

VLEESVERVANGERS

Eiwit uit soja, melk, erwten, graan of schimmels

We kunnen de soja en het graan dat nu aan koeien en varkens wordt gevoerd ook zelf opeten. Goed voor het milieu, want veeteelt belast het milieu veel meer dan landbouw. En goed voor onszelf, want soja is gezond. Door de groeiende wereldbevolking zou het eten van vleesvervangers zelfs bittere noodzaak kunnen worden. Volgens sommige voedselkundigen is het namelijk onmogelijk om in 2050 alle negen miljard mensen op aarde van vlees te voorzien. Zoveel land en water is eenvoudigweg niet beschikbaar.

Voorlopig worden de meeste vleesvervangers gegeten door principiële vegetariërs die dieren een warm hart toedragen.

Maar de parttime-vegetariërs blijken sterk in opkomst en zijn inmiddels ontdekt door de voedingsindustrie. Deze vleesminderars willen een gezonde, lekkere vleesvervanger met een 'bite'.

In deze Chemische Feitelijkheid

- De Context: Waarom zou je vleesvervangers eten? Wat is er nodig voor de productie van een stukje vlees?
- De Basis: Wat zit er in vlees? Hoeveel eiwit heb je nodig?
- De Diepte: Hoe geef je een vleesvervanger 'bite'? Kom je als vegetariër ijzer en vitamine B12 tekort?

Een dagje geen vlees eten is helemaal niet verkeerd, zo vindt de steeds grotere groep **deeltijdvegetariërs**. Maar door de snelgroeiende wereldbevolking wordt het eten van vleesvervangers mogelijk bittere noodzaak. De aarde kan namelijk zesmaal zoveel vegetariërs voeden dan vleeseters.

Vlees wordt wellicht onbetaalbaar

Nederlanders eten jaarlijks gemiddeld zo'n 85 kilo vlees en 12 kilo vis. Dat lijkt misschien veel, maar valt in het niet bij de Amerikanen die liefst 124 kilo vlees en 7 kilo vis per jaar eten. En wat te denken van de IJslanders, die naast 82 kilo vlees ook nog eens 93 kilo vis verorberen?

Hoewel de mens – en zeker de westerse mens – dus vleeseter in hart en nieren blijkt, hebben we in principe vlees noch vis nodig om in onze eiwitbehoefte te voorzien. Mensen zijn omnivoren: we kunnen onze eiwitten, ofwel proteïnen, ook volledig uit een goed uitgebalanceerd plantaardig dieet halen. Wanneer we dagelijks een ei eten, melk drinken en kaas op de boterham doen, is het zelfs vrij eenvoudig om voldoende van de juiste eiwitten binnen te krijgen. Wat niet wegneemt dat vlees of vis op zich een zeer goede bron zijn voor je dagelijkse portie proteïnen en andere voedingsstoffen. Wie geen vlees eet moet bijvoorbeeld goed opletten



'Saté' met pindasaus, Quorn

om voldoende ijzer en vitamine B12 binnen te krijgen (zie 'De diepte').

In Nederland is op dit moment één op de veertig mensen vegetariër, maar een toenemend aantal mensen kookt af en toe zonder vlees of vis. Ruim een kwart van de bevolking zegt weleens vleesvervangers te (willen) eten. Deze 'vleesminderaars' of deeltijd-vegetariërs vormen dé doelgroep

voor de nieuwe kant-en-klare vleesvervangers die de laatste jaren op de markt zijn verschenen. De bekendste zijn wellicht Tivall, Quorn en zeer recent Vales. De klassieke fulltime-vegetariërs kiezen eerder voor traditioneel vegetarisch eten – met eiwitrijke planten zoals peulvruchten, granen, noten en zaden.

In 2004 bedroeg de Nederlandse markt voor kant-en-klare vleesvervangers 40 miljoen euro. Ondanks een grote groei met 15 procent per jaar is dat nog maar een fractie (0,8 procent) van de totale Nederlandse vleesmarkt, waarin jaarlijks 5 miljard euro omgaat. Groot-Brittannië loopt momenteel voorop in de verkoop van vleesvervangers: daar is het marktaandeel inmiddels bijna vijf procent.

GOEDE REDENEN

Vleesvervangers worden gezond gevonden omdat er minder vet en cholesterol in zit. En veilig, omdat ze geen BSE, hormonen of dioxines bevatten. Zo hangt

de koppositie van de Britten zeker samen met de gekkekoeienziekte BSE, die in Groot-Brittannië de meeste slachtoffers heeft gemaakt. Ook dierenwelzijn speelt een rol bij de keus voor een vegetarische maaltijd, maar dat speelt vooral bij fulltime-vegetariërs. Voor hen geven dierenwelzijn of principiële bezwaren tegen het eten van vlees en vis de doorslag.

Kijken we op wereldschaal, dan zien

RECEPT

MAAK JE EIGEN TOFU

stap 1: Was 250 gram sojabonen, week ze 15 uur in 2 liter water en breng de bonen vervolgens aan de kook. Maal de bonen grondig en zeef de sojamelk door een kaasdoek. Een sneller alternatief: koop 2 liter sojamelk in de natuurwinkel.

stap 2: Breng de sojamelk aan de kook en laat zachtjes koken gedurende 10 minuten. Laat de hete melk afkoelen tot ±70 °C.

stap 3: Los 2 theelepels calciumsulfaat (een stremmer die verkrijgbaar is in de natuurwinkel) op in wat warm water. Minder stremmer geeft zachtere tofu, meer stremmer een stevigere tofu.

stap 4: Giet de calciumsulfaatoplossing langzaam in de hete sojamelk, terwijl je zachtjes roert. Er ontstaan nu brokjes tofu in een amberkleurige vloeistof. Blijft er nog ongestremde sojamelk over, voeg dan een beetje extra calciumsulfaatoplossing toe.

stap 5: Doe de deegachtige massa in een vorm met kleine gaatjes die bekleed is met een doek. Vouw deze doek dicht en plaats er ongeveer 20 minuten iets zwaars op om het water zo goed mogelijk uit de tofu te persen. Het resulterende blok tofu (circa 400 gram) moet onder een laagje water bewaard worden in de koelkast. Wanneer het weekwater elke dag wordt ververs is de tofu één week houdbaar.



Tofu als eiwitbron in plaats van vlees.



Reepjes 'filet', een vleesvervanger van Quorn op basis van eiwitrijke schimmel *Fusarium venenatum*.

we een hele andere reden om minder vlees te eten. Voor één kilo dierlijk eiwit is zesmaal zoveel plantaardig eiwit nodig. Varkens, runderen en kippen moeten immers ook eten. Eén kilo karbonade kost daarom zo'n zes kilo soja of vijftien kilo graan, die we ook rechtstreeks zouden kunnen eten. Zo beschouwd is vlees dus een erg inefficiënt en kostbaar voedingsmiddel. De aarde kan zes keer zoveel vegetariërs voeden dan vleeseters.

De wereldvoedselorganisatie FAO heeft voorspeld dat de vleesconsumptie in 2050 verdubbeld zal zijn tot 450 miljard kilo voor een wereldbevolking van meer dan negen miljard mensen. Vooral in China stijgt de vleesconsumptie momenteel rap. Aten Chinezen veertig jaar geleden gemiddeld nog maar vier kilo vlees per jaar, tegenwoordig is dat al 54 kilo. De helft van alle varkens woont inmiddels in China en jaarlijks worden daar maar liefst een miljard biggetjes geboren.

Volgens de FAO is de in 2050 benodigde vleesproductie haalbaar, omdat de landbouw en veeteelt nog een stuk efficiënter kan. Steeds meer landbouwkundigen en milieuwetenschappers zijn het daar echter niet mee eens. Ze wijzen er bijvoorbeeld op dat er nu al een tekort is aan goede landbouwgrond én aan zoet water. Voor de teelt van één kilo granen of bonen is 500 tot 3000 liter zoet water nodig, voor één kilo vlees maar liefst 15.000 liter. Volgens het onderzoeksprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling kan de milieubelasting van plantaardig eiwit een factor twintig lager liggen dan die van dierlijk eiwit. Met andere woorden: hoe minder vlees we eten, hoe makkelijker het zal zijn om nu én in de toekomst iedereen te kunnen voeden.

VEEVOER

Overigens maakt het veel uit wat voor soort vlees er gegeten wordt. Voor één kilo kip is bijvoorbeeld ongeveer drie

kilo voer nodig, heel wat minder dan voor een kilo varkens-, schaaps- of rundvlees. En ook de wijze waarop de dieren worden gehouden maakt verschil. In de intensieve veehouderij krijgen dieren vooral granen en eiwitrijk soja. Het is veel efficiënter om dit 'veevoer' zelf op te eten. Maar wanneer grazers – denk aan schapen of elanden – zelf hun kostje bij elkaar scharrelen op schrale heide- of toendra- grond of in ontoegankelijke berggebieden concurreren ze niet met de mens. Wij kunnen immers geen grassen verteren.

Het eten van vis is een verhaal apart. Ook de visconsumptie is de laatste decennia sterk gestegen, van 35 miljoen ton in 1960 tot ruim 170 miljoen ton in 2000. Omdat vissen niet op het land leven, betekent een stijging van de visconsumptie geen aanslag op landbouwgronden of de voorraad zoet water. Het biefstukje vervangen door een zalmfilet zal echter niet lukken, want de visstand staat nu al onder grote druk door overbevissing. Daar komt bij dat vis eten welbeschouwd ook geen efficiënte manier is om eiwitten binnen te krijgen.

Fotografie en ontwerp: Katja Gruijters

Kunstig kunstvlees



Ontwerpster Katja Gruijters studeerde in 1998 af aan de Design Academy in Eindhoven op het ontwerp van nieuwe etenswaren met vleesvervangers. Zij wil juist vleesvervangers maken die niet op gehakt of karbonade lijken. Eén van haar vijf producten heet Nutstuff: een deegbolletje dat gevuld kan worden met eiwitrijke stukjes.

De meeste vissen op ons menu (zalm, tonijn, makreel) zijn immers roofdieren, die zelf vis en/of garnaalachtigen eten. Het zou verstandiger zijn om de planteneters onder de vissen te eten, zoals de nijlbaars, karper of tilapi.

Hoe dan ook: de kans is groot dat we er domweg niet aan ontkomen om minder vlees te gaan eten. Want hoe nijpender het tekort aan landbouwgrond wordt, hoe duurder ons lapje vlees. Totdat het wellicht onbetaalbaar wordt. Vis is geen echt alternatief, dus resteert plantaardig eiwit – bijvoorbeeld in de vorm van een vleesvervanger.

LOOKALIKE

VLEESVERVANGER OOK VLEESIMITATIE?

Klassieke vegetariërs halen hun eiwitten uit verschillende bronnen. Het bekendst zijn eieren, zuivel, granen, peulvruchten (zoals linzen, kikkererwten, bonen) en noten. Maar ook eten ze traditionele kant-en-klare vleesvervangers, zoals tofu en tempé (soja), falafel (erwten) en seitan (tarwe). Zij letten er bij hun aankopen vooral op dat producten ecologisch verantwoord zijn, gezond zijn en zonder dierenleed zijn geproduceerd. Zij zijn gewend aan maaltijden zonder vlees en voor hen hoeft een vleesvervanger dan ook niet naar vlees te smaken of op vlees te lijken. Sommigen zien dat zelfs als een nadeel.

Maar klassieke vegetariërs vormen niet de doelgroep van de nieuwe kant-en-klare vleesvervangers, zoals Quorn, Valess en Tivall. Fabrikanten richten zich op een veel grotere doelgroep, namelijk de resterende 97,5 procent van de bevolking die wél vlees eet. Uit onderzoek van Wageningen Universiteit & Researchcentrum blijkt dat vooral deze 'nieuwe' groep een goede imitatie van vlees wil. Producenten springen hier uiteraard op in. Zij maken goed gelijkende vleesimitaties, zowel qua smaak, textuur als vorm ('gehakt', 'filet', of

'schnittel') en brengen ze als vlees aan de man. Campina toont in haar campagne voor Valess bijvoorbeeld mensen die geen verschil proeven tussen een melkschnittel en een varkensschnittel. Zo probeert men het grote publiek over de streep te trekken.

Het Voorlichtingsbureau Vlees is overigens niet bepaald blij met de opkomst van de vleesimitaties. Het bureau maakt zelfs bezwaar tegen het gebruik van de term vleesvervanger, omdat de eiwitproducten daarmee zouden meeliften op de goede naam van vlees.



'Gegrild vlees met salade', een vervangend eiwitproduct dat eruit ziet als vlees (Valess).

Vleesvervangers worden gemaakt van eiwitrijke planten als peulvruchten en granen, van schimmeleiwit of – sinds kort – van melk. Dankzij een laag vet- en cholesterolgehalte zijn ze waarschijnlijk gezonder dan vlees. Maar het definitieve bewijs daarvoor blijkt lastig te leveren.

50 gram eiwit per dag

In een gemiddeld dieet vormt vlees de hofleverancier van eiwitten ofwel proteïnen. Circa een kwart van een portie vlees bestaat uit proteïnen. Een goede vleesvervanger moet daarom eiwitrijk zijn en moet kunnen voorzien in onze eiwitbehoefte. Eiwitten vormen na water het hoofdbestanddeel van ons lichaam: 17 procent van ons gewicht komt voor rekening van eiwitten. Ze zorgen niet alleen voor structuur en sterkte in cellen en spieren, maar fungeren ook als signaalstoffen en regelen in de vorm van enzymen allerlei reacties.

De 'hongerbuiken' bij ondervoede kinderen in ontwikkelingslanden zijn een bekende uiting van eiwitgebrek, net als een groeiachterstand, een droge geschilferde huid en verkleurde haren. In westerse landen komt eiwitgebrek heel weinig voor: vrijwel uitsluitend bij oudere en zieke mensen die moeizaam eten, bij mensen

bij wie de darmen niet goed functioneren of bij anorexia-patiënten. Het gaat dan vaak niet alleen om een eiwitgebrek, maar ook om een tekort aan energie, vitaminen en mineralen. Vermagering en futloosheid zijn de eerste symptomen.

Over de precieze hoeveelheid eiwit die een mens per dag nodig heeft, lopen de meningen van voedingsdeskundigen nog wat uiteen. De meest gehanteerde maatstaf is die van de wereldgezondheidsorganisatie WHO. Zij adviseert 56 gram eiwit per dag voor een volwassen man van 75 kilo en 48 gram voor een volwassen vrouw van 64 kilo.

Het Nederlands Voedingscentrum heeft aanbevelingen opgesteld voor een uitgebalanceerd dieet dat voldoende eiwitten levert. Per dag zou je 100 gram vlees moeten eten, of twee eieren, of 100 gram vleesvervangers (seitan, soja) of 75 gram peulvruchten of 40 gram noten. Dit levert be-

duidend minder op dan je aan eiwit nodig hebt, maar deze basis wordt aangevuld door eiwitten uit de rest van het dagelijkse menu – onder meer uit brood, broodbeleg, melk(producten) en groenten.

KWALITEIT EN KWANTITEIT

Chemisch gezien bestaan eiwitten uit lange ketens van aaneengeregen aminozuren. Eten we eiwitten, dan worden de ketens in onze maag en darmen gesplitst in losse aminozuren. Deze worden door de darmwand heen opgenomen in het bloed en vervolgens naar verschillende weefsels getransporteerd, waar ze weer aaneengeschakeld worden tot nieuwe, lichaamseigen eiwitten.

Er bestaan liefst twintig verschillende aminozuren (zie tabel 'Bouwstenen'). Acht hiervan zijn 'niet-essentieel', dat wil zeggen dat het lichaam ze ook zelf in de lever kan aanmaken uit andere amino-

GEHALTE AAN AMINOZUREN CRUCIAAL

De 'Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score' (PDCAAS) is eenvoudig gezegd een maat die aangeeft in hoeverre de eiwitsamenstelling van een voedingsmiddel overeenkomt met wat het lichaam nodig heeft. De PDCAAS houdt daartoe rekening met het meest kritieke aminozuur én met de verteerbaarheid van het eiwit in het betreffende voedingsmiddel.

Plantaardige eiwitten bevatten relatief weinig van de aminozuren lysine, tryptofaan of methionine. Bonen (met weinig methionine maar veel lysine) en granen (met veel methionine en weinig lysine) vullen elkaar echter prima aan. Noten bevatten weer veel tryptofaan. De PDCAAS-waarde van een mengsel van bonen,

granen en noten is daarom veel hoger dan die van de individuele componenten.






De verteerbaarheid heeft te maken met het soort product dat wordt gegeten, denk bijvoorbeeld aan bonen versus witbrood. Maar ook het type aminozuur speelt hierbij een rol. Het ene aminozuur wordt moeizamer door de darmen opgenomen dan het andere. Dit betekent dat de eerste organen (darmen en lever) vaak voldoende voorzien worden, maar dat er bij een geringe inname minder beschikbaar is voor andere weefsels, zoals de spieren.

Kortom: de kwaliteit van een vleesvervanger als eiwitbron hangt af van de hoeveelheid en de soort eiwitten die de vleesvervanger bevat.


Eiwit-toppers	Alfalfa	Soja-bonen	Zonnebloempitten	Tarwekiemen	Pinda's	Kaas	Vlees	Linzen	Erwt	Cashewnoten	Havermout	Ei	Gerst en tarwe	Bruine bonen	Melk
Eiwitgehalte (gr./100 gr.)	40	37	27	27	26	20-30	20-25	25	25	18	13	13	11	7	3,5
PDCAAS (0-1, 1 = max)	?	0,91	?	0,42	0,52	1	0,92	0,52	0,67	0,52	0,57	1	0,42	0,53	1

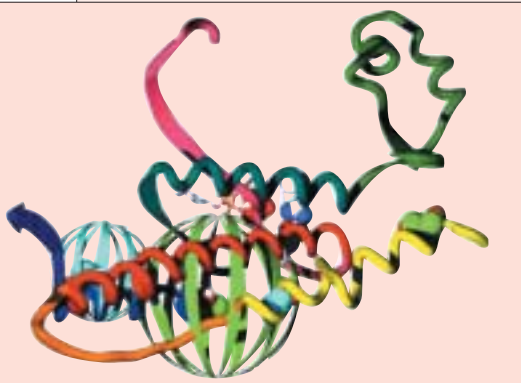
VOEDINGSWAARDE VLEESVERVANGERS

Klassieke vleesvervangers

	 Tofu/ tahoe	 Tempé/ tempeh	 Falafel	 Seitan	 Kaas
Eiwitbasis	Soja	Soja	Kikker- erwten	Tarwe	Melk
Eiwitgehalte (g/100 g)	12	21	10	26	20-30
Vetgehalte (g/100 g)	7	8	16	-	20-30

Nieuwe vleesvervangers

	 GoodBite®	 Sofine®	 Quorn®	 Tivall®	 Vales®	 Vivéra®
	Tarwe/erwt	Soja	Schimmel- eiwit	Soja/tarwe	Melk	Soja
	20-26	12-20	10-12	15-20	13	9-20
	13-15	7-18	3	8	4	6-12
Verrijkt met	Vitamine A, B1, B2, B3, B5, B6, B12, C, E, H, K, calcium, ijzer	-	-	Vitamine B12, ijzer	-	Vitamine B1, B6, B12, C, E, ijzer en calcium



Myosine, een dierlijk eiwit dat een belangrijke rol speelt bij de werking van spieren.

ren. Negen typen zijn echter onmisbaar, en de resterende drie zijn conditioneel niet-essentieel: ze zijn alleen onmisbaar onder bepaalde omstandigheden, bijvoorbeeld bij ziekte, ouderdom of ondervoeding.

Het volstaat dus niet om elke dag een bepaalde hoeveelheid eiwitten te eten. Want het gaat niet alleen om kwantiteit, maar ook om kwaliteit: de eiwitten moeten ook de juiste aminozuren bevatten. Het lichaam legt namelijk nauwelijks buffers aan van de schaarsere aminozuren. Dierlijk eiwit komt qua aminozuursamenstelling het beste overeen met de behoefte van ons lichaam. Hoewel de meningen verschillen over hoeveel we precies nodig hebben van elk aminozuur, wordt kippenei-eiwit gezien als het meest ideaal, gevolgd door melkeiwit (zowel caseïne als wei-eiwit) en het eiwit uit vlees. De mate waarin het eiwit in een bepaald levensmiddel overeenkomt met de menselijke aminozuurbehoefte wordt door voedingsdeskundigen weergegeven met de zogeheten PDCAAS-waarde. Eieren en koemelk scoren een 1 op deze schaal (van 0 tot 1), gevolgd door rundvlees met 0,92 en soja met 0,91. Hoe hoger de waarde, hoe beter.

Gezonde personen die normaal eten hoeven zich niet druk te maken over de aminozuursamenstelling van hun maaltijd. Zowel vleeseters als vegetariërs kunnen er op rekenen niets tekort te komen.

Voor zieken of ouderen ligt dat anders. Ouderen hebben vaak minder trek, terwijl zieken vaak juist veel eiwit nodig hebben. Krijgen ze onvoldoende van een aminozuur binnen, dan zal het spierweefsel als eerste aangesproken worden. Die situatie kan uiteraard niet te lang duren. Mogelijk verschijnen in de toekomst speciale versterkende levensmiddelen voor deze groepen op de markt, die verrijkt zijn met de meest kritieke aminozuren.

GEZOND?

Hamvraag is of een vegetarische leefstijl beter is dan het eten van vlees. Statistisch gezien zou je zeggen van wel, want volgens cijfers zijn vegetariërs gezonder en leven ze ook langer dan mensen die vlees eten. Maar die cijfers zeggen lang niet alles en zeker niet dat vlees ongezond zou zijn. Het gezondheidseffect is niet zonder meer te verklaren met het dieet, omdat vegetariërs ook in andere opzichten afwijken van vleeseters. Vegetariërs zijn veelal hoger opgeleide mensen met een goede (kantoor)baan, die doorgaans een goed gewicht hebben en weinig roken en drinken.

Het gezonde imago van vegetarische voeding is overigens iets van de laatste decennia. Lange tijd werd vegetarisch eten door voedingsdeskundigen gezien als ongezond en 'tegennatuurlijk'. Geen vlees eten zou al snel leiden tot tekorten aan noodzakelijke vitaminen als B12 (zie 'De diepte'), mineralen en ijzer. Dit risico wordt tegenwoordig lager ingeschat, zeker wanneer er zuivelproducten en eieren op het menu staan.

In de VS en Groot-Brittannië mogen voedingsmiddelen die soja bevatten inmiddels als gezond worden aangeprezen. Volgens de voedingsautoriteiten in deze landen bestaat er voldoende bewijs dat

soja bijdraagt aan een goede bloeddruk en een laag cholesterolgehalte. Soja bevat bovendien bepaalde verbindingen (isoflavonen en fyto-oestrogenen) waarvan gedacht wordt dat ze deels bijdragen aan het gezondheidseffect.

Van de nieuwe vleesvervangers gebaseerd op soja, peulvruchten of tarwe valt te verwachten dat ze een vergelijkbaar gezondheidseffect hebben als de grondstoffen zelf. Over de gezondheidsaspecten van Quorn of Vales is minder bekend. Vales is gemaakt van magere melk en kun je beschouwen als een soort magere variant op kaas. Quorn daarentegen is gebaseerd op een geheel nieuwe eiwitbron: een schimmel-eiwit. Beide producten bevatten net als andere vleesvervangers weinig cholesterol en weinig verzadigde vetzuren en daardoor helpen ze waarschijnlijk bij het voorkomen van hart- en vaatziekten. Uit kortdurende studies blijkt inderdaad een positief effect op het cholesterolgehalte, maar er zijn op dit moment nog geen gezondheidseffecten bekend op lange termijn.

BOUWSTENEN

Aminozuren

Aminozuren zijn de bouwstenen van alle eiwitten. Van de twintig bekende aminozuren zijn er negen essentieel (rood): zij moeten in ons voedsel zitten. De overige aminozuren (blauw, conditioneel essentieel; groen, niet-essentieel) kan een gezond lichaam zelf aanmaken in de lever.

Twintig verschillende:

Fenylalanine (Phe, F), histidine (His, H), isoleucine (Ile, I), leucine (Leu, L), lysine (Lys, K), methionine (Met, M), threonine (Thr, T), tryptofaan (Trp, W), Valine (Val, V) Arginine (Arg, R), cysteine (Cys, C), tyrosine (Tyr, Y) Alanine (Ala, A), asparagine (Asn, N), asparaginezuur (Asp, D), glutamine (Gln, Q), glutaminezuur (Glu, E), glycine (Gly, G), proline (Pro, P), serine (Ser, S)

Een groot bezwaar van veel vleesvervangers is hun 'sponzigheid'. Echt vlees heeft een bite: je moet er op kauwen, je hapt er niet zomaar doorheen. Het blijkt niet eenvoudig dit fenomeen te imiteren, maar de makers van vleesvervangers doen verwoede pogingen toch een betere **mondbeleving** aan hun producten te geven.

Op zoek naar **bite**

Vlees bestaat voornamelijk uit spierweefsel, dat van nature sterk gestructureerd is. Spieren zijn opgebouwd uit parallelle bundels spiervezels (zie figuur), die afhankelijk van het soort vlees tot een meter lang kunnen zijn. Elke vezel is één lange cel die de totale lengte van de spier omspant en die via pezen vastzit aan het bot. Spiervezels bestaan op hun beurt uit parallelle bundels van duizend tot tweeduizend zogeheten myofibrillen met een dikte van 1-2 micrometer.

Voor het mondgevoel, de textuur, zijn de vezels van belang. Korte, dunne vezels geven malsheid. Lange vezels voelen drade-

rig aan. Voor de bite is het bindweefsel tussen de vezels erg belangrijk. Dit bindweefsel bestaat uit de eiwitten collageen en elastine en zorgt ervoor dat spierbundels tijdens spierbewegingen goed langs elkaar kunnen schuiven. De dikte en de hoeveelheid bindweefsel hangt af van het type vlees. 'Sudderlapjes' zijn meestal afkomstig van de schouder en zijn duidelijk zichtbaar doorregen met bindweefsel; 'biefstuk van de haas' wordt uit de rug gehaald en daarin is het dunne bindweefsel nauwelijks zichtbaar. Ook de leeftijd en de getraindheid van het dier spelen een rol: hoe jonger en 'luier' het beest, des te dunner en flexibeler het bindweefsel.

Wanneer een dier wordt geslacht verstijven de spieren binnen een paar uur – de zogeheten *rigor mortis*. Dit komt doordat de spiereiwitten myosine en actine dan als het ware vastgeklonken worden. Na drie of vier dagen verdwijnt dit effect: beide eiwitten worden langzaam afgebroken en verliezen hun structuur. Topkoks zweven daarom bij het laten 'versterven' van vlees.

Wanneer vlees wordt gebakken, gekookt of gebraden verhardt het bindweefsel aanvanke-lijk, maar boven de zestig graden wordt collageen een gel (niet voor niets is collageen het uitgangsmateriaal voor gelatine). Dit voorkomt dat het

vlees bij de bereiding teveel vocht kwijtraakt; rauw vlees bestaat immers voor driekwart uit water. De spiereiwitten zullen bij het bakken compleet denatureren. Ze verliezen hun structuur, waardoor het vlees malser wordt, maar er treedt ook verharding op. Vleesbereiding is dus eigenlijk continu balanceren: aan de ene kant moet het spierweefsel gaar maar niet te droog worden, aan de andere kant moet collageen in het bindweefsel de kans krijgen te geleren zonder alle bite te verliezen.

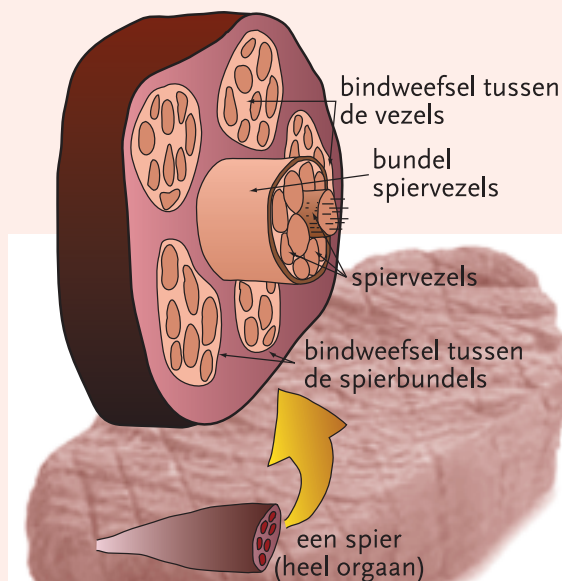
NEPVEZELS

Een vleesvervanger qua 'mondsensatie' op vlees te laten lijken is dus een hele klus. Je hebt een vezelachtige structuur nodig die vergelijkbaar is met die van spiervezels, plus een bite gelijkend op die van bindweefsel. Toch durven veel fabrikanten van vleesvervangers de vergelijking met vlees aan, getuige namen als 'filet', 'schnittel' en 'burger'. Details over hoe de textuur tot stand komt willen de producenten niet kwijt, maar de basisprincipes zijn bekend.

Tivall, Vivera en andere op soja gebaseerde producten krijgen hun vezelstructuur door extrusie of spinnen. Bij extrusie voegt men de ingrediënten samen tot een soort deeg dat door een verwarmde cilinder wordt geleid waarin een schroef ronddraait. Het mengsel wordt verhit, goed gemengd en sterk samengeperst waardoor er verbindingen ontstaan, zowel tussen eiwitten onderling als tussen eiwitten en koolhydraten. Dat zorgt voor een bite. Bovendien richten de moleculen zich in de richting van de schroef, waardoor vezels ontstaan.

Bij spinnen perst men een zeer sterk geconcentreerde en stroperige oplossing van soja-eiwit door een plaat met kleine gaat-

SPIERBUNDELS

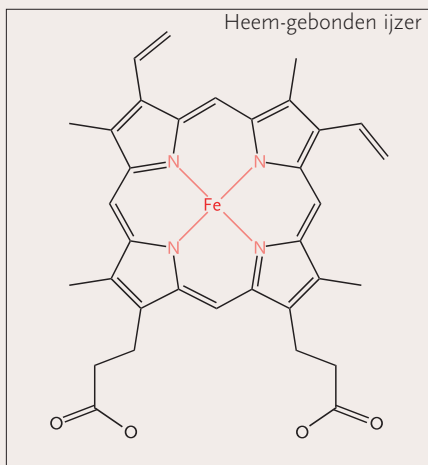


Vlees dankt zijn bite voor een groot deel aan het bindweefsel tussen de spierbundels en spiervezels. Het bindweefsel bestaat uit de eiwitten collageen en elastine en de dikte van het weefsel hangt af van het type vlees. De spiervezels bestaan vooral uit de eiwitten myosine en actine. Korte dunne vezels geven malsheid, terwijl lange vezels draderig aanvoelen in de mond.

KRITIEKE VERBINDINGEN

VEGETARIËR, LET OP IJZER EN VITAMINE B12

Vlees levert méér dan alleen eiwit. Het is een belangrijke bron van B-vitaminen (met name vitamine B12) en een bron voor het sporenelement ijzer. Bij ijzergebrek treedt bloedarmoede op. Het bloedewit hemoglobine dat zuurstof van de longen naar alle organen en weefsels transporteert, kan zijn werk niet doen zonder ijzer. Spieren en andere weefsels krijgen bij een tekort weinig zuurstof toegeleverd, waardoor iemand zich al snel moe en futloos voelt. Ook een aantal enzymen is voor de werking afhankelijk van ijzer. In totaal hebben we er gemiddeld zo'n 2,5 gram van in ons lichaam. Behalve kinderen hebben met name vrouwen tijdens hun menstruatie en zwangerschap een grote behoefte aan ijzer.



In vlees, vis en gevogelte zit het ijzer gebonden in heem, een ringvormig molecuule genaamd protoporphyrine dat het ijzer als tweewaardig ijzer-ion (Fe^{2+}) bindt. Dit ijzer is verantwoordelijk voor de kleur van rode bloedcellen. Van de gegeten hoeveelheid heem-gebonden ijzer neemt het lichaam ongeveer een kwart op; het ijzer lost samen met het heem

goed op in het darmslijmvlies en wordt door de darmwand opgenomen in het bloed.

Vooraf peulvruchten, volkoren graanproducten, noten en gedroogd fruit zijn rijk aan ijzer. In planten is het ijzer niet aan heem gebonden. De darmen kunnen het moeilijker opnemen omdat het bindingen kan aangaan met andere verbindingen, zoals fyfaten. Daardoor lost het niet op in het darmslijmvlies.

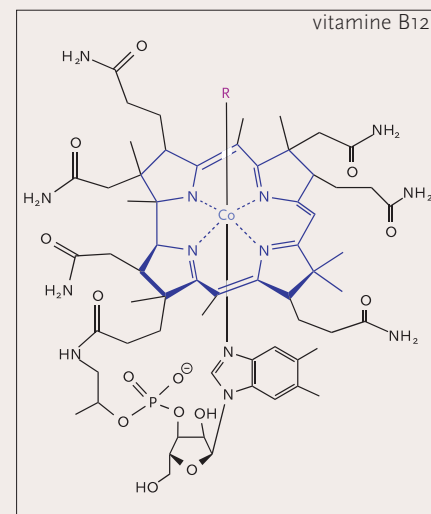
De opname van dit ijzer hangt daarom sterk af van de samenstelling van de maaltijd. Het drinken van een glas sinaasappelsap of tomatensap bevordert de opname door het aanwezige zuur en vitamine C. De stof tannine (looizuur, een polyfenol dat in rode wijn, druiven, thee en koffie zit) heeft daarentegen weer een sterk negatief effect op de opname; looizuur vormt namelijk een sterk complex met het ijzer.

VITAMINE B12

Vitamine B12 (cyanocobalamine) is de meest kritieke vitamine voor wie geen vlees of vis eet. Dit vitamine is onmisbaar voor de aanmaak van rode bloedlichamen en DNA. Gelukkig kan het lichaam een voorraad aanleggen in de lever. Voor wie regelmatig zuivel en eieren eet, is het risico op een tekort klein. Maar uit Nederlands onderzoek in 1999 en 2000 onder een groep veganistische kinderen die helemaal geen dierlijke producten aten, bleek dat zij een groot tekort aan de vitamine hadden. Dit resulteerde zelfs in een daadwerkelijke en onomkeerbare achterstand in hun mentale ontwikkeling. Op tienerleeftijd konden ze minder goed logisch redeneren en slechter abstract denken dan hun leeftijdgenoten, hoewel hun vitaminetekort ondertussen aangevuld was.

Vitamine B12 is een heel vreemde vitamine: alleen micro-organismen kunnen het maken. Dat gebeurt door de darmflora in de dikke- en de blinde darm, maar op die plekken kan de vitamine niet worden

opgenomen. Sommige dieren zoals konijnen, raten en gorilla's eten daarom hun eigen poep. Grazers en wroeters zoals varkens krijgen hun portie binnen doordat ze zandkorrels met bacteriën 'meegrazen'. In feite krijgen ze hun vitamine dus uit de grond. Chimpansees eten termieten die zeer B12-rijk zijn. Herkauwers hebben het voordeel van meerdere magen en een lang darmstelsel, waardoor ze hun eigen vitamine B12 kunnen opnemen.



Chemisch gezien is vitamine B12 complex; het is bovendien de enige bekende stof in levende organismen waarin kobalt voorkomt. In vitamine B12 van dierlijke oorsprong wordt het kobalt aan de onderzijde gecomplexed door de nucleotide 5,6-dimethylbenzimidazol. Plantaardig vitamine B12 bevat andere nucleotiden, wat de vitamine niet bruikbaar maakt voor de mens. Hier ligt ook het probleem bij veganisten. Lange tijd werd gedacht dat zeewier een goede bron voor de vitamine was, maar ook zeewier blijkt net als alle andere planten alleen de niet-werkzame, zogeheten pseudo-vitamine B12 te bevatten.

jes, de *spinneret*. De 'draden' worden aan de andere kant door een zuur bad geleid, waardoor het eiwit uit de oplossing neerslaat en échte draden ontstaan. Deze worden op rollen nog vele malen 'verstrekt',

zodat hele dunne draden ontstaan die gezamenlijk een vezel vormen. De gebruikte technologie is identiek aan het spinnen van textielvezels en op eenzelfde manier wordt ook sojazijsde gemaakt. De verkregen vezels kunnen de vezelstructuur van vlees imiteren.

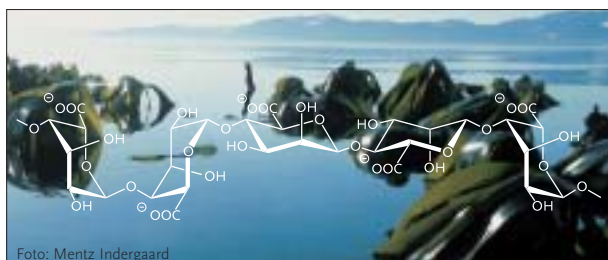


Foto: Mentz Indergaard

Alginaten zijn koolhydraten afkomstig uit zeewier, die worden gebruikt als geleringsmiddel in diverse voedselproducten. Ze dienen ook als basis voor kunst huid. In vleesvervangers worden ze gebruikt om de producten een vezelige structuur te geven.

De productie van Vales lijkt deels op het maken van kaas. Daarbij ontstaat wrongel, een eiwitrijk, vervormbaar melkproduct. Het geheim van Vales zit in de toevoeging van alginaten, koolhydraten afkomstig uit zeewier. De melkeiwitten complexeren vervolgens met de alginaten, waardoor langdra-

dige structuren en een netwerk ontstaan. Volgens fabrikant Campina vooral een kwestie van veel mengen en roeren, en weinig chemie.

Quorn tenslotte dankt zijn bite aan schimmeldraden. Deze vleesvervanger wordt gemaakt door de schimmel *Fusarium venenatum* (ontdekt in de bodem van het Engelse dorp Marlow) te laten groeien in grote vaten. De schimmels zelf vormen de basis voor de textuur; ze zijn ongeveer een halve millimeter lang en worden geperst, gevouwen en gewalst om vezels te krijgen ter grootte van spiervezels. De functie van het bindweefsel wordt geïmiteerd door toevoeging van kippenei-eiwit, dat de vezels aan elkaar bindt.

Meer weten

AANBEVOLEN LITERATUUR

- American Journal of Clinical Nutrition, Volume 78 (2003) Issue 3, Supplement 'Fourth International Congress on Vegetarian Nutrition' - veel informatie over gezondheid en milieueffecten van vegetarisme
- Vals vlees: kan de erwt de wereld redden?, artikel van Astrid Smit in Intermediair van 3 maart 2005 (www.intermediair.nl)

AANBEVOLEN WEBSITES

- Nederlandse startpagina over vleesvervangers: www.startkabel.nl/k/vleesvervangers
- Website van het grote Nederlandse onderzoeksprogramma naar novel food proteins: www.profetas.nl
- Informatie over samenstelling van allerlei levensmiddelen: www.voedingwaarde.nl, www.calorietabel.nl, www.nutritiondata.com
- Algemene informatie en adviezen over voeding: www.voedingscentrum.nl
- Wereldvoedselorganisatie van de VN: www.fao.org
- Website van Voorlichtingsbureau Vlees: www.vlees.nl
- Website van Productschappen vee, vlees en eieren met veel cijfermateriaal over vleesconsumptie: www.pve.nl
- Alles over vitamine B12: home.hccnet.nl/michel.post/B12
- Productinformatie: www.vivera.nl, www.sofine.nl, www.goodbite.nl, www.quorn.nl, www.tivall.nl, www.valess.nl

VOOR OP SCHOOL

1. Eiwitten mogen in onze voeding niet ontbreken. Noteer de twee belangrijkste doelen van eiwitten in ons lichaam.
2. Wat zijn de belangrijkste vijf bronnen van eiwitten in onze voeding?
3. Geef in ongeveer 150 woorden weer welke invloed cultuur en religie hebben de op keuze voor consumptie van (rund-, varkens-)vlees, vis, kip of op de keuze voor vegetariër/veganist.
4. Alle eiwitten bestaan uit ketens van aminozuren. Waarom

kunnen we dan toch niet volstaan met één enkele bron van eiwitten voor onze voeding?

5. Schets in 100 woorden de gevolgen voor het Nederlandse en Vlaamse landschap als de complete bevolking besluit vegetariër te worden.
6. Stel een dagmenu samen voor een deeltijd-vegetariër, een echte vegetariër en een veganist dat leidt tot inname van voldoende (hoeveelheid) eiwitten van voldoende kwaliteit.
7. Wat wordt bedoeld met het mondgevoel van vlees en welke eigenschappen van vlees zijn verantwoordelijk voor dat mondgevoel? Noem twee methoden die fabrikanten van vleesvervangers toepassen om het product het juiste mondgevoel te geven.
8. Volgens een goede kok moet vlees 'versterven' voor een smakelijke bereiding. Schets in 100 woorden de chemische processen van dit versterven.
9. Noem drie belangrijke bronnen van eiwitten in vleesvervangers. Geef bij elke een reden van de keuze voor die bron.
10. Leg uit welke rol de structuur en de ruimtelijke vorm van het nucleotide kan spelen bij de ongeschiktheid van plantaardig vitamine B12 voor de mens.



Soyabonen bevatten ongeveer 36% proteïne, 18% vet, 30% koolhydraten en heel wat mineralen en vitaminen. Alle acht belangrijkste aminozuren zijn aanwezig, wat het sojaoneiwit tot een volwaardig eiwit maakt.

COLOFON

Chemische Feitelikheden: actuele encyclopedie over moleculen, mensen, materialen en milieu. Losbladige uitgave van de KNCV, verschijnt drie maal per jaar met in totaal tien onderwerpen.

Redactiesamenstelling:
Lisette Ploeg (KNCV)
Alexander Duyndam (C2W)
Marian van Opstal (Bèta Communicaties)

Basisontwerp: Menno Landstra

Redactie en realisatie:
Bèta Communicaties
Postbus 84098, 2508 AB Den Haag
tel. 070-306 07 26
fax 070-306 07 24
betacom@planet.nl

Uitgever:
Roeland Dobbelaer
Bèta Publishers
Postbus 249, 2260 AE Leidschendam
tel. 070-444 06 00
fax 070-337 87 99
info@betapublishers.nl

Abonnementen opgeven:
KNCV-ledenadministratie
Postbus 249, 2260 AE Leidschendam
tel. 070-337 87 97
fax 070-337 87 99
ledenadministratie@kncv.nl

Abonnementen kunnen elk moment ingaan. Abonnementen worden automatisch verlengd tenzij vóór 1 november van het lopende jaar een schriftelijke opzegging is ontvangen.

Abonnementen:
• papieren editie en toegang tot digitaal archief op internet:
eerste jaar
(inclusief verzamelmap): € 90,-
KNCV- en KVCV-leden: € 80,-
tweede jaar en verder: € 56,-
KNCV- en KVCV-leden: € 46,-

• alleen toegang tot digitaal archief op internet:
eerste jaar: € 70,-
KNCV en KVCV-leden: € 60,-
tweede jaar en verder: € 45,-
KNCV en KVCV-leden: € 40,-

VLEESVERVANGERS

editie 47
nummer 216
juni 2005

Met dank aan:

- dr. Johan Vereijken
Coördinator Protein Research,
Wageningen UR
johan.vereeijken@wur.nl
- prof.dr. Henk Haagsman
Divisie Volksgezondheid en Voedsel-
veiligheid, Universiteit Utrecht
h.p.haagsman@vet.uu.nl
- prof.dr. Jacques Bindels
Numico Research B.V.
jacques.bindels@numico-research.nl
- drs. Gerard Stout,
docent exacte vakken
Noordelijke Hogeschool Leeuwarden
g.h.w.j.stout@iec.nhl.nl