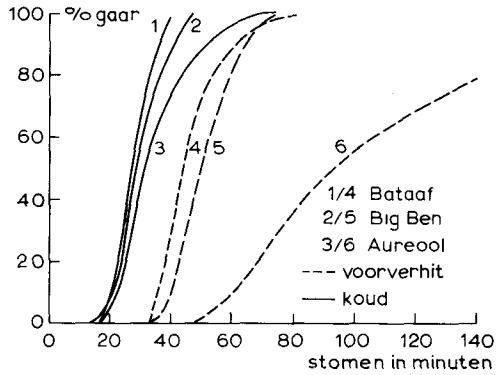
Het tot nu toe besprokene heeft betrekking op consistentiemeting in stukkelig produkt. Ook de stijfheid van gerehydrateerd pureepoeder bijv. aardappelpuree, kan volgens dit principe (bijv. Kramers pers) worden bepaald. Overbodig op te merken dat de consistentie van 'opgeloste' droge soep- of fruitpoeders niet op deze wijze gemeten, maar met viscosimeters bepaald wordt.

Consistentiemetingen kunnen in het kwaliteitsonderzoek vaak aansluiten bij de bepaling van het wateropnemend vermogen of de proefkeukenbereiding, waarbij ervoor moet worden

gezorgd dat de kooktijd en de overige bereidingsfactoren genormaliseerd worden.

90.

Mattson-kookcurven van voorbereide droge peulvruchten welke bij de voorbereiding al of niet verhit zijn geworden.



Peroxydase-activiteit

Controle op de doeltreffendheid van het blancheerproces wordt uitgevoerd door het vaststellen van de mate waarin het meest thermoresistente enzym, peroxydase, onwerkzaam wordt gemaakt. Aangenomen wordt dat andere voor de produktkwaliteit belangrijke enzymen: katalase, fenolase, pectinase, lipase of lipoxygenase dan ook geïnactiveerd zijn.

Na de tweede wereldoorlog zijn uit Engeland en de Verenigde Staten twee bepalingmethoden bekend geworden en in Nederland in de fabrieks- en onderzoekspraktijk toegepast. Zij waren kwalitatief van karakter en beoogden in de eerste plaats de 'volledige' inactivering aan te tonen. In dit opzicht is de eenvoudige Engelse methode [5,199] zeer bruikbaar voor stukkige groente in de praktijk van de groentedroogindustrie. Het komt erop neer dat de eventueel nog actieve peroxydase in het produktstuk, na toevoeging van guaiacol en waterstofperoxyde, de kleurloze guaiacol oxydeert tot een roodbruin produkt. Het voordeel van deze methode is, dat men waarneemt waar zich in het weefsel de nog werkzame peroxydase bevindt, bijv. niet in de bloemkoolhoofdjes maar wel in de steelcentra. Uit de snelheid van het optreden van deze bruinkleuringen en het aantal verkleurde delen krijgt men een indruk van de resterende peroxydaseactiviteit. Voor nauwkeurig kwantitatief onderzoek is deze werkwijze ongeschikt.

De Amerikaanse test [6] is op het Sprenger Instituut veel als 'semi-kwantitatieve' methode toegepast. De droge groente wordt daarbij vermalen en met bufferoplossing één uur ge-weekt; daarna wordt guaiacol en waterstofperoxyde toegevoegd die gedurende één uur in het donker met eventueel enzym kunnen reageren. Nadien wordt gefiltreerd en de kleur van het filtraat vergeleken met een vaste kleurschaal van oplopende kleurintensiteit (kobaltnitrat + kaliumbichromaat). Bij deze methode viel dikwijls moeilijk uit te maken of er sprake was van rest-peroxydaseactiviteit. Door het vermalen kunnen

verkleuringen optreden, en ook de eigen kleur kan storender werken in het vermalen dan in het intacte produkt. Dit gaf reeds aanleiding om in die gevallen de vaste kleurschaal te corrigeren met een overeenkomstig behandeld blanco waterig produktextract. Behalve dat het voor kwantificering nodig was alle tijden en behandelingen te standaardiseren bleken voor bepaalde produkten om praktische redenen weer uitzonderingen gemaakt te moeten worden. Werd normaal 10 gram droog produkt vermalen, voor prei, ui en knolselderie (alle ongeblancheerd) kon maar van één gram worden uitgegaan om niet te veel kleur op het filter achter te houden. De uitkomsten hebben dus alleen beperkte vergelijkende waarde.

Naar aanleiding van deze beperkte bruikbaarheid heeft Thung enkele als kwantitatief genoteerde methoden met verse en gedroogde groenten beproefd [200], nl. de chronometrische methode van Derx en de titrimetrische methode van Lucas en Baily, om een meer exacte werkwijze, even bruikbaar voor fabrieks- als voor researchlaboratoria te kunnen aanbevelen. Zijn conclusie was dat beide methoden gebruikt kunnen worden voor kwantitatieve analyse, echter met eveneens de restrictie dat ook hier gestandaardiseerde handelingen nauwkeurig uitgevoerd moeten worden, terwijl vergelijkbare cijfers alleen verkregen kunnen worden bij gebruik van gelijke hoeveelheden enzymhoudend materiaal. Hoewel deze methoden nauwkeuriger (eigen kleur wordt o.a. eerst geëxtraheerd) en cijfermatig beter reproduceerbaar zijn dan de eerstgenoemde werkwijzen is het niet tot fabrieks- of researchtoepassing gekomen.

Omstreeks 1970 is bij enzymonderzoek op het Sprenger Instituut met meer succes een door Winter beschreven bepalingmethode [201] toegepast, welke door hem met goed gevolg werd beproefd bij acht verschillende verse en geblancheerde groenten waaronder aardappel en champignon. De peroxydase-activiteit wordt in plaats van met guaiacol, met O-fenylendiamin gemeten in een gebufferd extract onder aanwezigheid van H_2O_2 ; de kleurontwikkeling wordt uitgedrukt in internationale eenzyseenheden. De gevoeligheid is 50 x groter dan die van guaiacol. Bij het gedroogde groentenonderzoek is deze methode nog niet toegepast, maar beproevenswaard.

Vitamine C

Op vele punten in voorgaande hoofdstukken is het vitamine C-gehalte van produkten naar voren gekomen als indicator van kwaliteitsachteruitgang: bij voorbehandelingen als blancheren en sulfiteren (blz. 63 e.v.), bij nabehandeling als bijv. bestraling (blz. 117), bij bewaring (blz. 139) of bij het vergelijken van conserveringsmethoden voor wat betreft de voedingswaarde (blz. 153 e.v.). Tabel 37 geeft hiervan nog eens een voorbeeld met het vitamine C-gehalte van enkele monsters gedroogde boerenkool, op verschillende wijze gedroogd of be-
waard.

Tabel 37. Vitamine C-gehalte van enkele monsters gedroogde boerenkool.

Herkomst en verwerkingsomstandigheden	Vit. C-gehalte mg %
Industrie, ca. 6 uren gedroogd 50-60°C gemiddelde van 2 monsters	385
Experimenteel, 1½ uur gedroogd 60°C gemiddelde van 9 monsters	570
Experimenteel, 5 min. 110°C (kort-hoog) gemiddelde van 2 monsters	680
Bewaarproef, industriemonster, na fabricage	380
Bewaarproef, na 6 mnd opslag 20°C, luchtverpakk.	40
Bewaarproef, na 6 mnd opslag 20°C, stikstofverp.	180

Het is vanzelfsprekend dat een betrouwbare, nauwkeurige en specifieke bepalingmethode gewenst is.

Wegens zijn praktische eenvoud kan het vitamine C-gehalte van gedroogde groenten het best bepaald worden door het in het produkt aanwezige ascorbinezuur met het 2-6-dichloorfenol-indofenolreagens te titreren. Daar dit reagens niet geheel specifiek is voor het bepalen van ascorbinezuur, is een uitschakeling van storende stoffen (bijv. reduktonen, die kunnen ontstaan bij verhitting en droging) noodzakelijk. Op het Sprenger Instituut heeft Zonneveld [213] hiervoor een verbeterde analysemethodiek ontwikkeld, later uitvoerig getoetst en aangevuld door Petritschek-Schillinger [214] waar hier, korthedshalve, naar verwezen wordt.

Kleurmeting

De kleur van verwerkte groente, en dit geldt ook voor gedroogd produkt, wordt bepaald door een combinatie van kleurcomponenten (bijv. chlorofyl, carotenoïden, anthocyaan) en eventueel een aan het levende produkt vreemd bruin pigment dat zich, al of niet enzymatisch, bij verwerking en in het bijzonder bij gedroogde groente tijdens de bewaring vormt. In het algemeen zal de intensiteit van de natuurlijke kleur verminderen en die van het bruine pigment toenemen, waardoor de helderheid van de kleur afneemt.

Behalve de visuele waarneming zijn er verschillende mogelijkheden om de oorspronkelijke produktkleur en de bruine kleur met instrumenten te meten. Eén van die mogelijkheden is het meten van transmissie of extinctie van de uit gedroogde produkten getrokken kleurcomponenten met een spectrofotometer of colorimeter. Zo kan de oranje-rode kleur van wortelen bepaald worden door met petroleumether en/of aceton de carotenoïden te extraheren; in het extract wordt de extinctie bepaald bij een golflengte van 450 nm.

Bij een in 1962 en '63 uitgevoerd droogonderzoek van 35 wortelrassen door het Sprenger Instituut, als onderzoek van een gebruikswaardeproef van het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond (PGV) bleek een duidelijk verband

te bestaan tussen de nã het drogen sensorisch gekozen drie kleurgroepen en de in % extinctie uitgedrukte gemeten kleurintensiteit [215].

Een wortelzaai- en oogsttijdenproef, door dezelfde instituten uitgevoerd, leverde zowel voor het verse produkt (Flakkeese, Berlicum, Chantenay) als voor het gedroogde produkt (Flakkeese) overeenkomst van sensorische en gemeten kleur-bepaling [216]. Tabel 38 geeft een demonstratie van de gemeten kleurverandering (die ook uitgedrukt kan worden als mg caroteen/100 g droog produkt) van de geblancheerde gedroogde Flakkeese.

Geconcludeerd werd dat voor de beter gekleurde monsters gedroogde wortel (sensorisch: A-groep) de extinctiewaarden boven 40% kwamen, overeenkomend met een totaal-caroteengehalte van meer dan 100 mg/100 g gedroogd voorbereid produkt. Overigens geldt deze conclusie niet in die gevallen waarin de gemiddelde kleur (extinctie) waarde voldoet aan de gestelde eis, maar waar pit en bast te zeer in kleurintensiteit uiteen lopen. Een eerste kleurvoorwaarde blijft dan ook: redelijke kleurovereenkomst van bast en pit. Uit ervaring is bekend dat bijv. de hoogwaardige caroteenwortel Bauer's Kieler Rote soms een zich sterk aftekenende gele pit vertoont.

Tabel 38. Kleur (% extinctie) en caroteengehalte (mg/100 g) van wortelen (gedroogde Flakkeese).

zaai	1e oogst 20/9		2e oogst 11/10		3e oogst 24/10	
	kleur	caro- teen	kleur	caro- teen	kleur	caro- teen
1	38,7	103,7	43,6	103,9	43,7	111,2
2	34,3	89,7	41,3	100,3	42,0	106,3
3	29,7	77,4	38,0	87,5	38,0	93,3

Naast toepassing van de hierboven aangehaalde eenvoudige methode ter bepaling van kleurintensiteit van wortels bij een golflengte(band) van 450 nm, is in de afgelopen jaren weinig gedaan aan het voor gedroogde groente toch belangrijke facet van kleurmeting. Wel is op het Sprenger Instituut door Meijer [217] een begin gemaakt met kleurreflectiemetingen van op verschillende wijze voorbereide en gedroogde groente en van transmissiemetingen van bijbehorende 'kookvuchten'. Daartoe werd o.a. een drietal bloemkoolrassen al dan niet gesulfiteerd, geblancheerd en gedroogd (ca. 1000 mg SO₂/kg droog). Het gedroogde produkt werd weer voor consumptie bereid en de kleurreflectie gemeten, o.a. met de Hunter Color and Color Difference Meter D25. Enkele meetresultaten worden in tabel 39 gegeven.

Tabel 39. Kleurmeting gedroogde bloemkool (Hunter D25).

ras	produktdeel behandeling	helder- heid L	a-waarde		b-waarde		visu- ele waar- dering
			+	-	+	-	
			rood/groen		geel/blauw		
Climax	bloemkoolkopje						
	gesulfiteerd	64,5	-2,6		18,3		7,8
Lecerf B	"	68,6	-3,9		19,3		8,0
Flora Blanca	"	69,5	-3,3		17,7		8,3
Climax	bloemkoolkopje						
	niet gesulf.	58,6	-0,6		17,6		5,9
Lecerf B	"	61,2	-1,5		18,4		5,9
Flora Blanca	"	63,2	-1,7		17,6		6,5

De gemeten helderheid (L) correleerde, zowel bij de bloemkoolkopjes als bij de niet in de tabel opgenomen groenige steeltjes, goed met de sensorische kleurwaardering. De niet gesulfiteerde monsters waren na droging duidelijk bruiner verkleurd en lagen bij meting op lager helderheidsniveau. Rasverschillen kwamen eveneens naar voren in L- en a-waarde. Overeenkomstig de sensorische waarneming was de a-waarde (groenheid) van het gesulfiteerde produkt hoger (vooral ook de bloemkoolsteeltjes).

Zoals reeds bij de bespreking van sulfiterings- en bewaaronderzoek van gedroogde groente is aangegeven zijn enigszins bruikbare resultaten verkregen bij het doormeten van water/alkohol extracten van enkele blanke gedroogde groenten (ui, savoyekool, bloemkool) met de Engel colorimeter (filter 420 nm). Zodra echter een meer uitgesproken eigen kleur in het geding was, bleek de uitslag van deze bruinkleuringsmeting niet meer te correleren met de sensorische waarneming. Als illustratie worden in tabel 40 enkele door Meijer [217] verkregen uitkomsten van een bewaaronderzoek met gedroogde bloemkoolkopjes en steeltjes gegeven.

Tabel 40. Kleurmeting gedroogde bloemkool (extinctiemeting).

bewaarduur mnd.	extinctie kookvocht ($\text{Ex}10^3$)		visuele waardering	
	met SO_2	zonder SO_2	met SO_2	zonder SO_2
bloemkoolkopjes				
0	139	246	8,0	6,1
4	138	321	7,9	4,3
8	359	525	6,2	3,5
bloemkoolsteeltjes				
0	66	154	8,2	5,9
4	75	256	8,0	4,8
8	81	440	7,9	3,3

Voortgezet onderzoek en standaardisering van behandeling zal mogelijk tot bruikbaarere resultaten kunnen leiden. Ook dan zal men de uitkomsten wel alleen per nauw omschreven gedroogde groentesoort kunnen gebruiken daar de kleurcomponenten, ook die welke de bruinkleuring veroorzaken per produkt uiteen kunnen lopen. Een voorwaarde blijft ook dat bij metingen waarbij meer kleurfacetten betrokken zijn, de sensorische beoordelingstechniek aangepast moet zijn: sensorisch dient men te onderscheiden: helderheid, groenheid, geelheid, bruinverkleuring enz. Overleg met en training van het panel is daarbij een eerste voorwaarde.

Zand

In de vrij primitieve drogerijen van kruiden en groenten van vijftig en zelfs minder jaren geleden waren de omstandigheden, apparatuur en werkwijze niet gunstig voor het in alle gevallen vermijden van een (sensorisch) merkbaar zandgehalte. Vooral bij bladgroenten als boerenkool, prei, krulpeterselie of ook onregelmatig gevormde wortelgewassen was de kans op zandrestanten, ook van ingeklemd of ingegroeid zand, niet gering in vergelijking tot van ouds gesteriliseerd produkt als doperwt of sperzieboon. Door meer aandacht te besteden aan de vorm van de grondstoffen en aan de schoonmaakapparatuur is daarin veel verbetering gekomen. Toch is het aanleggen van kwaliteitseisen ook thans nog geen overbodige luxe evenals dit voor bepaalde gesteriliseerde of diepvriesprodukten (spinazie) of pulpen (aardbei) het geval is.

Twee bepalingmethoden komen hierbij als bruikbaar naar voren, nl.:

- a. de chemische bepaling van 'het in zoutzuur onoplosbare produktdeel' en
 - b. bepaling van 'de mechanisch te precipiteren zware bestanddelen'.
- a. Bij de hiermee te bepalen silicaten wordt ingeklemd zand mede begrepen; ook wordt produkteigen silicaat mee geanalyseerd (sensorisch niet als zand kenbaar) terwijl daarentegen andere in de mond knarsende bestanddelen als metaaldeeltjes en kalksteendeeltjes (champignon uit grotten) in zoutzuur opgelost en dus niet meebepaald worden. Deze methode is in Nederland in de groentendroogindustrie wel toegepast (o.a. bij levering aan militairen). Als getolereerde maxima bij levering worden gehalten genoemd van 0,1 en 0,2%. De bepaling kan worden uitgevoerd volgens de Nederlandse normaalbladen NEN-5370 en -5371, waarin de bepaling van het gehalte aan anorganische bestanddelen resp. ruw zand in specerijen en kruiden is genormaliseerd [209,210].
 - b. De sedimentatiemethode spiegelt zich, in de meest eenvoudige vorm, aan de nuttiging van het produkt als soep, waarbij de consument bezwaar zal hebben tegen het knarsen van de lepel op de bodem van het bord: men weekt en kookt het produkt met overmaat water en beproeft de zand-aanwezigheid met een lepel in het soepbord waarin het pro-

dukt is uitgegoten (knarsproef). Een moeilijk te kwantificeren methode. Dat gaat beter bij gebruik van een scheitrechter zoals omschreven in ISO standaard (draft recommendation) 1022, voor bepaling van 'mineral impurities' (continu of discontinu decanteren): In een scheitrechter wordt het 'zand' van het opgeweeke, eventueel gekookte, verpulpte materiaal gescheiden, gedroogd en verast, zodat het totaal van de zware bestanddelen (die geacht worden te knarsen) bepaald wordt [211].

Ten aanzien van gedroogde groente is thans (1972) nog geen vaste regel bepaald; wel lijkt in EEG-verband een voorkeur te bestaan voor aansluiting bij de meer met de sensorische waarneming overeenkomende sedimentatiemethode. Het Sprenger Instituut en de Nederlandse groentedrogers hebben hiermede echter nog onvoldoende ervaring opgedaan.

Beoordeling van de microbiologische kwaliteit

Over het voorkomen van microörganismen in gedroogde groente en de factoren die van invloed zijn op aard en grootte van infectie en overleving daarvan bij bewaring is reeds eerder (blz. 146) gesproken. Zonder dat al gezegd kan worden dat t.a.v. bepalingsmethoden en kwaliteitseisen veel gecodificeerd is, kan toch gesteld worden dat de laatste jaren veel onderzoek heeft plaatsgevonden en is gepubliceerd op het gebied van kwaliteitsnormen in dit opzicht van droge produkten [163,164,165,168,169,170]. Daaruit blijkt dat één algemene kwaliteitseis voor gedroogde produkten en ook voor de beperkte kleine groep van gedroogde groente geen redelijke zaak is, daar deze zal afhangen van het gebruik dat van het produkt gemaakt wordt. Zo stelt Mossel [164] in een korte samenvatting van eisen t.a.v. de volksgezondheid naast elkaar enerzijds de door hem voorgestelde eisen voor voorgekookte gedroogde voedingsmiddelen voor zuigelingen in ontwikkelingslanden (vaak ondervoed) en anderzijds de volgens hem extreem liberale eisen, niettemin volkomen verantwoord, van soep in droge vorm (bij bereiding te koken). Dat ten aanzien van bepaalde produkten reeds vrij grote overeenstemming bestaat over aan te leggen normen moge blijken uit tabel 41, waarin Eschmann [212] de normen voor droge soep van een viertal auteurs naast elkaar zet.

Tabel 41. Microbiologische normen voor droge soep (Eschmann).

	Catsaris et al.	Eschmann et al.	Mossel en Krugers d'Agneaux	Skovgaard
Totaal kiemgetal	max. 10^5 /g	max. 10^5 - $3 \cdot 10^5$ /g	$< 2,5 \cdot 10^4$ /g	$< 10^5$ /g
Coliformen	max. 10/g	max. 10/g	-	< 100 /g
E. coli	max. 1/g	max. 1/g	afw. in 0,1g	< 10 /g
Salmonellee	afw. in 20g	afw. in 20g	afw. in 20g	afw. in 50g

Vervolg

	Catsaris et al.	Eschmann et al.	Mossel en Krugers d'Agneaux	Skovgaard
Staph. aureus	max. 10/g	max. 1000/g	max. 100/g	<100/g
Cl. perfringens	max. 1/g	afw. in 0,1 g	-	<100/g
B. cereus	-	-	-	<1000/g
Enterobacteriaceae	-	-	<1/ml	<10/g

Ter aanvulling en relativering wordt hiervolgend geciteerd wat terzelfder tijd door Mossel en Harrewijn voor droge soep gemeld werd [164]: "Hierbij zal men in de eerste plaats afwezigheid van Salmonellae in inwegingen van 25 g willen eisen, om de huishouding te beschermen tegen besmetting van de droge soep zelf. Voorts zal men de algemene hygiënische kwaliteit van het produkt willen definiëren via een kiemgetal niet boven de orde 10^6 /g en afwezigheid van E.coli in 0,1 g. Strengere of meer gedetailleerde eisen zijn echter ecologisch niet verantwoord gezien:

1. de verwerking in vele droge soepen van onvermijdelijk tamelijk sterk besmette, niet intensief verhitte ingrediënten zoals specerijen en niet-geblancheerde gedroogde groenten;
2. de vrij intensieve thermische behandeling die droge soepen bij hun culinaire toebereiding ondergaan;
3. het ontbreken van aanwijzingen dat droge soepen enige rol van betekenis spelen bij voedselvergiftiging."

Aangezien gedroogde groente grotendeels terecht komt in droge soep, waarin schonere, maar ook meer besmette componenten het totale mengsel vormen, wil het voorkomen dat men ook daarvoor houvast zal hebben aan de eisen die voor droge soep gesteld worden. Overigens zijn onder gedroogde tuinbouwprodukten ook bijv. fruitpoeders, of gevriesdroogde groente en champignons die in niet of weinig te verhitten gerechten gebruikt worden en die aan microbiologisch zwaardere eisen zullen moeten voldoen.

Tenslotte volgen nog enkele nieuwere facetten van het microbiologisch onderzoek van gedroogde voedingsmiddelen, die ten dele betrekking hebben op de monstervoorbereiding, voordat de gebruikelijke determinatietechnieken met behulp van selectieve media worden toegepast:

- a. Resuscitatie. Dit is het doen herleven van de zgn. sublethaal beschadigde microorganismen (door oxygenatie, lage A_w , verhitting, verlaagde pH). De beschadiging heeft tot gevolg dat men gedroogde produkten niet, zoals verse, direct mag enten in de gebruikelijke sterk selectieve voedingsbodems. Men moet de beschadigde populaties eerst de gelegenheid geven tot de produktie van volledig levenskrachtige cellen. Dit kan worden bereikt door de

cellen zich eerst te laten herstellen op of in een betrekkelijk rijke, vaste of vloeibare voedingsbodem. Voor in droge produkten aanwezige Enterobacteriaceae is lactosebouillon een uitstekend resuscitatiemedium gebleken. Ook tripton-sojabouillon of gebufferde glucose-tripton-sojapepton-bouillon worden als zodanig genoemd. Voor bijzonderheden wordt naar de betreffende literatuur verwezen [164,165].

- b. Groot stammonster. In verband met de sterk heterogene wijze van besmetting van gedroogde produkten (en uit vorige hoofdstukken blijkt dat dit ook voor gedroogde groente geldt) dient steeds een groot stammonster te worden getrokken, dat op passende wijze wordt gehomogeniseerd en verkleind.
- c. Befroedingsstemperatuur. De eertijds veel toegepaste 37°C wordt thans op 30°C geadviseerd in verband met de slechte ontwikkeling van bepaalde organismen bij 37°C.
- d. Snelle fabrieksmethoden worden door Mossel c.s. aangegeven, zij het ook dat deze slechts een benaderde bacteriologische controle mogelijk maken op totaal kiemgetal en Enterobacteriaceae-titer.

Sensorische beoordeling

We kunnen onderscheid maken tussen beoordeling van droog en van bereid produkt. Het eerste behoort meer tot de laboratoriumwerkzaamheden, het tweede speelt zich af in de proefkeuken.

A. Droog produkt:

Hoewel uiteindelijk een produkt sensorisch pas goed beoordeeld kan worden nadat het voor consumptie bereid is zijn er, minder in de onderzoekssfeer van een researchinstituut, meer in de gedroogde groente-productie en -handel, methoden en normen ontwikkeld die de sensorische kwaliteit van het droge produkt als zodanig betreffen.

Een van de te vroege (!) ontwerpen voor kwaliteitseisen van het Sprenger Instituut had als te onderzoeken punten o.a. de volgende opgenomen:

- a. "Het produkt mag geen kleurmiddelen bevatten. Het toevoegen van koperzouten is verboden. Het dient de typische kleur en geur van vers gedroogd produkt te hebben"..... Hoewel een afwijkend kopergehalte zeker ook analytisch kan worden aangetoond is, door de felgroene kleur, kopergebruik sensorisch op te merken als men enige ervaring heeft met de natuurlijke olijfgroene kleur van geblancheerd gedroogd produkt zonder kopertoevoeging. In de toelichting van deze eis wordt dit als volgt verduidelijkt: "de kleur mag slechts weinig afwijken van die van prima gedroogd produkt, en de reuk mag niet muff, schimmelig of onfris zijn".
- b. "Het produkt moet vrij zijn van zand en andere vreemde bestanddelen".....
Op de zandbepaling wordt elders nader teruggekomen. De wijze van het beoordelen van vreemde bestanddelen is als volgt: "Het uitgespreide monster wordt met een pincet ge-

heel doorzocht. Gelet wordt op alle niet tot de opgegeven groentesoort behorende bestanddelen (stro, dennenaalden, touw, papier, tabak, metaal, aarde, kiezelsteentjes, gras-sprietjes, schimmel, levend of dood ongedierte enz.). In twijfelgevallen wordt met vergrootglas of microscoop de aard van het vreemde vastgesteld. Alle vondsten worden verzameld en afzonderlijk bewaard".....

- c. "Minderwaardige en wankleurige produktdelen worden slechts toegestaan in een mate als aangegeven in de standaard-eisen welke aan de verschillende groenten afzonderlijk ge-steld worden".....

Het gaat hier om delen van het betrokken produkt, die van minderwaardige kwaliteit zijn en bij normale huis-houdelijke of industriële verwerking verwijderd worden, als: bruine bladpunten, te veel bladstelen, overrijpe gele peulen, draden en punten van sperziebonen, schilden van wortelgewassen, harde stronkdelen van kool enz.

- d. Ook de deeltjesgrootte of afmetingen van de droge produkten is een eigenschap, die op zeer eenvoudige wijze te bepalen is bijv. door gebruik van schudzeven. De afnemer zal eisen stellen ten aanzien van het maximum percentage gries of poeder; bijv. Intendance Nederl. Landmacht t.a.v. gedroogde aardappel:minder dan 1% gries door zeef no. 7 Tylor Designation (maaswijdte 2,830 mm, draaddiameter 0,92 mm) Stukafmetingen kunnen ook betrekking hebben op bereid produkt, waarbij dan de bereidingswijze vermeld moet worden.

In het algemeen zijn de standardeisen waarvan hiervóór sprake was voor de verschillende gedroogde groenten als toegestane percentages vermeld, bijv.: voor 95% vrij van wankleurige delen, maximum gewichtsperscentage aan punten of stelen 3%.... Grote afnemers, zoals de individuele soep-fabrieken hebben hiervoor eigen kwaliteitsnormen, als onderdeel van omvangrijke bundels, waarin de talloze in de (droge) soep te verwerken grondstoffen en verpakkingsmaterialen naar eis en bepalingsmethode zijn opgenomen. Overigens heeft de internationale organisatie van de soepenindustrie: Association internationale de l'Industrie des Bouillons et Potages te Parijs nog geen kwaliteitseisen of bepalingsmethoden voor gedroogde groenten opgenomen in haar opstelling van onderzoekmethoden [202]. Daarentegen vinden we sinds jaren bij Nederlandse militaire instanties kwaliteitseisen waarin vaak tot in details de voorwaarden voor te leveren gedroogde groente, aardappelen enz. vermeld zijn. Als voorbeeld wordt naar de aan het eind van deze publikatie als Bijlage II opgenomen militaire kwaliteitseisen t.a.v. gedroogde sperziebonen verwezen [203].

B. Bereid produkt

Bij bereiding van de te keuren gedroogde groente kan men in principe zoveel mogelijk aansluiten bij de werkwijze die voor het betreffende produkt geldt in de praktijk van de gebruiker. Enerzijds bij nuttiging als groente, dus ook een bereiding al of niet na opweken, als groente, met een beperkte hoeveelheid kookvocht; anderzijds bij nuttiging als soep ook bereiding en keuring als waterig geheel.

In het eerste geval zal men voor het doseren van week/kookvocht rekening houden met de hoeveelheid water die oorspronkelijk bij drogen verdampt is. In veel gevallen zal, vooral bij het weglaten van een voorweektijd, de wederopname van water daar een heel eind beneden blijven, zodat de originele hoeveelheid water reeds voldoende schijnt. Van de andere kant dient het droge produkt steeds voldoende met water in aanraking te zijn om te rehydrateren. De praktische hoeveelheden kookvocht bedragen zodoende al gauw 20-10 keer het gewicht van het droge produkt, of 50-100 g droge groente per liter kookvocht. Na het koken moet dan overtollig vocht worden afgegoten, wat uit een oogpunt van voedingswaarde natuurlijk onvoordelig is.

Soepgroenten nuttigt de consument, afzonderlijk gerekend, in de soep in grote verdunning; bij sensorische keuring zou dit een onderlinge vergelijking bij kleine verschillen bemoeilijken. In dit geval moeten de keurders zich dan ook vertrouwd maken met het consumeren van monsters in grotere concentratie dan die welke in de praktijk worden toegepast; bij produkten als knolselderie (blad), peterselie, ui e.d. vereist dit enig doorzettingsvermogen. Week- en kooktijden, eventueel toevoeging van een weinig zout of suiker kunnen zo dicht mogelijk bij de praktijk aansluiten (bijv. kooktijd op soepzakje). Bij keuring bedragen de hoeveelheden gedroogde soepgroente, al naar gelang van smaak- en aromakracht 10 tot 40 gram per liter kookvocht.

De te beoordelen eigenschappen zijn bij soepgroente: uiterlijk (homogeniteit en grootte van snit en kleur, herstel van oorspronkelijke vorm, rimpeligheid, afwijkende delen e.d.), kleur, consistentie, smaak en karakteristiek aroma. Het uiterlijk wordt primair door uitgangsprодукt, voorbereiding en droging bepaald en verandert bij redelijke bewaring minder snel dan kleur en aroma; het zelfde kan gezegd worden van de consistentie, die zoals we uit vorige hoofdstukken weten zeer zelden de malsheid van bereide verse grondstof toont. Van de smaak in strikte zin (zoet, zuur, zout, bitter) kan gezegd worden, dat deze vooral door te intensieve voorbereiding (blancheren, wassen) en te veel kookvocht afvlakt, maar door toevoeging van smaakstof (suiker, zout, zuur, glutamaat enz.), vooral bij soep, weer op peil gebracht kan worden. In feite zijn voorgaande eigenschappen bij het onderzoek vaak van minder belang om in de keuring te worden betrokken en kan men zich bij keuring op kleur en aroma concentreren. Vooral de kleur en het karakteristiek aroma zijn van belang gebleken, omdat deze eigenschappen bij bewaring het meest opvallend achteruit gaan.

Van de kleur kennen we in het bijzonder de verbleking (aardappel, wortel, ook groene produkten in luchtverpakking) en de bruinkleuring veroorzaakt door chemische Maillard-reacties of, bij ongeblancheerd produkt, door enzymatische omzettingen (bijv. gedroogde tuinkruiden). Het zijn veranderingen die typisch bij gedroogde groenten optreden; ze zijn waard om ook instrumenteel gemeten te worden (zie blz. 142).

Parallel aan de kleurveranderingen noteren we veelal veranderingen in het aroma. Tegenwoordig zijn schimmelig en muf, eens het kenmerk van droge produkten met een te hoog

vochtgehalte, weinig voorkomend tengevolge van ruimere toepassing van blancheren, betere nadroging en verpakking. Daarentegen zijn aromavlakheid, branderigheid (droogaroma), SO₂ en ransheid nog wél voorkomende aromaafwijkingen; waartegen overigens, zie vorige hoofdstukken, maatregelen kunnen worden genomen.

Een groot aantal publikaties vormt een algemene leidraad bij het hanteren van het allerbelangrijkste 'instrument' tot kwaliteitsbeoordeling: het sensorisch beoordelen van het in de proefkeuken bereide produkt [204,205,206,207,208]. Het is hier niet de geëigende plaats om met meer dan het aangeven van enkele literatuurbronnen in te gaan op de merites van sensorische meettechnieken. Een uitzondering wordt echter gemaakt voor het Karlsruher beoordelingsschema [208] waarvan herhaalde malen op het Sprenger Instituut gebruik is gemaakt bij vergelijking van gedroogde groenten afkomstig van verschillende rassen en van gevarieerde bewaarproeven. Anders dan bij veel voorkomend onderzoek waarbij het om een volgorde gaat of om het vaststellen van eenvoudige verschillen tussen slechts enkele monsters, betreft het hier een beoordeling van meerdere of van alle eigenschappen van vaak een groter aantal monsters. Het gaat daarbij minder om de volgorde dan om de 'absolute' hoogte van de waardering van uiterlijk, kleur, consistentie enz. Het Karlsruher schema heeft hiervoor een indeling van de afzonderlijke eigenschappen in een 9-puntige schaal van voortreffelijk (9) tot zéér slecht (1), verdeeld in drie groepen: goed (9, 8, 7), aanvaardbaar (6, 5, 4) en onaanvaardbaar (3, 2, 1), iedere groep dus met de mogelijkheid weer in drie ondergroepen verdeeld te worden. De groepen worden benoemd en omschreven, zodat zo weinig mogelijk van een individuele voor- of afkeur sprake kan zijn. Toch is nog een grote mate van onderling overleg, oefening en, last but not least, contact met de fabrieks- en handelspraktijk nodig. De sensorische omschrijvingen in dit schema zijn namelijk gekoppeld aan een meer of mindere aanvaardbaarheid. Om niet op een te subjectief instituutspanelstandpunt te bouwen, moet men op de hoogte zijn van praktijkwaardering en voorkeur en daaraan de eigen indeling toetsen. Tenslotte zijn dit soort onderzoekingen meestal opgezet ter voorlichting van de industriële praktijk en handel.

Men kan zich bij het objectiveren van de schaalindeling natuurlijk zeer helpen door gebruik te maken van algemeen bekende referenties als kleur- of hardheidsschalen (smaak en aroma zal moeilijker gaan).

Tenslotte wordt in tabel 42 een voorbeeld gegeven van het beoordelingsschema voor gedroogde knolselderie volgens het Karlsruher principe. Daarbij valt op dat de kleur- en aroma-waardering in 9 resp. 7 omschreven trappen is verdeeld, terwijl (voorlopig) consistentie en smaak een minder gedetailleerde indeling hebben. Dit kan naar produkt, behandeling en vooral ook keuringservaring verschillen en veranderen.

Tabel 42. Sensorisch beoordelingschema voor gedroogde knolselderie volgens het Karlsruher principe.

gedroogde knolselderij	goed			aanvaardbaar			onaanvaardbaar		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
code-waardering									
algemene indeling	voortreffelijk	zeer goed	goed	ruim aanv.b.	aanvaardbaar	nog juist aanv.b.	niet meer aanv.b.	slecht	zeer slecht
KLEUR	e g a l								
	zeer licht-crème	licht-crème	crème of wit	crème doch iets onregelmatig	lichte kleur doch iets onregelmatig	heel licht bruin of heel licht grauw	bruinige tint en/of grauwig tint	bruin en/of grauw	zeer bruin en/of zeer grauw
CONSISTENTIE	e g a l								
	+ ←	stevig (niet te moezen met lepel)	iets hard	+ ←	aan de harde kant of iets onregelmatig	→	iets zacht	duidelijk te zacht of te hard en/of taai	→
SMAAK	+ ← (geen afwijk.)	natuurlijke smaak	→ (lichte afw.toestaan)	+ ←	natuurlijke smaak maar i. i.zuur	→	+ ←	iets bitter; te zoet en/of te zuur	→
AROMA	zuiver krachtig selderij- aroma	duidelijk selderij- aroma; geen afwijking	selderij- aroma; licht SO ₂ en/of droog- aroma toe- gestaan	+ ←	selderij- aroma duidelijk aanwezig; SO ₂ en/of droogaroma toegeestaan	→	selderij- aroma onder- drukt door SO ₂ , droog- aroma of smaakafw.	selderij- aroma nauwelijks te onderscheiden door afw. aroma's	sterk afwijkende aroma's

14. DROGEN VAN FRUIT EN KRUIDEN

Het drogen van fruit, vroeger nog wel in Nederland (W-Europa) beoefend, komt, om economische redenen, hier nauwelijks meer voor. Trouwens, in gebieden die nog meer bekend zijn om hun produktie van gedroogd fruit (bijv. Californië), wordt in de laatste tijd minder op deze wijze verwerkt dan voorheen: de (wereld)markt wenst andere produkten. De droogmethode die wordt toegepast is gedeeltelijk nog steeds zondroging, vooral in minder ontwikkelde landen, en verder in eest- of tunneldrogers van het gelijk-, tegenstroom- of gecombineerde type.

De conservering van de organoleptische eigenschappen van verschillende te drogen blanke fruitsoorten (appelen, peren, abrikozen, perziken, blanke rozijndruiven) brengt nog steeds het van ouds toegepaste zwavelen mee; de smaak/aromaveranderingen in de vruchten worden binnen gewenste grenzen gehouden. Een feit is echter dat door enzymatische en chemische omzettingen tijdens de vaak langdurige drogingen in het betrekkelijk vochtige eindprodukt (vochtgehalten rond 20%), gedroogd fruit ontstaat, dat een van het verse fruit afwijkend eigen karakter heeft. Gedroogde appelen, pruim en banaan zijn hiervan sprekende voorbeelden. Eerst door toepassing van moderne droogmethoden die óf bij lagere temperatuur (vacuüm (vries)drogen) óf met korte droogtijden (verstuivingsdrogen of schuimdrogen) werken, zijn eindprodukten te verkrijgen die meer met het uitgangsprодукt overeenkomen.

Het drogen van kruiden, in Nederland na de Tweede Wereldoorlog mede door overheidsbemoeienis tot grotere ontwikkeling gekomen, is in vele opzichten sterk verwant aan het drogen van groentegewassen. Voor een deel betreft het hier geneeskruiden, die tot de farmaceutische grondstoffen behoren en die hier verder niet ter sprake komen. Anderzijds behoren aromatische kruiden, voor zover niet bestemd voor de parfumerie, tot het grensgebied van de levens(genot)midelenindustrie.

Gedroogde kruiden kunnen worden gebruikt in droge soepen, doch ook in tafelzuren, natte soepen, sausen, vleeswaren, enz.

Een blancheerproces als bij vele soepgroenten, gunstig voor behoud van kleur en zachte consistentie, wordt in geen geval overwogen, i.v.m. verdwijnen of beschadigen van de gewenste inhoudsstoffen (etherische oliën, glucosiden enz.). De droogluchttemperatuur wordt om dezelfde redenen in het algemeen zeer laag gehouden; men blijft daarbij ook beneden het niveau waarop enzymwerking te snel omzettingen veroorzaakt. Maxima van 35-50°C zijn hierbij gebruikelijk; de droogtijden zijn daarbij zeer lang. Tegenwoordig worden meerbanddrogers gebruikt als voordrogers, gedurende bijv. 6 uren, waarna nog een nadroging gedurende 1 of 2 dagen volgt in open eestdrogers (cellen) bij nog lagere temperatuur. Dat het in bepaalde gevallen ook anders kan bleek uit onderzoek op het Sprenger Instituut, waarbij de droogluchttemperatuur hoog werd opgevoerd (>100°C) en de droogtijden zeer

kort werden. Bladgewassen behorende tot de Schermbloemigen (peterselie, selderij, dille enz.) bleken in enkele minuten droogtijd een zeer goed produkt te leveren; vertegenwoordigers van de Lipbloemigen (pepermunt, tijm, bonenkruid enz.) bleken daarentegen te gevoelig voor de hoge droogluchttemperaturen. Bij de eerste groep zijn de oliecellen dieper in het weefsel gelegen dan bij de tweede, waar de geurstof is gelokaliseerd in oppervlakkige klierharen en -schubben.

Anderzijds is in het algemeen de behandeling van kruiden in de drogerij en bij opslag veel minder kritisch dan bij gedroogde groenten, die in hun geheel voor consumptie zijn bestemd. In veel gevallen gaat het uitsluitend om bepaalde inhoudstoffen en is het uiterlijk op zichzelf niet belangrijk. Voor dergelijke kruiden zijn ook bijv. hoge zandgehalten getolereerd, 4-5% (bij de Vereniging van Nederlandse Kruidencoöperaties 2%), waarbij een vochtgehalte van ca. 13% is toegestaan, wat weer van invloed is op de verpakking, die minder vochtwerend behoeft te zijn.

In Nederland zijn vier coöperatieve kruidentelersorganisaties verenigd in de hierboven genoemde Vereniging VNK die o.a. de centrale opslag, bewaring en afzet van de gedroogde kruiden verzorgt. Bij afname door de VNK gelden bepaalde kwaliteitsnormen [218].

15. BIJLAGEN

KENMERKEN VAN HET GEWAS EN WENSEN VAN
DE INDUSTRIE TEN AANZIEN VAN DE GRONDSTOF

KNOLSELDERIJ

- Gronden : Meest tuinbouw; in de buurt van Breda ook landbouw.
- Kleur : Blank, zo min mogelijk geaderd.
- Afmeting : In het algemeen zo groot mogelijk, maar te groot geeft vaak moeilijkheden bij verwerking. Daarom maximaal 22 cm diameter. Knollen mogen niet kleiner zijn dan 10 cm (onvoordelig bij reinigen en schillen).
- Vorm : Bolrond. Liefst geen platte of trapeziumvorm.
- Uitwendig : Gaaf en glad: geen holle koppen,
geen vertakking en bulten,
kleine wortelpruik (naar beneden gericht),
kleine bladinplanting.
- Inwendig : Geen verkleuringen. Bruin en paars komen voor en zijn redenen om partij af te keuren!
Inwendige holheid/voosheid is geen groot bezwaar, mits niet gepaard gaande met verkleuringen.
'Zwart'koken (NaOH-proef) is ongewenst.
- Ziekten en aantastingen: Geen schurft en roest.
- Bewaarbaarheid: Ca. 3 maanden. Hierbij speelt wijze van oogsten een rol. Bij machinaal oogsten komen nogal eens beschadigingen voor die de bewaarbaarheid verminderen. Bij het verwijderen van het blad mag het 'leven' er niet uitgesneden worden (spits afsnijden). Er mag niet teveel grond aan de knollen zitten; dit vermindert de luchtcirculatie tijdens bewaring.
- Diversen : Hoog droge-stofgehalte is gewenst.
Geen schieters
- Verschil met verse markt: Verse markt vraagt kleine knol.

GELE EN WITTE KOOLRAAP

- Gronden : Hoofdzakelijk landbouw en grove tuinbouw (gele).
Kleur : Witte - wit (niet grauw), gele - oranjegeel, zonder witte stukjes.
Afmeting : Zo groot mogelijk, maar maximaal ca. 25 cm (anders moeilijkheden met fabrieksverwerking).
Vorm : Rond! Bij uitplanten, gevolgd door droogte, kunnen 'lange' knollen gevormd worden. Is droogte te verwachten, dan kan men beter zaaien en later uitdunnen op énen.
Uitwendig : Glad, zonder 'deuken' en gaaf. Verkleuring van de kop, mits oppervlakkig, is geen bezwaar. Groen en paars zijn even hinderlijk.
Inwendig : Geen verkleuringen (bruin); dit is meestal een raseigenschap. Geen verhouting onder de schil! Deze worden na drogen wit.
Ziekten en aantastingen: Koolvlieg.
Bewaarbaarheid: Ca. 5 maanden. Witte is in dit opzicht zwaker dan gele. Geen aanhangende grond (ventilatie!). Machinaal oogsten is voor witte bezwaarlijker (kwetsbaarder) dan voor gele.
Diversen : Bij verbouw als tweede vrucht is koolvliegaantasting meestal minder in de knol, maar kan nog wel in de kop voorkomen. Om verhouting in de schil te voorkomen mag er nooit in mei of eerder gezaaid worden.
Verschil met verse markt: Liefst minder grove knol voor de verse markt.

HERFSTKNOL

- Gronden : Landbouw.
Kleur : Wit. Paars in de kop mag niet te diep doordringen.
Afmeting : Niet te veel exemplaren kleiner dan 6 cm diameter.
Vorm : Rond.
Uitwendig : Glad.
Inwendig : Niet voos (komt veel voor).
Ziekten en aantastingen: Wortelvlieg.
Bewaarbaarheid: Niet bewaarbaar.
Diversen : Droge-stofgehalte ligt meestal erg laag en zou gaarne hoger gewenst worden. Klein produkt voor drogen.

RODE BIET OF KROOT

- Gronden : Landbouw en tuinbouw.
Kleur : Vooral inwendig goed rood. Niet te donker, daar dit bij het drogen zwart wordt.
Afmeting : Sortering van klein naar groot:
Modjo's - voor schijven
A (100-300 g) - idem
B (300-500 g) - voor blokjes
C (500-700 g) - worden te groot i.v.m. witte ringen
D (boven 700 g) - idem.
Vorm : Rond (ook de beste kleur). Geen platte krotten (vroeger teelt).
Uitwendig : Glad en gaaf.
Inwendig : Geen witte ringen (C-biet en groter).
Ziekten en aantastingen: —
Bewaarbaarheid: Moet goed zijn; putten en kuilen voldoen het beste.
Diversen : —
Verschil met verse markt: Liefst fijne biet voor de verse markt. Ook daar wordt de ronde vorm het meest gewenst, voor de vroege oogst wordt plat geaccepteerd.

PASTINAAK

- Gronden : Bijna uitsluitend landbouw.
Kleur : Blank - crème.
Afmeting : Grof en egaal van grootte.
Vorm : Liefst korter en dikker dan de huidige (beter machinaal te rooien).
Uitwendig : Zo glad en gaaf mogelijk (thans nogal wrattig). Geen holle koppen. Geen schieters.
Inwendig : Geen blauwe verkleuringen. Geen holheid. Egaal van kleur.
Ziekten en aantastingen: Kanker (bruin aan de buitenkant) treedt op na te lange teelt. Roest aan de kop en wortelvliegaantasting.
Bewaarbaarheid: Na oogsten niet te bewaren. Gewas kan lang in de grond blijven staan. Te lang staan (winter over) geeft verhoutingen.
Diversen : Er mogen geen beschadigingen (rot, verkleuring) en geen verhouting voorkomen.

WINTERWORTEL

- Gronden : Veel landbouw en grove tuinbouw, bij voorkeur zand en lichte zavel.
- Kleur : Oranje tot rood. Geen of weinig verschil tussen bast en pit. Bij zeer grove wortel is de kleur vaak lichter (bij volgroeide peen).
- Afmeting : Groot en egaal van sortering (boven de 150 g/ stuk). Diameter bij de kop niet groter dan 6 cm i.v.m. blancheren in de fabriek.
- Vorm : Liefst cilindrisch, recht, niet te lang (breekbaar) en geen verzonken kop.
- Uitwendig : Glad en gaaf; geen insnoeringen. Geen toertakken en strampers. Geen groene koppen.
- Inwendig : Kleine pit. Niet hol. De bast mag niet van de pit loslaten. Geen witte nerf in de pit.
- Smaak : Moet zoet zijn en de specifieke wortelsmaak hebben. Mag niet wrang zijn (als bijv. Bauers Kieler Rote).
- Ziekten en aantastingen: Vuur komt heel veel voor (wortelvlieg). Bestrijding hiervan is niet altijd voor 100% mogelijk.
- Bewaarbaarheid: Ca. 4 à 5 maanden. Beste resultaten bij wortelen van zand en lichte zavel (weinig aanhangende grond). Mechanisch oogsten geeft vaak extra veel tarra.
- Diversen : Sommige wortels, meestal afkomstig van zwarte grond, worden grauw na het loogschillen (mogelijk Borium- of Kaliumgebrek). Zaaidichtheid is belangrijk; een te dichte stand geeft een te fijn produkt voor de droger. Rassenkeuze is belangrijk. Een Berlikumer bijv. doet het in de buurt van Berlikum bijna altijd goed, terwijl hij elders in het land zelden vol doet. Bauers Kieler Rote heeft een hoog drogestofgehalte en is mooi van kleur, maar de opbrengst is (in Nederland) slecht. Chantenay is goed wat betreft kleur en opbrengst (niet qua droge stof). Juwarood heeft nogal wat belangstelling van de drogers (kleur en droge stof).
- Verskil met verse markt: Liefst fijnere sortering voor de verse markt.

PREI (herfst-)

- Gronden : Meest tuinbouw, soms landbouw.
- Kleur : Groen - moet bijna altijd donker (blauw-)groen zijn, in enkele gevallen is een licht-groene kleur gewenst.
- Wit - zo zuiver mogelijk, ook het hart; licht geel is geen ernstig bezwaar; groen in het hart is wel een bezwaar.
- Graag scherpe scheiding tussen groen en wit.
- Afmeting : Graag lange schacht met grote diameter. Geen dunne sprieten. Te lange prei (vooral blad) is nadelig.
- Vorm : Liefst rechte voet. 'Knobbel' is geen ernstig bezwaar.
- Uitwendig : Geen dorre bladeren (randen en punten).
- Inwendig : Geen groen in schacht.
- Ziekten en aantastingen: Prei-vlieg.
- Bewaarbaarheid: Niet bewaarbaar. Bij bewaring loopt de groene kleur sterk terug. Liefst weinig-vorstgevoelig (later oogsten mogelijk).
- Diversen : Lang wit kan mogelijk verkregen worden door anaarden. Verhoging van de opbrengst aan wit door anaarden is twijfelachtig. Wit geeft hoger rendement bij drogen en is meer waard als droog produkt, vandaar de eis van de droger: veel wit! Bij drogen wordt wit nooit, groen soms geblancheerd (uitloging).
- Bij droge-stofbepalingen is gebleken dat wit een hoger droge-stofgehalte heeft dan groen.
- Verschil met verse markt: Een groen hart is nauwelijks een bezwaar voor de verse markt.

BLOEMKOOL

- Gronden : Uitsluitend tuinbouw.
- Kleur : Korrel (bloempjes) zo wit mogelijk; meest licht crême. Stelen liefst met iets groen.
- Afmeting : Zo groot mogelijk (wordt per stuk gekocht).
- Vorm : Zo vlak mogelijk (gemakkelijk te scheren). Liefst losse kool (bloempjes afzonderlijk). Vaste kool droogt moeilijker. Geen beschadigde korrel (vervoer). Veel korrel, weinig steel, kleine pit.
- Uitwendig }
Inwendig }
- Ziekten en aantastingen: Kanker (zwartverkleuring bij stelen, soms tot in de korrel).
- Bewaarbaarheid: Niet lang bewaarbaar (paar dagen).
- Diversen : Een vaste kool heeft mogelijk een hoger drogestofgehalte maar is nadelig door meer afval.
- Verschil met verse markt: Verse markt vraagt ronde (bolle) vaste kool met witte korrel en steeltjes.

WITTE KOOL (herfst-)

- Gronden : Landbouw en (grove) tuinbouw.
- Kleur : Wit - iets crêmig. Soms is een licht groenig buitenblad gewenst (afhankelijk van afnemer).
- Afmeting }
Vorm } : liefst fijne nerven, kleine pit.
- Ziekten en aantastingen: 'Rand' (zwart binnen in de kool)
- Bewaarbaarheid: Tot ca. 6 maanden voor de winterkool (sluitkool). Herfstkool tot ca. half november.
- Diversen : De droger verwerkt meest herfstkool. Zomerkool heeft een laag rendement en is niet bewaarbaar. Rendement van herfstkool is ook lager dan van winterkool.
- Verschil met verse markt: De verse markt, maar vooral de zuurkoolfabrikant eist zo wit mogelijke kool.

BOERENKOOL (herfst-)

- Gronden : Land- en tuinbouw.
- Kleur : Fris donkergroen, mag niet blauwgroen zijn (wordt te zwart bij het drogen). Bij het Nederlandse sortiment worden voor het drogen de lichtere koolrassen iets geprefereerd boven de donkere.
- Afmeting : Grote bladeren.
- Vorm : Fijn gekruld; geen grove nerven.
- Uitwendig } Stevige bladschijf. Schuin opstaand blad wordt
Inwendig } geprefereerd boven hangend blad, omdat bij het oogsten van de bladeren de schuin opstaande gemakkelijker afbreken. Geen verkleurd (geel) blad.
- Ziekten en aantastingen: —
- Bewaarbaarheid: Niet bewaarbaar na oogsten. Men preferereert weinig-vorstgevoelige rassen (later oogsten).
- Diversen : Door de hoge kosten bij handoogsten is men gaan zoeken naar teeltmethoden en rassen, waarbij machinaal oogsten mogelijk is. Tot nu toe hebben de proeven nog onvoldoende succes opgeleverd. Jong oogsten geeft slecht rendement. Amerikaanse en Duitse rassen hebben opstaand blad, maar machinaal oogsten (inclusief stropen) geeft te veel geel blad.
- Verschil met verse markt: Verse markt en diepvries vragen zo donker mogelijke kool. (Steeldelen en nerf worden vaak mee verwerkt).

GROENE SAVOYE KOOL

- Gronden : (Grove) tuinbouw.
- Kleur : Groen - afhankelijk van afnemer niet te donker (wordt zwart bij drogen) tot lichtgroen. Hoeveelheid groen is ook weer afhankelijk van afnemer veel of weinig.
- Geel - gewenst, hoeveelheid t.o.v. groen is afhankelijk van de afnemer.
- Wit - ongewenst (wordt grauw bij drogen).
- Afmeting } : Niet te groot. Bij grote kool vaak te weinig
- Vorm } : groen blad. Niet te klein (kan niet geboord worden)
- Uitwendig } : Afhangelijk van afnemer sterk of minder sterk ge-
- Inwendig } : bobbeld blad. Geen grove nerven (veel afval).
Kleine pit.
- Ziekten en aantastingen: Luis en rupsen komen veel voor.
- Bewaarbaarheid: Niet bewaarbaar. Geel gaat snel rotten. Mag niet vorstgevoelig zijn.
- Diversen : De kleur van een bepaald ras kan van jaar tot jaar verschillen. Losse kool is meestal groener dan vaste kool. Te rijpe kool geeft veel meer geel t.o.v. groen en een te hoog suikergehalte waardoor bruinkleuring bij drogen en bewaring van gedroogd produkt zou kunnen ontstaan. Gele savoye kool is te duur voor de droger.
- Verschil met verse markt: Verse markt vraagt uiterlijk donkergroene kool, niet te los; verhouding groen/geel van minder belang.

SPINAZIE

Gronden : Landbouw en tuinbouw.

Kleur : Donkergroen, als het voor bladconsumptie is. Wat lichter groen wordt geaccepteerd als men poeder moet maken (doorgeschoten).

Afmeting } : Grof, stevig blad met weinig steel.
Vorm }

Uitwendig } : Geen schieters (zaad).
Inwendig }

Ziekten en aantastingen: 'Wolf'. Er zijn vele resistente rassen.

Bewaarbaarheid: Niet bewaarbaar.

Diversen : In Duitsland wordt op zuidelijke hellingen de spinazie in het najaar gezaaid en in april geoogst. Deze spinazie is bijzonder geschikt voor drogen. In Utrecht wordt deze teeltwijze ook wel gevolgd, maar de prijs is voor de droger te hoog (risico van vorstbeschadiging).

Verschil met de verse markt: Geen.

PETERSELIE

Gronden : Tuinbouw.
Kleur : Donkergroen.
Afmetingen } : Korte stelen en gekruld blad.
Vorm }
Uitwendig } : Gunstige blad/steel-verhouding.
Inwendig } : Krachtig aroma (vlakbladig schijnt aromatisch te zijn).
Ziekten en aantastingen: Vergeling; resistentie gewenst tegen peenvlieg-aantasting, die veel voorkomt.
Bewaarbaarheid: Niet bewaarbaar.
Diversen : 4 à 5 x per jaar maaien met zeis of maaibalk.
Verschil met verse markt: Geen.

BLADSELDERIE

Gronden : Als voor knolselderij, d.w.z. meest tuinbouw, ook wel landbouw (Breda).
Kleur : Niet te donker groen. Lichter groen van snij-selderij is zeker geen bezwaar. Geen geel of bruin.
Afmeting } : Praktijk is nog meest: geplukt blad van knol-
Vorm } selderij. Blad liever wat fijner; minder steel t.o.v. blad (hoger afsnijden).
Uitwendig } : Zie hier boven; krachtig geurend.
Inwendig }
Ziekten en aantastingen: Roest. Resistentie en bestrijding gewenst.
Bewaarbaarheid: Niet bewaarbaar.
Diversen : Selderijblad geteeld uit knolselderijzaad biedt wel perspectieven. Produkt is frisser groen en malser (vooral de stelen), heeft echter wat lager droge-stofgehalte (rendement) en wat minder aroma.
Zaai en oogst zijn heel goed te mechaniseren. Bij dit zaaien is het risico echter vrij groot, als een droogteperiode ongunstig valt (lange kiemperiode en oppervlakkige zaai).
Verschil met verse markt: Geen.

SPERZIEBOON

- Gronden : Landbouw.
Kleur : Donker groen (geen wit aan de binnenkant van de peul). Geen zwarte vlekken (colletotrichum).
Afmetingen } Voor drogen van hele en gebroken bonen liefst
Vorm } fijne, rechte en ronde bonen (tot max. 9 mm Ø).
Voor drogen van gesneden bonen liefst grof en wat plat.
Uitwendig } Weinig of geen zaad, niet vezelig en dradig.
Inwendig } Geen trossen en blad bij aanvoeren. Geen beschadigingen (komt bij machinaal oogsten voor).
Ziekten en aantastingen: Geen rotte punten (Botrytis).
Bewaarbaarheid: Niet of kort bewaarbaar.
Diversen : Liefst rassen telen die niet te vlug afrijpen (zaad vormen en geel worden).
Gewenst is een typische bonensmaak. Dit komt echter op de tweede plaats, na uiterlijk en zaadhoeveelheid.
Verskil met verse markt: Verse markt wil graag een wat fijner produkt. Enig zaad is hier soms geen bezwaar, vooral omdat velen menen dat dit de typische bonensmaak bevordert. Voorts mogen ze ook niet vezelig en vliezig zijn.

ERWT (kreuk-)

- Gronden : Landbouw.
Kleur : Donker groen.
Afmeting } : Fijne sortering, d.w.z. ca. 6 à 7 mm gedroogd.
Vorm }
Uitwendig : Zachte zaadhuid, gaaf.
Inwendig : Zoete smaak.
Ziekten en aantastingen: —
Bewaarbaarheid: niet bewaarbaar.
Diversen : Als geschikt ras is Kelvedon Wonder bekend.

I B E S C H R I J V I N G

Onder het artikel 'Sperziebonen, gedroogd' wordt verstaan het door warme lucht gedroogde produkt.

Algemene gegevens:

Sperziebonen, gedroogd in bussen t.b.v. het veldrantsoen
natostocknummer: 8915-17-007-5799
netto inhoud : 750 gram
rantsoenwaarde : 25 rantsoenen.

Mede van toepassing zijn:

- de Nederlandse Warenwet;
- het Algemeen technisch voorschrift voor de blikverpakking van levensmiddelen (ATV nr B 01);
- het Algemeen technisch voorschrift voor de omverpakkingsdoos van massiefkarton (ATV nr V 02);
- het Algemeen technisch voorschrift voor het emballeren van levensmiddelen (ATV nr V 04);
- Kwaliteits- en sorteringsvoorschriften voor groenten van het Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen in Nederland.

II K E U R I N G S V O O R S C H R I F T

A. KWALITEITSEISEN

1. Grondstoffen

- 1.1. De te verwerken sperziebonen moeten vrij zijn van 'roest'.
- 1.2. De te verwerken sperziebonen moeten vrij zijn van draad en het zaadgehalte van de sperziebonen mag niet hoger zijn dan 10%.
- 1.3. De verwerking van roodzadige sperziebonen is niet toegestaan.
- 1.4. Overigens moeten de sperziebonen voldoen aan de kwaliteits- en sorteringsvoorschriften voor groenten van het Centraal Bureau van de Tuinbouwveilingen in Nederland.

2. Het produkt

2.1. Algemene eisen

- Het produkt moet grof zijn gesneden met een snitbreedte van ten minste 3½ mm (French cut).
- Het produkt moet goed geblancheerd zijn, bij voorkeur d.m.v. stoom.
- Het produkt moet zijn gedroogd d.m.v. indirect verwarmde zuivere lucht.
- Behalve gedurende een korte beginfase mag bij het drogen geen gebruik worden gemaakt van temperaturen boven 65°C.

2.2. Organoleptische eisen

- Uiterlijk, smaak, aroma, consistentie en kooktijd mogen slechts geringe afwijkingen vertonen t.o.v. vergelijkingsmateriaal bereid van overeenkomstige verse produkten.

2.3. Chemische eisen

- De imbibitiefactor van het gedroogde produkt moet ten minste $4\frac{1}{2}$ zijn.
- Het produkt mag niet zijn bijgekleurd d.m.v. kleurstoffen, kleurzouten e.d.
- Het produkt moet praktisch vrij zijn van vreemde bestanddelen.
- Het vochtgehalte van het gereede en verpakte produkt mag niet hoger zijn dan 7%.
- Het ruw-zandgehalte van het produkt mag niet hoger zijn dan 0,2%.
- Het zuurstofgehalte in de gesloten bus mag niet hoger zijn dan 2%.

3. Verpakking

Zie ATV nr B 01, ATV nr V 02 en ATV nr V 04.

3.1. Bus

- bustype : rond, conform ATV nr B 01 m.d.v. dat het inwendige van de bus ongelakt moet zijn en het blikgewicht van romp en deksels min 107 lbs/basebox.
- minimum inhoud : 750 gram
- afmetingen : diameter: 157 mm
hoogte : 211,5 mm
- gegevens deksel bedrukking : VELDRANTSOEN
SPERZIEBONEN, gesneden en gedroogd
8915-17-007-5799
750 gram
25 rantsoenen
..... (naam fabrikant)
... (produktiecode)
- gebruiksaanwijzing: In elke bus moet de onderstaande gebruiksaanwijzing worden gedaan:

Gebruiksaanwijzing

Sperziebonen voor 25 personen

750 g sperziebonen

+ 9 l water

zout, nootmuskaat en
margarine. /

Voorweken is niet noodzakelijk. De sperziebonen in kokend water strooien en in 40 à 45 minuten gaar koken onder toevoeging van zout. De groente afgieten en afmaken met margarine en nootmuskaat.

3.2. Omverpakking

- doostype : Conform ATV nr V 02
- aantal bussen: 4 bussen in 1 laag van 2 x 2 bussen
- bedrukking
onder meer : VELDRANTSOEN
SPERZIEBONEN, gesneden en gedroogd
4x 8915-17-007-5799
(4 bussen à 750 gram)
100 rantsoenen

3.3. Codering

- alle bussen moeten voorzien zijn van de fabricagedatum d.m.v. slagletters of stempeling. Deze bewerkingen mogen geen afbreuk doen aan de beschermende invloed van de bus;
- de omverpakkingsdozen moeten voorzien zijn van de fabricagedatum d.m.v. stempeling.

B. KEURINGSTECHNIEK

1. Grondstoffen

- Gedurende de produktie wordt in het bedrijf van de leverancier visuele controle uitgeoefend t.a.v. de te gebruiken grondstoffen.

2. Het produkt

2.1. Algemene eisen

- Visuele controle tijdens produktie
- De mate van blancheren wordt beoordeeld d.m.v. de zgn. Amerikaanse peroxydasetest bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid.

2.2. Organoleptische eisen

- Uiterlijk, smaak, aroma, consistentie en kooktijd worden vergeleken met de ingediende goedgekeurde of-fertemonsters.

2.3. Chemische eisen

- Het chemisch onderzoek vindt plaats bij het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid volgens de bij dit Instituut gebruikelijke methoden.

3. Verpakking

- De eisen, die t.a.v. de verpakking en netto inhoud worden gesteld, zullen visueel, respectievelijk door weging, worden beoordeeld.

C. KEURINGSMETHODIEK

1. Grondstoffen

- Bij de keuring t.a.v. grondstoffen tijdens de fabricage zullen geen afwijkingen worden toegelaten.

2. Het produkt

2.1. Algemene eisen

- Bij controle tijdens de fabricage zullen geen afwijkingen worden toegelaten.

2.2. Organoleptische eisen

- Voor het organoleptisch onderzoek zal 2% aan monsters met een minimum van 2 bussen per dagproduktie worden getrokken.
- Indien bij één of meer van de getrokken monsters niet toelaatbare afwijkingen v.w.b. smaak, geur, kleur en consistentie worden geconstateerd, zal een tweede onderzoek plaatsvinden. Het aantal hiervoor te trekken monsters zal het dubbele bedragen van dat voor het eerste onderzoek; worden hierbij één of meer afwijkingen geconstateerd, dan wordt de betreffende dagproduktie afgekeurd.

2.3. Chemische eisen en de eis t.a.v. het blancheren.

- Voor deze onderzoeken wordt 2% aan monsters met een minimum van 2 bussen per dagproduktie getrokken.
- Bij het constateren van niet toelaatbare afwijkingen wordt gehandeld overeenkomstig het gestelde in punt C 2.2.

3. Verpakking

- De eisen die t.a.v. de verpakking zijn gesteld worden tijdens de produktie in de fabriek gecontroleerd. De keuring geschiedt per dagproduktie volgens onderstaand steekproefschema.
- Bij overschrijding van het aantal toelaatbare fouten wordt de dagproduktie afgekeurd.

dagproduktie zakken	steekproef- grootte	toegestane foutieve exemplaren
1- 100	12	0
101- 200	30	1
201- 500	35	1
501-1000	55	2
1001-2000	75	3
2001-5000	95	4
>5000	175	8

III A A N V U L L E N D E B E P A L I N G E N

1. Offertemonsters

- Bij de offerte moeten voor organoleptische 10 (tien) lucht- en waterdampdicht verpakte en onderling gelijke monsters à ten minste 100 gram worden verstrekt, waarvan op geen enkele wijze kan worden afgeleid wie de fabrikant is.
- Met uitzondering van de verpakking moeten deze monsters ten minste voldoen aan alle in dit voorschrift gestelde eisen.
- Tevens dienen te worden ingediend monsters van de te gebruiken verpakkingsmiddelen.

2. Aanvang produktie

De fabrikant moet tijdig (uiterlijk een week vóór de aanvang) aan de opdrachtgever (telefoon 185070, toestel 605/606) het tijdstip bekend maken waarop de produktie zal aanvangen, of - na onderbreking - zal worden hervat.

3. Monsters t.b.v. de periodieke kwaliteitscontrole

- Na afloop van de produktie dienen door de fabrikant 50 monsters ter beschikking te worden gesteld.
- Deze 50 monsters worden dezerzijds willekeurig uit de goedgekeurde partij getrokken.

16. LITERATUUR

1. Nanot, J. en C.L. Gatin, Le séchage des fruits et des légumes. Bibliothèque Agricole, Paris, 1913.
2. Tucker, C.G., The drying of vegetables by hot air. International Food Industries Congress, London, 1964. Sponsored by 'Food Manufacture'.
3. Graefer, John, Preserving vegetable substances. English Patent no. 1275, Dec. 30, 1780.
4. Blaupt ten Cate, H., Het groentendrogen, de industrie der toekomst. Uitgave van de Ver. van Groenten- en Vruchtendrogers, 1917.
5. Ministry of Food, Vegetable Dehydration. Scientific and Technical Series 1946. London.
6. United States Dept. of Agriculture. Vegetable and Fruit Dehydration. USDA Miscellaneous Publication No. 540, Washington, 1944.
7. Mettievier Meijer, J.C., Droge soep. Voedingsmiddelen-technologie 2 (1971) 30 juni, 3-9.
8. Centraal Bureau voor de Statistiek, Produktiestatistieken van de groente- en fruitverwerkende industrie.
9. Centraal Bureau voor de Statistiek, Maandstatistiek van de buitenlandse handel.
10. Wolf, W., Die Gemüsetrocknungsindustrie 1971. Die industrielle Obst- und Gemüseverwertung 56 (1971) 732-734.
11. Greensmith, M., Practical Dehydration, London, Food Trade Press Ltd., 1971, 174 blz.
12. Jansen, F.J.C.B., Veranderingen in produktie en afzet in de conservensector. Bedrijfsontwikkeling, editie tuinbouw, 1 (1970) 4/5, 53-58.
13. Buishand, Tj., Groenteteelt voor de conservenindustrie, Knolselderie. Groenten en Fruit 25 (1969) I, 759.
14. Redactioneel, Goed samenspel, basis voor gezonde contractteelt. Groenten en Fruit 25 (1970) II, 1645.
15. Ministerie van Landbouw en Visserij. Handleiding voor Veldproeven. Mededeling nr. 77 van de Landbouwvoorlichtingsdienst 1960.
16. Ferguson, J.H.A., Rassenproeven met tuinbouwgewassen. Instituut voor de veredeling van tuinbouwgewassen, mededeling 261, 1967.
17. Schlottmann, H., Fehler bei der einer Qualitätsanalyse vorausgehenden Probeentnahme und deren Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Befunde. Qualitas plantarum et vegetabilis 10 (1963) 301-330.
18. Rassenlijst voor Groentegewassen, 1972. Instituut voor Veredeling van Tuinbouwgewassen, Wageningen.
19. Lemke, G., Ergebnisse von Trockensubstanzbestimmungen bei Champignons. Der Champignon 11 (1971) 5, 11-21.
20. Steinbuch, E., De voorbereiding van groente en fruit voor industriële conservering (hfdst. 20.2.2 van de Leergang in het Verduurzamen van Voedingsmiddelen), Conserva 12 (1963/64), 275-280, 305-311; 13 (1964/65) 7-14, 36-39, 59-63.
21. Greidanus, P., Voorbereiding en verpakking van spinazie. Bulletin no 97 van het Sprenger Instituut, 1970.

22. Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten, Inrichting voor het verwijderen van de schil van aardappelen of dergelijke knollen of vruchten. Ned. Octrooi No. 130795, jan. 1971.
23. Graham, R.P. en M.R. Hart, Minimizes fruit-peel pollution. Food Eng. 43 (1971) (8) 52-53.
24. Boer, W.C., J. de Maaker en drs. P. Greidanus, Kleinverpakking van groente en fruit. Zelfbediening en Supermarkt 1964, nrs. 96-103. Overdruk 124 Sprenger Instituut, 12-15.
25. Wütrich, W. en P. Hieke, Practical experiences with steam- and lye-peeling apparatus. Mededeling Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten Vol. 5 (1970) No. 1A. Confidential!
26. Talburt, W.F. en Ph.D. Ora Smith, Potato Processing. Hfdst. 9 Peeling Potatoes for processing, Hfdst. 21 Waste Disposal. The AVI Publishing Co Inc. 1967.
27. Mettievier Meijer, J.C., Invloed van verschillende blancheermethoden op de kwaliteit van gedroogde savoyekool; II: Bewaarproef. Rapport 546 van het Sprenger Instituut, 1954.
28. Klop, W., Invloed van blancheer- en vriesmethoden op de kwaliteit van diepvriessperziebonen. Jaarverslag 1970 Sprenger Instituut, proj. 741.
- X 29. Groot, G.J.de, en J.C. Mettievier Meijer, Het drogen van 9 soepkruiden. Rapport 1074 v/h Sprenger Instituut, 1959.
30. Ministry of Food, Vegetable Dehydration in the United Kingdom. Scientific and technical series, 1946.
31. Mettievier Meijer, J.C., Invloed van verschillende blancheermethoden op de kwaliteit van gele savoyekool I: Blancheren en drogen. Rapport 535 Sprenger Instituut, 1954.
32. Lazar, M.E., D.B. Lund en W.C. Dietrich, A new concept in blanching, IQB. Food Technology 25 (1971), 684-686.
33. Bomben, J.L., D.F. Farkas et al. Reduces blancher effluent. Food Engineering 26 (1972) 107.
34. Centraal Bureau voor de Tuinbouwveilingen in Nederland, Werkwijze en inrichting voor het voorbehandelen van groenten, vruchten e.d. vóór het conserveren. Nederl. Octrooi No. 101533, 1947.
35. Idem. Werkwijze en inrichting voor het afkoelen van geblancheerde groente. Nederl. Octr. 109931, 1948.
- * 36. Unilever N.V., Verfahren zur Herstellung entwasserter Nahrungsmittel. Zwits. Octr. 458.904, 1965.
37. Lazar, M.E., Blanching and partial drying of foods with superheated steam. Journal of Food Science 37 (1972) 163-166.
38. Anonymus. Continuous blanching technique. Food Packer 39 (1958) 5, 22-23+35.
39. Anonymus. Bockford Continuous Pressure Cooker. Food Manufacture 41 (1966) 61-62.
40. Mettievier Meijer, J.C., Droge voorbereide peulvruchten. Vier jaren onderzoek voorbereide peulvruchten 1963-1966; 63-70. Peulvruchten Studie Combinatie.
41. Mitchell, R.S., P.W. Board en L.J. Lynch. Fluidized-bed blanching of green peas for processing. Food Techn. 22

- (1968) 717-718.
42. Asselbergs, E.A.M. en W.D. Powrie, The peeling of apples with infra-red radiation. *Food Technol.* 10 (1956) 297-299.
 43. Dietrich, W.C., C.C. Huxsoll en D.G. Guadagni, Comparison of microwave, conventional and combination blanching of Brussels sprouts for frozen storage. *Food Technol.* 24 (1970) 613-617.
 44. Novak, A.F. en M.R. Ramachandra Rao, Carbon monoxide in-activates enzymes. *Food Processing* 25 (1964) 9: 92-95, 98.
 45. Makower, R.U., Chemical inactivation of enzymes in vegetables before dehydration. *Food Techn.* 14 (1960) 160-164.
 46. Til, H.P., Toxicologisch onderzoek naar de werking van sulfiet bij ratten, varkens en kwartels. Proefschrift, Utrecht, 1970, 155 blz.
 47. Maier, H.G., Zur Bindung flüchtiger Aromastoffe an Lebensmittel. *Zeitschr. f. Lebensm. Untersuchung und -Forschung* 149 (1969) 65-69.
 48. Heydenreich, G.A., Die schwefliche Säure und ihre Salze in der Lebensmittelverarbeitung und- lagerung (Literaturübersicht). *Zeitschr. f. Ernährungswissenschaft* 8 (1967) 44-65.
 49. Heintze, K., Einfluss der Sulfitierung auf Konsistenz und Rehydratation von Trockengemüse. *Ind. Obst- u. Gem. Verwertung* 52 (1967) 458-459.
 50. Leniger, H.A., De technologie van het verduurzamen van voedingsmiddelen door drogen. *Conserva Leergang: Het verduurzamen v. voedingsmiddelen*, 1956; 297-328.
 51. Hellendoorn, E.W., Waterdampspanningsisothermen van componenten van soep- en paptabletten. Rapport Nr. R 1966 van het Centraal Inst. v. Voedingsonderzoek - TNO, 1965.
 52. Cluistra, A., Het drogen van tuinbouwprodukten tot lage restvochtgehalten. Rapport 1648 van het Sprenger Instituut, 1969.
 53. Duckworth, R.B. en M. Tobasnik, Diffusion of sulphite during vegetable dehydration. *J. Sci Food Agric.* 11 (1960) 226-228.
 54. Duckworth, R.B. en G.M. Smith, Diffusion of glucose during vegetable dehydration. *J. Sci Food Agric.* 12 (1961) 490-492.
 55. Cluistra, A., Transport van warmte en stof en veranderingen in de structuur bij het drogen van plantaardige produkten. Rapport 1650 van het Sprenger Instituut, 1969.
 56. Mettievier Meijer, J.C. en G.J. de Groot, Drogen van bladgewassen bij hoge temperatuur. *Conserva* 9 (1960/61) (11) 268-270.
 57. Seltzer, E. en J.T. Settlemeijer, Spray Drying of Foods. *Advances in Food Research* 2 (1949) 399.
 58. Christensen, G., Zerstäubungstrocknung von Pflanzenprodukten. A/S Niro Atomizer, Kopenhagen 1967.
 59. Anonymus. Teams quality control with advanced processes. *Food Engineering* 42 (1970) (11) 71-74.
 60. Gimmler, G., Die Verarbeitung von Obst zu Fruchtpulver durch Sprühtrocknung. *Obstbau* 9 (1969) (3) 41-42.

61. Meade, R.E., Novel dual dryer. *Food Engineering* 43 (1971) (7), 88-89.
62. Lazar, M.E. en J.C. Miers, Improved drum-dried tomato flakes. *Food Technology* 25 (1971) 830-832.
63. Lazar, M.E. en A.J. Morgan Jr., Instant Apple sauce. *Food Technol.* 20 (1966) 531.
64. Komanowsky, M., V.A. Turkot, F.B. Talley en R.K. Eskew, Drum-dried mushroom powder, a new product. USDA, Agr. Res. Serv. Bulletin ARS 73-53, 1966.
65. Henig, Y en C.H. Mannheim. Drum drying of tomato concentrate. *Food Technol.* 25 (1971) 157-160.
66. Escher, F. en H. Neukom, Versuche zur Herstellung von Apfelflocken mit einem Zweiwalzentrockner. *Alimenta* 6 (1967) (5) 153-156.
67. Escher, F. en H. Neukom, Nicht-enzymatische Bräunungen und Optimierung der Trocknungsbedingungen bei der Walzentrocknung von Apfelpüree. *Lebensm. Wissensch. u. -Technologie* 4 (1971) (5) 145-151.
68. Bakker Arkema, F.W. en 4 and., Drum- and spray-drying and characteristics of precooked bean powders. Eighth Dry Bean Conference, Western Utilization Research and development Division, USDA, 1966.
69. Mettievier Meijer, J.C., Droge voorbereide peulvruchten. In: Vier jaren onderzoek over voorbereide peulvruchten 1963-'66 blz. 63-70. Peulvruchten Studie Combinatie.
70. General Foods Corporation, Appareil et procédé pour fabrication de produits alimentaires déshydratés et analogues. Brevet d'Inv. No. 1.514.051, 1960.
71. Sugisawa, H., J.A. Kilson en W. Moils. Dry powdered fruit aromas for flavor enrichment in dry foods with low moisture content. *Confructa* 15 (1970) (5) 280-285.
72. Bomben, J.L., D.G. Guadagni en J.G. Harris, Aroma concentration for dehydrated foods. *Food Technol.* 23 (1969) 83-86.
73. Thijssen, H.A.C., Concentration processes for liquid foods containing volatile flavours and aromas. *Journal Food Technol.* 5 (1970) 211-239.
74. Thijssen, H.A.C., Concentreringsprocessen voor aromahoudende vloeibare voedingsmiddelen. *Voedingsmiddelen Technologie* 1 (1970) 462-471.
75. Menting, L.C. en B. Hoogstad, Volatiles retention during the drying of aqueous carbohydrate solutions. *Journal of Food Science* 32 (1967) 87-90.
76. American Machine and Foundry Company (AMF), Microflake dehydration process. *Canadian Food Industries* 41 (1970) (2) 35-37.
77. Cluistra, A. en J.C. Mettievier Meijer. Het vriesdrogen van voedingsmiddelen. *Conserva* 16 (1968) (8) 186; (9) 212; (10) 238; (11) 267; (12) 297.
78. King, C.J., Freeze-drying of foodstuffs. CRC Critical reviews in Food Technology, Chemical Rubber Co. 1969.
79. Thijssen, H.A.C., Prevention of aroma losses during drying of liquid foods. 4th European Symposium on Food, Frankfurt a.M. 1971.
80. Rulkens, W.H. en H.A.C. Thijssen, Retention of volatile compounds in freeze-drying slabs of malto-dextrin. *J. Fd.*

- Technol. 7 (1972) 79-93.
81. Rulkens, W.H. en H.A.C. Thijssen, The retention of organic volatiles in spray-drying aqueous carbohydrate solutions. J. Fd. Technol. 7 (1972), 95-105.
 82. Flink, J. en M. Karel, Retention of organic volatiles in freeze-dried solutions of carbohydrates. J. Agr. Food Chem. 18 (1970) (2) 295-297.
 83. Flink, J. en M. Karel, Mechanisms of retention of organic volatiles in freeze-dried systems. J. Fd. Technol. 7 (1972) 199-211.
 84. Schwimmer, S., D.W. Venstrom en D.G. Guadagni, Relation between pyruvate content and odor strength of reconstituted onion powder. Food Technol. 18 (1964) 1231-1234.
 85. Schwimmer, S., Enzymatic conversion of γ -L-glutamyl cysteine peptides to peruvic acid, a coupled reaction for enhancement of onion flavor. J. Agric. Food Chemistry 19 (1971) 5, 980-985.
 86. Anonymus, Is there a future for freeze-drying? Refrigeration and Air conditioning 75 (1972) 42-44.
 87. Mouchet, R. en M., La SICALY, première unité polyvalente de lyophilisation. Industrie Alimentaire et Agr. 86 (1969) 1270-1284.
 88. Lawler, F.K. en E.M. Hargreaves, Freeze-drying pioneer makes comeback. Food Engineering 42 (1970) (6) 75-77.
 89. Fang, T.T. c.s., Effects of blanching, chemical treatments and freezing methods on quality of freeze-dried mushrooms. Journal of Food Science 36 (1971) 1044-1048.
 90. Baumunk, E. en R. von Sengbusch, Einige Erfahrungen über die Rohware von Obst und Gemüse aus züchterischer Sicht. Industr. Obst- u. Gemüse Verwertung 55 (1970) 103-105.
 91. Cording, J. en R.K. Eskew, Process for manufacture of rapidly rehydratable dehydrated fruits and vegetables. US Patent No 3,038,813; 1962.
 92. Heiland, W.K. en R.K. Eskew, A new gun for explosive puffing of fruits and vegetables. USDA.ARS 73-47, 1965.
 93. Holdsworth, S.D., Developments in preservation. Food Processing Industry 40 (1971) (9) 27-31,44.
 94. General Foods Corp., Procédé de gonflement de produits alimentaires. Brevet d'Invention, Fr.No. 1.499.153; 1967.
 95. Stabile, R.L., V.A. Turkot, N.H. Eisenhardt en J. Cording Jr., Explosion-puffed apples are commercially feasible. Food Product Development 4 (1970-71) (8) 80-88.
 96. Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwproducten, Werkwijze voor het bereiden van een gebakken aardappelprodukt. Nederl. Octr. 130.710; 1971.
 97. Dufour, A.L., A method of preserving multi-cellular food-stuffs of an animal or vegetable origin. Engl. Patent Specification, 1965.
 98. Vacu-Dry Co., Dehydrating food. Austr. Pat. Specif. 283.894; 1968.
 99. Abrahams, N. en F.J. Naismith, The dehydration of foods in edible oil in vacuo; I, Stability of the drying medium. J. of Food Technol. 3 (1968) (1) 55-68.
 100. Yoshida, T. en T. Hyodo, Superheated vapor speeds drying of foods. Food Engineering 38 (1966) (4) 86-87.

101. Wright, K.W., Foodstuffs. Eng. Patent Spec. 1,084,714; 1967.
102. Huxsoll, C.C. en A.I. Morgan Jr., Microwave dehydration of potatoes and apples. Food Technol. 22 (1968) 705-710.
103. New drying technique. Food Engineering 43 (1971) (10) 151, 58-59, 58-59.
104. Farkas, D.F., M.E. Lazar en T.A. Butterworth, The centrifugal fluidized bed. 1 Flow and pressure drop relations. Food Technol. 23 (1969) (11) 1457-1469.
105. Lazar, M.E. en D.F. Farkas, The centrifugal fluidized bed. 2 Drying studies on pieceform foods. Journ. of Food Science 36 (1971) 315-319.
106. Hollis, F. en M. Kaplow, Parameters for moisture content for stabilization of food products. Technical Report 69-26-FL, US Army Natick Laboratories, 1968.
107. Kaplow, M., Commercial development of intermediate moisture foods. Food Technology 24 (1970) 889-893.
108. Brockmann, M.C., Development of intermediate moisture foods for military use. Food Technol. 24 (1970) 896-900.
109. Camirand, W.M., R.R. Forrey et al., Dehydration of membrane-coated foods by osmosis. Journal of the Science of Food and Agriculture 19 (1968) 472.
110. Potter, N.N., Intermediate moisture foods: principles and technology. Food Product Development 4 (1970) (11) 38-48.
111. Lazar, M.E., E.O. Chapin en G.S. Smith, Dehydrofrozen apples: Recent developments in processing methods. Food Technol. 15 (1961) 32-36.
112. Lazar, M.E., Dehydrofreezing. Eastern Exper. Station Collaborators' Conference on food processing techniques 22/23 October 1963.
113. Lamb, F.G., Dehydro-freezing of mixed ingredients of foods to predetermined degrees. US Patent 3,408,208; 1968.
114. Morgan, A.I., R.P. Graham, L.F. Ginette en G.S. Williams, Recent developments in Foam-Mat Drying. Food Technol. 15 (1961) 37-39.
115. Hart, M.R., R.P. Graham, L.F. Ginette en A.I. Morgan, Foams for Foam-Mat Drying. Food Technol. 17 (1963) 1302-1304.
116. Ginette, L.F., R.P. Graham, J.C. Miers en A.I. Morgan, Tomato powder by Foam-Mat Drying. Food Technol. 17 (1963) 811-813.
117. Anderson, T.D.C., Low temperature dehydration. Food Trade Review 39 (1969) (1) 35-36.
118. Moy, J.H., Vacuum-puff freeze drying of tropical fruit juices. Journal of Food Science 36 (1971) 906-910.
119. Bishov, S.J., A.S. Henick, J.W. Jiffy e.a., Quality and stability of some freeze-dried foods in 'zero' oxygen headspace. Journal of Food Science 36 (1971) 532-535.
120. Mettievier Meijer, J.C., Bewaring van gevriesdroogde wortels. Rapport 1282 Sprenger Instituut, 1962.
121. Hu, K.H. en J.D. Breyer, Removing oxygen from a package by gas displacement. Food Technol. 24 (1970) 705-709.

122. Hendel, C.E., H.K. Burr en R.R. Legault, In-package desiccation, study of desiccants and desiccant containers. Bulletin Western Util. Res. Br. of Agr. Res. Service A.RS. 74-6, 1955.
123. Hamdy, M.M., Compression of dehydrated food (Review of literature). Quartermaster Food and Container Institute for the Armed Forces. Library Bulletin Nr. 5, Chicago, 1961.
124. Mettievier Meijer, J.C., Raumbedarf und Wasseraufnahme von gefriergetrockneten Gemüsen. 5 Gefriertrocknungstagung Leybold Hochvakuum Anlagen Köln, 1962.
125. Mettievier Meijer, J.C., Samenpersen van gevriesdroogde levensmiddelen. Conserva 10 (1962) 280-281.
126. Lampi, R.A. et al., Studies of the effect of compression on rate of attainment and final equilibrium relative humidity relationships of dehydrated foods. US Army Natick Laboratories, Techn. Rep. FD-9, 1965.
127. Fairbrother, J.G., Compressed formulated products, a new concept in dehydrated foods. Food Technol. 22 (1968) 1596-1598.
128. Hellendoorn, E.W., Samenstelling, voedingswaarde en houdbaarheid van droge maaltijden in tabletvorm. Voedingsmiddelentechnologie 2 (1971) (4), 11-18.
129. Rahman, A.R., W.L. Henning en D.E. Westcott, Histological and physical changes in carrots as affected by blanching, cooking, freezing, freeze-drying and compression. Journal of Food Science 36 (1971) 500-502.
130. Rahman, A.R., S. Bishov en D.E. Westcott. Reversible compression of dehydrated peas. Journal of texture studies 2 (1971) 240-245.
131. Mackensie, A.P. en B. Luyet, Recovery of compressed dehydrated foods. American Foundation for biological research, 1969 (Madison, Wisc.), USA-NLABS-TR-70-16 FL, FL-90.
132. Schroeder, Ch.W., Dehydrating vegetables. US Pat. 3,025,171; 1962 (filed Dec. 1956).
133. Mettievier Meijer, J.C., Reduced cooking time of dehydrated vegetables. Annual Report Sprenger Instituut 1968: 23-25, en 1969: 20, 24-25.
134. Fritsch, G. en J.P. Bouldoires, Eigenschaften von bestrahltem Reis. Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene 60 (1969) 252-256.
135. Paul, N., Th. Grünwald en J. Kuprianoff, Über die Möglichkeit einer Behandlung von Trockensuppen mit ionisierenden Strahlen. Deutsche Lebensmittelrundschau 65 (1969) 279-281.
136. Wadsworth, C.K. (US Atomic Energy Commission), Procédé pour le traitement par irradiation de légumes et fruits deshydratés et produits obtenu par le procédé. Brevet d'Invention R.F. No. 1.515.101, 1968.
137. Unilever Ltd (S. Gunson en J.P. Savage), Improvements in or relating to the drying of vegetables. Eng. Pat. 783,974, 1957.
138. Unilever NV (M. Pader, W. Closter en G.J. Lauro), Verfahren zur mindestens teilweisen Trocknung von Gemüsen. Zw. patent No. 464.665, 1968.

139. Templeton, R.A.S., Verfahren zur Herstellung von entwässerten Nahrungsmitteln. D. Patent 1.492.698, 1969.
140. Unilever N.V., Werkwijze ter bereiding van gedroogde groentesoep. Ned. Octrooiaanvraag 6.814.754, 1969.
141. Unilever N.V., Gedroogde voedingsmiddelen. Nederl. Octrooiaanvraag 7.103.153, 1971.
142. Litwiller, E.M. en L.A. Petit, Dehydrated Blue Lake Green Beans. Food Technol. 11 (1957) 229-231.
143. Fennema, O. en K.G. Weckel, Factors influencing the physical and chemical properties of dehydrated green snap beans. University of Wisconsin, Research Bulletin 224, 1961.
144. Haas, G.J., H.E. Prescott en J. d'Intino, Pressure Freezing - Air drying: a new technique te reduce deterioration in drying tissue. J. Fd. Science 37 (1972) 430-433.
145. Mazure, M.P. (USA Secr. Agric.), Preparation of dehydrated carrots. US Patent 2,619,424, nov. 1952.
146. Mazure, M.P., G.S. Bohart et al., Value of starch coating in the preservation of quality of dehydrated carrots. Food Technol. 4 (1950), 94-97.
147. Urquhart, G.M., Voedsel voor astronauten. Voeding 31 (1970) (3) 117-123.
148. Mitan, F.J. (American Maize-Prod. Co.), Process of coating foods. US Patent 3,427,951, febr. 1969.
149. Lange, P. de, Het vitamine C-gehalte van gedroogde groenten en aardappelen. Voeding 14 (1953) 16-23.
150. Acker, L.W., Water activity and enzyme activity. Food Technology 23 (1969) 1257-1270.
151. Acker, L., Über die Beziehung zwischen Enzymaktivität und Wasseraktivität in trockenen Lebensmitteln. Die Nahrung 12 (1968) (5) 557-561.
152. Beary, E.G., Moisture equilibrium in relation to the chemical stability of dehydrated foods: a bibliography. Bibliographic series 67-1, 1967, Technical Library US Army Natick Laboratories.
153. Kapsalis, J.G., M. Wolf en 2 and., The effect of moisture on the flavor content and texture stability of dehydrated foods. ASHRAE Journal 13 (1971) (1) 93-100.
154. Cauri, M., A single layer moisture absorption theory as a basis for the stability and availability of moisture in dehydrated foods. J. Food Technol. 6 (1971) (2) 193-201.
155. Labuza, T.P., Sorption phenomena in foods. Food Technol. 22 (1968) (3) 263-272.
156. Quast, D. en M. Karel, Effects of oxygen diffusion on oxydation of some dry foods. J. Fd Technol. 6 (1971) 95-106.
157. Patron, A. en J.J. Wuhrmann, Influence de l'oxygène sur la conservation des produits alimentaires déshydratés. L'alimentation et la vie 54 (1966).
158. Hung-En Chou en W.M. Breene, Oxydative decoloration of β carotene in low-moisture model systems. J. of Food Science 37 (1972) 66-68.

159. Tuomy, J.M. en W. Fitzmaurice, Effect of ingredients on the oxygen uptake of cooked freeze-dried combination foods. *J. Agr. Food Chem.* 19 (1971) 500-503.
160. Lange, P. de, en J.C. Mettievier Meijer, Onderzoekingen over de houdbaarheid van gedroogde groenten en aardappelen. *Conserva* 5 (1957) (9) 264-270.
161. Brunauer, S., P.H. Emmett en E. Teller, Adsorption of gases in multimolecular layers. *J. Am. Chem. Soc.* 60 (1938) 309.
162. Burke, R.F. en R.V. Decareau, Recent advances in the freeze-drying of food products; optimum residual moisture content. *Advances in Food Research USA* 13 (1964), 74-76.
163. Mossel, D.A.A., Grondslagen van de conservering van voedingsmiddelen door drogen. *Landb.k. Tijdschr.* 75 (1963) 560-570.
164. Mossel, D.A.A. en G.A. Harrewijn, Microbiologische gesteldheid en beoordeling van voorgekookte gedroogde levensmiddelen. *Voedingsmiddelentechnologie* 1 (1970) 391-402.
165. Harrewijn, G.A., Wateractiviteit en resuscitatie van Enterobacteriaceae: Isolatie uit voedingsmiddelen en farmaceutische preparaten. *Voedingsmiddelentechnologie* 3 (1972) 166-167.
166. Mettievier Meijer, J.C., Project van onderzoek V122; 06.8/35. Sprenger Instituut 1957-1960.
167. Thung, S.B., en J.C. Mettievier Meijer, Het bacteriegehalte van gedroogde groente tijdens bewaring. Rapport 1025 Sprenger Instituut, 1959.
168. Wells, F.E., A study of the microbiology of selected dehydrated food products. Technical Report 66-35-FD, US Army Natick Laboratories, 1966.
169. Vaughn, R.H., Incidence of various groups of bacteria in dehydrated onions and garlic. *Food Technol.* 24 (1970) 83-85.
170. Holtzapffel, D. en H.E. Cutinho, Investigations in the microbiological condition of dehydrated vegetables with particular reference to the fate of organisms during storage in air and under nitrogen. In: Kampelmacher, E.H., M. Ingram en D.A.A. Mossel: The microbiology of dried foods. Proceedings of the sixth international symposium on food microbiology, 1968, 387-406.
171. Rauscher, H., G. Mayren H. Kaemmerer, Ethylene oxide for cold sterilization. *Food Manufacture* 32 (1957) 169-172.
172. Kelsey, J.C., Use of gaseous antimicrobial agents with special reference to ethylene oxide. *J. appl. Bacteriology* 30 (1967) 92-100.
173. Wesley, F., B. Bourke en O. Darbyshire, The formation of persistent toxic chlorohydrins in foodstuffs by fumigation with ethylene oxide and with propylene oxide. *J. Food Science* 30 (1965) 1037-1042.
174. Engelsma, J.W., Enige chemische reacties bij het ontsmetten van levensmiddelen met ethyleenoxide. *Chemisch Weekblad* 64 (1968) (7) 7.
175. Heins, H.G. en R.M. Ulmann, Het ontsmetten van specerijen door middel van ioniserende stralen. *Vleesdistributie en*

- Vleestechnologie 6 (1971) 15-17.
176. Nooij, J., Regressielijn van de decontaminatie d.m.v. gammastralen van zwarte peper. Rapport 4, Proefbedrijf Voedselbestraling, Wageningen, 1970.
 177. Schillinger, A. en G. Zimmermann, Über die Stabilität verschiedener Vitamine in Trockenkartoffeln und Trockengemüsen. I Verhalten der Vitamine in gelagerten Trockenkartoffeln und Trockengemüsen. II Veränderungen des Vitamingehaltes bei der Zubereitung von Trockenkartoffeln und Trockengemüsen. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 61 (1965) 45-52, 144-147.
 178. Weits, J., et al., Voedingswaarde en organoleptische eigenschappen van drie soorten verse en op zes verschillende wijzen geconserveerde groenten. NITHO Publikatie No. 118, 1969.
 179. Meer, M.A. van der, De invloed van drogen, steriliseren en vriezen op de voedingswaarde van levensmiddelen. Voedingsmiddelentechnologie 3 (1972) 135-144.
 180. North Atlantic Treaty Organisation, International Committee for food science and technol. International Symposium: Changes in proteins in frozen and dried foods. Aberdeen 1969.
 181. Bender, A.E., Nutritional effects of food processing. J. Food Technol. 1 (1966) 261-289.
 182. Thomas, M.H. en D.H. Calloway, Nutritional value of dehydrated foods. J. of the American Dietetic Association 39 (1961) (8) 105-116.
 183. Kieckebusch, W. en K. Lang, Untersuchungen über den Nährwert von Dehydro-Gemüsen. Zeitschrift der Ernährungswissenschaft 4 (1963-'64) 262-271.
 184. Heupke, W., Ausnützungsversuche an Trockengemüse. Deutsche Lebensmittel-Rundschau 43 (1947) 37-39.
 185. Kok, J. en J.C. Mettievier Meijer, Vergelijking fabrieksdroging en proefdroging. Rapport 1509 van het Sprenger Instituut (intern), 1966.
 186. Groot, A.P. de, The influence of dehydration of foods on the digestibility and the biological value of the protein. Food Technology 17 (1963) 339-343.
 187. Groot, A.P. de, De betekenis van enkele termen voor de kwaliteitsaanduiding van eiwitten. Voeding 25 (1964) 408-415.
 188. Gersons, L. en W.S. Poelstra, The determination of the moisture content of dehydrated vegetables. Report 1419, Sprenger Instituut, 1964.
 189. Nehring, P., Wassergehaltsbestimmung in Trockengemüse. Persönliche Mitteilung an den Bundesverband der Obst- und Gemüseverwertungsindustrie, Bonn, 1970.
 190. Association of Official Analytical Chemists. Methods of Analyses p. 369, Moisture in dried fruits. 11e editie 1970.
 191. Idem blz. 562. Water in dried vegetables.
 192. Leendertz, K., The determination of moisture in seeds. Proc. Intern. Seed Test. Ass. 14 (1948) 38.
 193. Makower, B. en E. Nielsen, Use of lyophilization in determination of moisture content of dehydrated vegetables. Analyt. Chem. 20 (1948) 856.

194. Thung, S.B., Vergelijkende vochtbepalingen in gedroogde groenten volgens de vriesdroging- en Karl Fischer-methode. Rapport 1202 Sprenger Instituut, 1961.
195. Thung, S.B., Comparative moisture determinations in dried vegetables by drying after lyophilisation or by the Karl Fischer method. *J. Sci. Fd. Agric.* 15 (1964) 236-244.
196. Zonneveld, D. en A. Meijer, Bestimmung der schweflichen Säure in Lebensmitteln, insbesondere in Trockengemüse. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung* 111 (1960) (3), 198-207.
197. Meijer, A. en L. Gersons, Vergleichende Bestimmungen der schweflichen Säure in Trockengemüse. *Die Industrielle Obst- und Gemüseverwertung* 52 (1967), 229-233.
198. Sørensen, E.J., Bestraling van gedroogde groenten. Ingenieursscriptie Afd. Levensmiddelentechnologie, Landbouwhogeschool Wageningen, 1969.
199. Steinbuch, E., De voorbereiding van groente en fruit. *Conserva Leergang "Het verduurzamen van voedingsmiddelen"* hfdst. 20.2.2. Deel III (1969).
200. Thung, S.B., Bepaling van peroxydase. Rapport 1332 Sprenger Instituut, 1963.
201. Winter, E., Verhalten von Peroxydase beim Blanchieren von Gemüse. *Zeitschr. für Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 141 (1969) 201-208.
202. Technische Kommission der Association internationale de l'Industrie des Bouillons et Potages. *Untersuchungsmethoden für die Suppenindustrie*, Bern 1961.
203. Koninklijke Landmacht, Inspectie der intendance, Technisch voorschrift voor aanschaffing van: Sperziebonen, gesneden, gedroogd. NSN: 8915-17-007-5799. IVA: 100.17.03. Juli 1967.
204. Kouwenhoven, T., Olfactory and Gustatory Problems; An introduction to the technological, nutritional and physiological aspects of the organoleptic assessments of food characteristics. *World Review of Nutrition and Dietetics* 12 (1970) 318-376.
205. American Society for Testing and Materials, Basic principles of sensory evaluation. ASTM special technical publication no. 433; 1968.
206. Bureau of Human Nutrition and Home Economics, USDA, Sensory methods for measuring differences in food quality. *Agriculture Information Bulletin* No 34, 1951.
207. Jellinek, G., Wissenschaftliche Grundlagen der sensorischen Geruchs- und Geschmacksanalyse. *Gordian* 68 (1968) 9-14, 84-90, 132-135, 185-188, 228-230, 269-271.
208. Paulus, K., J. Gutschmidt en A. Fricker, Karlsruher Bewertungsschema-Entwicklung, Anwendbarkeit, Modifikationen. *Lebensmittel-Wissenschaft u. -Technologie* 2 (1969) 132-139.
209. Nederlands Normalisatie Instituut, Specerijen en kruiden. Bepaling van het gehalte aan anorganische bestanddelen, uitgedrukt als sulfaat. NEN 5370, nov. 1966.
210. Nederlands Normalisatie Instituut, Specerijen en kruiden. Bepaling van het gehalte aan ruw zand. NEN 5371, nov. 1966.

211. ISO, International Organisation for Standardisation, Fruit and Vegetable products, determination of mineral impurities. Draft ISO recommendation No 1022, nov. 1967.
212. Eschmann, K.H., Getrocknete Lebensmittel. Archiv für Lebensmittelhygiene 21 (1970) (6) 126-131.
213. Zonneveld, H., Bestimmung von Vitamin C in Früchten, Fruchtsäften, Gemüse und Konserven nach der Methode nach Tillmans unter Ausschaltung reduzierender Stoffe. Zeitschr. f. Lebensmittel-Untersuchung u. -Forschung 111 (1962-1963) 319-333.
214. Petritschek-Schillinger, A. en F. Lijnen, Vergleichende Untersuchungen zur Bestimmung des Vitamin C unter besonderer Berücksichtigung der Reduktone. Deutsche Lebensm. Rundschau 67 (1971) 5-9.
215. Betzema, J., N.J. Snoek en J.C. Mettavier Meijer, Rassonderzoek met winterwortelen 1962-1963, i.h.b. ten behoeve van de geschiktheid voor drogen. Rapport No 14 van het Proefstation voor de Groenteteelt in de Vollegrond in Nederland, Alkmaar 1965.
216. Mettavier Meijer, J.C., Conservenwaarde van groenterrassen voor drogen. Jaarverslag Sprenger Instituut 1966, 96.
217. Meijer, A., Objectieve kleurmeting van gedroogde groenten. Jaarverslag Sprenger Instituut 1964, 84.
218. Uitvoer Controle Bureau voor Tuinbouwprodukten, Keuringsreglement voor gedroogde geneeskrachtige en aromatische gewassen, 1951/1952.

ALFABETISCHE AUTEURLIJST

- Abrahami, N. en F.J. Naismith, [99]
Acker, L. [151]
Acker, L.W. [150]
American Machine and Foundry Company (AMF) [76]
American Society for Testing and Materials [205]
Anderson, T.D.C. [117]
Anonymus. Food Engineering [59]
Anonymus. Food Manufacture [39]
Anonymus. Food Packer [38]
Anonymus. Groenten en Fruit [14]
Anonymus. Refrigeration and Air conditioning [86]
Asselbergs, E.A.M. en W.D. Powrie [42]
Association of Official Analytical Chemists [190,191]
- Bakker Arkema, F.W. en 4 and. [68]
Baumunk, E. en R. von Sengbusch [90]
Beary, E.G. [152]
Bender, A.E. [181]
Betzema, J., N.J. Snoek en J.C. Mettievier Meijer [215]
Bishov, S.J., A.S. Henick, J.W. Jiffy e.a. [119]
Blaupt ten Cate, H. [4]
Boer, W.C., J. de Maaker en drs. P. Greidanus [24]
Bomben, J.L., D.F. Farkas et al. [33]
Bomben, J.L., D.G. Guadagni en J.G. Harris [72]
Brockmann, M.C. [108]
Brunauer, S., P.H. Emmett en E. Teller [161]
Buishand, Tj. [13]
Bureau of Human Nutrition and Home Economics [206]
Burke, R.F. en R.V. Decareau [162]
- Camirand, W.M., R.R. Forrey et al. [109]
Cauri, M. [154]
Centraal Bureau voor de Statistiek [8,9]
Centraal Bureau voor de Tuinbouwveilingen in Nederland [34,35]
Christensen, G. [58]
Cluistra, A. [52,55]
Cluistra, A. en J.C. Mettievier Meijer [77]
Cording, J. en R.K. Eskew [91]
- Dietrich, W.C., C.C. Huxsoll en D.G. Guadagni [43]
Duckworth, R.B. en M. Tobasnik [53]
Duckworth, R.B. en G.M. Smith [54]
Dufour, A.L. [97]
- Engelsma, J.W. [174]
Escher, F. en H. Neukom [66,67]
Eschmann, K.H. [212]
- Fairbrother, J.G. [127]
Fang, T.T. c.s. [89]
Farkas, D.F., M.E. Lazar en T.A. Butterworth [104]
Fennema, O. en K.G. Weckel [143]
Ferguson, J.H.A. [16]

Flink, J. en M. Karel [82,83]
 Fritsch, G. en J.P. Bouldoires [134]
 General Foods Corporation [70,94]
 Gersons, L. en W.S. Poelstra [188]
 Gimmler, G. [60]
 Ginette, L.F., R.P. Graham, J.C. Miers en A.I. Morgan [116]
 Graefer, John [3]
 Graham, R.P. en M.R. Hart [23]
 Greensmith, M. [11]
 Greidanus, P. [21]
 Groot, A.P. de [186,187]
 Groot, G.J. de, en J.C. Mettievier Meijer [29]
 Haas, G.J. [103]
 Haas, G.J., H.E. Prescott en J. d'Intino [144]
 Hamdy, M.M. [123]
 Harrewijn, G.A. [165]
 Hart, M.R., R.P. Graham, L.F. Ginette en A.I. Morgan [115]
 Heiland, W.K. en R.K. Eskew [92]
 Heins, H.G. en R.M. Ulmann [175]
 Heintze, K. [49]
 Hellendoorn, E.W. [51,128]
 Hendel, C.E., H.K. Burr en R.R. Legault [122]
 Henig, Y. en C.H. Mannheim [65]
 Heupke, W. [184]
 Heydenreich, G.A. [48]
 Holdsworth, S.D. [93]
 Hollis, F. en M. Kaplow [106]
 Holtzapffel, D. en H.E. Cutinho [170]
 Hu, K.H. en J.D. Breyer [121]
 Hung-En Chou en W.M. Breene [158]
 Huxsoll, C.C. en A.I. Morgan Jr. [102]
 Inst. voor Bewaring en Verwerking van Landbouwproducten [22,96]
 International Organisation for Standardisation, ISO [211]
 Jansen, F.J.C.B. [12]
 Jellinek, G. [207]
 Kaplow, M. [107]
 Kapsalis, J.G., M. Wolf en 2 and. [153]
 Kelsey, J.C. [172]
 Kieckebusch, W. en K. Lang [183]
 King, C.J. [78]
 Klop, W. [28]
 Kok, J. en J.C. Mettievier Meijer [185]
 Komanowsky, M., V.A. Turkot, F.B. Talley en R.K. Eskew [64]
 Koninklijke Landmacht [203]
 Kouwenhoven, T. [204]
 Labuza, T.P. [155]
 Lamb, F.G. [113]
 Lampi, R.A. et al. [126]
 Lange, P. de [149]
 Lange, P. de, en J.C. Mettievier Meijer [160]

Lawler, F.K. en E.M. Hargreaves [88]
 Lazar, M.E. [37,112]
 Lazar, M.E., E.O. Chapin en G.S. Smith [111]
 Lazar, M.E. en D.F. Farkas [105]
 Lazar, M.E., D.B. Lund en W.C. Dietrich [32]
 Lazar, M.E. en J.C. Miers [62]
 Lazar, M.E. en A.J. Morgan Jr. [63]
 Leendertz, K. [192]
 Lemke, G. [19]
 Leniger, H.A. [50]
 Litwiller, E.M. en L.A. Petit [142]

 Mackensie, A.P. en B. Luyet [131]
 Maier, H.G. [47]
 Makower, B. en E. Nielsen [193]
 Makower, R.U. [45]
 Mazure, M.P. [145]
 Mazure, M.P., G.S. Bohart et al. [146]
 Meade, R.E. [61]
 Meer, M.A. van der [179]
 Meijer, A. [217]
 Meijer, A. en L. Gersons [197]
 Menting, L.C. en B. Hoogstad [75]
 Mettievier Meijer, J.C. [7,27,31,40,69,120,124,125,133,166,216]
 Mettievier Meijer, J.C. en G.J. de Groot [56]
 Ministerie van Landbouw en Visserij [15]
 Ministry of Food [5,30]
 Mitchell, R.S., P.W. Board en L.J. Lynch [41]
 Morgan, A.I., R.P. Graham, L.F. Ginette en G.S. Williams [114]
 Mossel, D.A.A. [163]
 Mossel, D.A.A. en G.A. Harrewijn [164]
 Mouchet, R. en M. [87]
 Moy, J.H. [118]

 Nanot, J. en C.L. Gatin [1]
 Nederlands Normalisatie Instituut [209,210]
 Nehring, P. [189]
 Nooij, J. [176]
 North Atlantic Treaty Organisation [180]
 Novak, A.F. en M.R. Ramachandra Rao [44]

 Patron, A. en J.J. Wuhrmann [157]
 Paul, N., Th. Grünewald en J. Kuprianoff [135]
 Paulus, K., J. Gutschmidt en A. Fricker [208]
 Petritschek-Schillinger, A. en F. Lijnen [214]
 Potter, N.N. [110]

 Quast, D. en M. Karel [156]

 Rahman, A.R., W.L. Henning en D.E. Westcott [129]
 Rahman, A.R., S. Bishov en D.E. Westcott [130]
 Rassenlijst voor Groentegewassen, 1972. Instituut voor Veredeling van Tuinbouwgewassen, Wageningen [18]
 Rauscher, H., G. Mayr en H. Kaemmerer [171]
 Rulkens, W.H. en H.A.C. Thijssen [80,81]

Schillinger, A. en G. Zimmermann [177]
 Schlottmann, H. [17]
 Schroeder, Ch.W. [132]
 Schwimmer, S. [85]
 Schwimmer, S., D.W. Venstrom en D.G. Guadagni [84]
 Seltzer, E. en J.T. Settlemeijer [57]
 Sörensen, E.J. [198]
 Stabile, R.L., V.A. Turkot, N.H. Eisenhardt en J. Cording [95]
 Steinbuch, E. [20,199]
 Sugisawa, H., J.A. Kilson en W. Moils [71]

Talburt, W.F. en Ph. D. Ora Smith [26]
 Templeton, R.A.S. [139]
 Technische Kommission der Association internationale de l'Industrie des Bouillons et Potages [202]
 Thijssen, H.A.C. [73,74,79]
 Thomas, M.H. en D.H. Calloway [182]
 Thung, S.B. [194,195,200]
 Thung, S.B. en J.C. Mettievier Meijer [167]
 Til. H.P. [46]
 Tucker, C.G. [2]
 Tuomy, J.M. en W. Fitzmaurice [159]

Uitvoer Controle Bureau voor Tuinbouwprodukten [218]
 Unilever Ltd (S. Gunson en J.P. Savage) [137]
 Unilever N.V. [36,140,141]
 Unilever N.V. (M. Pader, W. Closter en G.J. Lauro) [138]
 United States Dept. of Agriculture [6]
 Urquhart, G.M. [147]

Vacu-Dry Co. [98]
 Vaughn, R.H. [169]

Wadsworth, C.K. [136]
 Weits, J. et al. [178]
 Wells, F.E. [168]
 Wesley, F., B. B. Bourke en O. Darbyshire [173]
 Winter, E. [201]
 Wolf, W. [10]
 Wright, K.W. [101]
 Wütrich, W. en P. Hieke [25]

Yoshida, T. en T. Hyodo [100]

Zonneveld, D. en A. Meijer [196]
 Zonneveld, H. [213]