

INTERN
RAPPORT
NO
100



niet voor algemene publikatie bestemd

„VET IN VEEVOEDER”

(literatuurrapport)

DOOR

Ir. J. D. MOL



INSTITUUT VOOR
BEWARING EN VERWERKING
VAN LANDBOUWPRODUKTEN

WAGENINGEN

niet voor algemene publikatie bestemd

INSTITUUT VOOR BEWARING EN VERWERKING
VAN LANDBOUWPRODUKTEN
WAGENINGEN

Intern rapport no. 100

" Vet in veevoeder "

(literatuurrapport)

door

Ir. J.D. Mol

Augustus 1960

298682

I N H O U D

I ONTWIKKELING VAN DE MARKT

1. De menselijke consumptie van vet
2. Toenemende vleesproductie en afnemende vraag naar dierlijk vet
3. De noodzaak van afzetverbetering
4. Productie en internationale handel van dierlijk vet
 - 4.1. Vetkwalificatie
 - 4.2. Productie en wereldhandel
 - 4.3. Afzet in de veevoederindustrie
5. Prijsontwikkeling van technisch vet en mais
 - 5.1. Het verband tussen vet- en maisprijs
 - 5.2. Prijzen op de Amerikaanse markt
 - 5.3. Prijzen op de Nederlandse markt

II VETWAARDE EN BEOORDELINGSMAATSTAF

1. Vetten en enige fysische en chemische criteria
2. Vetwaarde
 - 2.1. Smeltpunt
 - 2.2. Lengte der koolstofketens
 - 2.3. Grootte der vetdeeltjes in het voer
 - 2.4. Essentiële bestanddelen
 - 2.5. Eiwitcoating en geëmulgeerde vetten
3. Verteringscoëfficiënten niet constant
 - 3.1. De invloed van het dier
 - 3.2. De invloed van de veteigenschappen

III VETBEDERF, VETBESCHERMING EN KWALITEITSNORM

1. Natuurlijke vetopslag en naakt vet
2. Ranzigheidsreacties en polymerisatie
3. Vetstabiliteit en bederfbevorderende factoren
4. Bescherming tegen bederf
 - 4.1. Houdbaarheid tijdens de bewaring
 - 4.2. Vetbederf en kwaliteitsnorm
5. Antioxydantia
 - 5.1. Tocopherol
 - 5.2. Andere antioxydantia en synergistische stoffen
 - 5.3. Eisen aan antioxydantia

IV FUNCTIE IN DE VEEVOEDING EN PRODUKTKWALITEIT

1. Het meest geconcentreerde energievoer
2. Vetminimum
3. Energiehoeveelheid en verhouding tot eiwitpercentage en verzadiging
4. Produktkwaliteit
 - 4.1. De kwaliteithandhaving
 - 4.2. Het probleem der zachte bacon
 - 4.3. Het melkvetpercentage en de onverzadigde vetzuren

V VOORDELEN VAN VETTOEVOEGING EN NUTSEFFECT

1. Voordelen van vettoevoeging aan veevoeder
 - 1.1. Stofbinding
 - 1.2. Uiterlijke gesteldheid van het voer
 - 1.3. Sneller groei en afname voederverbruik
2. Reactie per dier
 - 2.1. Vet in kippenvoer
 - 2.1.1. Calorie/eiwitverhouding
 - 2.1.2. Bespreking der tabellen
 - 2.1.3. Vervetting van het vlees

- 2.2. Vet in varkensvoer
 - 2.2.1. Groeisnelheid en voederverbruik
 - 2.2.2. Voederopname
 - 2.2.3. Calorie/eiwitverhouding
 - 2.2.4. Vervetting en dikker rugspek
 - 2.2.5. Invloed van vetwaarde op zachte bacon en het emulsie-effect
- 2.3. Vet in voer voor herkauwers

VI VETBEHANDELING

- 1. Transport en opslag
- 2. Opslag en leidingen
- 3. Aanvoer en toevoeging
- 4. Mengen
- 5. Speciale voorbereidingen
 - 5.1. Aërogelmethode
 - 5.2. Eiwitcoating
- 6. Vettoevoeging aan korrels

I. ONTWIKKELING VAN DE MARKT

1. De menselijke consumptie van vet

Het vetpercentage in de voeding van de mens is in de westerse landen na de oorlog toegenomen. Indien het gemiddeld verbruik over de jaren 1936 tot 1938 voor elk der drie voedingsgroepen: vet, eiwit en koolhydraat op 100 gesteld wordt, dan bedragen in verhouding deze cijfers thans resp. 120, 98, 99. De stijging van het vetverbruik door de mens is een gevolg van de welvaartsverhoging. Vooral de verbruikstoename van bereide produkten waarin vet als grondstof wordt gebezigd werkt deze in de hand. Het vetverbruik is thans zodanig, dat uit oogpunt van volksgezondheid tegen een te hoog vetgebruik moet worden gewaarschuwd.

Tabel I, volgens van Oss (23)

Vethoeveelheden in kg per hoofd per jaar aanwezig

L a n d e n	Gem."34 - "38	1950	1955
Nederland	32,5	30,9	32,7
België	16,6	25,4	27,7
Denemarken	-	-	32,9
Duitsland	28,0	17,1	27,9
Frankrijk	21,1	19,1	21,0
Engeland	29,7	29,2	30,2
N-Amerika	32,0	32,0	32,0

Tabel I geeft cijfers, die het gebruik per hoofd van vetten en oliën benaderen. Over de wereldbevolking genomen bedraagt dit cijfer, ten gevolge van onderconsumptie in diverse gebieden, slechts 10 kg per hoofd. Uit Tabel I blijkt, dat in 1955 het vooroorlogse peil werd bereikt of reeds overschreden.

Tabel II, volgens van Oss (23)

Verbruik in kg/hoofd per jaar van boter en boter + margarine

L a n d e n	b o t e r			boter en margarine		
	1938	1950	1954	1938	1950	1954
Nederland	5,4	2,6	2,9	12,7	19,6	21,3
België	7,9	11,1	11,0	15,2	18,5	20,5
Denemarken	8,3	4,8	8,7	29,8	18,9	-
Duitsland	8,6	6,0	6,7	14,6	13,4	19,1
Frankrijk	5,2	5,7	6,7	6,2	7,1	-
N.Amerika	7,4	4,9	4,1	8,7	7,7	7,7
Gemiddelde der landen	7,1	5,8	6,7	14,5	16,0	-

Tabel II toont een duidelijke stijging van het gebruik van boter en margarine in alle genoemde landen, uitgezonderd Amerika.

Gegevens van het totaal vetverbruik en de consumptie van boter en margarine over de jaren 1956 tot 1959 zijn niet bekend, maar liggen hoger dan de gegeven cijfers. De sterke toename na 1954 is een gevolg van het feit dat de welvaartverhoging na 1955 in voedingsmiddelen en consumptie duidelijk tot uiting kwam.

Voor Nederland is het gebruik van boter in 1959 van 5,1 tot 4,1 kg gedaald, dat van margarine van 19,6 tot 20,2 kg gestegen (172). Het totale verbruik van spijsoliën en spijsvetten bedroeg voor het jaar 1959 29,3 kg tegen 29,6 kg in 1958. Deze cijfers geven voor 1959 ten opzichte van 1958 een lichte daling aan.

Tabel III (28)

Verschuivingen in het consumptiepatroon in het E.E.G.-gebied

Aard der levensmiddelen	Inkomenselas- ticiteit	Verbruikstoename % per hoofd	
	Gem. tot 1975	1938-54	1951-54
Graanprodukten	- 0,2	- 12	- 4
Aardappelen	- 0,2	- 4	- 2
Vlees	+ 0,7	+ 3	+ 17
Eieren	+ 0,5	+ 15	+ 15
Suiker	+ 0,3	+ 23	+ 8
Boter	+ 0,1	+ 10	+ 8
Andere vetten	+ 0,2	+ 3	+ 8

De verandering in het voedingspatroon wordt in Tabel III duidelijk aangegeven in inkomenselasticiteit en verbruikstoename in % per hoofd. Bij de inkomenselasticiteit meten we de reactie van de vraag op de verandering van het inkomen.

Uitgaande van een zeker consumptiepatroon en een bepaald welvaartsniveau wordt de inkomenselasticiteit bij de verschuiving van het inkomen, voor een zeker goed bepaald door de relatieve verandering van de vraag gedeeld door de relatieve verandering van het inkomen.

De gegevens van Tabel III betreffen de landen van de E.E.G. Globaal blijkt, dat in het voedingspatroon een vervanging optreedt van meelspijzen door eiwitten en groenten, terwijl zowel vetconsumptie als suikerverbruik toenemen. Deze gegevens werden in opdracht van het Weltwirtschafts Archiv te Hamburg door Dr. A. van Setten berekend.

Dat in Amerika het vetverbruik is gestabiliseerd is een gevolg van het feit dat de welvaartstoename daar niet meer zo'n grote invloed heeft op dit verbruik. Maar daarnaast is het een gevolg van "calorie consciousness". Hieronder is te verstaan dat men een te hoog gebruik van vetten uit gezondheidsoverwegingen tegengaat. Een eventuele daling van het gebruik in het menselijk voedsel in West-Europa zal echter vermoedelijk worden gecompenseerd door een toename van het vetverbruik in de economisch gezien nog jonge landen van Afrika en Azië.

2. Toenemende vleesproduktie en afnemende vraag naar dierlijk vet

Hoewel er dus sprake is van een toename van het vetverbruik in de voeding van de mens, is het gebruik van dierlijk vet steeds meer teruggelopen. Dit is een gevolg van de verschuiving van dierlijke naar plantaardige vetten voor de menselijke consumptie en de afnemende vraag naar vet als grondstof voor de zeepindustrie en andere in oorsprong vetverwerkende industrieën.

Dierlijk vet is een bijproduct van de vleesproduktie. Het vleesverbruik van de O E E S - landen bedroeg, indien het basisjaar 1958 op 100 gesteld wordt, in 1948 nog slechts 67, in 1957 reeds 105 en is sindsdien nog verder gestegen. Daarbij gaat de voorkeur steeds meer uit naar mager vlees. Uit Tabel III blijkt indirect eveneens de grote verbruikstoename. Vlees is nog steeds voor velen een luxe-consumptie, wat duidelijk naar voren komt in de inkomenselasticiteit van 0,7. Uit de percentages van de verbruikstoename is af te leiden dat de vleesconsumptie nog zal toenemen. Wij constateren dus dat bij een stijgende vleesproduktie die gepaard gaat met een toenemende vetproduktie, de vraag naar dierlijk vet afneemt.

Vroeger werd een behoorlijk kwantum als bak- en braadvet afgezet. Later werd de afzetmarkt vergroot, doordat oleomargarine de grondstof van de margarine-industrie was. De margarinefabricage is gebaseerd op de ontdekking der vetharding. Door een speciale bewerking, met name door verzadiging der dubbele banden, werd het stolpunt der vetten en oliën verhoogd en zo aan de nodige smeerconsistentie aangepast.

Door de opkomst van de synthetische wasmiddelen, oppervlaktespanning-verlagende stoffen, die uit grondstoffen der aardolie-industrie vervaardigd worden, is deze afzetmarkt reeds tot 1/3 der grondstoffenbehoefte van de zeepindustrie ingekrompen.

3. De noodzaak van afzetverbetering

De totale wereldproduktie van voedingsvet stijgt. Deze stijging is vooral een gevolg van de toenemende vleesproduktie. De produktie van plantaardige vetten en oliën is volgens de cijfers in 1955 (Tabel IV) het vooroorlogse peil nog niet gepasseerd.

Tabel IV, volgens van Oss (23)

Wereldproduktie van vetten voor de voeding (in 1000 ton)

Aard	gew. 34 - 38	1953	1954	1955
Varkensvet	2.914	3.092	3.180	3.350
Rundvet	1.679	2.564	2.559	2.563
1. Plantenvet en -olie	4.159	3.830	3.920	3.977
2. Totaal dier- lijk vet	4.593	5.656	5.739	5.913
(1+2) totaal vet	8.752	9.486	9.662	9.890

Wij hebben er op gewezen, dat de toenemende produktie van dierlijk vet een markt ontmoet met afnemende vraag. Verdere toename van het aanbod, wat gezien de vraag naar vlees in de lijn der verwachtingen ligt, en de afnemende vraag van de zijde der zeepindustrie, zullen de afzetpositie verder aantasten.

De vergroting van het aanbod en de kleiner wordende vraag uiteten zich in een dalende prijs. Het volgend voorbeeld illustreert dit duidelijk. De reuzel vertegenwoordigde vroeger 20 % van de waarde van het varken, thans nog slechts 7 %.

Een lagere prijs maakt het mogelijk, dat het vet voor andere doeleinden kan worden gebruikt. We denken hierbij met name aan afzetmogelijkheden in de veevoederindustrie.

De Amerikaanse vrees voor verdere daling der vetprijs is reëel. Men heeft in dit land een aanvang gemaakt met onderzoek-projecten, teneinde buiten de voedingssector nieuwe toepassingen voor vet te vinden en langs deze moeilijke weg de afzet te verbeteren.

Het is vermeldenswaard dat Unilever bezig is nieuwe afzetmogelijkheden voor zijn overvloedige vetzuren te vinden (174). In het jaar 1959 is het bedrijf Gouda - Apollo aan het concern toegevoegd.

Als grondstof voor de "kunstboter" werd oleomargarine gebruikt, dat uit goed rundvet door uitpersen bij 30° C was verkregen. Deze markt voor de dierlijke vetten is verdwenen doordat de goedkopere plantaardige oliën als zeer goede substituten of vervangingsprodukten van oleomargarine het dierlijk vet als grondstof hebben vervangen. Door harding van plantaardige oliën werd plantenvet gefabriceerd, dat de positie van het bak- en braadvet verder aantastte.

Onderstaand volgen enige gegevens welke de verzwakking van de marktpositie van het dierlijke vet onderstrepen. Uit Tabel II blijkt dat het margarineverbruik veel sterker is toegenomen dan het verbruik van boter.

In de Ver. Staten was in 1953 van de totale produktie bak- en braadvet van 740.000 ton nog slechts 2% uit dierlijk vet vervaardigd en in hetzelfde jaar bestond nog slechts 1,5 % der grondstoffen van de margarine-industrie uit dierlijk vet.

Tabel III A

Verschuiving van het gemiddelde verbruik per hoofd in kg per jaar
(Enquête werknemersgezin van 4 personen in W.Duitsland)

Ingrediënten	1952	1957
Aardappelen	112,0	99,0
Vlees	25,7	33,4
Groenten	32,0	38,0
Boter	3,6	3,9
Dierlijk vet	2,2	1,4
Plantenvet	11,7	15,5
Vet totaal	17,5	20,8

Tabel III A geeft de verschuiving in het voedingspatroon aan van een Duits werknemersgezin van vier personen, waarin de vet- en de vlees-vet-positie duidelijk naar voren komen. Hieruit zien we voor deze bevolkingsgroep over de periode '52 - '57 een toename van het vleesverbruik van 30 % en van plantaardig vet van 38 %, maar een afname van 33 % van de consumptie van dierlijk vet. Voor Nederland bedroeg in 1938 het verbruik aan reuzel, rund- en kalfsvet 2,6 kg per hoofd per jaar, in 1952 nog 1,3 kg.

Voor afzetmogelijkheden buiten de voeding van de mens, komen in de eerste plaats tweede kwaliteitsvetten, en vetten die uit oogpunt van hygiëne niet voor menselijke consumptie gebruikt kunnen worden in aanmerking. Van de niet eetbare vetten werd in Amerika in 1956 nog 45 % door de zeepindustrie verwerkt.

In dit bedrijf, de N.V. Unilever-Emery, komt een samenwerking tot stand van Unilever met het Amerikaanse bedrijf Emery, dat op het gebied van de vetzuurverwerking een enorme researchkennis bezit. Door de nieuwe onderneming zullen plasticverbeteraars en smeermiddelen die tegen zeer hoge hitte bestand zijn, uit vetzuren worden vervaardigd.

De grondstoffenvraag van deze nieuwe industrie zal echter van weinig betekenis zijn voor de afzetpositie van de dierlijke vetten.

4. Produktie en internationale handel van dierlijk vet

4.1. Vetkwalificatie

Alvorens de ontwikkeling der produktie van dierlijke vetten te behandelen is het gewenst in het kort de namen der vetkwaliteiten te noemen. Men maakt onderscheid naar kwaliteit en diersoort. Daar rund- en varkensvet overwegen, gaat het vooral om deze twee categorieën.

De eerste kwaliteit rundvet noemt men "premier jus". De mindere kwaliteiten vat men samen onder het begrip talk (tallow), waarbij men onderscheid maakt tussen eetbare en niet eetbare talk. Bij schapen spreekt men van schapentalk, doch door de kleine hoeveelheden vallen de mindere kwaliteiten onder de algemene benaming "talk". Bij varkens onderscheidt men reuzel (lard) als eerste kwaliteit en noemt men de mindere soorten smeer (grease).

De niet eetbare vetten, hieronder verstaan we de vetten die door bederf of kwaliteit ongeschikt zijn voor menselijke consumptie, worden verkregen uit de afvallen en het afvalwater der slachterijen of worden door de destructiebedrijven uit kadavers gewonnen. Het vet der destructiebedrijven noemt men destructievet. De niet eetbare vetten vat men samen onder de naam technische vetten. Het zijn mengsels van oneetbare vetten, waarin òf varkens- òf rundvet overheerst.

Het onderscheid tussen talk en smeer is voor technische vetten erg lastig, daar het mengsels zijn. Vandaar dat de Amerikanen niet het produktiedier, maar het smeltpunt of het percentage vluchtige vetzuren als maatstaf kiezen voor het onderscheid tussen talk en smeer. Vetten met een smeltpunt boven 40° C noemt men "tallow", die beneden 40° C duidt men aan met "grease"(8). In hoofdstuk II,2 wordt de vetwaarde besproken, terwijl in hoofdstuk III,5 wordt stilgestaan bij de kwaliteitsnormen.

4.2. Produktie en wereldhandel

Tabel V, volgens van Oss (23)

Produktie en wereldhandel in eetbare en niet eetbare talk

Landen	produktie in 1000 ton			export in % eigen prod.			exp. in % wereldhandel		
	gem. "35-"39	1954	1955	gem. "35-"39	1954	1955	gem. "35-"39	1954	1955
Wereldtotaal	1.400	2.590	2.730	16	26	26	220.000 ton	685.000 ton	725.000 ton
Ver. Staten	498	1.335	1.440	2	42	43	4	79	83
Canada	23	66	73	12	20	23	1	2	2
Nw. Zeeland	33	54	54	35	83	94	13	7	7
Australië	58	127	127	52	20	-	14	4	-
Argentinië	89	157	187	65	3	2	27	1	-
Frankrijk	68	100	118	12	2	-	4	-	-
Engeland	60	86	86	-	-	-	-	-	-
Denemarken	19	20	20	15	26	32	1	1	1

Tabel VI, volgens van Oss (23)

Produktie en wereldhandel in reuzel

Landen	produktie in 1000 ton		export in % produktie		exp. in % wereldhandel	
	gem."35-"39	1955	gem."35-"39	1955	gem."35-"39	1955
Wereldtotaal	3.175	3.860	5	8	165.000 ton	300.000 ton
Ver. Staten	740	1.215	10	21	48	85
Europa	1.120	1.160	-	-	-	-

De Tabellen V en VI geven een indruk van de produktie-ontwikkeling in de diverse gebieden en hun aandeel in de wereldhandel. De stijgende produktiecijfers in alle gebieden vormen een aanvulling op Tabel IV, waarmee het gevaar van totale marktverzadiging nogmaals wordt onderstreept. Wat vooral opvalt is de bepalende positie van de Ver. Staten voor de internationale handel en de snelle toename van de vetproduktie in dat land in vergelijking met Europa. De produktie in het laatstgenoemde gebied is veel minder gestegen. Het zou van belang zijn de produktiecijfers van rundvlees en varkensvlees te vergelijken met de vetproduktie. Het is zeer waarschijnlijk dat men in Europa door goede voedersamenstelling zijn produktie beter heeft weten aan te passen aan de vraag naar magerder vlees.

Het staat vast, dat in Amerika per ton vlees veel meer vet wordt geproduceerd dan in Nederland. Zowel het verschil in voedersamenstelling als in veeslag zijn hiervoor verantwoordelijk (13).

Het meest interesseert ons de ontwikkeling van de hoeveelheden mindere kwaliteitsvetten, de goedkope technische vetten. Deze produktie loopt min of meer evenredig met de totale vetproduktie. Door betere slacht- en verwerkingsmethoden zal relatief meer eetbaar vet worden gewonnen dan vroeger, wat inhoudt dat de produktie van technisch vet langzamer stijgt. De internationale handel in oneetbaar vet bedroeg volgens van Oss in 1955 800.000 ton, waarvan 480.000 ton of 60 % uit Amerika afkomstig was, terwijl daarnaast Argentinië een behoorlijk kwantum leverde. De produktie in Amerika van mindere kwaliteitsvetten bedraagt thans ongeveer 1.500.000 ton. Nederland is een belangrijke afnemer. Zo importeerde Nederland in 1954 96.000 ton en in 1955 117.000 ton (15 % der internationale handel en 24 % van het Amerikaanse exportkwantum) aan technische vetten uit Amerika.

Nederland heeft, door de positie van onze olieveredelingsindustrie, een aanzienlijke in- en export van vetten. Deze betreft de winning van olie uit oliehoudende zaden, de olieraffinage en hardingsindustrie en de fabricage van bereide spijsvetten. In 1959 bedroeg het exportcijfer der produktie van deze veredelingsindustrie 270.000 ton, terwijl het Nederlandse verbruik 260.000 ton voor consumptie en 60.000 ton voor technische doeleinden bedroeg. Van de totale uitvoer van de E.E.G.-landen van oliën en vetten neemt ons land ongeveer 40 % voor zijn rekening.

Het is duidelijk, dat de prijsvorming in Nederland zeer afhankelijk is van de wereldmarktprijzen en dat ook door onze veredelingsindustrie technische vetten geleverd zullen worden. De combinatie van olie- en veevoederindustrie is in ons land in de particuliere sector zeer reëel. De prijzen van de technische oliën van plantaardige aard zullen, gezien de substitutie-mogelijkheid met dierlijk vet in de veevoederindustrie, moeten kunnen concurreren met de prijzen der dierlijke technische vetten.

4.3. Afzet in de veevoederindustrie

Theoretisch gesteld heeft de veevoederindustrie tot taak alle mogelijke afvalstoffen der landbouwindustrieën, op basis van verantwoord samengestelde voederrantsoenen van lage kostprijs, in de veevoedersector te verwerken. Of deze afvalstoffen in het voeder gebruikt kunnen worden is naast de voedselconcentratie en het voedingseffect een zuivere prijsvraag.

Specifieke voedingscomponenten buiten beschouwing gelaten, wordt de voederwaarde bepaald door zetmeelwaarde en eiwitpercentage. Op basis van vergelijking van voederwaarde en prijs zijn diverse voedermiddelen elkaars substituten of vervangers. De vraag welke voedercomponent gebezigd zal worden is dan afhankelijk van de marktprijzen, de eventuele kosten van vervoer en de noodzakelijke be- en verwerking.

Vet is energievoedsel en draagt als zodanig bij tot de zetmeelwaarde. Door de daling der vetprijs benaderde de prijs der mindere vetkwaliteiten gedeeld door de energiewaarde van het vet de prijs van de granen betrokken op de energie.

Dus bij een prijsverhouding, waarbij $\frac{\text{vetprijs}}{\text{E.waarde vet}} \ll \frac{\text{maisprijs}}{\text{E.waarde mais}}$

kan het vet als vervanger van een deel der granen zijn intrede doen in de veevoederindustrie. Het gebruik van vet in veevoeder neemt niet alleen in Amerika, maar ook in andere landen toe. Dit is in de eerste plaats een gevolg van de prijsdaling, maar daarnaast van het feit dat men de betekenis van vet bij de opfok van dieren heeft herontdekt. Een belangrijk voordeel van vet, in vergelijking met andere voedercomponenten, is de zeer hoge concentratie van energievoedsel. Daardoor is vet de energiecomponent voor "energy concentrated feed".

In 1952 werden in Amerika slechts enkele tonnen dierlijk vet in het veevoeder verwerkt. Sindsdien is het snel toegenomen. Ter beoordeling van deze marktontwikkeling werd in 1956 door het departement van landbouw een enquête gehouden bij de veevoederfabrieken. Door Doty (8) worden de resultaten van dit onderzoek in een samenvatting weergegeven, waarvan we hier diverse gegevens vermelden.

Deze enquête betrof de afname van oneetbare - dus niet voor menselijke consumptie geschikte - vetten en oliën door de veevoederindustrie. Het blijkt, dat niet alleen een grote toename van vettoediening in deze industrie heeft plaatsgevonden, maar ook een substitutie van duurdere plantaardige oliën door goedkope, niet eetbare dierlijke vetten.

In 1954 werd in totaal 150.000 ton aan niet eetbare of technische vetten en oliën door deze industrie afgenomen, waarvan ongeveer 110.000 uit dierlijk vet bestond. De cijfers voor het jaar 1956 tonen aan, dat 324.000 ton vet en olie in het voeder werd verwerkt, waaruit blijkt dat sinds 1954 de vraag met meer dan 100 % is toegenomen. Voor 1957 was de afzet 420.000 ton, dus 30 % hoger dan in 1956.

Het verbruik in 1956 betrof 73 % talk, 19 % smeer, terwijl de overige 8% uit andere vetten en oliën bestond.

Het aandeel der plantaardige oliën bedroeg in 1956 enkele procenten, waarvan soja-olie en katoenzaadolie de belangrijkste zijn met elk 0,7 %.

Door de grote fabrieken werd veel meer vet in het veevoeder verwerkt dan in de kleinere. Verder bleek, dat ook regionaal tussen de belastingdistricten belangrijke verschillen aanwezig waren. De staten aan de Oostkust en de centrale staten namen meer dan 90 % van de totale vraag voor hun rekening. Het censusdistrict "East North Central" waarin Chicago is gelegen, had met 21,7 % de grootste afname. Aan de Westkust was alleen het gebied van San Francisco van betekenis met 5,7 %.

Ten gevolge van de prijsontwikkeling is de veevoederindustrie de tweede afzetmarkt voor onestbaar vet geworden. Van de totale produktie onestbare talk en smeer ging in 1956 18% naar deze industrie, terwijl 45% in de zeepfabricage werd gebruikt. Gezien de trend zal thans ongeveer 25% van het onestbare vet in het veevoeder worden verwerkt.

5. Prijsontwikkeling van technisch vet en mais

5.1. Het verband tussen vet- en maisprijs

Zoals reeds besproken is het niet alleen van belang de prijsontwikkeling van het technisch vet te kennen, maar daarnaast de prijsverhouding van vet met mais, of in het algemeen met granen, teneinde de economische grensverhouding der prijzen te benaderen. Deze is te berekenen uit de verhouding der voor het dier benutbare energiewaarde per kg. Om als vervanger van mais te kunnen dienen, mag de vetprijs niet hoger zijn dan:

$$\frac{\text{netto-energie vet}}{\text{netto-energie mais}} = \frac{5685 \text{ cal}}{2377 \text{ cal}}, \text{ ongeveer } 2,5 \text{ maal de maisprijs.}$$

Voor gerst ligt deze grensprijsverhouding hoger, namelijk op 3,2 maal de gerstprijs, daar de netto-energie van deze graansoort lager is dan van mais. De netto-energiewaarden van diverse voedercomponenten worden in hoofdstuk IV,1 in een tabel gegeven, zodat ook voor andere granen de prijsverhouding is te berekenen. Indien de prijsverhouding lager is dan de theoretische grensprijsverhouding, is het verantwoord een deel der granen door technisch vet te vervangen. Hoeveel vet kan worden toegediend is afhankelijk van de groeireactie der laatsttoegevoegde eenheid vet in vergelijking met die van de laatst vervangen eenheid graan.

In de literatuur wordt vermeld, dat de vetprijs niet hoger mag zijn dan 2-3 maal de maisprijs (32). Dit betreft niet alleen de marktprijs, maar de bijkomende kosten moeten hiaraan worden toegevoegd. Deze prijsverhouding kan van land tot land anders zijn, afhankelijk van eigen vetproductie en prijspolitieke maatregelen t.a.v. de granen.

Zo ligt de vetprijs in Denemarken en Italië lager dan in Zwitserland(24).

5.2. Prijzen op de Amerikaanse markt

Tabel VII, volgens van Oss (23)

Amerikaanse prijzen van technisch vet

Jaar	in / per pound	in / per kg
begin 1947	26	1,97
eind 1947	13	0,98
1948	25	1,90
eind 1949	7	0,53
Korea	19	1,47
1953	6	0,46

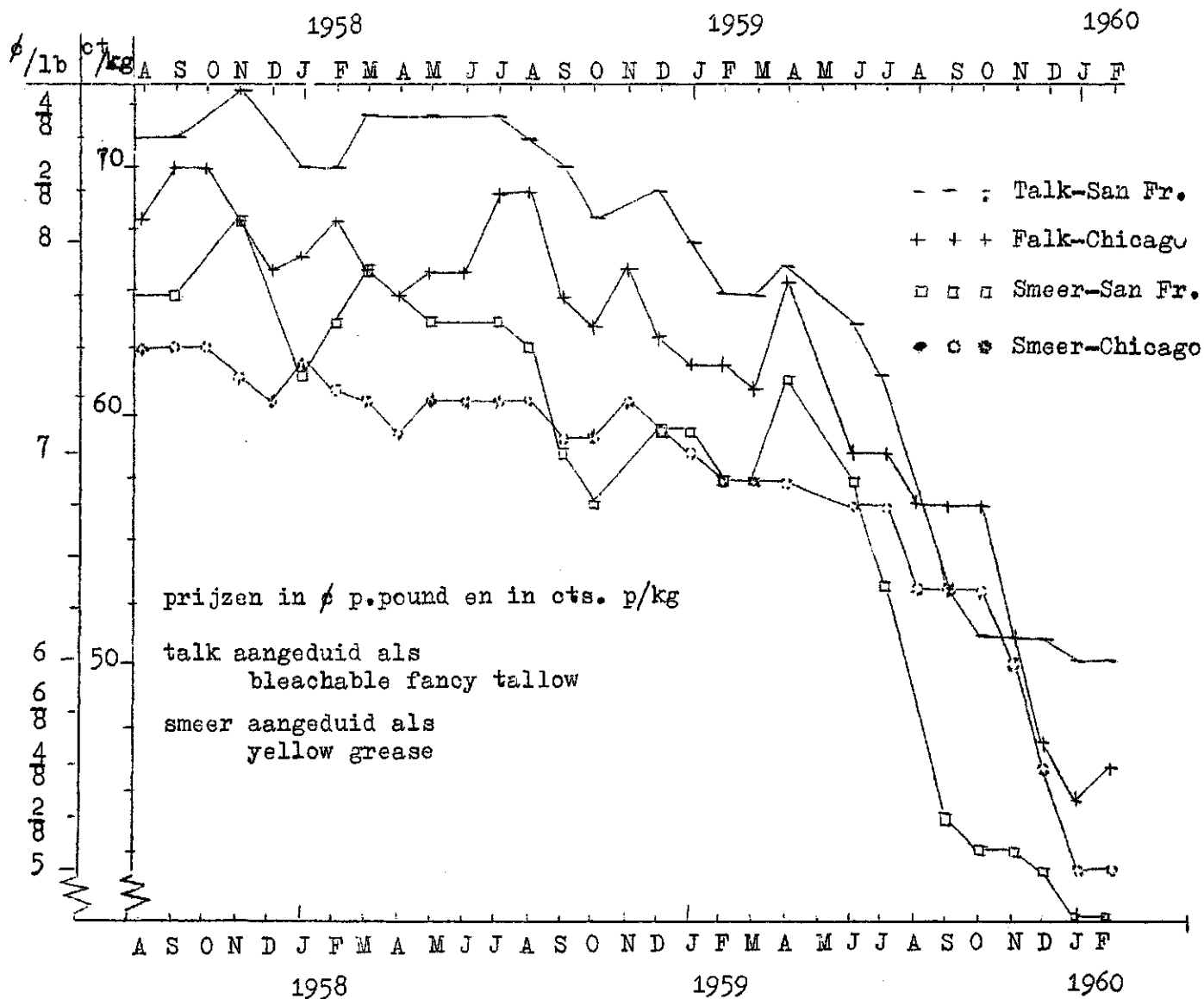
In Tabel VII worden enkele cijfers gegeven van de prijs van technisch vet na 1945 op de Amerikaanse markt. In de grafieken I en II is de prijsontwikkeling vanaf augustus 1957 per maand weergegeven. De hausseprijs van vlak na de oorlog (zie Tabel VII) is te verklaren uit de grote vraag naar vetten door West-Europa. De opleving tengevolge van de Koreacrisis is van tijdelijke aard geweest en in 1953 werd een nieuw laagtepunt bereikt van /.0,46 per kg.

In grafiek I zijn de Amerikaanse prijzen van de meest algemene kwaliteiten van talk en smeer per maand aangegeven. De gegeven prijzen zijn echter geen maandgemiddelden, maar betreffen de gemiddelde prijs van de laatste week der maand. De structievet komt in de prijsnoteringen niet voor, de technische vetten vallen afhankelijk van het smeltpunt - hoger of lager dan 40°C - onder de benaming "tallow" of "grease".

Doordat gemiddelde weekprijzen in de grafiek zijn opgenomen is de toevallige prijsfluctuatie sterker dan die der maandgemiddelden. Uitgaande van een gemiddelde prijs van /.0,60 per kg. wordt in de grafiek een prijsfluctuatie van 10% door een afstand van ongeveer 2 cm. voorgesteld.

Grafiek I (20)

Groothandelsprijzen(f.o.b.; tank truck) van talk en smeer te Chicago en San Francisco

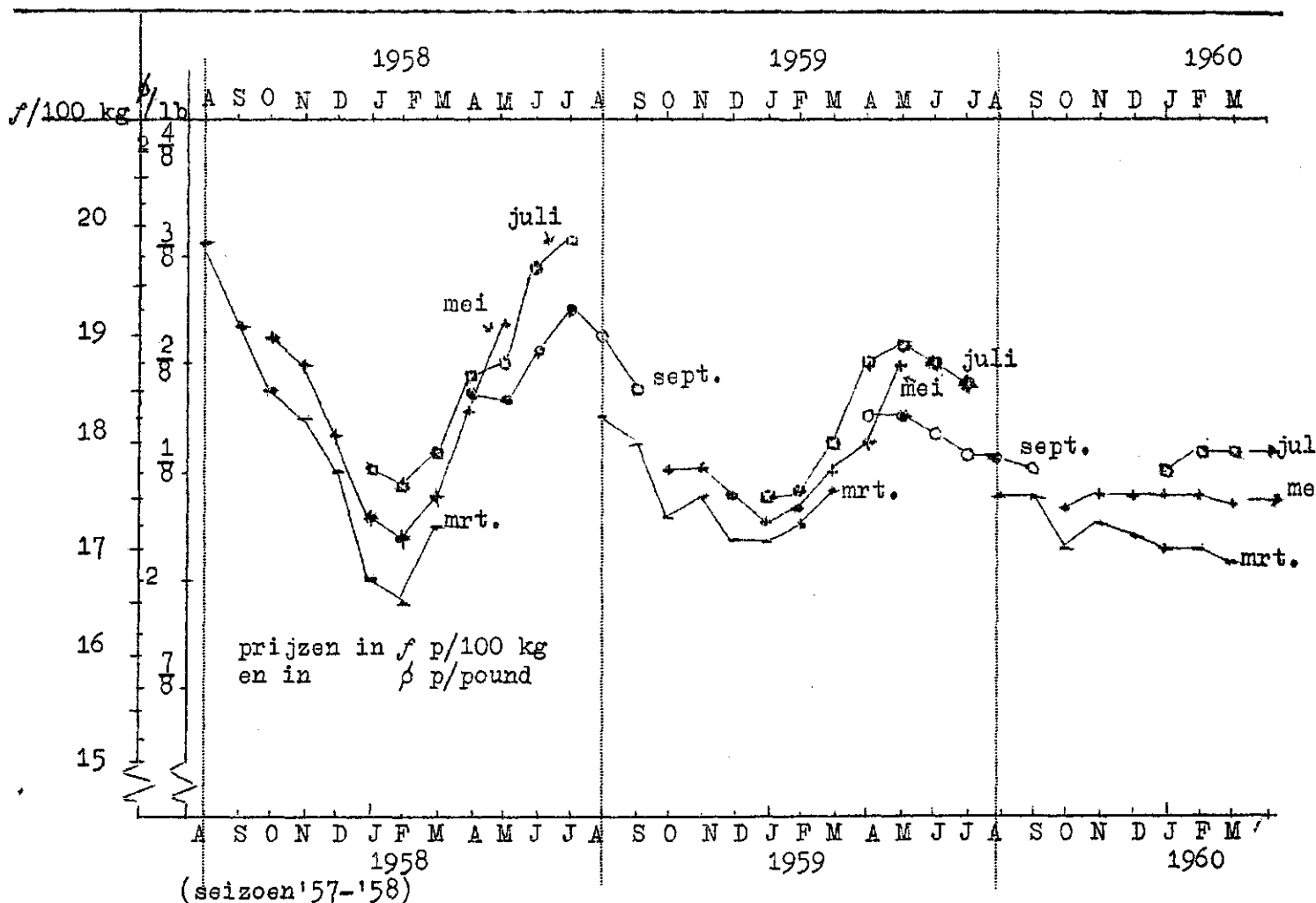


Zowel het aanbod van als de vraag naar technisch vet zijn afhankelijk van de vleesindustrie. Het aanbod is afhankelijk van de variatie der slachtingen, terwijl de vraag naar technisch vet van de zijde der veevoederindustrie afhangt van de grootte der kippen- en varkensindustrie. Hoewel er cycliciteit bestaat in de aanvoer van rundvee en varkens en in de grootte der varkens- en kippenstapel is toch een voldoende regelmaat in vraag en aanbod aanwezig. Aan de vraagzijde zijn de andere afzetmogelijkheden o.a. de grondstof voor de zeepfabricage eveneens van invloed op de prijs. De veevoederindustrie is gebaat bij grondstoffen met een regelmatig aanbod, waardoor sterke fluctuaties in de prijsontwikkeling worden voorkomen.

Bezien we de grafiek I dan blijkt dat sinds het najaar van 1957 een grote prijsdaling van ongeveer 30% der beginprijs, is opgetreden. We bespraken reeds dat dit een structuurverschijnsel is door enerzijds verzwakking der marktpositie en anderzijds door de toename van het aanbod tengevolge van de stijgende vleesproduktie. Na augustus 1958 is de prijs zeer snel gedaald. Afname van de vetproduktie of stijging van de vraag naar vet waardoor het prijspeil weer hoger komt te liggen, is in strijd met de verwachtingen.

Grafiek II (18)

Groothandelsprizen van mais op termijnlevering te Chicago



Een prijsfluctuatie van f.1,— is een relatieve prijsverandering van $\pm 5\%$ is 1,50m.

Vergelijken we de prijzen van talk en smeer dan blijkt dat de talkprijs 5-10% hoger ligt dan de prijs van technisch varkensvet; vermoedelijk doordat de afzet van varkensvet moeilijker is en de veevoederindustrie een voorkeur heeft voor talk. Hoewel er voor varkens bezwaren zijn uit het oogpunt van vleeskwiteit levert smeer echter meer netto-energie voor het dier dan talk.

Vergelijken we de prijzen van de door afstand gescheiden markten, dan zien we dat San Francisco steeds duurder is dan de grote markt van Chicago.

In grafiek II zijn de maisprijzen gegeven. Het zijn jammer genoeg gemiddelde maandprijzen van de termijnleveringen. Voor ons doel, de vergelijking van de fluctuaties en trend van de vetprijzen met die van mais, zouden de locoprijzen veel beter geschikt zijn.

Daar het hier gemiddelde maandprijzen betreft is de invloed van toevallige prijsfluctuaties ten dele geëlimineerd. Uit de eindprijzen der termijnleveringen, die min of meer met de locoprijs samenvallen is de prijsontwikkeling der locomarkt duidelijk.

Het blijkt, dat tengevolge van de oogstverwachtingen en seizoensverloop van het gebruik behoorlijke prijsfluctuaties optreden.

Betrokken op een gemiddelde prijs van $\text{f.}18,-$ per 100 kg wordt een fluctuatie van 10% door ongeveer 3 cm in de grafiek aangegeven. In het seizoen 1957-1958 is deze seizoenvariatie, namelijk 23%, veel groter dan die in het volgende oogstjaar 8,6 %.

Er is voor mais een ontwikkeling naar lagere prijzen in beschouwde periode met ongeveer 5%, dus in veel mindere mate dan van technisch vet.

De vervanging van mais door vet is daardoor dus economisch steeds voordeliger geworden. De vraag of deze marktprijs van de mais voor Amerika economisch acceptabel is, d.w.z. in vergelijking met de kostprijs, wordt hier niet beantwoord. Vergroting van de maisproduktie, waardoor lagere prijzen ontstaan, is t.g.v. de toenemende produktie per oppervlakte-eenheid van structurele aard. In tegenstelling tot het vet, dat een bijprodukt is, is de maisteelt afhankelijk van een acceptabele marktprijs.

Prijspolitieke maatregelen, waardoor het aanbod niet reageert op de vrije marktprijs, hebben voor de wereldmarkt een prijsverlagende invloed. Voor ons land zijn het daarnaast de richtprijzen, die de verhouding tussen de graan- en vetprijzen beïnvloeden.

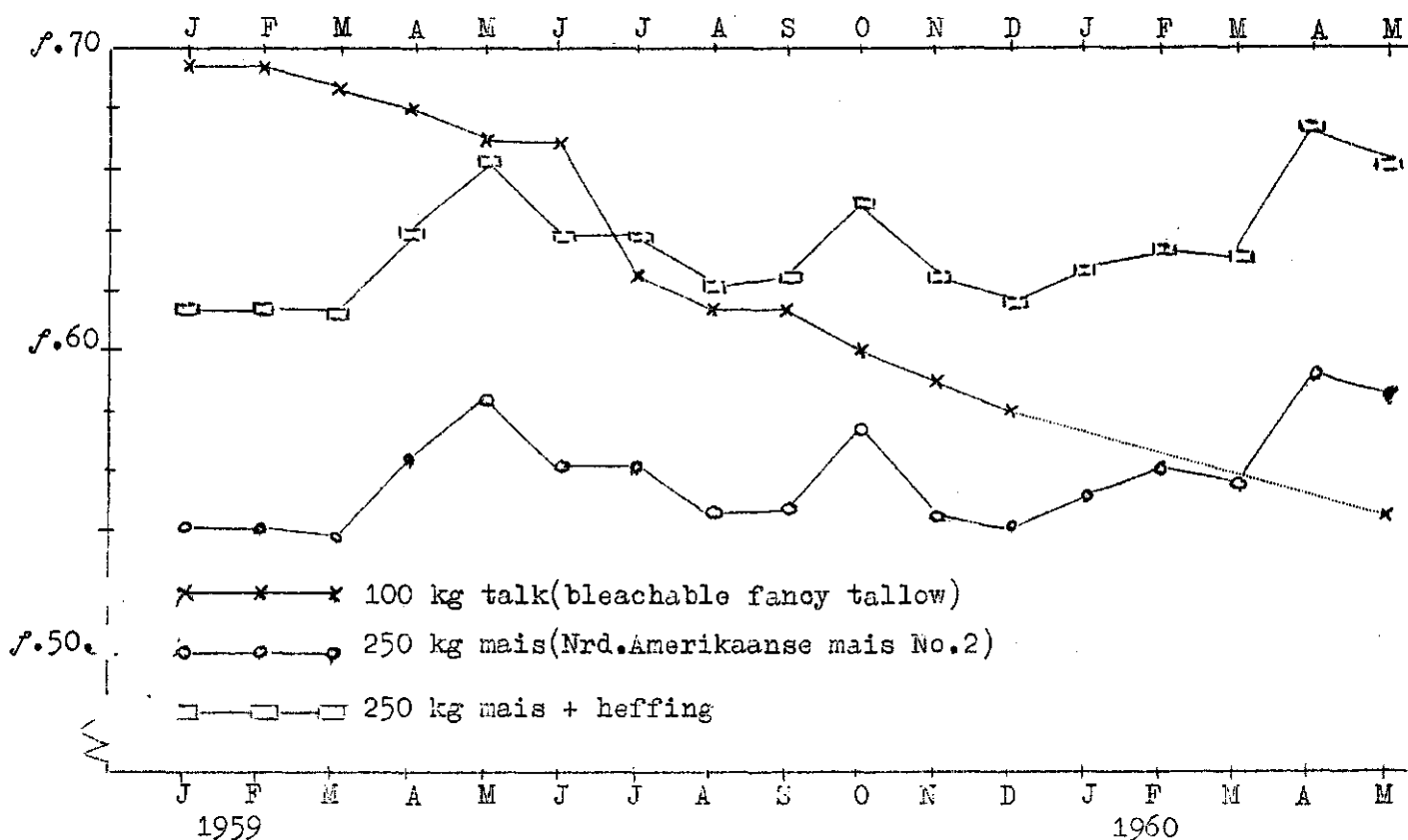
5.3. Prijzen op de Nederlandse markt

Gezien de import uit Amerika is het duidelijk dat de Nederlandse prijzen afhankelijk zijn van de Amerikaanse markt. De gemiddelde importprijzen voor talk, beendervet en technisch vet schommelden gedurende de jaren 1952-1956 van 60-80 ct. per kg. Het dieptepunt werd gevonden in 1953 bij een gemiddelde prijs van 58 ct. In Amerika bedroeg in dat jaar de prijs voor technisch talk 53 ct. per kg.

De importhaven voor Amerikaanse talk is Rotterdam. De vraag naar deze talk komt voornamelijk van de zijde der zeepindustrie en der vetraffinagebedrijven. De vetprijs van "bleachable fancy tallow" over het laatste jaar is uit grafiek III af te lezen. In de grafiek zien we een sterke, zeer regelmatige daling over de aangegeven periode. Het dieptepunt van 1953 is reeds gepasseerd en de prijzen blijven onderhevig aan een dalende tendens. De prijzen van inlands technisch vet, dat hoofdzakelijk door de Nederlandse destructiebedrijven geleverd wordt, passen zich aan de Amerikaanse importprijs aan. De marktpositie van de minder liquide plantaardige oliën, die bij juiste prijsverhouding ten opzichte van de granen eveneens voor de veevoederindustrie interessant zijn, is niet in détail nagegaan.

Grafiek III (18,19)

Vergelijking der boordvrijprijzen haven Rotterdam van mais en vet uitgedrukt in de energiewaardeverhouding 2,5



In grafiek III zijn, uitgaande van eenzelfde hoeveelheid energie, de prijzen van vet en mais uitgezet. Reeds is duidelijk gemaakt dat 2,5 kg mais in voedingsenergie gelijkwaardig is aan 1 kg. vet. In de grafiek is voor talk de prijs van 100 kg. weergegeven en voor mais die van 250 kg. Of wij voor de mais niet beter een andere kwaliteitsklasse hadden kunnen kiezen zou te bespreken zijn. De gegevens der mindere kwaliteiten waren niet direct beschikbaar, terwijl van een lagere kwaliteit ook de energiewaarde lager is. De gegeven prijzen zijn de gemiddelde maandprijzen boordvrij Rotterdam over de periode januari 1959 tot en met mei 1960.

Gezien de garantie der minimumprijs voor binnenlands graan is voor de mais tevens een lijn aangegeven, waarbij aan de boordvrijprijs de heffing is toegevoegd. Het is duidelijk dat rechts van de kruispunten der talklijn met de maislijn, vervanging van mais door technisch vet economisch gezien mogelijk is.

De gebruikte grensprijsverhouding van 2,5 is, daar deze zuiver op basis der energiehoeveelheid berust, aan de voorzichtige kant. In de literatuur wordt vaak een grensprijsverhouding van 3 opgegeven, gezien de speciale waardering van vet voor geconcentreerde voeders. In onze vergelijking is dus het groei-effect buiten beschouwing gelaten, mede daar men ook rekening moet houden met opslag en verwerkingskosten.

II. VETWAARDE EN BEOORDELINGSMAATSTAF

Vroeger meende men dat de vetsoort van geen belang was voor de waarde van het vet, maar sindsdien is het inzicht verdiept. Thans benadert men de voedingswaarde der vetten door kwantitatieve bepaling van diverse fysische en chemische eigenschappen. Deze eigenschappen zijn voor het vet van een bepaalde diersoort nooit constant omdat ze afhankelijk blijken van voeding en milieu van het speciale dier dat dit vet vormt. Anderzijds is de verteerbaarheid van het vet afhankelijk van soort en leeftijd van het dier dat het vet als voedsel nuttigt. De meest exacte benadering der vetwaarde vinden we in de verteringscoëfficiënt, die bij de leeftijd van het dier behoort.

1. Vetten en enige fysische en chemische criteria

Vetten zijn glycerolesters, verbindingen ontstaan door verestering van vetzuren met glycerine, waarbij 1 molecuul glycerine zich bindt aan de vetzurrest van 3 al dan niet gelijke vetzuurmoleculen.

De vetmoleculen hebben een grote variatiemogelijkheid door het grote aantal in de natuur voorkomende verschillende vetzuren. Het verschil in de vetzuren ontstaat door de wisselende lengte der koolstofketens en de eventuele aanwezigheid en variërende plaats van dubbele bindingen - onverzadigde banden - tussen de C-atomen in de keten. De belangrijkste verzadigde in de natuur voorkomende vetzuren zijn palmitine- (C_{16}) en stearinezuur (C_{18}) en in mindere mate laurine- (C_{12}) en meristinezuur (C_{14}). Van de onverzadigde vetzuren zijn die met dezelfde ketenlengte als stearinezuur het meest algemeen, en wel het één- onverzadigde oliezuur, het twee- onverzadigde linolzuur en het drie- onverzadigde linoleenzuur. Oliezuur is een zeer veel voorkomend vetzuur. Zo bestaat bij talk van rund en schaap 50% en bij olijfolie 78% der vetzuren uit oliezuur.

Het vet als totaal van gelijke en verschillende vetmoleculen door een bepaald dier of specifieke plant gevormd is ter verkrijging van een algemene indruk, door diverse fysische en chemische eigenschappen te karakteriseren. Hieronder worden de belangrijkste criteria gegeven:

Stollingspunt: Door de gevarieerde samenstelling der moleculen is er sprake van een smelttraject. Daardoor is het stolpunt gemakkelijker te bepalen dan het smeltpunt. Dit punt is afhankelijk van het smeltpunt der vetzuren. Dit laatste nu stijgt min of meer evenredig met de lengte der vetzuurketens, terwijl onverzadigde banden in de keten grote verlagende invloed op dit punt hebben. Zo heeft bijvoorbeeld het C_{18} stearinezuur een smeltpunt van 69°C , het C_{18} één- onverzadigd oliezuur van $13-16^{\circ}\text{C}$ en het C_{18} twee- onverzadigd linolzuur van -5°C .

Joodgetal: Door dit getal weten we in welke mate onverzadigde banden in het vet voorkomen. Het jodium wordt op de plaats der onverzadigde banden geaddeerd, waardoor de moleculen worden verzadigd. Het getal geeft aan het aantal grammen jodium dat per 100 gram vet wordt gebonden. Voor niet-drogende oliën varieert het van 10-95, voor drogende oliën van 120-200.

Zuurgetal: Dit is een maatstaf voor het in het vet aanwezige vrije vet-zuur, dat ontstaat door ontleding tengevolge van bederf van het vet. Het zuurgetal geeft men aan met het aantal milligrammen KOH, dat per gram vet verbruikt wordt bij titratie tot pH 7.

Verzepingsgetal: Dit getal geeft een benadering van het gemiddeld moleculair gewicht der vetmoleculen dat afhangt van de grootte der vetzuurresten. Door behandeling met KOH wordt het vet verzeept waarbij het kalium aan de vetzuurresten gebonden wordt. Het verzepingsgetal geeft aan de hoeveelheid KOH die hiertoe per gram vet nodig is.

2. Vetwaarde

De waarde van het vet in de voeding wordt bepaald door een, gezien de productie-richting, zo groot mogelijk nutseffect. Dit effect is een combinatie van de energiewaarde van het vet, de evenwichtige samenwerking met de andere voedercomponenten en de reactie van het dier, mede gezien zijn leeftijd. Aan de hand van enkele eigenschappen van het vet probeert men de gemiddelde vetwaarde te benaderen.

In een samenvattend artikel (27) worden vetresorptie, vetzuren en begeleidende stoffen als waardebepalende criteria genoemd. Cornelissen e.a. (6) noemen in een literatuurbespreking het smeltpunt, de vetzuursamenstelling en de fijnheidsgraad der vetdeeltjes in het voer als bepalende factoren. Achtereenvolgens willen we de hierbij van belang zijnde punten bespreken.

2.1. Smeltpunt

Vet met een hoog smeltpunt, heeft een lage verteerbaarheid (6,3). Indien het smeltpunt nabij de lichaamstemperatuur ligt is de vetbenutting het beste (3). Verder is bekend dat door warm gebruik de verteerbaarheid kan worden verhoogd. Het verband tussen verteerbaarheid en smeltpunt ligt zeer vermoedelijk in de opneembaarheid door de darmwand. Vetten die bij een temperatuur hoger dan 50°C smelten, hebben een slechte resorptie of opneembaarheid.

Anderzijds worden vetten met een hoog joodgetal, die dus sterk onverzadigd zijn en daardoor tevens een laag smeltpunt hebben, slecht verdragen. Aan vaste vetten kent men daarom een hogere biologische waarde toe, mits het smeltpunt niet te hoog komt te liggen (9). Vermoedelijk ligt de lagere biologische waarde van laag smeltende vetten in nevenwerkingen tengevolge van het bederf dat door de onverzadigde banden bevorderd wordt. Vetten met een laag smeltpunt behoeven niet altijd een hoog joodgetal te hebben, en zeker niet altijd slecht verteerbaar te zijn, daar de lengte van de koolstofketens eveneens van invloed is op het smeltpunt.

2.2. Lengte der koolstofketens

Calloway e.a. (6) kennen aan de lengte van de vetzuurketens en de percentages der verschillende vetzuren een hoger waarde toe dan aan het smeltpunt. Het verband tussen vetwaarde en smeltpunt is volgens hen toevallig en niet causaal.

Algemeen wordt aanvaard (6,2) dat lange C-ketens moeilijker verteerbaar zijn, zodat kortere ketens een gunstiger groeireactie geven. Zo wijten Lloyd en Crampton (zie 6) de hoge verteerbaarheid van kokosvet aan de korte vetzuurresten van dit vet. Soms wordt vermeld, dat de onderlinge rangschikking der vetzuren in het glycerinemolecuul van invloed is.

2.3. Grootte der vetdeeltjes in het voer

De vetopname door de darmwand is afhankelijk van de fermentatieve splitsbaarheid en de resorbeerbaarheid van het gesplitste vetzuur-glycerinemengsel. De resorptie wordt beïnvloed, zoals we bespraken, door het smeltpunt of de lengte der ketens of door beide. Het blijkt dat door verkleining der vetdeeltjes de vetopname gunstig wordt beïnvloed (6). Dit geldt zowel voor vetten met een hoog als met een laag smeltpunt, en het is mogelijk te verklaren doordat het vetsplitsend enzym beter werkzaam kan zijn.

De eigenschappen van de darmwand en de lengte van het darmkanaal bepalen uiteindelijk de opneembaarheid. Welke fijnheidsverdeling nodig is voor een goede resorptie, is dus een gemiddeld gegeven. Voor mengvoer mag de grootte der vetdeeltjes die van het voeder niet overschrijden. Grof verdeeld vet kan verder aanleiding geven tot darmstoringen.

2.4. Essentiële bestanddelen

Naast de opname door de darmwand is een goed verloop der vetafbraak tot koolzuur en water, waarbij de energie vrijkomt, van primair belang voor de vetwaarde. Hiertoe zijn essentiële vetbestanddelen nodig, namelijk de onverzadigde vetzuren linol-, linoleen- en arachidonzuur (22).

Deze essentiële vetzuren, die niet door het lichaam gevormd worden, vat men samen als vitamine F. De percentages van deze vetzuren wisselen in het dierlijk vet, afhankelijk van het milieu tijdens de vetsynthese.

Daar het zeer algemeen voorkomende oliezuur, dat eveneens onverzadigd is, hier geen rol speelt, is de bepaling van het gehalte der actieve vetzuren niet via het joodgetal mogelijk. Niesar (22) noemt een analysemethode voor de bepaling van linol- en linoleenzuur, die bestaat uit een combinatie van joodgetal en rhodaangetal, waardoor het oliezuur % wordt geëlimineerd, volgens formule: $1.104 (J.\text{getal} - Rh.\text{getal}) = \% (\text{linol} + \text{linoleenzuur})$. Voor een goede vetverbranding is een minimum-percentages van 5 % van het totaal der vetzuren nodig. Bij de fabricage van kunstmelk dient er op geteld te worden of voldoende essentiële vetzuren aanwezig zijn. Bij mengvoeders is dit % meestal reeds aanwezig in de overige voedingscomponenten en behoeft dit punt geen speciale aandacht.

2.5. Eiwitcoating en geëmulgeerde vetten

In het verteringsstelsel worden achtereenvolgens koolhydraten - in de mond - eiwitten - in de maag - en vetten - in de dunne darm - tot opneembare stoffen omgezet. Bij inmenging van vet in het meel sluit het vet door omhulling der meeldeeltjes de eiwitten en koolhydraten af. Zo zal vloeibaar ingemengd vet zich in filmpjes rond de andere deeltjes plaatsen. Theoretisch gesteld kan deze inhulling de vertering van eiwitten en koolhydraten bemoeilijken (3).

Onder eiwitcoating van vet verstaat men het omhullen van kleine vetbolkjes met een eiwitlaag. Men bereikt dit door vloeibare vetten in een vloeistofmilieu intensief te mengen met eiwit, waardoor een emulsie ontstaat. De emulsie wordt nadien gedroogd.

Het is bekend dat door eiwitcoating verkregen geëmulgeerde vetten een zeer goede vertering hebben (4, 22, 6). Dit is bewezen voor jongvee en varkens. Door "coating" worden de deeltjes der andere componenten minder door een vetfilm omgeven, terwijl door het emulgeren het vet in een uiterst fijne verdeling is vastgelegd waardoor de vetopname wordt bevorderd. Eiwitcoating is ook van belang, zoals we nog zullen bespreken, voor het tegengaan van vetbederf en de fabricage van kunstmelk.

3. Verteringscoëfficiënten niet constant

De verteringscoëfficiënt geeft van het voedsel, in dit geval het vet, het percentage aan dat via het magenstelsel wordt opgenomen en verteerd. We zouden ook kunnen spreken van de bruto energiewaarde, het totale bedrag calorieën dat bij verbranding vrijkomt, en de benutte of netto energiewaarde, de calorieën die het beest kan benutten.

De verteringscoëfficiënt is dan $\frac{\text{bruto-energie}}{\text{netto-energie}}$

Een lage verteringscoëfficiënt houdt dus in, dat er een deel van het vet zonder benutting verloren gaat. Indien we uitgaan van een bepaalde chemisch-physische vetkarakteristiek, dan blijkt bij proefneming dat de verteringsreactie bij de diverse dieren niet gelijk is maar afhankelijk van diersoort en leeftijd. Ter oriëntatie worden enige verteringscoëfficiënten gegeven.

Tabel VII, volgens Reyntens (5)

Variatie der vert.coëff. bij opgroeiende kuikens

Soort vet	Smeltpunt van het gebruikte vet	Variatie der vert. coëff.
Paardevet	34 - 35	70 - 90 %
Rundvet	38 - 41	55 - 75 %
Gehard dierlijk vet	53	15 - 40 %
Eetbaar varkensvet	34 - 35	85 - 90 %
Onsetbaar varkensvet	34 - 35	85 - 90 %

Tabel VII, gegevens Terpstra (82)

Soort vet	Verteringscoëfficiënt
Reuzel	83 - 90 %
Rundertalk	70 - 84 %
Schapentalk	60 - 85 %
Paardevet	66 - 90 %
Gehard rundvet	23 - 44 %

De gegevens uit Tabel VII hebben slechts vergelijkende waarde daar noch omtrent de eigenschappen van het vet noch wat betreft de diersoort iets is vermeld.

Door Reyntens (Tabel VII) werden iedere week de coëfficiënten bepaald, terwijl hij ook het smeltpunt van het gebruikte vet noemt. Het verband tussen het smeltpunt en verteringscoëfficiënt komt in de cijfers tot uiting. Verder is de funeste invloed van vetharding opvallend.

Voor een goed inzicht in de factoren die de vetwaarde bepalen, is vergelijking van de veteigenschappen met de verteringscoëfficiënt van belang. Of de coëfficiënten voor diverse huisdieren sterk uiteenlopen is aan de hand der verkregen cijfers niet duidelijk.

3.1. De invloed van het dier

Alhoewel de vetstofwisseling meer overeenkomst vertoont dan de eiwitstofwisseling, toch varieert de mate van vertering met diersoort en leeftijd. De vertering van het vet vindt pas plaats in het darmkanaal. De lengte van het darmkanaal en de eigenschappen der darmwand beïnvloeden de opname. De invloed van de lengte der koolstofketen is bij de ene diersoort veel groter dan bij de andere. In de jeugdperiode is de verteringscoëfficiënt anders dan op volwassen leeftijd (5).

Anderzijds kan het vet ook invloed hebben op de overige voeding. Vet kan aanleiding zijn tot het optreden van darmstoringen en is van invloed op de darmflora en de van deze bacteriën afhankelijke vorming van essentiële stoffen met vitaminekarakter. Ook kan de variatie in rantsoensamenstelling van invloed zijn op de verteringscoëfficiënt.

3.2. De invloed van de veteigenschappen

De veteigenschappen als smeltpunt en vetzuursamenstelling van dier- of plantenvet zijn niet constant maar ten dele afhankelijk van het klimaat en de voeding tijdens de groei op de vetsynthese. Zo varieert het smeltpunt van varkensvet van 30-45°C en van rundvet van 40-49°C.

Wat betreft het klimaat heeft de temperatuur invloed op het percentage onverzadigde vetzuren. Bij ~~koudere~~ ^{lage} temperaturen, die plaatselijk de lichaamstemperatuur van het dier verlagen, wordt door het lichaam vet gevormd met een lager smeltpunt. Volgens een in de literatuur genoemde opvatting wordt het depôtvet van het dier zo samengesteld, dat het bij de eigen lichaamstemperatuur verplaatsbaar is. Zo is bijvoorbeeld de buitenste speklaag van het varken meer onverzadigd, daar dit lichaamsdeel relatief kouder is.

Ook voor planten geldt dat koude tijdens de groei, het % onverzadigde vetzuren doet toenemen. Lijnzaadolie uit een warm land is minder onverzadigd dan van vlas geteeld in een koud klimaatgebied. Bij grassen worden in koele perioden meer onverzadigde vetzuren gevormd.

Wat betreft de voedersamenstelling van het dier dat het vet produceert, is het % onverzadigde vetzuren in het voeder van invloed op het % onverzadigde vetzuren in het gesynthetiseerde vet.

III. VETBEDERF, VETBESCHERMING EN KWALITEITSNORM

1. Natuurlijke vetopslag en naakt vet

In natuurlijke omstandigheden ligt het vet in de cellen opgesloten en wordt dit door de celmembranen beschermd. Bij dierlijk vetweefsel bevatten de vetcellen in overwegende mate vet met daarnaast in zeer geringe hoeveelheden andere componenten als eiwitten, wassen, fosfatiden, e.a. In het vet bevindt zich steeds tocopherol (vitamine E), dat door zijn antioxydatieve werking het vet tegen bederf beschermt. Het is dus als het ware in de cellen ingekapseld en door het tocopherol gestabiliseerd. Het vet, zoals wij dat als handelsvet kennen, wordt gewonnen door verbreking van de natuurlijke bescherming. Het handelsvet is dus als het ware naakt, onbeschermd vet. Door eigen chemische reacties en door factoren van buitenaf, is dit aan bederf onderhevig. Door mengen van vet in het krachtvoer wordt het aantastingsoppervlak van het vet vergroot, zodat daardoor de schadelijke inwerking van buitenaf op het vet nog veel groter is (11).

2. Ranzigheidsreacties en polymerisatie

Het vetbederf kan worden samengevat onder het begrip ranzigheid. Deze ranzigheidsreacties ontstaan in hoofdzaak door oxydaties. Veel van deze omzettingen zijn typische radicaal reacties. De radicalen, die bijvoorbeeld door stralingsinvloed ontstaan, zijn te kenmerken door hun sterke neiging tot oxydatie van de vetten en de door vetsplitsing ontstane vetzuren. In vele gevallen kunnen we spreken van auto-oxydatie. Verder kan ranzigheid ontstaan door oxydatie aan de lucht, vooral van de onverzadigde banden der vetzuren en vetzuurresten, waarbij zeer gemakkelijk peroxyden ontstaan ($\text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H}$
 $\text{—C=C—} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{C—}\overline{\text{O}}\text{—C—}$)

Deze geven door hun sterke oxydatieve werking weer auto-oxydaties en kunnen in aldehyden of ketonen veranderen. Vooral linol- en linoleenzuur worden gemakkelijk op deze wijze geoxydeerd.

Afhankelijk van de afbraakprodukten spreekt men van zuurranzigheid en van aldehyde- en ketonranzigheid. Zuurranzigheid ontstaat door hydrolyse van het vetmolecuul in vetzuur en glycerine. Door enzymatische hydrolyse, door lipase uit aanwezige schimmels of uit zaden waaruit de olie of het vet gewonnen is kan deze vetsplitsing nog worden bevorderd.

De moleculen met dubbele banden kunnen door het vormen van onderlinge verbindingen tot polymerisatie aanleiding geven.

Door deze polymerisatie kunnen bij vetten cyclische, giftige verbindingen en slecht verteerbare polymeren ontstaan. De normale verbrandingsreacties der vetzuurresten kunnen dan namelijk niet meer plaats vinden. Ook aldehyden kunnen door hun neiging tot polymerisatie ingewikkelde verbindingen geven die schadelijk zijn.

3. Vetstabiliteit en bederfbevorderende factoren

De snelheid waarmee het vetbederf verloopt hangt af van de stabiliteit van het vet, terwijl bij vet, dat reeds is aangetast, de aanwezigheid van gevormde auto-oxydatieprodukten de bedreiging voor verdere aantasting bepaalt. Vet dat in hoge mate onverzadigd is heeft een lage stabiliteit en wordt snel ranzig (9). De oxydatie der dubbele banden is te meten aan het teruglopen van het joodgetal. De natuurlijke stabiliteit van het vet beoordeelt men wel aan het verloop van de vorming van peroxyden gedurende een bepaalde tijd bij het doorleiden van droge lucht bij een temperatuur van 98°C. Naast het peroxydgetal zijn ook het aldehyd- en het zuurgetal indices voor het vetbederf. Op deze drie kengetallen is de versheidsproef van Niesar gebaseerd (22), welke bij de bespreking der kwaliteitsmaatstaf nader genoemd zal worden.

Het optreden van oxydaties is afhankelijk van temperatuur, licht, zuurstof en pro-oxydantia (1).

Naarmate de temperatuur hoger is, verlopen de reacties sneller.

Het licht, vooral het deel van het spectrum van 4000-4900 Å, bevordert de vorming van radicalen waardoor auto-oxydatie optreedt. Wat de zuurstof betreft hebben we te maken met het O₂ in het vet, het contactoppervlak van het vet met de lucht en de mogelijkheid van intreden van O₂. De aanwezigheid van de metaal-ionen van koper en ijzer bevorderen door katalytische werkzaamheid de oxydaties (3).

Als overige factoren zijn voor de mengvoederindustrie te noemen oxydatiebevorderende producten in het mengvoeder, het waterpercentage van het vet en microben en enzymaantastingen. Het waterpercentage van het opgeslagen vet moet zo laag mogelijk zijn, daar de beschermende antioxydantia beter in water oplosbaar zijn dan in vet. Het aanwezige water verlaagt hierdoor dus de tocopherol-bescherming van het vet.

4. Bescherming tegen bederf

Het is duidelijk dat we het bederf, gezien de opslagtijd van het vet en de lange bewaartijd van mengvoer, moeten tegengaan daar de veranderingen de kwaliteit aantasten en schade kunnen veroorzaken.

Het is vooral de aantasting door oxydatie van de vitaminen E en A, die in het vet oplosbaar zijn, die ons verplichten de ranzigheidsreacties en de verdere vorming van radicalen zoveel mogelijk in te perken. Hiertoe staan ons twee middelen ten dienste:

1. het zo mogelijk voorkomen van factoren, die de oxydatie bevorderen
2. de toediening van een antioxydans, dat de oxydaties opvangt.

4.1. Houdbaarheid tijdens de bewaring

De toestand waarin het vet verkeert, wordt bepaald door smeltmethoden, bewaring en verwerkingswijze.

Baltes (1) behandelt uitvoerig de houdbaarheid van vet. Hij stelt daarbij vooral, dat elke verwarming van het vet de versheid aantast, door versnelling der reacties. Baltes noemt de volgende voorwaarden, nodig om het vetbederf dat hierdoor ontstaat, zoveel mogelijk te ontgaan:

1. Indien hoge T. noodzakelijk is moet dit snel en kort plaatsvinden.
2. De T. liefst nooit hoger dan 10°C boven het smeltpunt.
3. Verwarming moet indirect plaatsvinden om gelijkmatige T en geringe circulatiestroming te bevorderen.
4. Geen koperhoudende materialen in tank, leidingen en sproeier.
5. Vermijd roeren en voorkom zoveel mogelijk het toetreden van lucht.
6. De bij het mengen met voeder optredende wrijvingswarmte moet zo snel mogelijk worden verwijderd.

Zelfs indien aan deze normen wordt voldaan is de bewaring volgens Baltes nog niet bevredigend.

De bewaring is, gezien de lage prijs van technisch vet, een belangrijke kostenfactor. Dit speelt een grote rol bij de beslissing omtrent de bewaarmethode. Volkomen bescherming door bewaring in donker en onder stikstof is uit kosten oogpunt voor de veevoederindustrie niet aanvaardbaar. Baltes zegt, dat vetbewaring theoretisch aan de drie volgende hoofdvoorwaarden moet voldoen (1):

1. het vet moet vrij zijn van auto-oxydatieproducten
2. het moet beschermd zijn door tocopherol of een ander antioxydans
3. omhulling der vetdeeltjes door een synergistisch werkende geschikte eiwitdrager (eiwit-coating).

Door de eiwitcoating is het vet meer tegen oxydaties beschermd. Bovenal wordt bewaring aanbevolen in de vorm van een stikstofgel. De methode van de eiwitcoating en de bereiding van de stikstofgel worden nog nader behandeld.

4.2. Vetbederf en kwaliteitsnorm

De vetwaarde is afhankelijk van de verbranding van het door het lichaam in vetzuur en glycerine gesplitste vet. Heeft vet, dat enigermate aan bederf onderhevig is, nu een lager voederwaarde dan vers vet? Of heeft bijvoorbeeld ongeraffineerd vet door schadelijke stoffen, voedingsphysiologische consequenties? Het is uit onderzoek gebleken, dat ranzig en vergeeld vet, mits het gestabiliseerd is, geen voedingsstoringen geeft. De vetwaarde voor het dier wordt in hoofdzaak bepaald door de energiewaarde en de betekenis van geur en kleur is voor de veevoederindustrie gering. Maatstaven, zoals voor levensmiddelen gebezigd worden, gelden hier niet (32). Een artikel over kwaliteitsnormen voor vet van het concern Proctor & Gamble (7) maakt duidelijk dat door vethydrolyse en vetverkleuring de energiewaarde zeer weinig wordt verlaagd. Vet, gehydrolyseerd tot 80 % F.F.A. (free fatty acids), had zijn oorspronkelijke voedingswaarde behouden. Een matig vetbederf heeft, mits door antioxydantia gestabiliseerd voor het dier en de andere voedingscomponenten geen consequenties, terwijl het de verteringscoëfficiënt niet noemenswaard beïnvloedt.

De voorkeur die er in de praktijk wel eens bestaat voor geraffineerd vet, berust dus op onjuiste motieven. Door het raffinage-proces worden naast de vetvreemde stoffen, de door bederf ontstane vetzuren aldehyden en ketonen verwijderd. Deze laatste zijn echter alle drie voor het dier goed verteerbaar. Naast dit verlies aan voedingswaarde komen dan nog de raffinagekosten.

In de literatuur zijn geen meldingen van voedingsstoringen t.g.v. vetbederf (7). Alleen wordt melding gemaakt van een vervuiling met verbruikte oude olie, waardoor onder pluimvee ziekte optrad. Wel bestaat er de onzekerheid, dat door auto-oxydatieve afbraakreacties giftige stoffen kunnen ontstaan (22). Men stelt dan ook grenzen aan het vetbederf. Bij ranzig vet zal het percentage essentiële vetzuren, nodig voor een goede vetverbranding, ~~zijn~~ gedaald.

Het is echter bekend, dat sommige onverzeepbare bestanddelen die in vet kunnen voorkomen, als "diluent" of purgeermiddel werken, waardoor bij pluimvee diarrhee optreedt. Voor pluimvee zou het van belang kunnen zijn het toelaatbaar maximum percentage te kennen.

De verbranding van het vet is te splitsen in die van vetzuur en glycerine. Een gram van elk dezer stoffen levert bij verbranding respectievelijk 10 en 4.3 calorieën. ?

De verbrandingswaarde van vetzuur ligt dus veel hoger dan van glycerine. Vet bestaat, afhankelijk van de lengte der vetzuurketens, voor ongeveer 90% uit vetzuur en 10% uit glycerine en één gram is om te zetten in 9.5 calorieën. Door de overheersende betekenis in energiewaarde en kwantiteit der vetzuren wordt het T.F.A.-getal (total fatty acids) gebruikt als waarde-index.

In Amerika heeft de A.A.F.C.O., een organisatie voor veevoedercontrôle, de volgende kwaliteitsmaatstaf opgesteld (10):

1. T.F.A. minimaal 90%
2. minimum percentages onverzeepbare stoffen; dierlijk vet 2.5-, plantaardig vet 2- en gehydrolyseerd vet 6 procent
3. verplichte stabilisatie en vermelding van het oxydans
4. onoplosbare onzuiverheden maximaal 1%.

De onzuiverheden (zie punt 4) betreffen voornamelijk haar en stukjes been, die aanleiding zijn tot verstopping van leiding en sproeier der verwerkingsinstallatie.

In de literatuur (8) worden de normen voor de diverse kwaliteiten "tallow" en "grease" in een tabel gegeven, uitgedrukt in smeltpunt, percentage vrije vetzuren, percentage onverzeepbare en onoplosbare stoffen en kleur.

Tabel VIII (22). Versheidseisen volgens Niesar voor vet (I) en ingewerkt vet (II)

Kw. klasse	P. O. G.		A. G.		Z. G.	
	I	II	I	II	I	II
goed	10	20	1	1	5	50
matig	20	30	2	2	10	> 50
slecht	> 20	> 30	> 2	> 2	> 10	> 50

Door Niesar (22) worden versheidsnormen genoemd (tabel VIII), gebaseerd op het peroxydgetal (P.O.G.), aldehydgetal (A.G.) en het zuurgetal (Z.G.). Hiermee is de mate van bederf te beoordelen en krijgt men een indruk omtrent aanwezige auto-oxydatieprodukten. De genoemde grenzen zijn mogelijk op theoretische basis vastgesteld en dienen in de praktijk nader te worden getoetst. Het blijkt, dat aan het in het mengvoer ingewerkte vet lagere eisen worden gesteld. Omtrent de bepalingsmethoden worden in het genoemde artikel geen mededelingen gedaan.

Niesar wijst erop dat bij de beoordeling ook rekening moet worden gehouden met het gebruiksdoel. In Tabel IX zijn de normen gegeven voor kunstmelk en pluimveekrachtvoer.

Tabel IX (22). Veteisen voor Kunstmelk(I) en voor Pluimveekrachtvoer(II)

C r i t e r i a	I	II
Smeltpunt	$\leq 50^{\circ}\text{C}$	$\leq 50^{\circ}\text{C}$
Linolzuur %	$> 5\%$	geen eisen
Onverzeepbaar	$< 5\%$	$< 5\%$
Grootte der deeltjes	50 - 100 u	1000 u
P.O.G.	10	10
A.G.	1	1
Z.G.	5	5

5. Antioxydantia

Vetveranderingen die voordien door oxydaties zijn opgetreden, behoeven de vet- en veevoederkwaliteit niet aan te tasten, mits geen auto-oxydatieprodukten meer voorkomen en het milieu door antioxydantia voldoende is gestabiliseerd. Een antioxydans is te beschouwen als een radicalen-vanger, een stof die eerder door de radicalen wordt geoxydeerd dan de andere moleculen. Niet alleen radicalen, ook andere stoffen met een sterke neiging de verbindingen te oxyderen worden weggevangen. Het antioxydans geeft dus een beschuttende werking aan de oxydatie-gevoelige stoffen, waarbij het zelf wordt geoxydeerd of verbruikt. De oxydaties op zichzelf kunnen ze niet verhinderen, maar ze nemen deze voor eigen rekening. De stabiliteit van het vet wordt verhoogd, doordat de nieuwe vorming van auto-oxydatieve produkten wordt geremd. De toevoeging van antioxydantia is dus vooral dan effectief wanneer men de besproken oxydatiebevorderende factoren zoveel mogelijk beperkt.

5.1. Tocopherol

Het natuurlijke antioxydans is tocopherol, dat behoort tot het vitamine E-complex (29). In een samenvattend artikel in Kraftfutter (30) wordt de betekenis van die vitamine besproken. Het heeft een brede invloed op de stofwisseling. Het intensificeert deze, heeft invloed op diverse organen met interne secretie, staat bekend om zijn grote invloed op de vruchtbaarheid, en bevordert de eiwitopbouw en eiwitbenutting. Voor ons is speciaal haar karakter van antioxydans van belang. Het tocopherol beschermt in darm en weefsel oxydatie-gevoelige substanties en verhoogt door haar aanwezigheid in de vetcellen de houdbaarheid van lichaamsvet. Door gebrek aan vitamine E kan zelfs een ziekte optreden "gelbfetkrankheit", wat de betekenis van deze stof voor de vetcelstabiliteit onderstreept.

Toediening van vitamine E voor de slacht geeft het vet een betere houdbaarheid. Dierlijke vetten zijn in het algemeen armer aan tocopherol dan plantaardige oliën (27, 1). Van Oss(23) zegt dat speciaal oliehoudende zaden en kiemen relatief hoge percentages bevatten. De mogelijkheid om in dit opzicht hoogwaardige olie met dierlijk vet te mengen, is zeker te overwegen om zo het tocopherol-niveau te verhogen.

5.2. Andere anti-oxydantia en synergistische stoffen

De synthetische anti-oxydantia zijn vaak phenolachtige stoffen als bijvoorbeeld dodecylphenol en ionol.

Baltes(1) zegt dat stoffen van deze structuur aanbeveling verdienen. In van Oss (23) wordt er op gewezen, dat hydroxyanisol en gallaten goedkoper zijn. Gallaten zijn aan te bevelen voor dierlijk vet, daar zij het oliezuur goed beschermen en voldoende "carrying through" bezitten, waaronder het behoud van het antioxydatief vermogen wordt verstaan.

Dodecylgallaat wordt als antioxydans veel gebruikt. De betekenis van andere anti-oxydantia als tetra-ethyl-thiuram - disulfide en gebutyleerd hydroxytolueen, is niet goed in de literatuur bekend. In van Oss (23) wordt pomiferine genoemd, een natuurlijke organische stof uit een vrucht afkomstig, dat laag in prijs zou zijn.

Diverse eiwitten werken synergistisch door het inactiveren van de oxydatiebevorderende metaalsporen (1).

Lecithine en aminozuren - vooral methionine - zouden deze werkzaamheid bevatten, ook havermeel en zemelen hebben een zekere anti-oxydatieve werking.

5.3. Eisen aan anti-oxydantia

De eerste eis die wij aan deze stoffen moeten stellen is de onschadelijkheid voor mens en dier (21). Volgens (13) zijn dier, mens en kwaliteit er bij betrokken. Wat betreft de schadelijkheid der synthetische anti-oxydantia zijn de meningen verdeeld en heerst er veel onzekerheid (32), waarbij iedere aanwijzing van beïnvloeding van carcinogene aanleg tot een verbruiksverbod aanleiding geeft. Deze stoffen bereiken immers via het nuttigen van vlees het menselijk lichaam. De goedkeuring is in de meeste landen onder toezicht der officiële controle-organen geplaatst. Door het gebrek aan gefundeerde opvattingen is er, wat betreft toegestane anti-oxydantia, tussen de landen onderling weinig eenheid. Zo is in Frankrijk alleen tocopherol toegestaan (32).

De tweede eis is een zo laag mogelijke prijs, zodat het de prijs van technisch vet niet noemenswaard beïnvloedt.

IV. FUNCTIE IN DE VEEVOEDING EN PRODUKTKWALITEIT

1. Het meest geconcentreerde energievoer

De voedingsstoffen kunnen we indelen in energiestoffen, de koolhydraten en vetten, en opbouw- en contrôlestoffen, de eiwitten, mineralen en vitaminen. De vetten en koolhydraten leveren via de verbranding energie voor de arbeidsprocessen en warmte voor het lichaam. De overtollige vetten en koolhydraten worden bij het dier als reservevoedsel in de vorm van depôtvet opgeslagen.

De energiewaarde van een bepaalde veevoedergrondstof wordt uitgedrukt in de zetmeelwaarde, of duidelijker, het vetvormend vermogen. Tot dit vetvormend vermogen dragen de vetten en koolhydraten en eiwitten niet in dezelfde mate bij. Zo is eiwit in principe geen energievoedsel, maar het kan bij noodzaak of eiwitoverschot als zodanig door het lichaam worden gebruikt. Vergelijken we het vetvormend vermogen voor herkauwers van één kg vet, koolhydraat en eiwit, dan wordt maximaal hiermee in het lichaam van het dier respectievelijk 598, 248 en 235 gram vet gevormd. Het vetvormend vermogen van deze stoffen verhoudt zich dus als 2,4 : 1 : 0,9 (9).

Vet bevat dus 2,4 maal zoveel energie als koolhydraat en is voor voedsel de meest geconcentreerde vorm van energie. Door toevoeging van 1% vet aan een zuiver koolhydraat wordt de energiewaarde met 1,4% verhoogd. Indien we vasthouden aan de verhouding 2,4 : 1 : 0,9 en een bepaald voeder een vetvormend vermogen heeft van 0,6, dan geeft toevoeging van 1% vet een stijging der energiewaarde van $(2,4 - 0,6) \frac{10}{6} = 3\%$. Wat de energie betreft, vervangt in dit geval 1 gram vet $\frac{2,4}{0,6} = 4$ gram van het voeder. Volledigheidshalve voegen we hieraan toe, dat dit voedsel bij toevoeging van vet zowel absoluut als - en dit is essentieel - relatief armer wordt aan andere componenten. Vettoevoeging geeft volgens de literatuur (5) een stijging der energiewaarde van 1,5 - 1,8 %, terwijl, doordat de nutriënten meer geconcentreerd zijn, een besparing aan voedergewicht en volume wordt verkregen.

Door vettoevoeging ontvangt het dier per eenheid voeder veel meer nutriënten, waardoor het meer kan opnemen. De koolhydraten, die zeer algemeen in planten voorkomen en overwegend als energiecomponent in het veevoer worden gebruikt, bezitten slechts 40% van de calorische waarde van vet. De uitdrukkingen "Energy concentrated feed" en "High level feed" illustreren de betekenis van het vet in de veevoeding.

Tabel A, volgens Hill en Titus (5)

Omzetbare energie in cal/kg voor pluimvee

S o o r t	Hill 1957	Titus 1955
Lucerne	1410 cal/kg	1362 cal/kg
Tarwe-zemelen	1190	1670
Sojaschroot	2350	2470
Haver	2660	2490
Gerst	2880	2760
Tarwe	3340	3040
Maïs	3520	3390
Varkensvet	8710	-
Talk	7260	-
Maïsolie	8800	-

Tabel B, volgens Gaschler (9)

Vetpercentage, ruwvezelpercentage en netto-calorieën

S o o r t	Vet %	Ruwvezel %	Calorieën/kg
Lucerne	2,2	26,5	848
Tarwe-zemelen	4,1	10,1	1088
Sojaschroot	1	5,2	1667
Haver	4,8	10,1	1784
Gerst	1,8	4,5	1791
Tarwe	2,0	2,5	1976
Maïs	4,0	2,5	2377

Tabel C

Vetvormend vermogen en calorieën per kg

Voedingsstof	Vetvorming in gr.	Netto calorieën	Bruto calorieën
V e t	598	5605	9500
Z e t m e e l	248	2360	4750
E i w i t	235	2220	-

In de tabellen A en B zijn cijfers gegeven omtrent de caloriewaarden van enige veevoedergrondstoffen. We hebben reeds onderscheid gemaakt tussen de bruto-energie, de in het laboratorium vastgestelde ~~vet~~ brandingswarmte in calorieën uitgedrukt en de metabolisch benutbare energie of netto-energie.

De cijfers van tabel A geven de omzetbare energie aan. Hieronder verstaan we de bruto-energie min de energie die verloren gaat door uitscheiding via mest, urine en gasontwikkeling. De netto-energie is uit deze cijfers te berekenen door van de omzetbare calorieën de hoeveelheid warmtecalorieën, die bij de molecuulafbraak ontstaan, af te trekken. Hoewel niet in de literatuur vermeld, betreffen de cijfers van tabel B netto calorieën zonder opgave van de diersoort. Vergelijking van de cijfers van tabel A met tabel B laat zien, dat het warmteverlies tijdens de vertering bij de ene soort grondstof groter is dan bij de andere.

2. Vetminimum

In de koolhydraten vond men voor het vee een goede brandstof. Vet werd vroeger voor de veevoeding niet essentieel geacht, mogelijk door het feit dat het dier, evenals de mens, met een laag vetminimum kan volstaan. Of het vet een essentiële functie heeft, is niet duidelijk. Er wordt op gewezen (27), dat de vervanging van vet door koolhydraat begrensd is. We zouden de vetbehoefte van het dier moeten zien in verband met de specifieke stofwisseling.

Niet de totale vethoeveelheid maar een bepaalde dosis van specifieke in het vet aanwezige componenten, zou voor het dier nodig zijn (9). De vet-samenstelling bepaalt dus het minimum. Bij de bespreking der vetwaarde (zie II.2.) is gewezen op de noodzakelijke aanwezigheid van speciale vetbestanddelen voor de vetafbraak (22), de onverzadigde vetzuren linol-, linoleen- en arachidonzuur, in de voeding bekend als vitamine F - factor. Dit betreft echter een minimum van ongeveer 5% der genoemde vetzuren, maar geeft geen uitsluitel over een noodzakelijk minimum van het totaal aan vet. Door Gaschler (9) wordt vermeldt, dat een koe per dag 2-5 gram linolzuur en 100-200 gram vet nodig heeft, aan welke bedragen bij normale voeding reeds zonder toevoeging wordt voldaan. In de literatuur (2) wordt gezegd, dat kalveren de essentiële vetzuren linol- en linoleenzuur niet zelf kunnen opbouwen, maar vermoedelijk geldt het vitamine-karakter dezer stoffen ook voor oudere dieren.

3. Energiehoeveelheid in verhouding tot eiwit-percentages en verzauiging

De wetmatigheid van de harmonische verhouding der componenten waarbij "Das ganze ist mehr als die Summe seiner Teile", is de belangrijkste leidraad voor de veevoederfabrikage. Hiermee brengt men tot uitdrukking dat het produktie-niveau wordt bepaald door de factoren die in het minimum zijn.

Vettoevoeging verhoogt de energiewaarde sterk, waardoor echter het voedsel relatief armer wordt aan eiwitten en specifieke componenten. Bij het toedienen van vet moeten we dus nauw letten op het evenwicht dat tussen de toevoer van energie enerzijds en van bouw- en controle-stoffen anderzijds moet bestaan (6). De verhouding tussen energie en eiwit drukt men uit in het quotient der hoeveelheid calorieën per kg gedeeld door het percentage ruw eiwit. Bij de berekening gaat men of van het aantal bruto-, of van het aantal netto-calorieën uit. Ook is het mogelijk dit evenwicht uit te drukken in de verhouding van de totale zetmeelwaarde (Z.W.) en de Z.W. van het eiwit.

Afhankelijk van ras, groeistadium en lichaamsprestatie vraagt elke diersoort voor een maximale groei naast een juiste kwalitatieve eiwitbalans een bepaalde cal/eiwit-verhouding (5). Een te hoog cal/eiwitgetal houdt in, dat er een eiwittekort of een energieovermaat is. In dit geval wordt de aanleg van depôtvet bevorderd. Bij een te klein getal is er een eiwitovermaat, met andere woorden een tekort aan energie, om de bouwstoffen te verwerken. Het dure eiwit, dat in overmaat aanwezig is, wordt nu door verbranding vernietigd.

Vettoevoeging kan dus tot een overmaat aan energie aanleiding geven, die de groei niet stimuleert en door vetvorming de produktkwaliteit aantast. Verhoging der energiewaarde vraagt aanpassing van het eiwitpercentage en - wat even belangrijk is - de overige componenten. Er wordt in de literatuur op gewezen (5), dat vet extra behoefte kan scheppen aan speciale stoffen; bijvoorbeeld foliumzuur bij kippen tengevolge van de door het vet veranderde darmflora, die dit zuur normaal in voldoende mate produceert. Ook binnen de eiwitbalans kunnen door het vet veranderingen optreden. De rendabiliteit van vettoediening - te vinden in groeiversnelling en lager voederconsumptie - is alleen te bereiken bij goed uitgebalanceerd voedsel.

Wij willen nu wijzen op een ander belangrijk punt. Het opnamevermogen van het dier wordt namelijk bepaald door maagvolume en verzadiging. De opgenomen energiehoeveelheid, in relatie tot de lichaamsbehoefte, werkt regelend op de eetlust en geeft aan het dier een gevoel van verzadiging. Bij proeven vindt men dan ook (24), dat na een bepaald vetpercentage er een sterke daling van de voederopname optreedt, die de normale gewichtsdaling tengevolge van het sterker geconcentreerde voedsel overtreft. Indien in het geval dat de energiewaarde de voedselopname bepaalt, het eiwitniveau reeds te laag is, dan zal het produktievermogen flink worden aangetast. In deze situatie werken dus de slechte calorie-eiwitbalans en het boven het verzadigingspunt uitgaande energie-niveau van het voer, beide in negatieve zin en versterken elkaar, waardoor groeivertraging optreedt.

4. Produktkwaliteit

In het voorgaande werd erop gewezen, dat verstoring der cal/eiwitverhouding, aanleiding kan zijn tot vervetting, waardoor de produktkwaliteit wordt aangetast. Ook de eigenschappen van het voedervet, namelijk het percentage onverzadigde vetzuren in het voer, hebben bij de produktie van bacon en mogelijk bij de melk, invloed op de kwaliteit.

4.1. De kwaliteithandhaving

Iwema (13) stelt zeer duidelijk, dat gebruik van vet in veevoeder verantwoord is, mits de toevoeging oordeelkundig plaats vindt, zodat handhaving van de vleeskwaliteit, zo noodzakelijk tot behoud van de marktpositie, gewaarborgd is. De voordelen van een juiste vettoediening voor de vleesproduktie, namelijk sneller groei en een lager voederverbruik, mogen door verlaging der kwaliteit en hoger slachtverlies niet verloren gaan. Kwaliteitsverlaging brengt immers het produkt in een lagere prijsklasse.

Het probleem der kwaliteitsverlaging valt samen met de toenemende vraag naar magerder vlees. Iwema (13) wijst erop, dat in Amerika door het voeren van maïs, dat een hoge calorische waarde heeft, een te sterke afzetting van vet tussen de spieren wordt bevorderd. Men beantwoordt in genoemd land niet aan de vraag naar magerder vlees omdat dit de goedkope veevoederbasis, de lucerne-maïs-soja-mengsels, zou aantasten. Uit hoofde van goedkope vleesproduktie accepteert men in Amerika voor het vee een naar onze maatstaf te grote vervetting. Het diertype of ras speelt bij het rundvee ook een belangrijke rol. Het pluimvee echter heeft van vervetting tengevolge van de lucerne-maïs-soja-basis veel minder last.

In het algemeen kunnen we stellen, dat voeder met een hoge energiewaarde in de jeugd de spiergroei bevordert, en men door latere aanpassing van het rantsoen aan een te hoog vet-percentages van het vlees kan ontkomen.

De korte uitweiding over de Amerikaanse situatie, wat betreft de maïs als energiebasis, maakt duidelijk dat in geval van onoordeelkundige vettoevoeging de economische positie wordt aangetast. Het opfokken van vee en pluimvee door middel van voer met een hoog energie-niveau, moet zich, wat betreft samenstelling, richten naar de Europese marktmaatstaf voor kwaliteit.

4.2. Het probleem der zachte bacon

Vettoevoeging heeft vermoedelijk geen praktische invloed op de structuur van het vlees maar wel op de hardheid van het vetweefsel.

Het voeren van vet met een hoog joodgetal, dat dus veel onverzadigde vetzuren bevat, versterkt het probleem der zachte bacon.

De spekhardheid, of consistentie der zijde, wordt voornamelijk bepaald door de vetzuursamenstelling der vetmoleculen, terwijl verder de structuur van het bindweefsel en de slacht- en vleesbehandeling hierop van invloed zijn (17). Het ongewenste zachte spek onderscheidt zich door een hoog percentage linolzuur. Hard spek bevat 2,3 % linolzuur, bij zacht spek daarentegen loopt dit percentage op tot 14 % der vetzuren. Het percentage oliezuur van het te produceren vet wordt door vettoediening aan het voeder niet beïnvloed. Bij gebruik in het voeder van vet met een hoog joodgetal als bijvoorbeeld grondnotenmeel, varkensvet, of destructievet - een mengsel van varkens- en rundvet - wordt vet afgezet dat eveneens een hoog joodgetal en een zachte consistentie heeft (4). Volgens Cornelissen (4) heeft kokosvet een zeer gunstig effect op de spekhardheid. Het resultaat van deze proef wordt nog nader bij het varken behandeld.

4.3. Het melkvetpercentage en de onverzadigde vetzuren

Afhankelijk van ervaring en omstandigheden per land, werd de vraag of vet nodig is voor melkvee, verschillend beantwoord (9). In de gebieden met een intensieve weidecultuur, zoals in Denemarken en Nederland voorkomen, wordt hooi gewonnen met een hoog eiwitpercentage, maar tevens een laag vetpercentage. Verder worden bij koel weer, dat vaak de lage kustgebieden typeert, door het gras meer onverzadigde vetzuren gevormd.

Nu is uit proeven bekend (9), dat vaste vetten vaak een verhogende invloed op het melkvetpercentage hebben, maar onverzadigde vetten niet. Het lage vetpercentage van het gras, gecombineerd met een hoog percentage onverzadigde vetzuren, kunnen het melkvetpercentage dus beïnvloeden. Het feit dat in lage kustgebieden met intensieve weidecultuur in het voorjaar het melkvetpercentage terugloopt houdt hiermee zeker verband. Door in koele perioden door bijvoeding het vetpercentage met vaste vetten te verhogen, zou mogelijk een rendabele aanpassing aan de dierbehoefte verkregen kunnen worden. In hoeverre dit voor de praktijk betekenis heeft, is een open vraag.

V. VOORDELEN VAN VETTOEVOEGING EN NUTSEFFECT

1. Voordelen van vettoevoeging aan veevoeder

"Alles in allem verdient das Nahrungsfett aus ernährungsphysiologischen wie auch aus technischen Gründen in der Mischfutterproduktion die grösste Beachtung" (9); dus niet alleen op grond van het nutseffect, maar tevens uit bedrijfsoverwegingen verdient het aanbeveling. Men ontdekte in Amerika de goede groeireactie van vet, door aan piepkukens mais uit legervoorraden te voeren (9). Dit gaf als het ware de herontdekking van de betekenis van vet in het veevoer. De vervanging van een deel der granen door dierlijk vet is, mits het in goede balans met overige voedingsstoffen oordeelkundig gevoerd wordt, door de veranderde prijsverhouding mogelijk geworden.

1.1. Stofbinding

Door het vet wordt het stof gebonden, waardoor het stofprobleem, zowel in de fabriek als bij het voeren, wordt verminderd (9). Een geringe vettoevoeging maakt door de stofbinding de bereiding gemakkelijker, het eten voor de dieren prettiger en geeft minder stofverlies en stofschade. Voor de fabriek is het een sociaal probleem, daar produkten als vismeel, eiwitconcentraten en ook lucernemeel zeer gemakkelijk stuiven. Vettoevoeging maakt deze grondstoffen meer handelbaar en beter verkoopbaar. Voor het vee betekent het, dat irritatie van het neusslijmvlies door stoffig meel wordt voorkomen. Een toevoeging van 3 % vet aan het voer maakt dit stofvrij.

1.2. Uiterlijke gesteldheid van het voer

De kleur, het aanvoelen en de geur worden door vettoevoeging verbeterd. Het voer lijkt krachtiger en frisser door de donkerder kleur. Het voelt prettig en zacht aan. Meel zonder vet ziet er levenloos, schraal en stoffig uit en voelt hard en brokkelig aan. Kippen kiezen bij het pikken vooral de donkerder kleur. Samenvattend worden consistentie, geur en smaak er gunstig door beïnvloed (5).

Het schijnt dat na vettoevoeging geur en smaak beter tot hun recht komen, terwijl de beesten het graag eten.

Dinussen (25) vermeldt echter dat in één proef met varkens, rundvet minder goed werd opgenomen dan varkensvet.

Hoe het voer zich aandient blijft fysiologisch een belangrijke rol spelen en beïnvloedt de boer in zijn beoordeling van het mengvoeder.

1.3. Sneller groei en afname voedergebruik

Door vettoevoeging kan bij goede cal/eiwitverhouding de groeisnelheid worden verhoogd. Dit wordt niet veroorzaakt doordat vet invloed heeft op de verterings-coëfficiënten van het voer, maar doordat de maag per maaltijd meer nutriënten kan opnemen. Een illustratief voorbeeld geeft de tabel X, die het verband laat zien tussen het vetpercentage van de moedermelk en de verduubeling van het geboortegewicht. Verder ziet men in deze tabel duidelijk, dat een hoger energieniveau gepaard dient te gaan met een hoger eiwitpercentage. Jonge dieren hebben voor de snelle opbouw van het lichaam veel energie nodig, terwijl de maag nog maar een kleine inhoud heeft. Het blijkt uit proeven dat het nutseffect van vet vooral bij jonge dieren het grootst is. Het opvoeren van het energieniveau in het voedsel is daarom in de eerste plaats voor de opfok van jonge dieren aan te bevelen. In een ouder groeistadium is veelal aanpassing tot behoud van de goede vleeskwaliteit noodzakelijk.

Tabel X (9)

Vetpercentage der moedermelk en het aantal dagen nodig ter verdubbeling van het geboortegewicht

D i e r	D a g e n	Vetpercentage	Eiwitpercentage
Varken	10	8,2	6,7
Schaap	12	7,5	6,0
Geit	20	5,5	3,8
Rund	47	3,5	3,3
Paard	60	1,0	2,0

Het voederverbruik per kg groei is geringer, in de eerste plaats, doordat het voedsel meer geconcentreerd is. Uitgaande van de netto calorieën voor kuikens (5) verhoudt de netto-energie van mais zich tot die van varkensvet (3520 cal/kg : 8710 cal/kg) ongeveer als 1 : 2,5. Een kg vet vervangt voor eenzelfde voedingseffect dus 2,5 kg mais.

Veronderstellen we dat aan kuikenvoer op maisbasis 5% vet is toegevoegd, dan geeft dit bij gelijkblijvende hoeveelheid nutriënten, een voederbesparing van $7\frac{1}{2}$ %. In vele gevallen is de voederbesparing per kg levend gewicht groter dan uit de concentratie der nutriënten is te berekenen. Doordat de groei sneller verloopt, is er namelijk minder energie nodig voor lichaamsonderhoud en -verrichtingen. In verhouding met voeder met een lager energieniveau wordt dus een hoger percentage der nutriënten voor de gewenste produktie aangewend.

De economische basis van vettoevoeging, ter vervanging van koolhydraten, is reeds in hoofdstuk I besproken. Wij vonden dat substitutie mogelijk is als de prijsverhouding van vet en graan lager is dan de netto-energieverhouding. Deze substitutie is echter nooit geheel volkomen, daar een bepaald graan, bijvoorbeeld gerst, specifieke voedingseigenschappen kan bezitten die men voor een goede groei wenst en die moeilijk vervangbaar zijn.

Naast de grensprijsverhouding dienen we te letten op de reactie van het dier. Zo is het rendement van vettoevoeging in de jeugd hoger dan later. Hoeveel vet in het voer rendabel is hangt dus af van de groeireactie en wordt theoretisch door de grensproductiviteit bepaald waarbij:

$$\frac{\text{groei laatste gram vet}}{\text{groei laatste gram koolhydraat}} = \frac{\text{prijs vet}}{\text{prijs koolhydraat}} .$$

De grensproductiviteit, de opbrengst der laatst toegevoegde eenheid, neemt tengevolge van de wet der afnemende meeropbrengst af.

2. Reactie per dier

Na de algemene bespreking van de voordelen, zullen we nu de reactie per dier behandelen. Met name zijn we geïnteresseerd in de grootte van de groeireactie. In de hierna volgende tabellen zijn de cijfers van enkele in de literatuur besproken proeven steeds in verhoudingsgetallen gegeven, waarbij het object zonder vet en met het laagste eiwitpercentage op 100 is gesteld. Dit heeft het voordeel dat het effect direct in percentages is af te lezen.

In cijfermateriaal zijn altijd verschillen, die veroorzaakt worden door de aanwezige variatie in omstandigheden en uitgangsmateriaal welke in een tabelsamenvatting niet tot uitdrukking komen, maar bij vergelijking der tabellen onderling duidelijk worden in een verschil in nutseffect. Door de variabiliteit van het levend proefmateriaal binnen en tussen de proeven onderling is de betrouwbaarheid van reël te achten verschillen vaak niet langs wiskundige weg aan te tonen. Het werken met grote aantallen en nauwe verwantschap tussen de dieren der objectgroepen en het standaardiseren van leeftijden, wijze van voeding etc., zouden het proefresultaat en de onderlinge vergelijking van proeven ten goede komen.

2.1. Vet in kippenvoer

Door het verwerken van mais uit legervoorraden in kippenvoer ontdekte men de betekenis van een verhoging van het energieniveau.

De technische vetten, die nog veel energierijker zijn, kwamen door de prijsontwikkeling als substituut voor mais in aanmerking.

Verdere concentratie van mestkuikenvoeder is slechts mogelijk door vettoevoeging (5).

Door het aanwenden van vet is in Amerika het voedergebruik van 3,5 tot 2,8 kg voeder per kg vlees teruggelopen. Volgens Gaschler (9) heeft zelfs toevoeging van 30% vet geen consequenties voor vertering en vleessmaak. Gemiddeld wordt in Amerika bij slachtkuikens tot 5% vet in het voeder gebruikt, terwijl aanzienlijk hogere percentages voorkomen. Zo werd voor de prijsverhouding vet/mais van juni 1958 de grootste rendabiliteit verkregen bij een vettoevoeging van 10% (9).

De vetwaarde en dus ook de waardeverhouding vet/mais is afhankelijk van de verteringscoëfficiënten. Uit de cijfers van Hill (5) blijkt dat varkensvet voor pluimvee beter verteerbaar is dan rundvet, namelijk resp. 8710 en 7260 netto cal/kg. Voor zeer jonge kuikens geeft talk zelfs slechts 6690 netto cal/kg. Rundvet bezit dus voor kuikens een lager verteringscoëfficiënt (64 - 67 %), dan voor varkensvet (88 - 98 %) (4). Voor het pluimvee is dus bij gebruik van technisch vet een hoog percentage varkensvet dat een laag smeltpunt garandeert, van groot belang voor het rendement.

2.1.1. Calorie/eiwit-verhouding

Een onjuiste cal/eiwit-verhouding beïnvloedt zeker bij het mesten van pluimvee het financiële resultaat. Vettoediening heeft slechts dan een maximaal nutseffect indien rekening wordt gehouden met eiwitpercentage en eiwitbalans. Bij een te laag eiwitniveau treedt de groeiversnelling niet op en wordt zelfs een groeivertraging waargenomen. Verder bestaat er de mogelijkheid dat de dieren uit eiwithonger tot verenpikken overgaan. Verhoging van het energieniveau met 100 cal/kg vraagt volgens de literatuur (9) een extra eiwittoevoeging van ongeveer 1 %.

Cornelissen (5) constateert uit zijn proeven dat bij een energieniveau van 3100 - 3200 netto cal/kg, in de eerste groeiperiode van 6 weken een eiwitgehalte van 22,3 % en nadien een percentage van 19,7 % voldoende is. De cal/eiwit-verhouding - op basis van netto calorieën - bedraagt bij dit energieniveau dan resp. 142 en 162. Het feit dat de eiwitbehoefte voor kippen in de eerste weken groter is, werd ook door andere onderzoekers gevonden. Uit proeven van Vondell en Ringrose blijkt (5), dat bij piepkuikens tot 6 weken de groeiversnelling het beste was bij de verhouding cal/eiwit van 141, terwijl Hill en Renner vonden, dat in de 1e periode een verhouding van 140 - 150 en vanaf de 7e week van 150 - 160 de beste zijn.

Bij Vondell en Ringross variëerde het energieniveau van 2200-3200 cal/kg.

Tabel A, volgens Cornelissen (5)

Gemiddelde reactie van piepkuikens van 0-9 weken bij 5% vet en verschillend eiwitniveau

Eiwitpercentage 1 - 6 weken	19.8	19.8	22.3	24.8
Eiwitpercentage 7 - 9 weken	17.3	17.3	19.8	22.3
Vetpercentage	0	5	5	5
Voederverbruik	100	93	89	90
Groeisnelheid	100	100	110	111.5

Tabel B (9)

Gemiddelde reactie van piepkuikens van 0-8 weken bij enkele vetpercentages

Vetpercentage	0	3.5	7	15
Gewicht op 8 weken in grammen	-	1298	1271	1280
Kg voer/kg vlees	-	2.14	2.05	1.60

2.1.2. Bespreking der tabellen

In Tabel A is duidelijk, dat verhoging van het energieniveau, bij een gelijkblijvend eiwitpercentage, geen groeiversnelling geeft. Door verhoging van het eiwitniveau met 2,5 % wordt, bij het gebruikte rantsoen, een groeiversnelling van 10 % en een daling van het voederverbruik van 11 % waargenomen. Verdere verhoging van het eiwitpercentage blijkt niet rendabel. Het beste productievermogen ligt in genoemde proef met 5 % vet, dus bij een eiwitpercentage van 22,3 %.

In Tabel B blijkt, dat bij een verhoging van het vetpercentage het voederverbruik daalt, maar geen groeitoename hoeft op te treden. Gegevens omtrent het eiwitpercentage en het O-object zijn bij deze proef niet vermeld.

Tabel C (5)

Gemiddelde reactie van hanen over 9-11 weken bij 5 % vet en verschillend eiwitniveau

Eiwitpercentage	17.3	17.3	19.8	22.3
Vetpercentage	0	5	5	5
Voederverbruik	100	95	92	91
Groeisnelheid	100	88.5	98.5	106

Uit de proefresultaten van Cornelissen (5) wordt de groeireactie van 5 % vet op de leeftijd van 9 - 11 weken in Tabel C in verhoudingscijfers gegeven. De verschillen der resultaten zijn klein en mede daardoor zijn deze noch wat betreft voedergebruik noch wat de groeisnelheid aangaat, significant. Andere cijfers zouden echter duiden op een iets snellere groei.

Wel is uit vergelijking der tabellen A en C duidelijk, dat door vettoevoeging de groeireactie in de eerste weken zeer gunstig wordt beïnvloed, maar dat het nutseffect op oudere leeftijd afneemt. Vettoediening is bij slachtkippen dus vooral economisch in de eerste jeugdperiode, terwijl de rendabiliteit bij oudere dieren eerder aanvechtbaar is.

2.1.3. Vervetting van het vlees

In de proeven van Cornelissen (5) werden geen verschillen in het vet/eiwitgehalte van het vlees waargenomen. Ook in de slachtverliezen werden geen verschillen geconstateerd. In de bespreking wordt het onderzoek van Donaldson en van Rand genoemd, waaruit blijkt, dat niet het energieniveau alleen maar vooral de cal/eiwitpercentage-verhouding bepalend is voor het eiwit- en vetgehalte der bout. Bij een in de proef oplopend cal/eiwit-quotiënt steeg het vetgehalte van 4-weeks kuikens van 5,5 tot 13 %. Deze stijging ging niet ten koste van het eiwit dat constant bleef, maar was aanleiding tot lagere waterpercentages.

Vergelijken we deze resultaten met de vervetting tengevolge van het transplanteren van oestrogene stoffen, dan blijkt, dat laatstgenoemde methode zeer ongunstig afsteekt. Door transplantatie wordt gemiddeld een groei-versnelling van 20 % bereikt, waarbij echter het vet met 45 % toeneemt en het eiwit met 8 % daalt (5).

Door op latere leeftijd het vetpercentage van het voederrantsoen aan te passen is nadelige vervetting zeker te voorkomen. Dit strookt tevens met het op later leeftijd afnemend nutseffect.

2.2. Vet in varkensvoer

Dat vet in de voeding van varkens een plaats toekomt wordt algemeen aanvaard, mits de produktkwaliteit er niet door wordt aangetast. Dit laatste betreft met name te sterke spekafzetting en verlaging van de spekhardheid. Aan de hand van onderzoekgegevens uit de literatuur worden nutseffect en enige problemen besproken.

Tabel A, volgens Perry (24)

Gemiddelde reactie van varkens bij diverse vet- en eiwitpercentages (opfok van 11 naar 56 kg; proefduur 70 dagen)

Eiwitpercentage	16	18	20	16	18	20	16	18	20
Dierlijk vetpercentage	0	0	0	5	5	5	10	10	10
verbruik voeder/groei	100	104	98	92	88	88	79	86	80
groeisnelheid	100	102	101	101	106	108	106	113	107
voedsel per dag	100	106	99	93	94	95	84	96	85
diepte van het rugspek	100	92	104	105	103	102	106	116	112

Tabel B, volgens Perry (24)

Opklimmend vetpercentage bij 16 % eiwit (opfok van 15 naar 58 kg, proefduur 56 dagen)

eiwitpercentage	16	16	16	16	16	16
dierlijk vetpercentage	0	5	7,5	10	12,5	15
voederverbruik	100	92	8,9	82	80	99
groeisnelheid	100	111	114	120	111	115
voedsel/dag	100	102	99	100	88	90
diepte van het rugspek	100	120	123	126	116	130

Tabel C, volgens Abernathy (6)

5 en 10% vet bij 14 - 18% eiwit (opfok van 18 naar 86 kg)

vetpercentage	0	5	10
voederverbruik	100	90	85
groeisnelheid	100	105	110

Tabel D, volgens Heitmann (6)
10 % vet bij gelijk cal/eiwit
(opfok van 30 naar 90 kg)

vetpercentage	0	10
voederverbruik	100	88
groeisnelheid	100	119

2.2.1. Groeisnelheid en voederverbruik

In de proeven van Perry (tabel A en B) werd bij 10 % vet de beste groei-reactie verkregen, waarbij maximaal de groei met 20 % toeneemt en het voederverbruik 18 % lager ligt.

In Tabel A betreft het een gemiddelde groeiversnelling van 9 % en een voederbesparing van 18 %. Middelen we de gegevens van de Tabellen A tot en met D dan is bij 10 % vet de groei 15 % sneller en het voederverbruik 16 % lager.

Perry zegt dat 10 % vet het gunstigste resultaat oplevert. Bij toevoeging van 5 % vet vond Cornelissen (6) gemiddeld een groeiversnelling van 7 % en een afname van het voederverbruik van 10 % (Tabel F).

Bij dezelfde toevoeging van 5 % vet vond Perry (Tabel A en B) respectievelijk gemiddeld 6,5 % en 10 %, terwijl Abernathy (Tabel C) respectievelijk 5 en 10 % noemt.

Samenvattend is bij toevoeging van 10 % vet, het effect van de eerste 5% vet een groeiversnelling van 6 en een voederafname van 10 % en het effect der tweede 5 % respectievelijk 9 en 6 %. De groeiversnelling is bij de tweede 5 % dus nog gestegen maar het optimum is tevens bereikt (Tabel B).

2.2.2. Voederopname

Volgens Perry (24) verloopt de toe- en afname der groeisnelheid ongeveer lineair met een maximum bij 10 % vet. De afname na 10 % correspondeert met een sterke afname in voederopname per dag. Uit de cijfers van Tabel B blijkt, dat de voedselopname per dag tot 10 % vet ongeveer gelijk blijft of een lichte daling toont, maar bij grotere percentages treedt een sterke daling op, die zich uit in een vertraging der groeisnelheid (24). Deze afname der voederopname is een gevolg van oververzadiging door een te hoog energieniveau waardoor het opname-maximum aan calorieën overschreden wordt. Dit te hoog energieniveau gaat gepaard met een zeer hoge cal/eiwitverhouding waardoor er mogelijk ook eiwittekort optreedt.

2.2.3. Calorie/eiwitverhouding

Hoewel theoretisch de verhouding tussen energie en opbouwstoffen van belang is, schijnt het alsof deze verhouding minder dwingend is, minder gauw tot uitdrukking komt in het nutseffect, dan bij kippen.

Perry (24) vond in zijn proeven (zie Tabel A) geen duidelijke invloed van het eiwitpercentage (14-20%) op de groeiversnelling bij variatie der cal/eiwitverhouding van 80 - 150. Hij vraagt zich echter af of het traject van 80 - 150 niet te nauw gekozen is. Abernathy (6) vond bij toevoeging van 5 en 10 % vet geen invloed, indien hij het eiwitniveau variëerde van 14 - 18 %. Abernathy werkte in ongeveer hetzelfde verhoudingsgebied als Perry. Tabel B toont, bij een relatief dalend eiwitniveau, dat de maximaal opneembare energiehoeveelheid vermoedelijk de factor is die de groeisnelheid weer doet afnemen.

In de literatuur (168) wordt melding gemaakt van proeven van Baird en Lawrey, welke onderzoekers beiden een duidelijke groeiremming vonden, indien het eiwitpercentage niet werd verhoogd. Er is dus nog geen duidelijk inzicht verkregen in het belang van het eiwitniveau bij vettoevoeging aan varkensvoeder. Wel is het duidelijk, dat voor varkens de cal/eiwitverhouding minder kritisch is dan voor pluimvee.

2.2.4. Vervetting en dikker rugspek

Vervetting benadeelt de vlees/vetverhouding, verlaagt de produktkwaliteit en beïnvloedt de totale vleesafval tengevolge van vetverwijdering. Iets dikker rugspek heeft grote invloed op de totale hoeveelheid spek en het daarmee verbandhoudende marktbederf.

Theoretisch is duidelijk dat te grote energie/eiwitverhouding de vetafzetting bevordert. Toch is dit in de literatuur niet goed aan te tonen. Cornelissen (6) vindt, dat in de proefverslagen de toename van de dikte van het rugspek niet altijd optreedt.

Tabel E, volgens Perry (24)

Vetpercentage bij 2 eiwit % en dikte van het rugspek

Vetpercentage	0	10	15	20
Spekdikte 14% eiwit	100	114	115	125
Spekdikte 18% eiwit	97	103	110	117

Als toevoeging op de gegevens van Tabel E vermeldt Perry, dat bij 5 % vet 14 - 18 % dikker rugspek werd gevonden. De verhoudingscijfers van de twee reeksen in Tabel E zijn beide gebaseerd op de basis 5 % vet en 14 % eiwit is gelijk aan 100. De verdikking van het rugspek is dus vooral bij een laag eiwitniveau zeer aanzienlijk (Perry, 24). Bij het eiwitniveau van 18% geeft 10% vet ten opzichte van het O-object een lagere toename van 6 % (dat is echter reeds 6 kg per 100 kg spek). Of het verschil tussen de cijfers der twee eiwitniveaux, met name voor 10 % vet, reële betekenis heeft, wordt niet vermeld. Heitmann (6) vond, dat bij gelijk cal/eiwit-niveau verhoging van het vetpercentage, aanleiding geeft tot iets dikker rugspek. Abernathy (6) vermeldt eveneens toename en Cornelissen (6) vond bij 5% vet geen duidelijke invloed op de spekdikte.

2.2.5. Invloed van vetwaarde op zachte bacon en het emulsie-effect

Door Cornelissen e.a. (6) werd bij toevoeging van 5 % vet en een ten opzichte van het O-object gelijk cal/eiwitniveau, de invloed op groeireactie en spekhardheid van enkele vetten nagegaan.

Aan de hand van enkele eigenschappen zijn de gebruikte vetten gekarakteriseerd, waardoor deze ons een grove benadering geven van de vetwaarde. Normaal is het joodgetal, dat hier volgens de methode Wijs is bepaald, voor rundvet lager, namelijk 35 - 45. Naast de vergelijking van enkele vetsoorten werd nagegaan of door het vet te emulgeren (zeer fijn te verdelen) het nutseffect gunstig wordt beïnvloed. Verder werd bij één object in de A-periode - voederperiode van 42 dagen biggenmeel - destructieviet en daarna in de B-periode kokosvet aan het voeder toegediend.

Tabel F, naar Cornelissen (6)

Karakteristiek der gebruikte vetten

Soort vet	Smeltpunt in °C	J-getal-Wijs	% vrij vet- zuur	Vetprijs
Kokosvet	26	11,3	5,7	-
Destructieviet	45	66	7,7	-
Rundvet	45	54	4,4	-

De proefresultaten zijn in Tabel G gegeven. De verschillen in voederverbruik waren significant, die in groeisnelheid echter niet. Zowel het geëmulgeerde rundvet als de combinatie van eerst destructie en later kokosvet, toonden een goede reactie. Kokosvet heeft een betere verteerbaarheid dan rundvet, wat in de proef en de groeisnelheid tot uiting komt.

Het grote belang van kokosvet is, dat de spekhardheid er door bevorderd wordt. Het joodgetal is ten opzichte van het object 0 % vet in beide gevallen lager. Uit de karakteristiek blijkt, dat het vet een laag smeltpunt met een zeer laag joodgetal combineert.

Door rundvet te emulgeren werd het nutseffect, wat betreft groeisnelheid met 3,5 % en voor voederverbruik met 5 % verhoogd t.o.v. de normale wijze van toediening. Het resultaat vergoedt in deze proef de extra kosten voor het emulgeren van f.5,-- per 100 kg vet. Mogelijk dat ook voor kuikens door het emulgeren van de t.o.v. rundvet minder verteerbare talk door beter opneembaarheid het nutseffect gunstig wordt beïnvloed.

Tabel G, naar Cornelissen (6)

Groeireactie van diverse vetsoorten bij toediening 5 % vet
(opfok van 24 naar 75 kg)

soort vet	groeisnelheid	voederverbruik	joodgetal W van het spek
geen vet	100	100	67
kokosvet	105	90	59
rundvet	103,5	94	68,5
destructievet	-	-	-
geëmulgeerd rundvet	107	89	68
periode A destructievet	107	89	62
periode B kokosvet			

2.3. Vet in voer voor herkauwers

Wat betreft herkauwers zijn niet veel gegevens bekend. Voor de melkstal, waar het krachtvoer tijdens het melken wordt gegeven, heeft vettoevoeging voordeel, omdat door het geconcentreerde voedsel de nodige hoeveelheid nutriënten sneller genuttigd wordt (26). Bij de opfok van jong vee is de groeisnelheid door vettoevoeging te verhogen. De invloed van vet op het melkvetgehalte, is reeds besproken. Deze reactie wordt vooral verkregen door toediening van harde vetten als bijvoorbeeld palmvet en cacao(9).

VETBEHANDELING

1. Transport en overslag

Kathman (16) van Procter en Gamble bespreekt het transport en de opslag van vet, terwijl de industrie Simon Ltd. (21) enige voorwaarden vermeldt waaraan installaties en buizen moeten voldoen. Deze gegevens worden hier samengevat.

Het transport van vet vindt hoofdzakelijk plaats als bulk in tanks. Voor zeetransport betreft dit tanks van 300 ton of groter, het plaatselijke wegtransport geschiedt via tanktrucks. Overslag van de bulkklading gebeurt door verpompen. Bij trucks kan, door deze op een schuine helling te rijden tevens de zwaartekracht benut worden. Om geschikt te zijn voor verpompen wordt het materiaal door verwarming op voldoende vloeibaarheid gebracht. Bij geringe afkoeling, afhankelijk van afstand, bulkmassa en jaargetijde is vaak geen verwarming nodig.

Dierlijk technisch vet moet tot ongeveer 80°C verwarmd worden. Dit geschiedt via een stoomleiding. Een zo economisch mogelijk warmtesysteem moet worden nagestreefd, hetgeen vooral afhankelijk is van de circulatie, die de verwarmingsduur beïnvloedt. Om de circulatie of warmteverdeling te bevorderen worden de verhittingsbuizen boven in de tank aangebracht. Verder verdient het aanbeveling de leiding plaatselijk verticaal door het vet te laten lopen, zodat stromingskanalen ontstaan. Door het gesmolten vet van onder naar boven om te pompen kan de circulatie nog worden bevorderd. Vaak vindt het leegpompen in twee etappes plaats, waarbij voor het leegpompen de restanten bij hoger temperatuur gesmolten worden.

Bij de verwarming bestaat er gevaar, dat door de uitzetting van het vet de tank overloopt. Dit komt, omdat bij het transport de tanks totaal gevuld moeten zijn, daar anders de lucht die in het materiaal intreedt verderf veroorzaakt.

2. Opslag en leidingen

Wat de houdbaarheid tijdens de opslag aangaat wordt verwezen naar hoofdstuk III,4. Samenvattend kunnen we zeggen, dat het vet voldoende gestabiliseerd moet zijn, geen water mag bevatten en hoge temperaturen moeten worden vermeden.

Het water is zowel de vijand van het vet als van de installaties. Doordat de stabiliserende stoffen in het water oplossen krijgen de oxydaties vrij spel. Deze reacties geven corrosie van het metaal en bewerkstelligen de vorming van vuilneerslag ("sludge and wear").

Door de corrosie en de zeepvorming van vetzuren met het metaal ontstaan vaste deeltjes, die vooral bij aanwezigheid van water, met het overige aanwezige vuil, als vezeltjes, stukjes been en haar, samenklonteren. Om het vuil af te voeren moet de opslagtank een bodem bezitten die trechtervormig is, of een sterk schuine stand heeft zodat water en vuil op het laagste punt via een kraan zijn af te voeren. Nadat de tank leeg is moet deze met loog of door schoonspuiten met heet water, worden gereinigd. Indien geen maatregelen tegen vervuilingsslib worden genomen verstopt de aanvoerleiding naar de menger en wordt de nauwkeurigheid en bedrijfszekerheid van dosceerinrichting en sproeier aangetast.

Reeds in kleine hoeveelheden kan water tot deze vetvervuiling aanleiding zijn. Lekkage van de stoomleiding en watercondensatie langs de wand der ketel zijn vaak voorkomende oorzaken dat water toetreedt.

Ter vermindering van corrosie is de keuze van het metaal voor opslagtank en leidingen van belang. We moeten hier twee eisen stellen; enerzijds mag het metaal weinig corrosie-gevoelig zijn en anderzijds moeten de kosten zo laag mogelijk blijven. Aluminium en roestvrij staal zijn qua investering te duur. Koper, koperhoudende legeringen en zacht staal corroderen zeer gemakkelijk. Ook metaalcombinaties waardoor galvanische activiteit optreedt, zijn niet geschikt. Voor de opslagtank wordt door Kathman (16) "1/8 inch carbon steel" aanbevolen. Bij gebruik van een betonnen silo dient deze om verweking te voorkomen, met metaal te zijn afgedekt (21).

Wat de buisleidingen aangaat geeft Simon Ltd. (21) de volgende voorwaarden, die waarborgen dat het gevaar voor verstopping gering is, terwijl de buizen na losschroeven zijn schoon te maken;

1. diameter ongeveer 5 cm
2. geen scherpe hoeken
3. geen koper of messing
4. flensbevestiging.

Kathman (16) wijst erop dat de buizen, indien ze buiten gebruik zijn, moeten worden leeggeblazen.

3. Aanvoer en toevoeging

Sociaal gezien vraagt technisch vet, dat een kwalijke geur bezit, een wijze van bewerking waarbij het stankbezwaar voor de arbeid minimaal is. Door van buizentransport gebruik te maken is hieraan te voldoen.

Via buizen wordt het vet van tank naar mengmachine gevoerd. Daartoe dient het van zodanige viscositeit te zijn dat transport in vloeibare vorm mogelijk is. Simon Ltd. (21) noemt voor de opslagtank een bewaartemperatuur van 45 - 50°C.

Wij moeten echter altijd er voor waken dat de bewaartemperatuur gezien de houdbaarheid verantwoord is (7).

In een overzichtsartikel (21) worden de problemen van toevoegen en mengen besproken. Bij de inmenging van het vet in het meel moet de vloeibaarheid zo zijn, dat het vet voldoende homogeen door het meel verdeeld kan worden. De viscositeit moet niet alleen op het moment van toevoeging goed zijn, maar ook gedurende de tijd van het mengproces, waarbij het vet warmte met het meel uitwisselt. Vooral in de wintertijd koelt het vet bij toevoeging van het koude meel snel af, waardoor meelkogels of vetballen in de menger ontstaan (16). Daarom is een systeem ingevoerd, waarbij zowel het meel als het vet worden voorverwarmd. Kathman noemt voor de zomer een meeltemperatuur van 60°C voldoende, maar adviseert voor de wintermaanden 100°C .

De voorverwarming van het mengproces kan dus plaats hebben zowel door de verwarming van het vet als van het meel. Indien alleen het vet voorverwarmd wordt, moet de sterkte van de verwarmingskabel langs de toevoerleiding naar de menger toe worden opgevoerd. Er worden hierbij vaak zeer hoge temperaturen gebezigd die vermoedelijk, gezien de bewaarbaarheid van het mengvoer, niet geheel verantwoord zijn. Indien ook het meel verwarmd wordt kan dit plaats vinden door verwarming der aanvoervijzel. In het geval dat het meel van een voorgaande behandeling, als bijvoorbeeld malen of drogen nog warm is, kan deze warmte voor de vetmenging worden benut. Soms maakt men gebruik van een menger die een dubbele wand heeft, waardoor afhankelijk van de noodzaak het meel verwarmd of gekoeld kan worden.

De toevoegtemperatuur is naast de meeltemperatuur afhankelijk van de methode waarop het vet wordt ingemengd. Door krachtige wrijving in de menger kan zelfs teveel warmte ontstaan, die om oxydaties te voorkomen, door koolen moet worden verwijderd.

Er zijn diverse mogelijkheden van toevoeging (21, 16):

1. Toediening na verwarming tot 30 à 40°C , waarbij het vet kneedbaar is. Indien het vet vliezige weefselstructuren bevat, n.l. bij niet uitgesmolten vet, moet het tevoren door een wolf worden gemalen, daar anders deze weefseldelen het aggregaat der menger verstoppem.
2. Het vet wordt op de gewenste temperatuur gebracht, waarna men het via een geperforeerde plaat ter hoogte van het meel in de werkende menger laat druppelen (16). Soms laat men het in een dunne straal langzaam inlopen. Vooral bij deze eenvoudige methoden van vloeibaar inmengen moet worden voorkomen, dat het vloeibare vet niet langs de kant der menger gaat lopen. Daartoe dient men in de eerste plaats te zorgen dat toegediend wordt op een plaats in de menger waar het meel goed door elkaar gemengd wordt.

3. Het vet wordt via een sproeidop in het meel verstoven. Dit wordt als een goede methode aangemerkt. De methode heeft echter het nadeel dat de sproeier gemakkelijk verstopt door vuilophoping. De door de verstui-ving optredende temperatuursverhoging zou de verstopping bevorderen.
4. Naast de bovengenoemde directe toevoegingen kan het vet ook worden voor-gemengd waarbij het aan een drager bijvoorbeeld sojaschroot, wordt toe-gevoegd. Deze voorgemengde concentraten bezitten goede stroom- en do-seereigenschappen, waardoor het vet zeer gemakkelijk is in te mengen. De gebruikte drager moet de eigenschap bezitten het vet gemakkelijk aan het meel af te staan. Hoewel deze methode de mengproblemen elimi-neert is het doordat twee maal gemengd moet worden en men bij de voeder-samenstelling van de drager afhankelijk is, niet voordeliger. De speci-ale bewerkingen als vetemulsie- en aërogelmethoden zijn als voormengin-gen te beschouwen.

4. Mengen

Nadat grove menging heeft plaatsgevonden wordt aan het mengproces de eis gesteld dat de meelklompjes met hoger vetpercentage vet afstaan aan het overige meel tot uiteindelijk een homogene verdeling verkregen is.

Of deze fijne, regelmatige verdeling bereikt is kan men nagaan door een kleine hoeveelheid meel op een glasplaat uit te smeren. Als op het glas geen optisch zichtbare vetstrepen te constateren zijn (strichvrijheid), is aan een goede menging voldaan.

Nodig is een intensieve kortdurende menging waarbij de grootte der deel-tjes (herkauwerbehoefte) niet wordt aangetast. De grove vetdeeltjes die door meelstof zijn afgeschermd moeten snel en steeds weer worden gebroken. Bij een te lange mengduur bestaat er kans op beschadiging van de vitaminen. De mengtijd is niet alleen afhankelijk van de machine maar mede van het vetpercentage en de structuur van het veevoeder. Men zal zich bij de men-ging dus moeten instellen op de speciale eisen van het mengsel.

Met een normale menger zijn toevoegingen van kleine vloeistofhoeveelheden in te werken, hoewel het probleem der klompvorming het niet gemakkelijk maakt. Bij toevoeging van stroperige melasse of vloeibaar vet worden bij de normale mengmethode geen goede resultaten verkregen. De klompjes meel worden niet verbroken en bij de inmenging van vet vormen zich in de draai-ende mengtrommel vetkogels, waarin het vet blijft opgesloten.

Een systeem van passieve menging, waarbij het meel door zwaartekracht in de ronddraaiende trommel door elkaar valt, is totaal onvoldoende. Bij ge-bruik van een spiraalaandrijving worden de vetklompjes maar ten dele ge-broken.

Mengaggregaten die veel door het meel slaan kunnen pastavorming geven en tasten de grootte der meeldeeltjes aan. Voor een goede vetmenging is een actief mengsysteem nodig waarbij zowel in axiale als radicale richting menging plaats vindt.

Door Niesar (21) wordt op basis van proefnemingen een laas gebroken voor het systeem Lëdige. Bij deze machine draaien ploegschaarachtige schoepen bij een hoog toerental tussen de in de trommel op de wand staande matrijsborden. Door de brede schoepen ontstaat zowel horizontale als verticale menging. Bij de horizontale menging wordt het meel door de gaten der matrijs geperst.

Door Nauta is een menger ontworpen, waarbij voor vloeibare microcomponenten in de menger een aparte voormenging aan de definitieve menging voorafgaat. Onder in het omgekeerde kegelvormige mengreservoir bevindt zich een door de wand lopende holle as, die op het uiteinde een sproeidop met verdelingsvleugels bevat. Door de holle as wordt de vloeistof ingevoerd en daarna door de ronddraaiende vleugels klompvrij voorgemengd. De voormenging komt binnen het bereik der mengspiraal, die de definitieve menging verricht.

De problemen van de vetmenging vertonen overeenkomst met de melassemenging. Vele fabrikanten bevelen hun melassemenger dan ook tevens aan voor vetmenging. Een menger die zowel vet als melasse goed inmenkt is met het oog op investering en bezettingsgraad het meest aan te bevelen. De geconcentreerde vetprodukten, door voormenging verkregen, geven weinig mengproblemen. De fabricagekosten zijn echter hoog en dus gaat de voorkeur uit naar een directe inmenging van het vet.

5. Speciale voorbereidingen

5.1. Aërogelmethode

Baltes (1) propageert, zonder echter op de kostenconsequenties in te gaan, deze methode. De bereiding vindt plaats in een drukkoeler. In een continu-proces wordt onder indirecte koeling, vloeibaar vet met stikstof of een ander indifferent gas door mechanische menging in een homogene fijnverdeelde vorm gebracht. Na het verlaten der drukkoeler stolt de vloeistof tot een homogene plastische massa.

De voordelen van aërogelvet zijn dat het materiaal, daar geen zuurstof kan toetreden, tegen bederf gevrijwaard is, terwijl door de fijne verdeling en plastische vorm een snelle gelijkmatige menging mogelijk is, waarbij het indifferente gas weer ontwijkt.

5.2. Eiwitcoating

Door Streuter (29) wordt de vervaardiging van kunstmelkpreparaten besproken. Sommigen noemen de methode wel, om deze als voormenging van het vet te bezigen. Door intense menging van vet met mager melkeiwit worden de kleine vetdeeltjes door een eiwit-membraan omsloten en daarna tot poeder gedroogd. Voor de fabricage van kunstmelk wordt aan het gedroogde materiaal water toegevoegd waardoor een emulsie ontstaat met ongeveer dezelfde fysisch-chemische structuur als melk.

Onder druk worden bij een bepaald constant temperatuurniveau ingedamppte dikmelk en vet gehomogeniseerd, waarna het in een verstuivingsdroger wordt gedroogd. De kunstmelkpreparaten worden als droge concentraten, die tot 60% vet bevatten, vervaardigd. Gezien de verteerbaarheid voor jong vee moet het smeltpunt van het vet ongeveer 37°C bedragen.

Door deze wijze van bewerking is het vet tweemaal zo duur, maar als melkvervanger zijn deze preparaten rendabel. Daar deze gedroogde emulsies gemakkelijk te mengen zijn, eenvoudige opslag toestaan, en verder lange tijd houdbaar blijven, ontstond er interesse in deze methode. Ook uit voedingsoogpunt, namelijk dat het vet de koolhydraten en het eiwit niet voor de verteringsenzymen afsluit, verdient het theoretische overweging.

6. Vettoevoeging aan korrels

In steeds meerdere mate wordt het mengvoeder tot korrels, brokjes of schilfers geperst. Vettoevoeging aan het meel heeft echter een nadelige invloed op de hardheid en de stabiliteit van het geperste materiaal. Het vet verlaagt de inwendige wrijving waardoor de druk op het meel te laag is, terwijl de hechting tussen de deeltjes ook in directe zin door het vet wordt belemmerd. Voor het persen van stabiele korrels moeten we dus een grens stellen aan het vetpercentage van het te persen materiaal. Dit toelaatbare vetpercentage ligt lager dan de uit oogpunt van nutseffect optimale vethoeveelheid. Meel met een vetpercentage hoger dan drie procent geeft in het algemeen te zachte korrels. Bij lagere vettoevoegingen, die uit het oogpunt van stofbinding worden toegepast, ondervindt men echter geen moeilijkheden.

Door aanpassing der perstechniek is het mogelijk het toelaatbare percentage enigermate te verhogen. De firma Sprout Waldron noemt hiertoe de volgende maatregelen (33):

- 1 vergroting van de diameter en de lengte van de matrijsgaten der pers
- 2 voorverwarming van het meel
- 3 het gelatineren van het meel door stoombehandeling
- 4 het verkleinen van de meeldiameter door fijner malen
- 5 toevoeging van een stof, die het hechtend vermogen vergroot

Het vergroten van diameter en werk lengte der korrel door groter matrijsgaten, is uit kostenoverwegingen nog de beste maatregel, maar dit geeft voor pluimvee gezien de gewenste kleine korrels geen oplossing. Stoombehandeling en fijner malen zijn, door de sterke verhogende invloed op de kostprijs economisch niet verantwoord. Door deze veranderingen is het vetpercentage maar tot vijf procent op te voeren, terwijl men in de praktijk vaak tien procent vet wenst toe te voegen.

Sprout Waldron heeft het probleem opgelost door een totaal andere techniek toe te passen (33), waarbij het vet niet aan het meel maar na het persen aan de korrels wordt toegevoegd. Het bleek namelijk, dat door vettoevoeging achteraf aan goede harde korrels de stabiliteit der korrels niet minder wordt maar integendeel eerder nog toeneemt, terwijl het vet in voldoende mate door de wand der korrels wordt opgenomen. Volgens dit systeem is tot tien procent vet aan het mengvoeder toe te voegen.

Deze nieuwe methode heeft het beste resultaat indien een klein deel van het vet voor het persen en het restant nadien over de korrels wordt toegediend. Door toevoeging van bijvoorbeeld één procent vet aan het meel wordt, door het smerend effect van het vet de productiecapaciteit der pers verhoogd en de slijtage aan de rollen en gaten verminderd zonder dat de stabiliteit der korrels wordt aangetast.

De geperste korrels uit meel met een kleine vettoevoeging, worden na het persen eerst gekoeld en gezeefd, waarna de gezeefde korrels, over een cascade geleid omlaag vallend, met warm vet worden bespoten. Toevoeging van het vet aan de warme korrels direct na het persen is niet mogelijk daar dan door de snelle absorptie het vet onregelmatig over de korrels wordt verdeeld. Nadat het vet aan de korrels is toegediend worden de korrels in een trommel rondgedraaid om de verdeling van het vet te bevorderen, terwijl door afkoeling het vet wordt gehard. Soms worden de korrels nog naar een droger vervoerd en verwarmd om de vetabsorptie te bevorderen waarna nog eens wordt gekoeld. Door deze perfectionering der methode worden de kosten echter hoger.

De kosten van vettoevoeging na het persen zijn iets hoger dan bij toevoeging aan het meel, maar alleen langs deze weg is de waardeverhoging van het voeder door toevoeging van de optimale hoeveelheid vet te verkrijgen.

L I T E R A T U R L I J S T

- | | | |
|----|---|---|
| 1 | Baltes, J. | Fett als Mischfutterkomponente.
Kraftfutter, maart 1959, p.72 |
| 2 | Barth, K. | Fetteinsatz im Kalbermastfutter.
Futter und Fütterung, oct.1959,p.81 |
| 3 | Clausen, P.D. | Über den Einsatz von Fettvormischungen.
Kraftfutter, maart 1959, p.78 |
| 4 | Cornelissen, J.P. | De opname van kokosvet, destructievet,
rundvet en rundvet met emulgator in het
voeder van mestvarkens.
Wetenschap en praktijk, C.L.O.,
febr. 1959, p.14 |
| 5 | Cornelissen, J.P. | Gewichtstoeneming, voederverbruik en
slachtkwaliteit van mestkuikens onder in-
vloed van 5 % destructievet.
Voeding, jan.1959, p.28 |
| 6 | Cornelissen, J.P.,
Boogaardt en Blom | De invloed van 5 % vet in het voeder op
groei, voederverbruik en slachtkwaliteit
van mestvarkens.
Landbouwkundig Tijdschrift, dec.1959,
p.791 |
| 7 | Dinussen, W.E. | No advantage found in addition fat to oat
pellets.
Bimonthly Bull. North Dakota Exp.
Station, nov.-dec.1958 |
| 8 | Doty, H.O. | Use of fats and oils in formula feeds.
Feedstuffs, 19 juli 1958, p.28 |
| 9 | Gaschler, A. | Nahrungsfett in der Mischfutterherstellung.
Kraftfutter, juli 1958, p.192 |
| 10 | Hathaway, H.D.,
Burnett en Patterson | Effects of certain composition and source
variables on wholesomeness of fat for feed.
Feedstuffs, 10 jan.1959, p.34 |

- | | | |
|----|----------------|---|
| 11 | Heiman, V. | Nutrition and feeding of dogs.
Feedstuffs, 14 febr. 1959, p.18 |
| 12 | Iwema, S. | De Amerikaanse voederwaardemaatstaf.
Veeteelt en Zuivelberichten, nov. 1958 |
| 13 | Iwema, S. | Enkele aspecten van de Amerikaanse vee-
voeding.
Landbouwkundig tijdschrift, nov. 1959
p.637 |
| 14 | Jaarverslag | Jaarverslag Productschap voor margarine,
vetten en oliën 1959. |
| 15 | Jaarverslag | Jaarverslag Unilever 1959. |
| 16 | Kathman, A.J. | Fat handling.
Pelleting; Proc. Feed Prod. School,
1959, p.122 |
| 17 | Kroeske, D. | Zachtheid van bacon.
Veevoeding; Cursus Directie Land-
bouwonderwijs, 1956, Min.L.V.en V. |
| 18 | Marktberichten | Handels- en Marktberichten.
Landbouw-Economisch Instituut,
Afd. Statistiek. |
| 19 | Marktberichten | Mondelinge gegevens.
Makelaarskantoor Bessem en de
Schepper. |
| 20 | Marktberichten | The feed market.
Feedstuffs (wekelijks) |
| 21 | Niesar, K.H. | Die Mischtechnische Verarbeitung von
Fetten und Ölen.
Kraftfutter, nov. 1958, p.337 |
| 22 | Niesar, K.H. | Fette und ihre Qualitätsbeurteilung.
Kraftfutter, dec. 1959, p.415 |

- 23 van Oss, J.F.
en van Oss Handboek Warenkennis en Technologie, Deel IV
Amsterdam 1957
- 24 Perry, T.W.,
Kennington en Beeson The addition of animal fat to swine rati-
ons.
Feedstuffs, 14 febr. 1959, p.26
- 25 Redactie Feedstuffs No advantages reported in addition of fat
to oat pellets for swine.
Feedstuffs, 3 jan. 1959, p.89
- 26 Redactie Feedstuffs Texas researchers report on tests of fat
in dairy feed.
Feedstuffs, 21 febr. 1959, p.96
- 27 Redactie Kraftfutter Nahrungsfett in der Mischfutterherstellung.
Kraftfutter, sept. 1958, p.254
- 28 van Setten, A. Gegevens Weltwirtschaft Archiv Hamburg.
Het Financiële Dagblad, febr. 1960
- 29 Streuter, A. Fettkonzentrate auf der Basis gesprühter
Trockenmagermilch.
Kraftfutter, maart 1959, p.76
- 30 Tagwerker, F. Die Bedeutung von vit.E für die Tierernäh-
rung.
Kraftfutter, maart 1959, p.80
- 31 Terpstra, K. Vetvertering bij pluimvee.
Wetenschap en praktijk; C.L.O.,
febr. 1959, p.37
- 32 Vögeli, H. Nahrungsfett in der Mischfutterherstellung.
Kraftfutter, nov. 1958, p.334
- 33 Walter, W.E. Adding fat to feeds.
Feedstuffs, 8 nov. p.7 en 13 dec. 1958,
p.66