

**RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION VOOR VEE-  
VOEDERONDERZOEK WAGENINGEN.**

---

**Voorloopige onderzoekingen over het dijvermogen  
van lijnkoek en lijnmeel.**

DOOR

**DR. JOH. A. EZENDAM.**

(Ingezonden 29 Januari 1925.)

---

Het „dijen” van lijnmeel wordt veroorzaakt door het plantenslijm, dat in de buitenste laag (epidermis) van de zaadschil van lijnzaad voorkomt. Aan een goed dijvermogen, de eigenschap dus van lijnmeel om met water tot eene dikke slijmige brij op te zwellen, wordt in de praktijk groote waarde gehecht. De gunstige werking, die het geplette lijnzaad, de lijnkoek en het lijnmeel op de spijsvertering der dieren uitoefenen wordt hoofdzakelijk aan het plantenslijm van het lijnzaad toegeschreven.

Dr. BÖHMER <sup>1)</sup> zegt hieromtrent het volgende: „Da die Leinkuchen vornehmlich als diätetisches Mittel zur Regelung und Förderung der Verdauungstätigkeit verwendet werden so hängt ihr Wert weniger vom Gehalt an Protein, als vielmehr von den eigentümlich wirkenden Stoffen (Amygdalin u. a.) insbesondere von dem Öl- und Schleimgehalt ab und die Menge des Schleimes lässt sich methodisch nicht genau ermitteln”.

Lijnkoek en lijnmeel zijn in ons land zeer geliefde voedermiddelen. Men betaalt er meestal de hoogste prijzen voor. In dit najaar was de prijs van lijnkoek ongeveer f 15 tegen die van raapkoek f 9,25. Beide voedermiddelen hebben ongeveer dezelfde gehalten aan eiwit en vet. Of dit groote prijsverschil een juiste maatstaf is voor de meerdere waarde van lijnkoek en of de veehouder niet met voordeel een deel van de lijnkoek door goede gezonde raapkoek zou kunnen vervangen, laat ik hier buiten beschouwing. Dit prijsverschil toont duidelijk de groote beteekenis aan, die men hier te lande aan den goeden invloed op de spijsvertering door het voederen met lijnkoek- en -meel, hecht.

---

1) Dr. C. BÖHMER. Die Kraftfuttermittel blz. 439.

Nu leest men in vrijwel alle boeken over veevoeding, dat het slijmgehalte afhankelijk is van de wijze van bereiding. Het lijnmeel van die fabrieken, die met vetoplossende middelen de olie uit het lijnzaad winnen, wordt geacht een geringer slijmgehalte te bezitten. Warm persen beschouwt men ook als nadeelig voor het slijmgehalte.

Eigenlijke proeven hierover zijn niet genomen; ik heb daarover althans in de mij ter beschikking staande literatuur geene mededeelingen aangetroffen.

Over de meeningen, die hieromtrent bestaan, heb ik getracht nadere gegevens te verkrijgen.

Prof. KELLNER <sup>1)</sup> schrijft eene verminderde slijmigheid toe aan het leiden van stoom door het gemalen zaad in verschillende fabrieken, waardoor de slijm laag tot zwelling wordt gebracht. Bij het naderhand drogen zou dan de slijm in eene vaste broze massa veranderen, die het vermogen om op te zwellen verloren had.

Om na te gaan of het lijnzaadsljm na met water tot zwelling te zijn gebracht en daarna gedroogd te zijn, het vermogen om weder op te zwellen verliest, deed ik de volgende onderzoeken:

Lijnzaad werd met warm water behandeld, totdat het slijm geheel gezwollen was. De slijm werd grootendeels door een gaasje afgelitreerd en op een waterbad droog gedampt. Daarna werd nog gedurende 2 uur bij 105° C. in een droogstroof nagedroogd, waarna de stof absoluut droog was. Aan de droge stof werd water toegevoegd, waarna direct zwelling optrad, zoodat na korten tijd eene slijmige massa werd verkregen die op 't oog niet minder slijmig was dan het slijm waarvan werd uitgegaan.

Verder werden twee monsters lijnkoek, waarvan het eene bestond uit onder mijn toezicht in de fabriek koud geperste koek en het andere uit warm geperste koek, als volgt behandeld:

Door 25 gram van elk dezer monsters werd gedurende twee uren stoom geleid. Beide monsters waren toen in een dik slijmig papje veranderd. Toen werd scherp gedroogd, zoodat er een harde korst overbleef. Na vermenging met warm water vormden beide monsters weder een slijmige brij. Verschil in gedrag van de koud en warm geperste lijnkoek was niet waar te nemen.

De meening, dat lijnzaadsljm, dat eenmaal tot zwelling is gebracht (door stoominleiding of anderszins) en daarna gedroogd is, het vermogen tot weder opzwellen verliest, werd door bovengenoemde onderzoeken niet bevestigd.

Uit de laatste van bovengenoemde proeven blijkt ook niet, zooals wel wordt gemeend, dat warm persen een zeer nadeeligen invloed op het slijmgehalte resp. zwellingsvermogen heeft.

Ook door direct behandelen met warm water of koud water van beide bovengenoemde monsters is er geen verschil in slijmigheid waar te nemen tusschen de koud geperste en warm geperste lijnkoek.

1) Prof. O. KELLNER, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, blz. 355.

Over den invloed van het gebruik van een extractiemiddel bij het ontvetten van het lijnzaad op de slijmigheid van het dan overblijvende lijnmeel zegt o. a. Prof. HONCAMP <sup>1)</sup>:

„Leider scheint die Gewinnungsweise nicht ohne Einflusz auf den Schleimgehalt dieser Rückstände zu sein, und zwar insofern, als der Gehalt der Extraktionsrückstände hieran vielfach geringer sein soll.“

Om den invloed van de extractie na te gaan werden bovengenoemde warm geperste en koud geperste lijnkoeken met tetrachloorkoolstof geheel ontvet en daarna bij 100° C. gedroogd. Bij aanmenging met water bleek de slijmigheid zeer goed te zijn. Een waarneembare invloed van het extractiemiddel was niet te constateeren.

De voor bovengenoemde onderzoekingen gebruikte monsters werden alle goed fijn gemalen.

Deze onderzoekingen bevestigden niet de meeningen, die daarover in de praktijk heerschen en die ook in de meeste boeken over veevoeding worden aangetroffen.

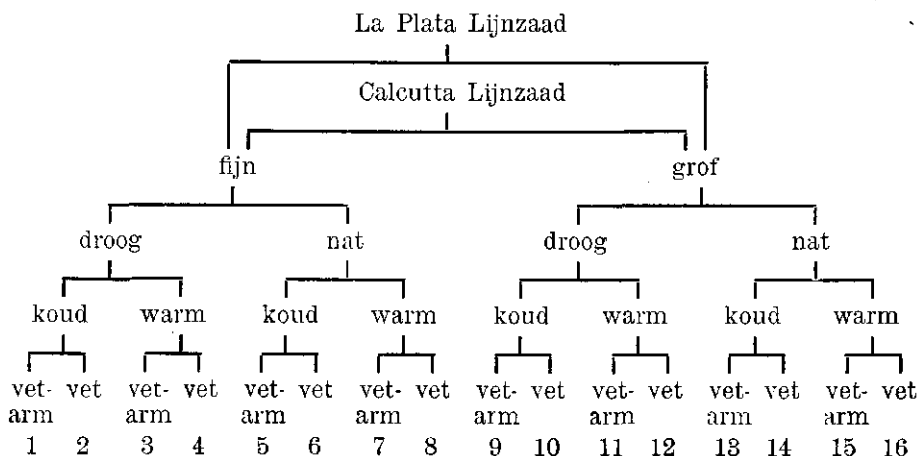
Dit deed mij besluiten, deze onderzoekingen voort te zetten met lijnkoek, die onder mijn toezicht in de fabriek onder verschillende omstandigheden werd bereid.

Ter verkrijging van materiaal werd mij eene oliefabriek zonder eenig voorbehoud ter beschikking gesteld. In die fabriek kon ik gebruik maken van de twee daar aanwezige soorten zaad, nl. la Plata lijnzaad en Calcutta lijnzaad.

Van beide soorten zaad liet ik koeken persen onder verschillende omstandigheden. De verkregen koeken kunnen worden ingedeeld in eene groep bereid uit fijn gemalen en eene andere bereid uit grof gemalen zaad. Elk dezer groepen kan weer onderverdeeld worden in twee groepen, waarvan de eene droog werd geperst en de andere onder toevoeging van  $\pm 8\%$  water. Elk dezer groepen was weer onderverdeeld in twee groepen, waarvan de eene geheel koud werd geperst en de andere warm werd geperst door in den roerketel stoom te leiden, waarbij eene temperatuur van het gemalen zaad van 100° C. niet werd overschreden. Van elk dezer groepen werden tenslotte bij hoogen druk, nl. 280 à 300 atm., vetarme koeken en bij lagen druk, nl. 140 à 150 atm., vetrijke koeken geperst.

Van elk der zaadsoorten verkreeg ik op die wijze 16 koeksoorten, dus in 't geheel 32 verschillende monsters, zooals uit onderstaand schema blijkt:

1) Prof. FRANZ HONCAMP. Landwirtschaftliche Fütterungslehre und Füttermittelkunde, blz. 147.



Eene nauwkeurige methode voor de bepaling van het slijmgehalte van lijnkoek en lijnmeel bestaat er niet, zoodat ik mij voorloopig met benaderende methoden heb moeten behelpen ter verkrijging van een oordeel over de slijmigheid.

Ten eerste werd van elk der 32 bovengenoemde monsters 10 gram afgewogen en gebracht in cylinderglazen van gelijke afmetingen. Vooraf waren de koeken in het laboratorium grof gemalen en wel op zoodanige wijze, dat de fijnheidsgraad van de maling in de fabriek niet werd gewijzigd.

Bij de stof in de cylinderglazen werd nu 200 c.M<sup>3</sup>. warm water gevoegd en flink doorgeroerd. Na verloop van twee uren werd de hoogte van de lijnkoekbrij gemeten. Hoe hooger de zuil van lijnkoekbrij des te beter is het dijvermogen.

De uitkomsten hiervan waren de volgende:

		La Plata Lijnzaad		Calcutta Lijnzaad		
		fijn gemalen.	grof gemalen.	fijn gemalen.	grof gemalen.	
droog	koud	hooge druk .	60 m.M.	40 m.M.	60 m.M.	55 m.M.
		lage druk .	57 "	38 "	57 "	45 "
	warm	hooge druk .	55 "	50 "	59 "	43 "
		lage druk .	55 "	50 "	57 "	40 "
nat	koud	hooge druk .	52 "	42 "	56 "	50 "
		lage druk .	52 "	38 "	45 "	39 "
	warm	hooge druk .	53 "	50 "	60 "	53 "
		lage druk .	54 "	49 "	57 "	54 "

In de 2e plaats werd de slijmigheid afgeleid uit de hoeveelheid water, die door 10 gram gemalen lijnkoek werd opgenomen. Dit onderzoek werd als volgt verricht:

10 gram der monsters gemalen lijnkoek werd in een zakje van fijnmazig neteldoek gebracht en dan in een glas met water opgehangen. Na 5 minuten werd het zakje met de lijnkoek uit het water gehaald. Na eenige minuten als er geen water meer uit het zakje droop, werd het gewogen. Daarna werd het weer gedurende 10 minuten in het water gehangen en na uitdruijen gewogen. Ten slotte werd het nogmaals gedurende  $\frac{1}{2}$  uur in het water gehangen en weder gewogen. De gewichtsvermeerdering geeft dus de wateropname na 5 minuten, na 15 minuten en na 1 uur aan.

De uitkomsten hiervan zijn de volgende:

No.	La Plata Lijnzaadkoek.			Calcutta Lijnzaadkoek.		
	5 min. vocht opname gram.	15 min. vocht opname gram.	1 uur. vocht opname gram.	5 min. vocht opname gram.	15 min. vocht opname gram.	1 uur. vocht opname gram.
1	51	52	53	49	50	51
2	48	49	50	41	41	41
3	45	48	50	55	55	55
4	49	52	54	50	50	50
5	53	55	56	50	51	52
6	47	49	51	40	41	41
7	55	57	58	55	55	55
8	54	54	56	52	52	52
9	37	38	40	51	52	54
10	35	38	40	36	37	38
11	41	43	45	51	51	51
12	39	40	42	48	49	49
13	43	45	46	51	52	53
14	43	45	48	37	38	38
15	45	47	49	50	50	50
16	45	47	49	48	48	48

Uit bovenstaande uitkomsten blijkt, dat de wateropname na 5 minuten van zeer weinig beteekenis meer is. Ik liet de monsters nog een tweede uur in het water staan, waarna geen wateropname meer plaats vond.

In de derde plaats werden 5 gram van elk monster ontvet en daarna met warm water overgoten.

De uitkomsten hiervan zijn in de 3e kolom van onderstaande tabel vermeld.

Ik nam hiervoor 5 gram, omdat ik die ter beschikking had van de later vermelde vetbepalingen. De cijfers zijn onderling vergelijkbaar, doch niet direct met de cijfers uit de 2e kolom, omdat hiervoor 10 gram voor het onderzoek werd gebruikt. Ik heb daarom van 4 monsters het onderzoek herhaald met het oorspronkelijke materiaal en met de geheel ontvette monsters en vond toen voor 10 gram van elk monster:

monster N <sup>o</sup> .	oorspronke lijke stof	ontvette stof
la Plata 1	60 m.M.	60 m.M.
„ „ 9	40 „	45 „
Calcutta 7	60 „	60 „
„ 10	45 „	45 „

Verschillen tusschen het oorspronkelijke materiaal en het ontvette materiaal kon ik niet constateeren.

In de volgende tabel zijn de uitkomsten der drie vorengenoemde onderzoekingen samengevat:

			Koek van la Plata Lijnzaad.			Koek van Calcutta Lijnzaad.					
			Koud water- opname door 10 gram.	Hoogte laag lijn- koekbrij 10 gram stof.	Hoogte laag lijn- koekbrij na extractie 5 gram stof.	Koud water- opname door 10 gram stof.	Hoogte laag lijn- koekbrij 10 gram stof.	Hoogte laag lijn- koekbrij na extractie 5 gram stof.			
			gram.	mM.	mM.	gram.	mM.	mM.			
fijn	droog	koud	{	hooge druk . .	53	60	37	51	60	30	
			{	lage druk . .	50	57	35	41	50	23	
		warm	{	hooge druk . .	54	55	32	55	59	27	
			{	lage druk . .	50	55	32	50	57	25	
		nat	koud	{	hooge druk . .	56	52	35	52	56	26
				{	lage druk . .	51	52	32	41	45	22
		warm	{	hooge druk . .	58	53	37	55	60	28	
			{	lage druk . .	56	54	35	52	57	25	
			gemiddeld . . .		54	55	34	50	56	26	
	grof	droog	koud	{	hooge druk . .	40	40	29	54	55	27
			{	lage druk . .	40	38	28	38	45	21	
warm			{	hooge druk . .	45	50	37	51	43	27	
			{	lage druk . .	42	50	33	48	40	25	
nat			koud	{	hooge druk . .	46	42	27	58	50	26
				{	lage druk . .	48	38	27	38	39	23
		warm	{	hooge druk . .	49	50	35	50	53	28	
			{	lage druk . .	50	49	32	48	54	25	
			gemiddeld . . .		45	45	31	48	47	25	

Indien we de uitkomsten, die in bovenstaande tabel zijn vervat weergeven in grafische voorstellingen (zie fig. I en II), dan blijkt daaruit in de 1e plaats, dat de lijnen I, II, III, overeenkomende met kolom I, II en III der tabel ongeveer parallel loopen. De uitkomsten der verschillende onderzoekingen komen dus vrijwel met elkaar overeen.

Van de lijnkoeken bereid uit la Plata lijnzaad hebben de nummers 1 tot en met 8, dat zijn de koeken bereid uit zaad, dat in de fabriek fijn gemalen werd, gemiddeld een wat grooter dijvermogen dan de koeken bereid uit grof gemalen zaad. Bij de koeken

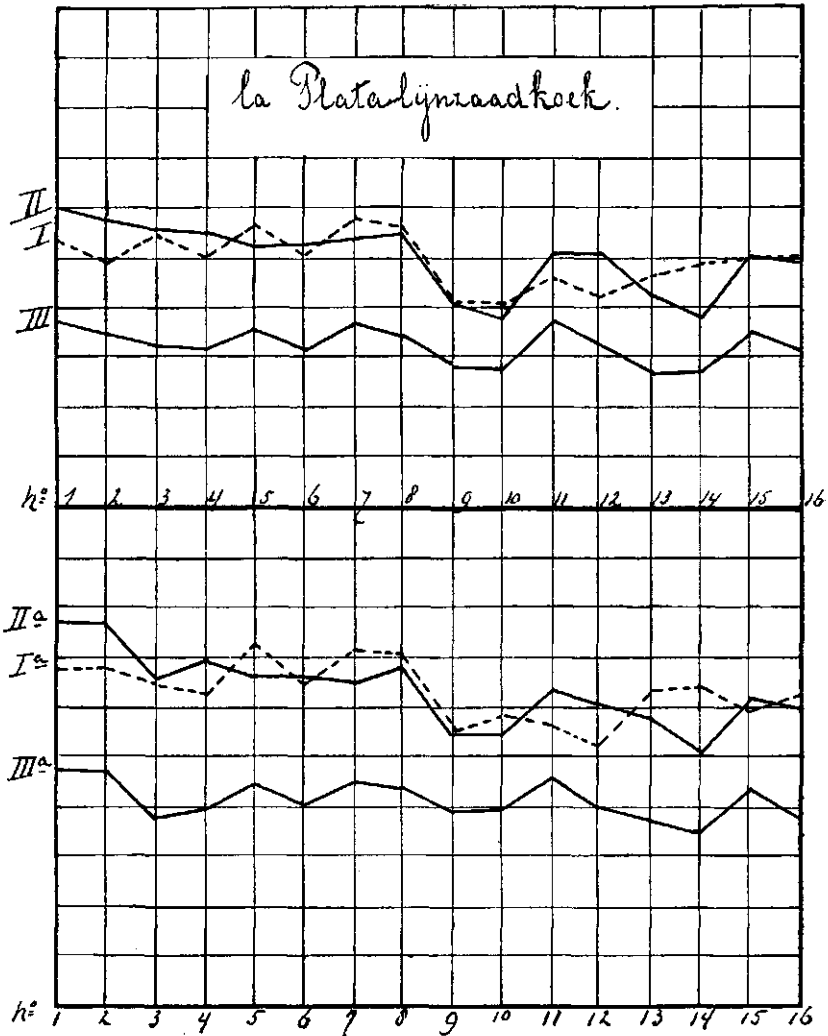


Fig. 1.

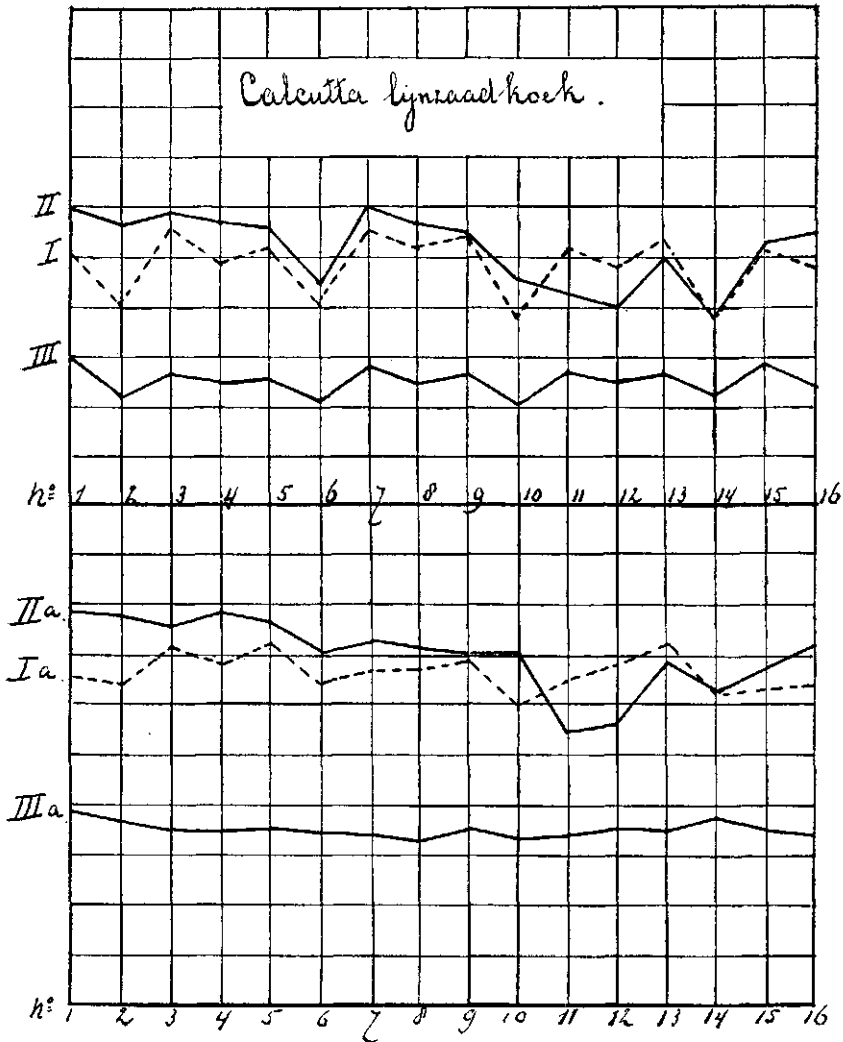


Fig. 2.

uit Calcuttazaad geslagen is dat ook het geval, al zijn de verschillen hier iets minder groot en wat onregelmatiger.

Van de grof gemalen monsters hebben n°. 9, 10 en 13 en 14 van la Plata lijnzaad en n°. 10 en 14 van Calcutta lijnzaad het geringste dijvermogen, dat zijn van la Plata lijnzaad de koud geperste koeken en van Calcutta lijnzaad de koud en bij lagen druk geperste koeken.

Bij koudpersen en dan nog bij lagen druk perst men minder olie uit het zaad, zoodat de veronderstelling voor de hand lag, dat dit monsters met een hoog vetgehalte zouden zijn.



Dit gaf mij aanleiding om van alle monsters het vetgehalte te bepalen en daarnaast tevens het vochtgehalte om de uitkomsten op de vetvrije droge stof te kunnen omrekenen.

De uitkomsten zijn in de volgende tabel vervat:

N <sup>o</sup> .	La Plata Lijnzaadkoek.			Calcutta Lijnzaadkoek.		
	Vocht %.	Vet %.	Vetvrije droge stof %.	Vocht %.	Vet %.	Vetvrije droge stof %.
1	11,1	11,4	77,5	9,9	14,0	76,1
2	10,7	15,4	73,9	8,3	28,8	62,9
3	10,9	6,0	83,1	10,7	12,1	77,2
4	9,5	11,3	79,2	9,7	18,3	72,0
5	11,9	10,0	78,1	9,8	18,4	71,8
6	7,4	15,1	77,5	9,7	26,8	63,5
7	9,9	8,0	82,1	12,1	5,4	82,5
8	10,1	10,9	79,0	10,9	11,3	77,8
9	10,5	17,1	72,4	10,6	11,8	77,6
10	9,8	20,1	69,5	8,0	28,7	63,3
11	10,4	9,6	80,0	10,1	11,3	78,6
12	9,8	9,0	81,2	9,3	20,6	70,1
13	12,6	14,8	72,6	11,2	14,9	73,9
14	13,2	12,3	74,5	9,8	28,5	61,7
15	11,1	7,6	81,3	12,1	8,8	79,1
16	11,4	7,5	81,1	10,6	14,7	74,7

Vergelijken we de cijfers voor het vetgehalte met de grafische voorstelling dan blijken de monsters met het hoogste vetgehalte een geringer dijvermogen te hebben; dit zijn van la Platalinjkoeken de nummers 2, 6, 9, 10, 13 en 14 en van de Calcuttalinjkoeken de nummers 2, 6, 10, 12 en 14.

Voor het onderzoek dier monsters is minder vetvrije stof gebruikt dan voor de andere monsters, immers voor elk monster werd 10 gram, resp. 5 gram voor elke bepaling afgewogen.

Ik heb nu de cijfers voor elk monster omgerekend op de vetvrije droge stof en daarvan eene grafische voorstelling gemaakt.

De lijnen Ia, IIa en IIIa geven deze cijfers weer. Het verloop dezer lijnen komt over 't algemeen overeen met dat der lijnen I, II en III. De verschillen zijn kleiner geworden, hetgeen zeer begrijpelijk is, nu de cijfers berekend zijn voor dezelfde hoeveelheid droge stof van de monsters.

Uit het feit, dat de verschillen zich blijven vertoonen, blijkt evenwel, dat een hoog vetgehalte nadeeligen invloed op het dijvermogen heeft.

Dat het vet een factor is, die het dijvermogen nadeelig beïnvloed, wordt bevestigd door de lijnen IIIa, die voorstellen het dijvermogen van de ontvette monsters berekend voor 5 gram vetvrije droge stof. Deze beide lijnen loopen vrijwel horizontaal, hetgeen dus wil zeggen dat het dijvermogen der ontvette monsters practisch gelijk is. De conclusie, waartoe deze voorloopige onderzoekingen leiden, is, dat het dijvermogen van lijnkoek en lijnmeel geringer is bij een hooger vetgehalte van de koek of het meel. De factoren, die bij de fabriekmatige bereiding van invloed op het vetgehalte zijn, hebben ook invloed op het dijvermogen. Grof gemalen lijnzaad laat zich minder goed uitpersen, zoodat de koek in den regel een hooger vetgehalte zal hebben. Koud persen bij lagen druk geeft de vetrijkste koeken met geringer dijvermogen.

Het geringer dijvermogen is ten deele toe te schrijven aan de kleinere hoeveelheid vetvrije droge stof, doch wordt voor een groot deel veroorzaakt door het vet.

Het vet belet de toetreding van water tot een deel van het plantenslijm, waardoor dit niet tot zwelling komt. Het is een zuiver mechanische invloed.

De verschillende wijzen, die bij de lijnkoekbereiding kunnen gevolgd worden, als grof malen, persen bij hooger en of lageren druk of bij verschillende temperatuur oefenen min of meer invloed uit op het dijvermogen. Het gehalte aan plantenslijm, omgerekend op de vetvrije droge stof, verandert evenwel niet. Het dijvermogen is niet altijd een maatstaf voor de beoordeeling van de hoeveelheid plantenslijm.

De bereidingswijze heeft geen merkbaren invloed op de hoeveelheid plantenslijm, zoodat de kwaliteit van warm geperste lijnkoek of van geëxtraheerd lijnmeel niet achter staat bij op andere wijze bereide koek, voorzoverre althans de kwaliteit van het slijmgehalte afhangt.

In hoeverre andere omstandigheden, dan die zich bij de bereiding voordoen, het slijmgehalte kunnen beïnvloeden heb ik niet nagegaan. Het is wel waarschijnlijk, dat een bederf of de aanwezigheid van schimmel een achteruitgang van het slijmgehalte zal veroorzaken.

Het voor bovengenoemde proeven beschikbare materiaal gaf nog aanleiding voor eenige suikerbepalingen in koud geperste en warm geperste lijnkoek. Deze bepalingen, verricht in het chemisch laboratorium van dit proefstation, gaven practisch geene verschillen. De meening, dat warm geperste lijnkoeken een lager suikergehalte zouden hebben dan koud geperste, werd dus niet bevestigd.

Over het slijmgehalte van lijnzaad van verschillende herkomst heb ik eenig inzicht trachten te verkrijgen door de volgende proeven.

Van vier verschillende lijnzaadsoorten, nl. la Plata lijnzaad, Calcutta lijnzaad, Bombay lijnzaad en Zuid-Russisch lijnzaad werd 10 gram zaad afgewogen en in een zakje van zeer fijn netel-

doek gebracht. Het zakje werd opgehangen in koud water en gewogen, nadat het resp.  $\frac{1}{4}$  uur, 1 uur, 2 uur en 4 uur met het water in aanraking was geweest. Daarna werd het zakje met zaad nog gedurende een kwartier in kokend water gehangen en nogmaals gewogen.

De hoeveelheden water, die na verloop van die tijden werden opgenomen en na uitdruipen werden vastgehouden, waren de volgende:

Lijnzaadsoort.	Na $\frac{1}{4}$ uur gram.	Na 1 uur gram.	Na 2 uur gram.	Na 4 uur gram.	Nog $\frac{1}{4}$ uur in kokend water gram.
La Plata lijnzaad. . . .	15	20	25	31	35
Calcutta lijnzaad. . . .	12	17	18	22	26
Bombay lijnzaad. . . .	11	15	19	20	22
Zuid-Russisch lijnzaad. .	17	18	—	—	27

Deze uitkomsten zouden er op wijzen, dat het slijmgehalte van la Plata lijnzaad het hoogst zou zijn, vervolgens van Zuid-Russisch lijnzaad, dan van Calcutta lijnzaad en van Bombay lijnzaad het laagst.

De methode is evenwel niet zeer betrouwbaar, omdat het plantenslijm reeds vrij spoedig in oplossing gaat en door het zakje heendringt.

Het gehalte aan vetvrije droge stof dezer lijnzaadsoorten liep weinig uiteen, zoodat de verhoudingen van bovengenoemde cijfers, die niet zeer nauwkeurig zijn, geen verandering van beteekenis ondergaan bij omrekening op de vetvrije droge stof. De mededeeling dezer omgerekende cijfers laat ik daarom achterwege. De analysecijfers dezer lijnzaadsoorten deel ik hieronder mede, ook die van de eiwitachtige stoffen, en deze laatste tevens omgerekend op de vetvrije droge stof. Ze demonstreeren de verschillen in samenstelling der verschillende lijnzaadsoorten.

Lijnzaadsoort.	Vet %.	Vocht %.	Eiwitachtige stoffen %.	Eiwitachtige stoffen in de vetvrije droge stof %.
La Plata Lijnzaad . . .	37,8	8,2	22,6	41,9
Calcutta lijnzaad. . . .	41,1	7,1	17,8	34,4
Bombay lijnzaad. . . .	43,4	7,1	19,8	40,0
Zuid-Russisch lijnzaad. .	37,3	8,8	24,4	45,3

Om een betrouwbaarder inzicht te verkrijgen in het slijmgehalte van lijnzaad en lijnzaadproducten is een nauwkeuriger methode voor de bepaling van het lijnzaadsljm noodig. Voor het uitwerken eener zoodanige methode had ik geen gelegenheid, zoodat ik met de mededeeling dezer voorloopige resultaten moet volstaan. Ik twijfel er evenwel niet aan of eene nauwkeurige methode zal bevestigen, dat de verschillende wijzen van bereiding van lijnkoek en dergelijke producten van geen of althans zeer weinig invloed zijn op het slijmgehalte en dat het dijvermogen door mechanische invloeden, als hoog vetgehalte, grof gemalen toestand enz. kan worden verminderd. Het dijvermogen is daarom niet steeds een maatstaf voor de beoordeeling van het slijmgehalte.

---