

嶺南學報 Lingnan Journal (1929-1952)

Volume 2
Issue 3 第二卷第三期

Article 1

January 1931

豆漿之物理及化學性質之研究

Enci ZHAO

Follow this and additional works at: https://commons.ln.edu.hk/ljcs_1929



Part of the Chinese Studies Commons

Recommended Citation

趙恩賜(1931)。豆漿之物理及化學性質之研究。《嶺南學報》，2(3)，1-43。檢自：
http://commons.ln.edu.hk/ljcs_1929/vol2/iss3/1

This Article is brought to you for free and open access by the Scholarly Publications of Lingnan University (Guangzhou) at Digital Commons @ Lingnan University. It has been accepted for inclusion in 嶺南學報 Lingnan Journal (1929-1952) by an authorized editor of Digital Commons @ Lingnan University.

豆漿之物理及化學性質之研究

趙 恩 賜

目 錄

導言

參攷書大要

試驗

物理性質

比重及固體總量

冰點及固體總量

電導及電阻對於固體及灰質之關係

膠黏性及固體總量

乳精及固體總量之屈折指數

透析及其產物

保存性

豆漿之 pH 值

化學性質

由分析所測定之普通成分

脂肪

可溶解於水及可溶解於鹽液之蛋白質

碳水化合物

灰質

浸漬之結果

測定脂肪之方法

豆漿脂肪之成分

豆漿脂肪之特質

豆漿蛋白質之種類

與溶液或乳精之成分

發酵作用對於豆漿之影響

生物學性質

在豆漿中繁殖之普通有機物

維他命(引用參攷書)

酵素(引用參攷書)

討論

提要

導 言

豆漿為一種良好之人造乳，相傳西漢初葉之淮南子首創製之。

(註)民間一般用以代牛乳，因牛乳在我國較為稀罕及價昂。我國製造豆漿及其產物之商店觸目皆是。因其可以飼育嬰兒，故在我國實為一種重要食物，通常亦用以代替肉料及其他重要食品之豆腐原料，和以糖而飲，甚可口；亦可作羹。

二千年來我國人已知利用豆漿，但其得歐美人士之注意者，則自近年始。歐戰時食物缺乏，遂有人從事於此種人造豆漿之改良。

(註)C. A. Piper and W. J. Marse: The Soylean, XV, 329 PP. (Mc Graw Hill, New York) 1923 cf. PP. 218, 234 惟據天祿識餘載淮南王所造者，只為豆腐而非豆漿。

豆漿之蒙科學家的研究也，既甫發軔伊始，故關於此類之參攷書甚少。此次探討之目的在求對於豆漿之物理及化學性質加以審慎之研究。必於其組成及性質具有充分之智識；方可從事於其製造之改良，使能成為一種較良好之食物，以應消費者之需求。我國人以此種人造乳為食物者，何止百萬，況其價值較牛乳為廉，其產物較肉料為經濟。此篇之作，或於我民食前途，不無芹獻歟？

製造豆漿之方法有下列各種：

我國製造方法：黃豆經洗淨污泥及其他雜質後，即浸水中約數小時，通常多越一宵。黃豆自經水浸後即較原來體積膨脹三四倍。此種手續為使提取豆中之「類似蛋白質」(Protein)及研磨工夫較為容易。置豆于磨中加水研磨至幼末止，則得一種與牛乳類似而同時又含有黃豆各種成分之汁液。此種人造乳經布袋濾使與固體微粒分離後，即儲入皿中。

歐美製造方法：弗列斯哥索(Fritze Gossel)，威廉占士瑪勞威斯(William James Melhuish)，約各佛列門(Jacob Freedman)等人嘗努力於改良此種豆漿，欲使之與牛乳之味道，功用及品質相同。除去黃豆之不快氣味可先熟黃豆至相當溫度，或設法除去黃豆所含之油分而代之以芝麻或椰子油。熱時溫度不宜過高，否則黃豆易被烘焦。由此可見屬入豆漿之不快氣味純為一種揮發性物質，並不如前文所謂因豆油而致之。此外黃豆經長時間浸於水中亦可除去此種不快氣味，故知不快氣味完全不因豆油存在而發生，蓋豆油決不因黃豆經過長期浸水而能除去之。不快感之氣味既除去後，可調以各種香料，使成一種極可口之飲料。但無論如何總與牛乳有別。

豆漿之顏色恆隨所用以製造之豆而異。若用「黑眉黃豆」(Black Eye Brow) 則豆漿之色畧帶黝黑，若用「滿洲豆」(Manchu) 則其色略帶淺黃，豆漿觀視之歲與牛乳相似。和以四綠化炭勻搖之則成爲一種濃厚之乳狀液，豆漿中之黃色素亦立即消滅而成純白色與雪花膏相似。置于顯微鏡下細察之，即見一種「複合之乳狀液」(Double Emulsion)。可知豆漿與四綠化炭相似極易與各種液體化成乳狀液。

豆漿中不快氣味及顏色既除去後，可加入爲豆漿所缺乏之某種成分，及使之化成乳狀液，即得一種含有極微細及經乳液化之蛋白質及脂肪而與牛乳相似之極有滋養料之乳液。此種乳狀液之滋養與動物乳無異。

改良豆漿時所加入之物質之分量隨豆漿之成分，濃度及所用之豆而異。哥素(Gossel) 等人所用之摻入物爲脂肪或油，或脂肪及油混合物，糖，氯化鈉(鹽)，重碳酸鈉(蘇打)，檸檬酸，乳酸栽培(Lactic Culture) 等。此外椰子油及芝麻油俱可隨豆漿之性質而加入。摻入之糖可用乳糖，蔗糖或甜菜糖及麥芽糖，但此種摻入物必須與豆漿完全混和。豆漿中往往缺少礦物成分如鈣，鈉，氯等。故豆漿中必須摻以適當之礦物成分以補其缺。如此則豆漿之成分及其滋養可與牛乳相比美矣。

豆漿研究之重要不只在經濟方面，尤有甚者則東方人難于購用牛乳，故在滋養方面亦爲一重要問題。我國人之用豆漿及其產物以代牛乳及肉類者不下數百年，其產物尤多用以飼育嬰兒及鳥類。

表 一

爲阿化華氏(Aithus) 所列，將植物乳及動物乳作一比較。

蛋白質	脂肪	炭水化合物	灰質
豆 漿 五・七六%	二・四六%	一・四〇%	〇・八四%

人乳	一·二五	二·五〇	六·〇〇	〇·二五
牛乳	三·五〇	四·〇〇	三·二五	〇·七五
山羊乳	四·〇〇	四·五〇	四·〇〇	〇·五〇
牝羊乳	五·七五	七·二五	五·五〇	一·〇〇
驢乳	二·五〇	一·五〇	六·二五	〇·五〇
牝馬乳	二·〇〇	一·五〇	六·〇〇	〇·五〇
牝犬乳	七·五〇	八·〇〇	三·〇〇	一·〇〇
母豬乳	六·〇〇	七·〇〇	四·七五	一·〇〇

從上表觀之，可知豆漿與各種動物乳無大差異，同時所含之蛋白質較大多數之動物乳為豐富，惟脂肪及炭水化合物則稍遜。

牛乳之成分每隨各牛隻而異，故豆漿之成分亦因各種豆類而有不同。製造方法，豆之老嫩，浸豆時所用水之溫度，及製造時所用水之分量俱能影響豆漿之成分。美國農業部曾分析五百種不同黃豆，其中每種所含脂肪之百分率為自百分之二十至百分之二十四，所含之蛋白質為自百分之三十至百分之四十六。燕京大學教授竇惠林博士曾將我國用以製造豆漿之「伊圖山」(Ito San)豆黃加以分析而得下列之成分：

水分	九〇·七一%
蛋白質	四·二二
脂肪	一·八七
無蛋白質的雜質	二·八〇
灰質	〇·八〇

各地製造豆漿之方法不同，故豆漿之成分亦異。藍尼(F. Remy)

博士曾將一種豆漿樣本分析而得下列之成分：

水分	八八・九三%
固體總量(Total Solids)	二一・〇七
脂肪	三・〇六
無脂肪的雜質	八・〇一
蛋白質	二・九六
澱粉	〇・五七
葡萄糖	二・四八
礦質成分	〇・六三

根據柏連遜氏(Prinsen)分析之結果豆漿含有百分率六・〇九之固體總量，其中蛋白質着三・一三，脂肪着一・八九，及灰質〇・五一。豆漿為一種人造乳液，故其濃度可隨意變更。為利便於研究豆漿之化學及物理成分起見，故特選定一種製造方法以便應用於以後之試驗。在本研究中亦曾用我國製造豆漿方法作無數之試驗，以求能製造一種與牛乳所含之固體總量及灰質成分相去不遠之豆漿。但因豆漿不能久留，雖在停儲中其性質亦起變化，故每日應製備新鮮豆漿以備試驗之用。

試 驗

本試驗所用之黃豆為滿洲黃豆及黑眉黃豆兩種。為求確知豆漿之性質與黃豆浸濡水中之時間關係起見，將浸濡水中各歷八小時，六小時及一小時之黃豆製成樣本。大約一・二五公升之水可容浸

黃豆二百五十格蘭姆，然後將黃豆研磨成微粒，再加蒸溜水一公升以製豆漿。

比重及固體總量

測定豆漿比重最容易，最敏捷及最精確之方法為採用與「威司甫」天秤 (Westphal Balance) 相似之比重計，此種器械較液體比重瓶 (Pyknometer) 之需要長時間及難消除豆漿之氣泡者為有效。豆漿之比重可因停置而轉變，故此種測定應于豆漿製成時立即施行。在百度表二十度所得之結果如下表所列，可見比重與固體總量之關係為如何。

表二

	滿洲黃豆		黑眉黃豆	
浸濡時間	比重	固體總量	比重	固體總量
二小時	一·〇二九六	一一·一三%	一·〇二九八	一〇·九五%
四小時	一·〇三一二	一一·八四	一·〇三一一	一一·七五
六小時	一·〇三一四	一一·九三	一·〇三一四	一一·八六
八小時	一·〇三一六	一一·九八	一·〇三一五	一一·九一

從上表可知所謂比重實隨固體總量之百分率而異。浸濡後黃豆研磨愈幼則蛋白質及脂肪等之提取亦愈易。標準牛乳價 (The values for normal cow's milk) 常在一·〇三〇至一·〇三四之間。用此方法所製成之豆漿所得之比重與牛乳所得者無大區別。圖 A 表示比重與固體總量之關係。由圖 A 至圖 I 載明豆漿之成分與性質之關係。圖中曲線之二，四，六，八等數目俱指黃豆浸水之鐘數。

圖 A 比重與固體總量之關係

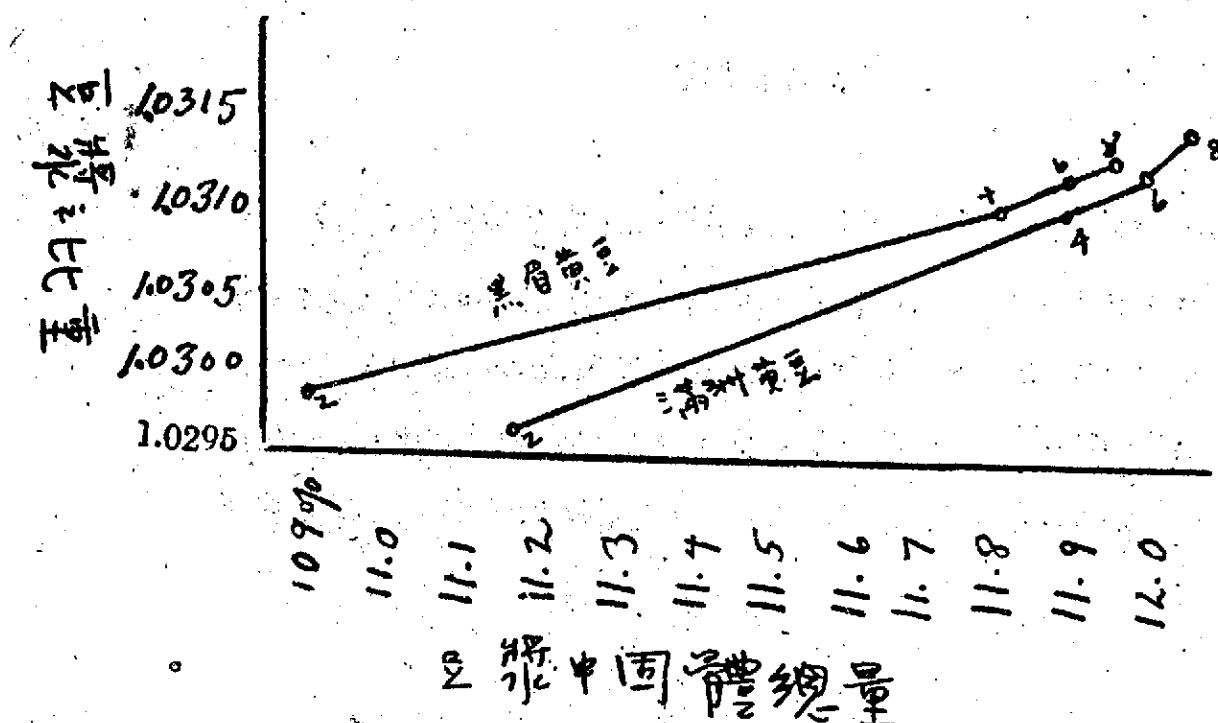


圖 A 固體總量與比重之關係。

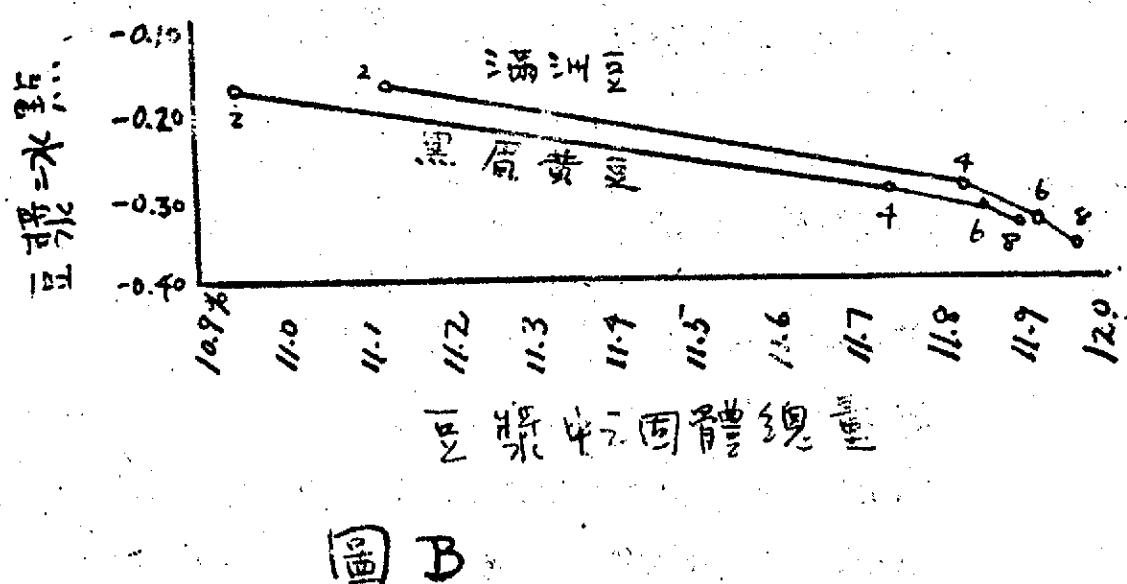
冰點及固體總量

黃豆與動物乳同為一種水溶液。此種水溶液含有礦鹽，糖及可溶解之蛋白質，此種蛋白質所含者為乳狀液脂肪小球與「植物蛋白質」(Vegetable Casein) 或「膠狀懸粒」(Colloidal suspension) 中之脂肪體 (Globulin)，故其冰點常隨存在之可溶物質之總量而定。測定豆漿冰點可用「荷法氏之冰點計」(Hovert Cryoscope) 下表指明冰點與固體總量之關係。

表三

浸濡時間	冰點	固體總量	冰點	固體總量
二小時	負〇・一六〇〇	一一・一三%	負〇・一六五〇	一〇・九五%
四小時	負〇・二九三	一一・八四	負〇・二九〇	一一・七五
六小時	負〇・三三七	一一・九三	負〇・三一五	一一・八六
八小時	負〇・三六五	一一・九八	負〇・三三六	一一・九一

黃豆浸濡愈久則蛋白質之提取愈易，且能同時增加礦鹽之濃度。黃豆經浸濡八小時然後研磨，則可得最低冰點之豆漿。通常牛乳之平均冰點為百度表負〇・五五度，較之豆漿冰點不過稍低。圖B表示冰點與固體總量之關係：



電導及電阻與固體及灰質之關係

所用之器械為六十周期之「利伏氏及諾夫立氏」(A. C. Leeds and

Northrup)電導瓶(Conductivity cell)。試驗之樣本共有八種。豆漿一經製就，立即置于絕對潔淨電導瓶中以測定其電阻及電導。置一在百度表二十五度之整溫器于瓶中約三十分鐘，或使豆漿之溫度及整溫器俱停留于百度表二十五度間。但因豆漿頗為膠黏故其電導不易測定，故欲得正確之測定必先勻攪豆漿，既知電導瓶不變及電阻以歐姆計算，則豆漿之電導自易計算。下表指明電導及電阻對於固體及灰質之關係。

表四 滿洲黃豆漿

浸滲時間	電阻	電導比 (Specific Conductivity)	固體總量	灰質
二小時	二一五·八歐姆	○·○○四六八	一〇·九八%	〇·七七%
四小時	二一九·〇	○·○○四六一	一一·四五	〇·七五
六小時	二二一·五	○·○○四五六	一一·七一	〇·七四
八小時	二二四·四	○·○○四五〇	一一·九七	〇·七三

表五 黑眉黃豆漿

浸滲時間	電阻	電導比 (Specific Conductivity)	固體總量	灰質
二小時	二一六·三歐姆	○·○○四六七	一一·二五%	〇·七七%
四小時	二一九·七	○·○○四六〇	一一·五四	〇·七六
六小時	二二二·四	○·○○四五五	一一·七二	〇·七五
八小時	二二五·六	○·○○四五八	一一·八四	〇·七四

由上結果可知浸滲黃豆之清水能提出傳導電流之物質，所提出之物質總量隨黃豆之種類及浸滲時間而異。除非再用浸滲黃豆之水以製豆漿，則浸滲時間愈長，豆漿之電阻愈增。欲知黃豆自經浸滲後為水所提出之物質數量，可就固體總量，及浸滲黃豆水分之電阻以測定之。

○其結果如下表所列：

表六

浸濡時間	電阻	水之電導比 (Specific conductivity of water)	提取時黃豆之損失量	黃豆灰質於提取時所受之損失
二小時	一三三七·五歐姆	○·○○○七五五	○·三三%	○·〇七%
四小時	八六九·七	○·○○一一六二	○·四四	○·一四
六小時	八二三·〇	○·○○一二二七	○·八五	○·一八
八小時	七〇四·五	○·○○一四三四	○·九〇	○·一八

將浸黃豆之水以製豆漿，則其結果不同，如下表所示：

表七 滿洲黃豆漿

浸濡時間	電阻	電導比	固體總量	灰質
二小時	二一五·四歐姆	○·○○○四六九	一一·〇六%	○·七八%
四小時	二一五·〇	○·○○四六九	一一·五六	○·七八
六小時	二一一·六	○·○○四七七	一一·九二	○·八〇
八小時	二一〇·六	○·○○四七九	一二·二六	○·八一

表八 黑眉黃豆漿

浸濡時間	電阻	電導比	固體總量	灰質
二小時	二一六·一歐姆	○·○○四六八	一一·五九%	○·七八%
四小時	二一四·〇	○·○○四七二	一一·七八	○·七九
六小時	二一一·三	○·○○四七八	一一·八七	○·八一
八小時	二〇九·六	○·○○四八二	一二·一四	○·八二

圖C，D，E及F指明電導及電阻對於固體總量及灰質之關係：

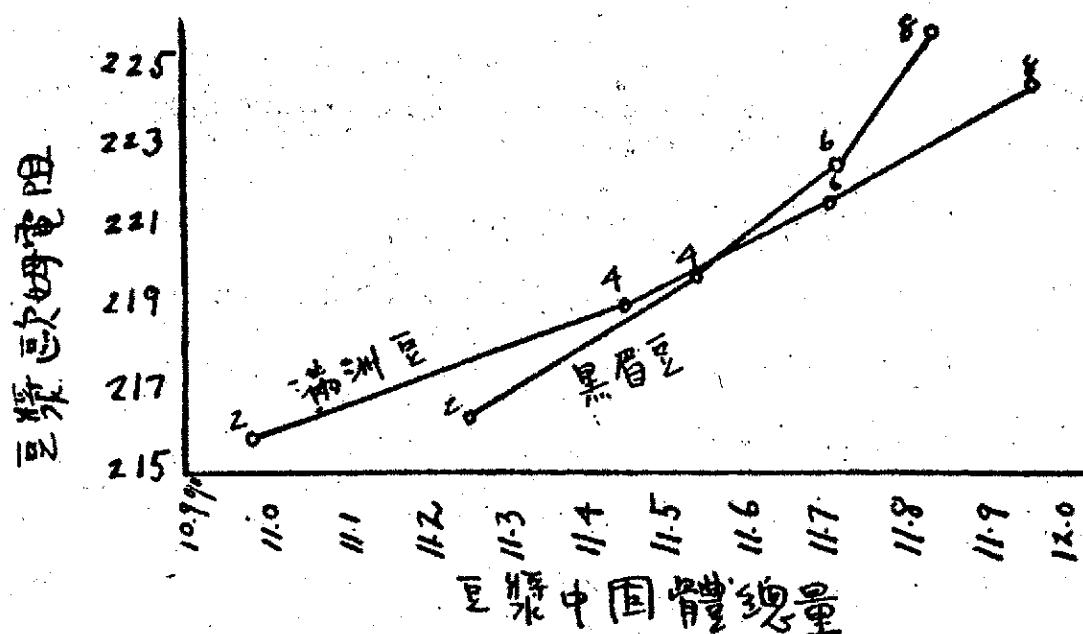


圖 C

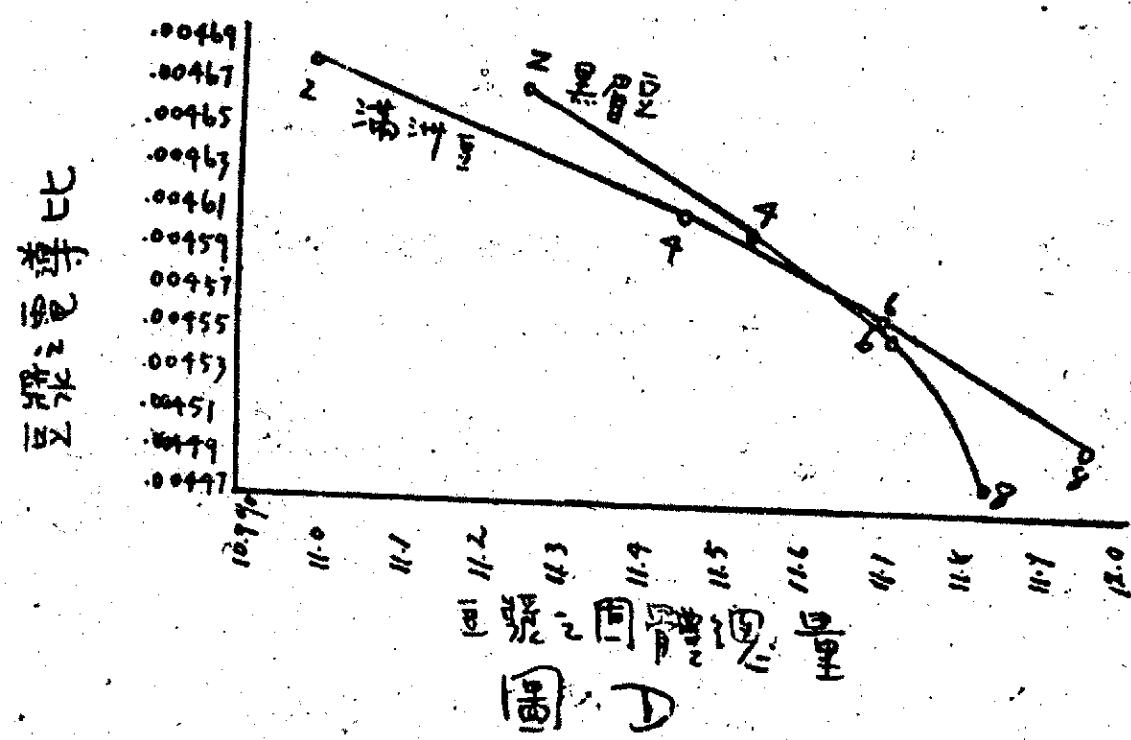
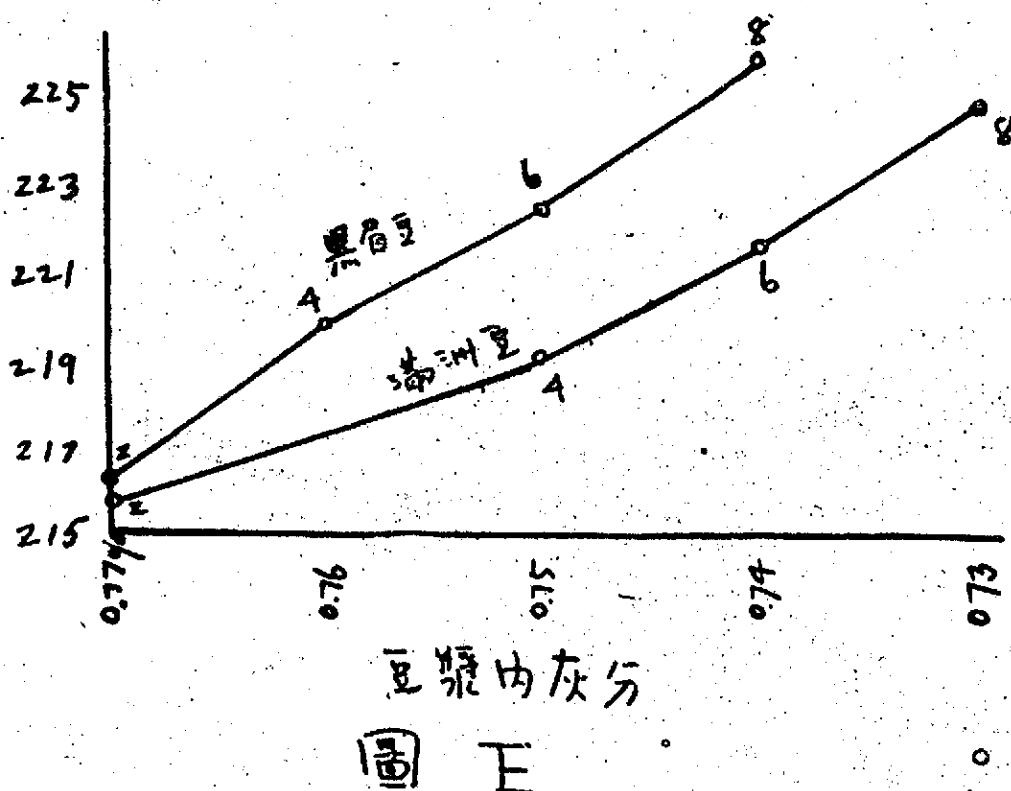


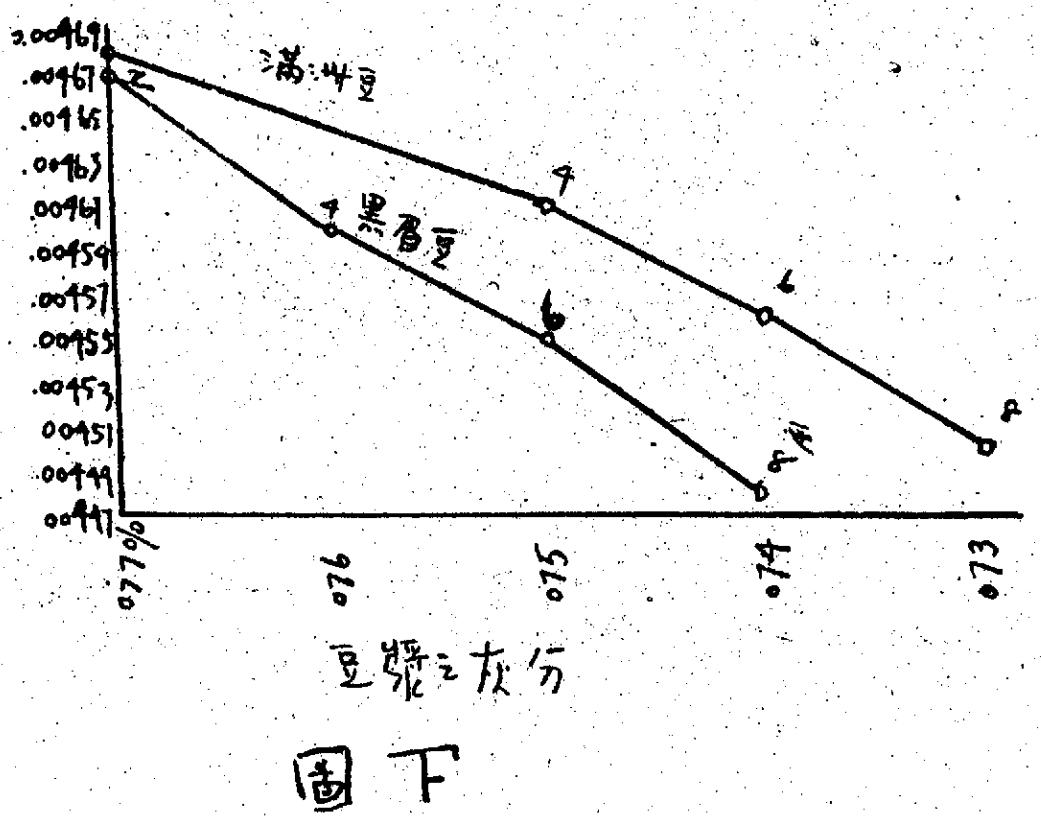
圖 D

豆漿歐姆電阻



圖上

豆漿之電導率



圖下

浸黃豆於綠化鈉淡溶液內，黃豆之電導與黃豆未研磨成漿前所浸之水之電導本相同，則豆漿之電導比增加。下列之試驗為測定經由綠化鈉淡溶液浸濡之豆漿對於電導之影響。

分浸滿洲黃豆及黑眉黃豆於蒸溜水中約八小時，然後盛浸濡黃豆之水於電導瓶中以測定其電阻及電導。其結果如下：

浸濡所需之水	電阻	電導比
滿洲黃豆	八〇〇歐姆	〇・〇〇一二六
黑眉黃豆	八四九歐姆	〇・〇〇一九

其次置六十立樁蒸溜水於瓶中，用「計量滴管」(Burette)滴加〇・IN 之氯化鈉溶液於蒸溜水中，直至其電阻與浸濡黃豆之水之電阻相等為止，則所加入於六十立樁蒸溜水中以求獲得所需之電導之氯化鈉溶液之體積為：

八〇〇歐姆=〇・IN 之氯化鈉溶液六・〇〇立樁

八四九歐姆=〇・IN 之氯化鈉溶液六・四五立樁

用此兩種每立樁含有〇・五三及〇・五七毫克之綠化鈉溶液替代浸濡黃豆之蒸溜水，但於製造豆漿時仍用蒸溜水，則其結果為：用黑眉豆製造所得之豆漿之電導比為自〇・〇四三二至〇・〇〇四六六，如下所示：

表 九

浸濡八小時 所製成之豆漿	滿洲黃豆	
	電阻	電導比
(一)蒸溜水	二三四歐姆	〇・〇〇四三二
(二)淡鹽水	二二九	〇・〇〇四四一

黑眉黃豆

電阻	電導比
二二一歐姆	○・○〇四五七
二一七	○・〇〇四六六
浸滌八小時 所製成之豆漿	灰質 灰質之鈣化鈣
(一)蒸溜水	○・七三%
(二)淡鹽水	○・七六% 五・五九%
	五・七一%

灰質於此亦略有增多，即自○・七三%自○・七六%，若黃豆只浸滌於淡鹽溶液內則其灰質所含之鈣化鈣為五・七一%，比之浸滌于蒸溜水中之黃豆所含灰質之鈣化鈣量五・五九%為有增加。

此種差異在改良成效當極屬微小，故究竟用淡鹽液以浸黃豆為有利與否尚屬疑問也。

膠黏性及固體總量

豆漿之黏性頗大，恆隨其固體總量之多少而異。

黃豆經長期浸滌每因蛋白質水化而膨脹，故豆漿之黏性亦因之而增加。膠黏性亦可因黃豆微粒之大小而異，黃豆研磨愈幼，則其膠黏性愈大。下表明示膠黏性對於豆漿固體之關係。所謂膠黏性乃用相對之膠黏性而表示之：

表十

溝湖黃豆	黑眉黃豆
浸時滌間 膠黏性	固體總量 膠黏性 固體總量

二小時	二・七八	一一・一三%	三・〇八	一〇・九五%
四小時	二・九七	一一・八四	三・四三	一一・七五
六小時	三・一〇	一一・九三	三・五三	一一・八六
八小時	三・一九	一一・九八	三・六四	一一・九一

試驗豆漿膠黏性所用之器械為兩個黏度計；洗淨後，更灌以酒精及伊打酒，然後以吸氣法乾之；如用乾燥箱乾之，則黏度計內常被有一層空氣薄膜。豆漿一經製備，須立即開始測定其膠黏性，否則停留愈久則膠黏性愈大也。

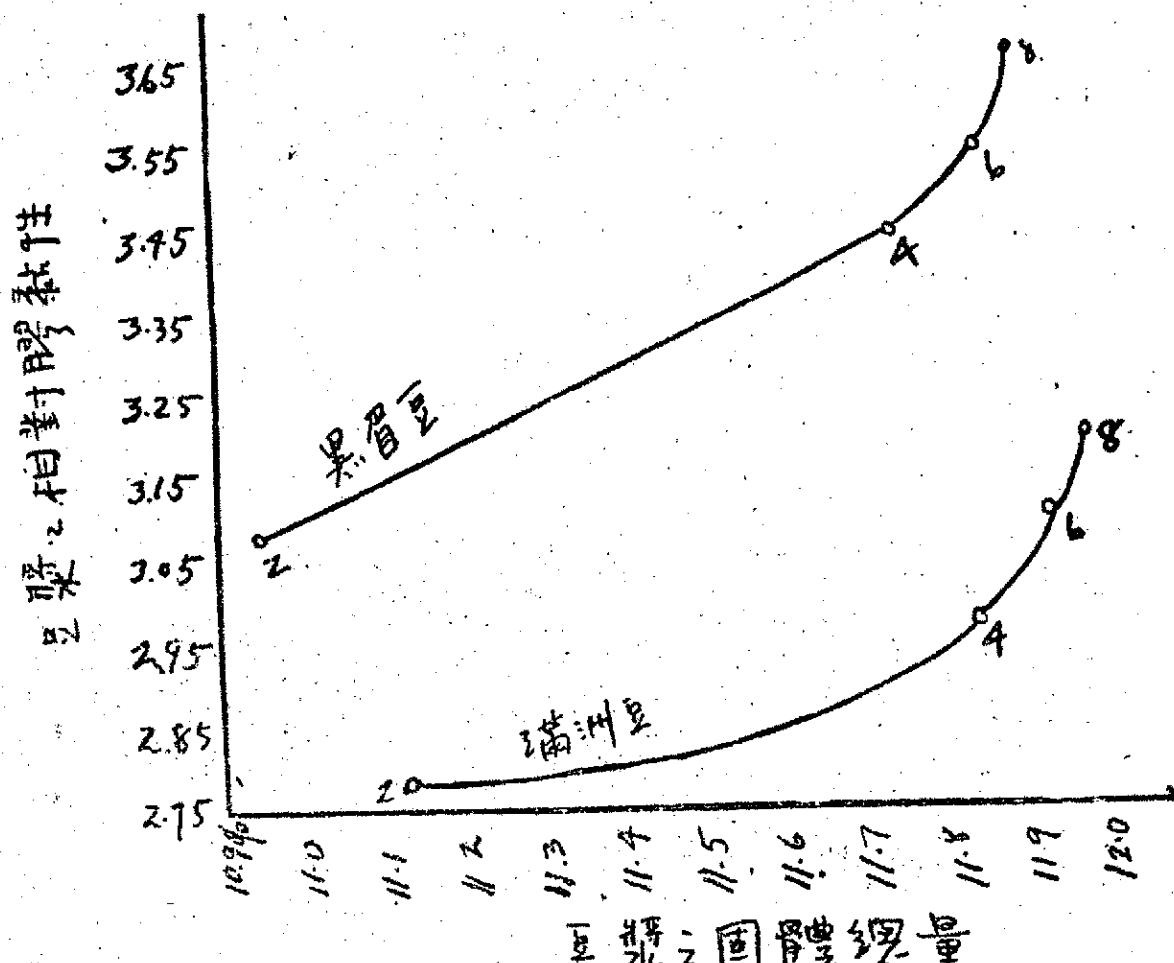


圖 G

置黏度計於百度表二十五度溫度之整溫器中，每次膠黏性測定須在同一溫度之下。使膠黏性能隨溫度而變易。豆漿之相對膠黏性可用在同一溫度下一體積之水流出所需之時間以除同一體積豆漿流出所需之時間之方法以計算之。上圖 G 所示者為膠黏性與固體總量之關係。

乳精及固體總量之屈折指數

測定豆漿之乳精方法與測定牛乳者相同。乳精可因加入沈澱劑，醋酸或硫酸銅於豆漿中以製備之。脂肪蛋白質經沉淀後立即移去。故乳精之製備殊屬容易。美國國家農業化學部之乳精製造方法如下：在百度表二十度下用浸漬屈折計以製造之，其固體總量經沸騰溫度乾燥至固定重量然後測定之。結果如下列：

表十一 滿洲黃豆

浸漬時間	屈折計示數	屈折指數	固體總量
二小時	三一·一〇度	一·三三九三七	一一·〇四七%
四小時	三一·三〇	一·三三九四五	一一·七五
六小時	三一·四〇	一·三三九四八	一一·八四
八小時	三一·四〇	一·三三九五二	一一·八九

表十二 黑眉黃豆

浸漬時間	屈折計示數	屈折計指數	固體總量
二小時	三〇·八五度	一·三三九二八	一一·〇九七%
四小時	三一·〇五	一·三三九三六	一一·六七
六小時	三一·一六	一·三三九四〇	一一·七八
八小時	三一·二〇	一·三三九四一	一一·八三

平常不攜有水分之牛乳屈折計示數，普通在百度表二十度時為三十九度。由此可知豆漿之屈折指數實較牛乳之屈折指數為低。大抵因豆漿所含之可溶解之糖質較小。

圖H表示乳精之屈折指數與豆漿之固體總量之關係。

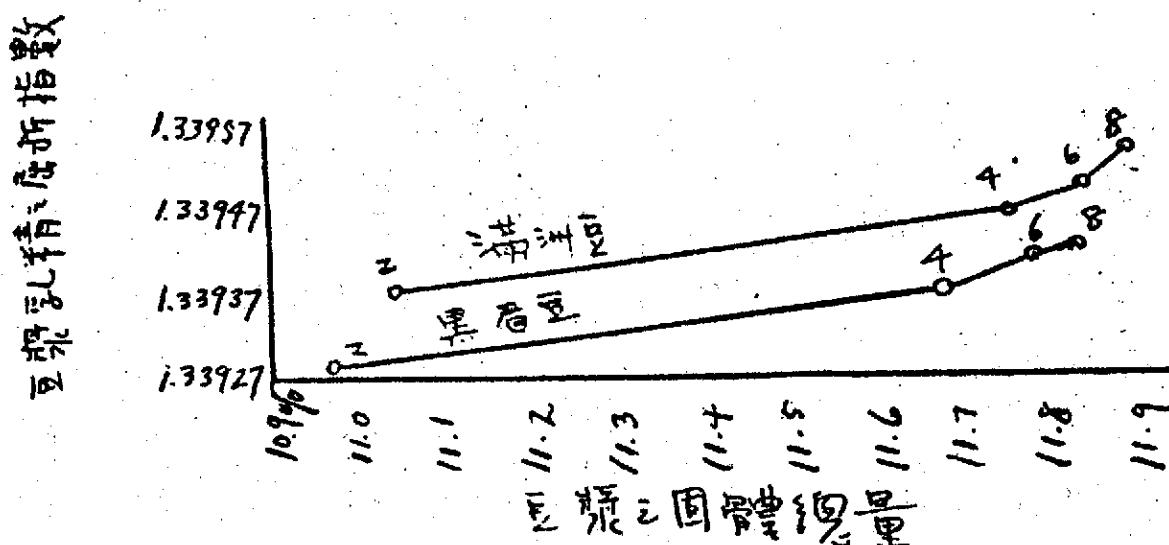


圖 H

透析及其產物

透析之研究：置豆漿於能留蛋白質及脂肪之羊皮紙及醇精火棉膠所製之透析器中 (Cells)。惟豆漿不能停放過久，且透析又為一項遲緩之試驗，故豆漿慎用一溴丙或甲烷以保存之。豆漿中之可溶解物質如糖，礦鹽及可溶解之蛋白質俱能透析，因此透析之產物可得而分析之。每透析器盛豆漿七十五立升以備透析，然後置之於一盛一公升蒸餾水之玻璃器中，經四十八小時後則一切含有透析產物之水分完全移

去，再加以蒸溜水，如是繼續此種透析直至兩日之久，將所存之分離「透析物」(Dialyzates)濃縮至二百五十立樁為止，然後取五十立樁以測驗其固體總量，糖及蛋白質。由此可知第一次四十八小時之透析產物所含之物質為下列百分率所表示之分量：

固體總量	•三一%
灰質	○•三二%
糖	○•一〇%
蛋白質	○•八三%

在第二次四十八小時後，將透析產物再行分析則所得之結果為下表：

固體總量	○•三九%
灰質	○•一四%
糖	○•〇〇%
蛋白質	○•二八%

保存性 (Keeping Qualities)

豆漿與動物乳俱不能保存歷久而不起物理及化學變化。未經試驗使用之豆漿若置於溫處，則可保存至兩日之久。豆漿之保存性多視室溫而定，故于寒季保存豆漿實較夏季為容易。在我國則豆漿保存實不成問題，蓋我國豆漿製造規模既小，況又隨製隨銷，即有多餘亦能複製而成豆腐及其他食品。

豆漿置於溫處約三數日則凝結變酸與動物乳無異。此外亦具有因微生物作用而起之化學變化所生之惡臭及黯黑顏色。在尋常室溫下只三數日間其酸性即可增至乳酸○•二七%，至第八日則增至最高度○•七

二七%矣。

如因豆漿留存過久而欲知其分化物中究竟有無二氧化炭及亞摩尼亞之存在，可於兩燒瓶內各盛儲一百立厘豆漿，燒瓶之容量為二百五十立厘，瓶口裝有連以曲玻璃管之單孔橡皮塞，由燒瓶所發出之二氧化炭及亞摩尼亞經過玻璃管而導入另一盛有輕氧化鋁及鹽酸之瓶中。此種儀器裝置每日應加審察。六星期後可於豆漿之分解物中，大概多來自蛋白質之腐化分解，發現二氧化炭及亞摩尼亞。

豆漿之 pH 價

pH 價為測定一種溶液之酸性或鹼性強度之最正確方法。豆漿中本含有酸性反應，能變藍試紙為紅色。用滴定法所測定新鮮豆漿之酸性，如以乳酸表之為則下表：

酸 性

滿洲黃豆漿	○・二六八
黑眉黃豆漿	○・二四九

在百度表二十六度下所得之 pH 測定為：

表 十 三

時間	滿洲黃豆		黑眉黃豆	
	電動力	pH	電動力	pH
四小時			○・六六八七	六・五二
六小時	○・六六三七	六・四三		
八小時	○・六六三五	六・四三	○・六六九三	六・五三

加十九倍蒸溜水於一體積豆漿中以沖淡之，使起 pH 之變動，其結果為：

表十四

浸滯時間	滿洲黃豆			黑眉黃豆		
	電動力	pH	因沖淡而起之變動	電動力	pH	因沖淡而起之變動
四小時				○·六九七三	六·九九	○·四七
六小時	○·六九一六	六·九	○·四六			
八小時	○·六九一六	六·九	○·四七	○·六九八〇	七·〇一	○·四八

牛乳之 pH 價為六·六，而豆漿則畧較牛乳為富於酸性。

化學性質

由分析測定之結果，豆漿之普通成分為脂肪，蛋白質總量（Total Protein），可溶解於水之蛋白質，可溶解於百分之三鹽溶液之蛋白質，炭水化合物及灰質。豆漿之成分每隨所用之豆，所用之製法及浸滯時間而異，故對於提取自有限制，大約和水之黃豆不能提取固體過於百分之二十。

從各方面所得關於豆漿之成分，如下表所列：

表十五

豆漿樣本	水	蛋白質	脂肪	炭水化合物 水合	其他 質物	灰
一	九二·〇〇%	三·七〇%	二·〇〇%	一·八%	〇·五〇%	
二	九〇·〇〇	四·九五	二·九七	一·三四	〇·四四	

三 八九・二五 三・一五 三・一〇 三・〇二 一・〇二% ○・四五

四 九二・五〇 三・〇二 二・一三 〇・〇三 一・八八 ○・〇四一

用本試驗方法所製造之豆漿成分平均百分率爲：

表 十六

	滿洲黃豆	黑眉黃豆
脂肪	二・四四%	二・五六%
蛋白質	五・七二	五・九〇
可溶解於水蛋白質	〇・七八	〇・七七
可溶解於鹽溶液之蛋白質(三%)	二・〇五	二・二二
炭水化合物(糖)	〇・四三	〇・二二
灰	〇・七三	〇・七四

豆漿之脂肪成分頗低，此兩種黃豆雖各含有約百分之二十脂肪，但亦能于水中將之提取 百分之十二，如用他種黃豆 則或能提出較高成分。

豆漿之蛋白質全量可用「遮道法」(Kjeldahl method)以測定之，再用六・二五因數乘淡使成蛋白質。此因數為阿斯班 (Osborn) 所測定。阿斯班氏曾致力於基本蛋白質 (Principal protein) 亦即 Glycinin 之研究。

可溶於水之蛋白質可倣用測定牛乳酪素方法將所謂植物酪素 (Vegetable Casein) 或 Glycinin 與淡醋酸凝結而求其測定。Glycinin 經濾過及洗滌後，將濾過之汁液蒸發至乾，然後用「遮道法」以檢驗其蛋白質。「似蛋白質」(Albamin-like) 之 Leg-melin 亦能用測定牛乳蛋白質 (Albumin) 方法以達到測定之目的。

可溶解於鹽溶液之蛋白質須加三格蘭姆純鹽於一百立呎豆漿中測定之。加入淡醋酸能使 Glycinin 與豆漿分離，再以百分之三鹽水洗滌

之。于百度表三十度以上之溫度 Glycinin 溶解于鹽溶液中較為迅速。此種含有 Glycinin 之濾過液及其他可溶解於淡鹽溶液中之蛋白質先用「遮道法」分析之以求其「淡之總量」，然後以普通因數乘之即得。此種含鹽之可溶解蛋白質可將溶于水中之蛋白質從已知能溶解于鹽液之蛋白質全量減去以計算之。

溶解于鹽液之蛋白質如用透析法或沖淡法使之分離，則蛋白質再起沈澱。

完全成熟之黃豆本無澱粉而只含有少量之糖，故豆漿內糖之成分甚低，應用菲令氏液 (Fehling's solution) 還原反應法以測定之。

一八八〇年皮勒氏 (Pellet) 分析黃豆所含之灰質，其結果如下：

表十七

	樣本一	樣本二	樣本三
鉀 (K_2O)	四五·〇二	四五·二七	四五·〇二
磷酸 (P_2O_5)	二九·一三	三一·九二	三一·六八
石灰 (C_aO)	八·九二	六·五〇	四四·八
鎂	八·一九	六·四八	八·四七
碳酸 (CO_2)	一·七〇	一·二〇	一·〇〇
硫酸 (SO_3)	一·三七	四·八〇	二·七四
綠 (Cl)	〇·七五	〇·七五	〇·七五
不能溶解之物質	一·一〇	一·一〇	一·二〇
微量—— Na_2O, Fe_2O_3	一·五九	二·一五	四·八三

從上表觀之可知豆漿富於磷酸及鉀而短于鈣。

據分析所得，豆漿含有養化鈣百分之五·五九，鎂百分之一〇·三四，磷酸百分之二九·四二，及鉀百分之四五·三四。

浸濡之結果

製造豆漿必先將黃豆浸濡水中至數句鐘之久，然後易於提取各種滋養物質。如能浸濡更久則研磨更易。上文曾謂浸濡長久可以除去黃豆一切不快氣味及增加豆漿固體總量之百分率，故浸濡愈久則黃豆成分之提取量愈大。如用曾經浸濡黃豆之水以製豆漿，則為水所吸收之物質仍可保留于豆漿。為免浸濡所用之水吸收過多固體總量之損失起見，黃豆不宜浸濡過於八小時。在此時間內，黃豆早已軟化易磨矣。

豆漿之化學性質與研磨前黃豆浸濡時間之關係可於下表見之。黃豆各種成分如脂肪，蛋白質等隨浸濡時間之增長而增加，蓋浸濡愈久，則提取此種成分亦愈易。茲黃豆浸濡歷時短小則不只難於研磨，即黃豆內部亦難浸透，故事前之浸濡時間延長，可使脂肪更乳液化，可使水中蛋白質膠狀懸粒起形變作用，又可使糖與礦物組成之溶解進行容易。

表十八 豆漿之脂肪對於研磨前浸濡之關係

浸濡時間	黑眉黃豆	滿洲黃豆
二小時	二・三一%脂肪	二・二三%脂肪
四小時	二・四二	二・三二
六小時	二・五〇	二・三二
八小時	二・五六	二・四四

表十九 豆漿中蛋白質對於浸濡時間之關係

浸濡時間	黑眉黃豆	滿洲黃豆
------	------	------

二小時	五・七三%蛋白質	五・五九%蛋白質
四小時	五・七六	五・六二
六小時	五・八六	五・六七
八小時	五・九〇	五・七二

測定脂肪之方法

用碧確克法(Babcock method)測定豆漿之脂肪雖經屢次試驗，但亦終歸失敗，而失敗之原因似在固體之性質而在脂肪及固體對硫酸之反應。形成之固體物質每使脂肪不能向試驗瓶頸端上升，因此即不能得其示數。

豆漿之脂肪近經由試驗之結果可用「盧斯及葛利埃方法」(Roese-Gottlieb Method)或用「亞當士之紙筒法」(Adame's Paper Coil Method)以測定之則全無困難。此兩種方法俱能獲得良好之效果。

用「盧斯及葛利埃」方法，先將五立匣豆漿置於儀器中，所加入之酒精能使為亞摩尼亞所溶解之蛋白質起沈澱。經搖勻後，則「伊打——脂肪」溶液自易分離，然後再濾入一已知重量之試瓶中。

豆漿中脂肪之成分

據馬修士(Mathes)及多路氏(Dahle)(一九一九)之意以為黃豆脂肪含有下列之物質：

軟脂酸	一五・〇〇%
油酸	五六・〇〇%
Linoic acid	一九・二〇%

Linolenic acid 四・八〇%

Linolenic acid 能生出一種氧的酸，其溶點為自百度表一百五十八至一百五十九度。此種黃豆脂肪之不能鹼化物質已經發現為含有不飽和之養化物。

據保門及詹美遜(Baughman and Jamieson)二人所得，黃豆內之脂肪成分，如脂肪之甘油鹽如下：

軟脂酸	六・八〇%
硬脂酸	四・四〇%
油酸	三三・四〇%
Linolie	五一・五〇%
Linolenic	二・三〇%
Arachidic	〇・一〇%
Lignoceric	〇・一〇%
不能鹼化數	〇・六〇%

大約一格蘭姆之豆漿脂肪須用一百九十二格蘭姆之輕氧化鉀方能使之鹼化。

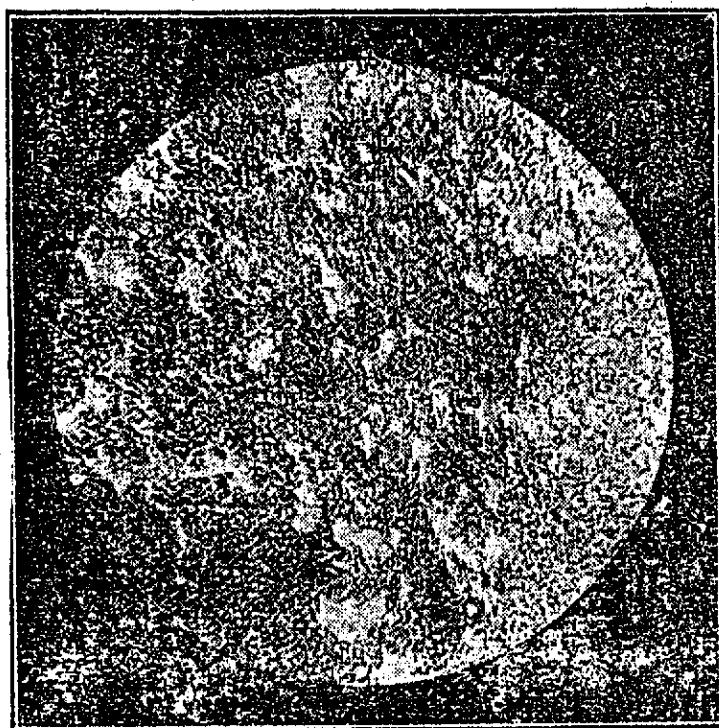
豆漿內之脂肪與牛乳之脂肪大有分別，可於下表見之：

表二十 牛乳中脂肪之成分

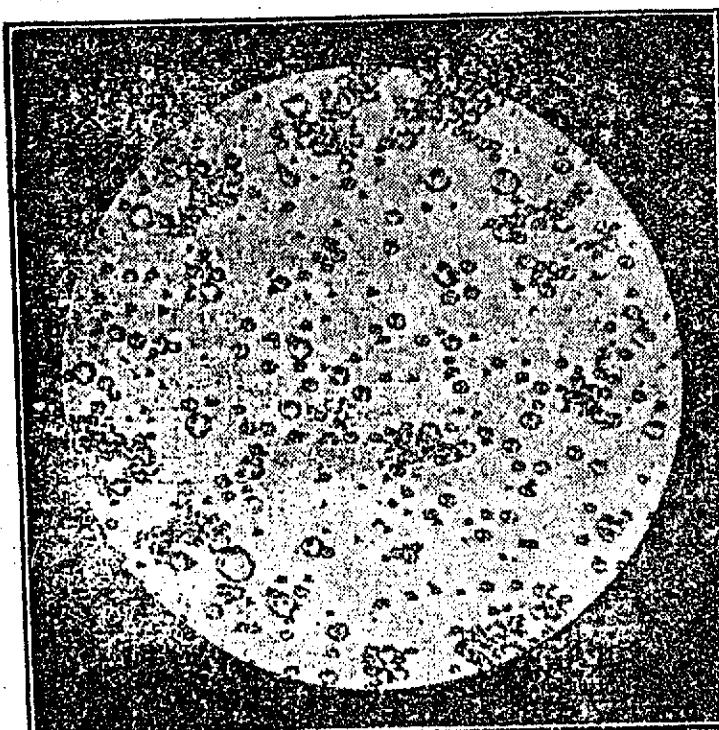
軟脂酸	二五・七〇%
硬脂酸	一・八〇
三油酸甘油	三五・〇〇
酪精	三・八五
Caproin	三・六〇
Caprylin	〇・五五

Caurin
Caprin
Myristin

七・四〇
一・九〇
二〇・二〇



豆漿之顯微照片(四百倍)



牛乳之顯微照片(四百倍)

豆漿脂肪之特質

在百度表一百度間將豆漿烘乾之，則一部分之脂肪自然與豆漿分離，然後用無水伊打酒抽取之。

此種豆漿脂肪在百度表一五・六度時具有下列之情狀：

比重	○・九二一四
----	--------

酸價 (Acid Value)	○・三二
-----------------	------

鹼化價 (Saponification Value)	一八九・二四
----------------------------	--------

碘數 (Iodine Number)	一二八・一五
--------------------	--------

豆漿脂肪在伊打酒，四綠化炭，丙酮，石油伊打，及其他有機溶劑中俱能迅速溶解。其「碘數」遠高於牛乳油之碘數上。由此可知豆漿脂肪含有不飽和之有機酸。

在豆漿內以乳狀液之狀態而存在之脂肪，一經與四綠化炭勻搖後即形成一種「複合乳狀液」(Double Emulsion)，此種「複合乳狀液」在顯微鏡下極為明顯。本書附有四百倍之豆漿及牛乳插圖照片，在插圖中豆漿與牛乳分別甚為清楚。化學試驗方法雖能分辨豆漿及牛，但若用顯微鏡以分辨豆漿及牛乳之小球及乳精之形狀則更為容易。插圖中牛乳及豆漿之分別極為明晰。牛乳脂肪之小球顯示極為明白，而豆漿中之脂肪小球則與其他存在於豆漿中之物質混合。此種存在於豆漿中之其他物質大概在製造時通過泌濾器之固體豆微粒。在我國則因用以泌濾豆漿之袋為布料所製成，故固體微粒往往可以通過濾袋。此種微粒並不以乳狀液，膠狀懸粒或溶液而存在，且不能以肉眼而得見之，惟此種豆漿內之雜質一經用顯微鏡放至四百倍時則或可以發現。

此種脂肪小球之大小約在 $0\cdot325\text{ u}$ 至 $1\cdot5\text{ u}$ 直徑之間。但亦有因過於微小之故即用量微器亦不能施以量度。牛乳中小球之大小約自 $1\cdot6\text{ u}$ 至 $10\cdot00\text{ u}$ 。約言之豆漿之小球較牛乳之小球約小十倍。

豆漿中蛋白質之種類

阿斯班及金比路(Osborne and Campbell)二人曾找出豆漿之主要蛋白質為一種Glycinin之血球素，具有下列之成分：

炭	五二·一二%
輕	六·九三
淡	一七·五三
硫	〇·七五
氧	二二·六三

與此種Glycinin相伴而存者有小量較易溶解之血球素，與Phaseolin相似，小量「似蛋白質」(Albumin-Like)之蛋白質，Legumelin，及Proteose。阿斯班曾將此種Glycinin反覆透析使之與較為易於溶解之蛋白質分離，因Glycinin能於淡鹽溶液中溶解。Legumelin及Proteose之成分如下：

	Legumelin 五三·〇六%	Proteose 四八·七六%
炭		
輕	六·九四	六·二八
淡	一六·一四	一六·一四
硫	一·一七	
氧	二二·六九	二八·八二

根據阿斯班及奇列猶(Clapp)二人之研究，Glycinin加水分析之結果

果爲下列之Amino acids，及與牛乳之Amino acids之比較，如下表：

Amino acids	黃豆	牛乳
Glycine(膠糖)	〇・九七%	〇・〇〇%
Alanine	不能分離	
Valine	〇・六八	七・二〇
Leucine	八・四五	九・四〇
Proline	三・七八	六・七〇
Phenylalanine	三・八六	三・二〇
天冬酸	三・八九	一・四〇
Serine	不能分離	〇・五〇
Tyrosine	一・八六	四・五〇
Arginine	五・一二	四・八四
Histidine	一・三九	二・五九
Lysine	二・七一	五・九五
亞麩尼亞	二・五六	一・六一
Tryptophane	有	一・五〇
Glutamic Acid	一九・四六	一五・五五

從上表可知就蛋白質之Amino acids而言，豆漿之蛋白質與牛乳之蛋白質無大分別。

阿斯班與奇列獵所找出豆漿之Glycinin之Amino acids之比例與獸肉者無異。

阿斯班與曼度(Mendal)又發見如以Glycinin飼鼠亦能生長與常無異，故知豆漿亦含有增進生長能力之蛋白質。

關於豆漿及牛乳之淡之產物亦經試，Glycinin可用測定牛乳酪素

之法加淡醋酸使之分離。可溶解之蛋白質 (Albumin) 在乳精內因 Glycinin 之起沈澱而能測定之。斯德撒 (Stutzer) 試藥可用之以獲取「蛋白質之淡」 (Albuminoid nitrogen) 之總量。Amido Nitrogen 以差異而計算之。

表二十二

	滿洲黃豆	黑眉黃豆
	N × 6.25	N × 6.25
淡之總量	○•九一% 五•七二%	○•九四% 五•九〇%
蛋白質之淡包括 Glycinin	○•八三 五•一八	○•八五 五•三一
Glycinin Nitrogen	○•七八 四•八七	○•八二 五•一二
Amido Nitrogen	○•〇八 ○•五〇	○•〇九 ○•五一

真溶液 (True Solution) 或乳精之成分

如上文所云：豆漿為一種礦鹽，糖與含有乳狀液之脂肪小球及植物酪素或膠狀懸粒之血球素之可溶解蛋白質之水溶液。故豆漿含有真溶液，膠狀懸粒及乳狀液三種物質。植物及動物乳液常有四種不同狀態：即溶液中之結晶體，溶液中之膠狀體，假溶液中之雜質，及懸逗於溶液中之物質 (Substance in suspension)。脂肪為乳狀液中之懸逗物質，血球素為假溶液，蛋白質 (Albumin) 及可溶之蛋白質，為溶液中之膠狀體，糖與礦鹽則為溶液中之結晶體，凡此種種對於物理的化學者俱饒有興趣。存在於假溶液中之植物酪素常與光路互相干涉。

脂肪及蛋白質除去後即得豆漿之乳清或真溶液。製造此種乳清須加一種適當之蛋白質生澱劑如醋酸，硫化銅，綠化鈣于豆漿中。當 Glycinin 沈澱時脂肪即隨之而下沈。乳精含有糖，礦鹽及可溶解之蛋

白質。用淡醋酸移去Glycchin 及脂肪後，所得之乳清約含有固體總量百分之二十：

全豆漿 (Whole milk)	豆漿固體	豆漿灰質	糖	蛋白質
	一•七五%	〇•七三%	〇•四三%	五•五九%
乳清	二•二八	〇•七〇	〇•四三	〇•七八

發酵作用對於豆漿之影響

豆漿之蛋白質可因加入酸類如淡醋酸，淡酒石酸，淡乳酸之溶液，乾胃膜，胃液素及鹽而生沈澱，換言之即因加入鹼土金屬之綠化物及硝酸鹽而生沈澱，此外用酵母及酸牛乳者亦有成效。歐洲某種乾酵之酵母對於豆漿亦有同樣之作用。

置胃液素，液酵素及乾胃膜於試管中。每試管先儲百度表四十度之豆漿十立滙，然後加水沖淡，數分鐘後蛋白質因受酵母之作用即起凝結。

凝結之植物酪素在我國常用之為食物，其消費之多遠勝乾酪之於歐美。亦可用之於工業上，如：紙張所用之膠水，繪畫用之媒液及漿布。

凝結之植物酪素即為豆腐，驟視之與乾酪無異，乾製後為美味之食品，能溶解於鹼質中，加酸復行沈澱，此為外國製造酪素之方法。

我國所用之凝結媒介物為經過火煅之石膏粉末，由海水製成食鹽所帶之濃厚「母液」(Mother liquid)，綠化鎂及豆漿乳清。

生物學性質

普通繁殖於豆漿之有機物為成酸菌，成氣菌及腐化菌。豆漿因含有蛋白質，脂肪及微量之糖故為微生物之媒介。豆漿之分解純因微生物之作用。

在豆漿繁殖之普通有機物即作用於糖而生酒精及有機酸，作用於蛋白質而使牛乳凝結及發生惡臭氣味，及作用於脂肪之有機物。

此外病原菌亦可因不潔而滋長於豆漿內。植物乳與動物乳之分別在於後者能因擠乳之動物乳房有結核菌之存在而有受結核桿菌傳染之危險。

豆漿曝露於空氣中至若干時則與牛乳之受微生物作用相同而起凝結。豆漿之酸性亦逐日增加，直至此種成酸菌所產生之酸阻碍其生長為止。腐化菌之作用為使豆漿發生惡臭。豆漿於分解之際二氧化炭因成氣菌作用於豆漿之糖而發生。亞摩尼亞亦因微生物作用於蛋白質而發生。各種有機物俱各有最適宜於該有機物本身發育之溫度。

維他命(引用參攷書)

阿斯班及曼度，鄧尼埃與尼古勞(Daniels and Nichols)及其他科學者俱曾致力於豆漿與其產物之試驗以求測定維他命之成分。其結果為豆漿含有多量可溶解于水及可溶解于脂肪之維他命。又曾以豆漿及其產物飼鼠，則鼠之目疾自癒。因食物中如缺少維他命A時則鼠易罹目疾，故可知黃豆含有多量能增進發育之維他命。

數千年來我國嬰兒絕不須哺食牛乳而惟飼育之以富有維他命之豆

漿。

由最近研究之結果得知當黃豆抽芽時維他命C 即同時發生。我國人消費芽菜之量甚大，故當黃豆抽芽時以之製造豆漿，則豆漿內當含有維他命A，B 及C 矣。

酵素(引用參攷書)

特區芝(Takeuchi)，安納(Annett)，章司忒(Webster)，摩羅斯基(Morawski)，司特脫及比利(Street and Baily)等人得知黃豆含有下列之酵素：Disastase，尿素分解素，Amylase，Protease，Leroxidase，及lipase，此種酵素同時亦存在於豆漿中。

討 論

根據本方法所製造之豆漿而研究其物理及化學性質，可知豆漿之固體總量之百分率，灰質，比重及 pH 價均與牛乳者相似，至冰點，黏性則豆漿較牛乳者為高強，豆漿因含有小量之糖故其乳精之屈折指數較低。豆漿之電導亦較牛乳者為低。豆漿又含有多量之蛋白質及少量之脂肪，其主要蛋白質為一種血球素普通名之為 Iycinin 與動物酪素之因加入淡酸而起凝結之現象相似。動植物之 Amino acids 皆極為相近。豆漿中之脂肪常以細微小球狀與固體互混和而存在。

牛乳灰質所含之鈣化鈣多於豆漿灰質所含者四倍。豆漿因含有較低量石灰，故於反應上較為酸性化，此種性質可於其具有較低之 pH 價見之。

豆漿具有一種本質的臭味，與麥芽相似，此種不快感之氣味可以設法移去，或加入適當之香料以掩蓋之。如置豆漿於溫處則變酸，與動物乳無異。豆漿為微生物良好之媒介物。酸，乾胃膜，胰液酵素，胃液素及其他某種鹽俱能使植物酵素起沈澱，與對於動物乳作用相同。豆漿又含有各種酵素，如 Diastase，尿素分解素，Amylase，Protease，Pectinase，Lipase 及能助長適當發育之可溶解脂肪及可溶解維他命。大體言之，豆漿之物理及化學性俱與牛乳相同。

本試驗所用之兩種黃豆，即滿洲黃豆及黑眉黃豆，由研究之結果得知用此種黃豆所製成之豆漿其性質俱相同，如圖所示。黃豆之種類約有數百種之多，故其乳漿各有不同。豆漿之性質及成分可因製法不同或製法同而其他提練方法不同而有分別。如加水過多則豆漿之黏性，固體總量，灰質，比重等俱因之低減。

黃豆必須浸濡於水中至數句鐘之久始能付磨製漿，因此種手續能使提取黃豆之滋養成分工作容易。黃豆浸濡水中愈久則不快氣味及有色物質愈易除去。故欲得最良好之效果莫若將黃豆浸濡至八小時之久。

浸濡黃豆之水每能除去黃豆中某種物質，因此豆漿之電導因浸濡之時間延長而愈低減，除非再用浸濡黃豆之水以製豆漿，但因欲免除不快氣味之故，不如于黃豆浸濡後另用清水以製豆漿，較為妥善。浸濡黃豆之水之溫度對於豆漿之性質亦有影響。

研究豆漿之性質不僅在獲知豆漿本性之智識，且亦因此而易於改良及保存豆漿之滋養成分及性質。此種豆漿食品在我國並不新奇，蓋吾人食飼豆漿幾歷二千餘年而不覺有不良結果。人皆知此為一種良好食品，晨興飲之習以為常。豆漿消費既如此之巨，故求其改良之法實為重要。豆漿為一種綜合之漿液，故化學家應從事於改善其滋養值及注意其製造，俾能成為一種有益之良好食品。

豆漿為一種容易消化之食品。豆漿較牛乳優良之點為前者少受結核桿菌之傳染，而後者則常有之。在哥本哈根(Copenhagen)及柏林城中，枯牛及乳牛受結核菌之傳染者為數自百分之十五至百分之十七。倘在其他城鎮，則其傳染百分率當更過之。在我國各地則絕無檢驗竟行擠乳及屠宰，故飲用此種牛乳實為萬分危險，除非確知所用之方法為絕對衛生及無病原菌之存在。特經證明純潔之牛乳在我國價值較昂，幸而吾人多喜用豆漿，故飲用豆漿較飲用牛乳為安全。將來如國人果能改變食品而喜用牛乳，亦須能按絕對衛生之方法以生產及飲用之。

提 要

豆漿之性質與其成分之關係既研究清楚，其結果亦經製為圖表，茲將研究所得之重要點再行列舉於後：

- (一)豆漿之固體總量，灰質及比重俱能隨意配製使與牛乳者相近。
- (二)浸濡黃豆之水能提出傳導電流之礦質，如傾棄之即無異損棄豆漿之礦質成分。若能再用之以為製造豆漿，則以前為水所提出之礦質以後仍可保留於豆漿中。
- (三)豆漿不快之臭味及碍目之顏色均可因加浸濡長時間而除去，但加長浸濡時間總以不過八小時為佳。
- (四)加入淡鹽溶液以浸濡黃豆，可增加豆漿之傳電性及灰質中之氯。
- (五)濃厚之鹽溶液可以溶解Glycinin，故Glycinin溶解之量恆隨鹽液之濃厚度而異。因此在浸濡黃豆中，似可不必加入淡鹽溶液。

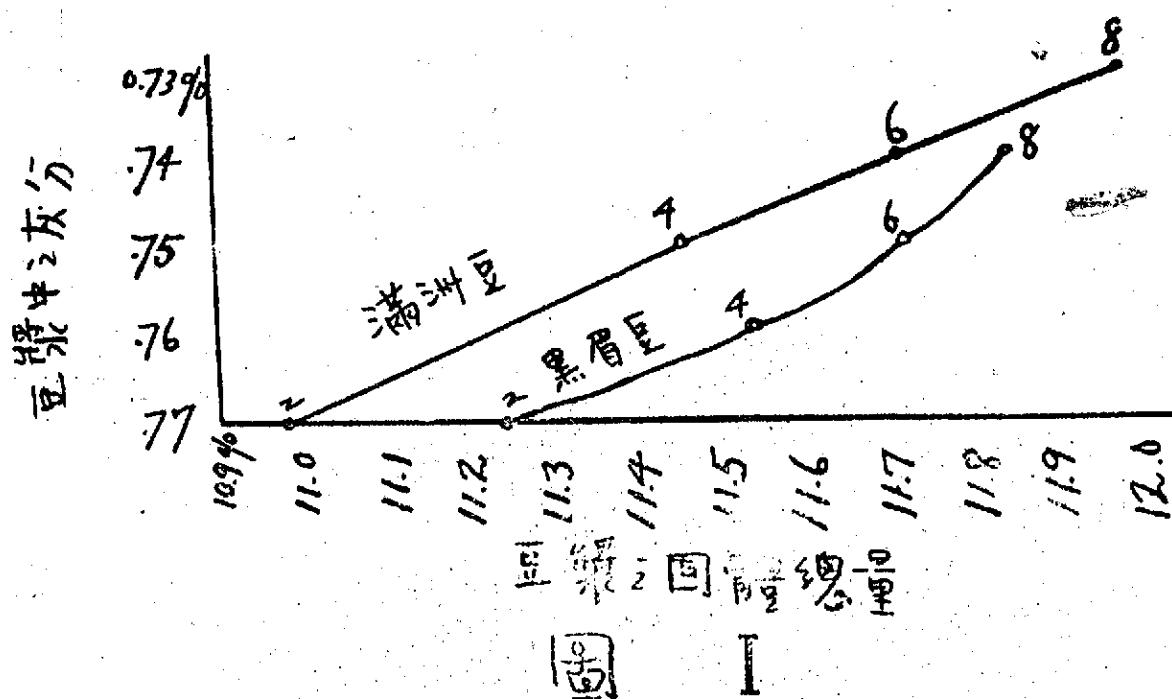
(六)用本方法所製造之豆漿之脂肪小球，其直徑較牛乳之脂肪小球直徑為一與十之比。

(七)因豆漿之 pH 值為六·四三，而牛乳之 pH 值為六·六，故豆漿之酸性較牛乳為畧高。

(八)豆漿含有較小量之糖，故其乳精之屈折指數較低。

(九)依本方法所製之豆漿常含有百分率較高之固體總量及較低之灰質，因加長浸漬時間則礦質成分易被提出，但同時對於蛋白質及脂肪之提取則較為容易。

(十)此種豆漿之乳精約含有豆漿之固體總量約百分之二十，豆漿之蛋白質百分之十，而牛乳之乳精亦不過含有牛乳蛋白質百分之二十而已。



附錄——豆漿代乳底一實例※

吾粵民食大宗為米糧。一般人民之幸得保持健康者，賴米為主要食品，而輔以多量之菜蔬及小量之魚肉，鷄鴨蛋，生果等。惟對於病人及嬰兒，則米之滋養自無能為力。貧窮人家多購食豆腐，勉可補救身體營養上之蛋白質的需要。然在上流階級則每以其為下賤食物，而不樂食；豆腐之用以育嬰，未更之有。營養不足之現象觸目皆是。為補救此種缺憾起見，對於營養問題實有進而研究之必要。

我人相信能給與滋養問題以完滿之解答者舍採用豆漿一法外實無其他。黃豆為我國農產之一，價廉物美，各地俱有出產。黃豆之蛋白質及脂肪極易於消化。豆漿加入鈣，鹽及糖等成分則為一種良好之食品。豆漿較牛乳價廉五倍，且富於滋養成分，如能製造得宜實為一種衛生潔淨之食物。下列各人對於黃豆及其產物均有研究：阿斯班及曼度(Osborne and Mendel)，荷華夫(Horvath)，派比及摩斯(Piper and Morse)，協和醫大祝醫生，梁敬敦等；不俟亦稍隨蹤尾焉。

豆漿在本省不甚銷行，其原因甚多。作者為欲宣揚其重要及提倡購食起見，特自民國十九年四月起至二年六月底止，在廣州市設立之本大學附屬博濟醫院會同司徒嘉醫師從事以下之豆漿代乳育嬰試驗。試驗期間前後凡十四個月，為空前最長時間之試驗。

製造豆漿之方法

(一) 豆腐漿 (Bean Curd Milk)

浸滌乾黃豆重一份於清水中，越一宵後除去水分，置「小號輾肉機」反復研碾兩次，然後混和以重三・六份清水。沸煮此種混合物約三十

* 此項實驗係與本校附屬醫院司徒嘉醫師 (Dr. A. C. Siddall) 合作之結果。

分鐘，泌濾後，加以壓力使漿水與豆渣分離。在百度表五十度時加入乳酸十滴於一千立樁之豆漿內，其結果為一種白色柔軟沈澱物之形成。沈澱物經布袋泌濾與乳清（Whey）分離後，陸續加入沸水使與原量相等為止，則所得者為豆腐漿。

分析：蛋白質百分之三・八六；脂肪百分之一・五一；糖百分之〇・〇八；固體總量百分之七・九二。

（二）全豆漿（Whole Soybean Milk）

浸滿重一分乾黃豆於清水中 越一宵後，除去水分。置大號碾肉機中反復研磨兩次，然後加入重四分清水與之混和。沸煮此種混和物約二十分鐘，泌濾後，加以壓力，使漿水與豆渣分離。所得者即為全豆漿。

分析：蛋白質百分之二・〇三；脂肪百分之〇・四二；糖百分之三・〇五（加入有乳糖）；固體總量百分之八・二七。

加入全豆漿內百分〇・一 乳酸鈣（Calcium lactate）及食鹽。

豆漿代乳育嬰試驗自嬰齡六週起至第十五個月止

嬰兒施玲入醫院時年方六週。初時哺飲母乳，滋養充足，故身體甚為發達，體重達五・二啓羅格蘭姆，高五十八樁。試驗之初哺以代乳粉，以後逐漸代以豆腐漿，直至五月一日則完全代以一千立樁之豆腐漿。此種豆漿每日俱加入百分之三蔗糖，百分之二・五立樁豬魚肝油與百分之〇・〇八乳酸鈣鹽，百分之〇・〇八食鹽。八月一日至卅一日於全豆漿內加入百分之十石花菜，九月一日至二月二十八日全豆漿內加有濃度自百分之二至百分之十之米汁。二十年四月十二日，每日於全豆漿內加入五立樁至十立樁精製及無臭豆油，此種豆油先經與微量鷄蛋黃及粟米粉化成乳狀液。

八月十三日起漸哺以穀類及稀粥，其量迅速自四安士增至八安士。九月十六日再於此種食物內加入鷄蛋黃一枚及一茶匙新鮮煮熟番茄汁。正月十五日以全枚鷄旦易去蛋黃，間或為利便計亦有易以切細之鴨肝。同時每日亦加入一茶匙菠菜糜及胡蘿蔔於食物中。二十年六月九日試驗完竣，病嬰亦行離院。

每日之下卡羅里入取量 (Caloric intake) 為每一啟羅格蘭姆有九十五至一百四十卡羅里。

豆漿代乳育嬰試驗結果提要

試驗之結果為六週嬰兒施玲於十四個月後增長十七磅，體重增加四・八啟羅格蘭姆。嬰兒第一枚牙於出世後七個月出現，一年後共有牙六枚。十五個月即能勉強扶行。在試驗期間內常用X光線察視嬰兒，惟並無發覺有佝僂病。

試驗的論據

嬰兒施玲之血液屢經試驗，惟絕不發覺有貧血症及瘧疾。大便內亦無寄生蟲卵子。

哺食豆漿之嬰兒施玲，其生長率可於圖三見之。圖一為病嬰於六個月時所攝。圖二為十三個月後之照像。豆漿有清瀉作用及不快氣味，此為豆漿美中不足之事實。但如加入乳酸於全豆漿內，經泌濾及除去乳清後，此種缺點或能消除。事實上豆腐漿之氣味較全豆漿之氣味清潔，不過前者能使大便稀滑，有時竟成半流體。對於嬰兒體重之增加並不滿意。故豆腐漿實不甚適用於長期代乳育嬰之食物。

加入百分之十石花菜於全豆漿內則可勉強除去上述之不快氣味及清瀉作用，但應用以餵育嬰兒施玲。其結果則嬰兒之大便稍硬，及全

豆漿之氣味亦稍為改良。冷凍之則全豆漿即起凝結，因此可用米湯以代石花菜，（醫院痊癒之病人所食之凍石花菜豆漿為一種甘美可口及富有滋養料之食物。）豆漿如加入百分之十米湯後，對於其不快氣味及清瀉作用頗能改良，故病嬰體重日有增加。此種試驗繼續舉行共有五月之久，然後另行試驗麥芽糖之影響。加入濃度百分之三·三之土製麥芽糖於豆漿內以替代蔗糖，此種替代對於豆漿氣味大有改良。不過麥芽糖之成分各有不同，且易於發酵，故不能實際應用有效。豆漿短於脂肪成分，故每日加入精製之亞錫高豆油(Acetco)十立樁於豆漿中。所加入之豆油對於消化不生窒碍。

在採用豆漿代乳育嬰期間內，施玲曾於十九年六月九日至廿四日間患 Furunculosis。同年八月間亦有六日患氣管支駄炎。二十年五月間舊病復發約八日之久。有三日施玲之體溫曾數次增高至百度表三十九度。在此期間內更染有上部呼吸器官傳染病。

提要

(一)本試驗用豆漿代乳哺育一本國六週嬰兒，前後凡十三個月零三星期。第十五個月後，嬰兒體重增加十啟羅格蘭姆，體高增至七十五厘米。所用代乳豆漿攪混有稀粥，菜，鷄旦及鱉魚肝油。

(二)豆漿之清瀉作用及不快氣味，並不能因加入乳酸於全豆漿內使蛋白質起沈澱及傾棄乳清而除去。

(三)豆漿之不快氣味及清瀉作用可因加入石花菜而除去一部分。

(四)每日加精製豆油約十立樁於全豆漿內，對於消化作用不生窒碍。

鳴謝

本試驗深得黃永霞醫生，夏巧雲醫生及看護長劉怡愛女士熱心帮忙，合此致謝。又得美國同賓會外國傳道部幹事，施格來博士 (S.G. Ziegler) 之經濟援助使本試驗得以進行，尤為感謝之至。

參 放 書

- (1) Piper, C. V. and Morse, W. J. *The Soybean*. New York, 1923.
- (2) Osborn, T. B. and Mende', L. B. *J. Biol. Chem.* 32:369—387. 1917
- (3) Horvath, A. A. *The Soybean as Human Food*, Chinese Government Bureau of Economic Information, Booklet Series No. 3, Peking, 1927.
- (4) Laird, C. N. Unpublished work.
- (5) Tso, E. *Chinese J. of Physio.* 2(1); 33—40. 1928.
- (6) Chiu Y. T. Suggested Improvements in the Manufacturer of Soybean Milk, *Lingnan Science Journal* 8:573—576. 1929 [1931].
- (7)—Studies of the Physical and Chemical Properties of Soybean Milk. *Lingnan Sc. Bulletin*, No. 4. Sept., 1931

圖一：嬰兒施玲六個月照像

圖二：嬰兒施玲十三個月照像

圖三：中國嬰兒施玲哺飲豆漿之生長率為圖中 B 線。美國嬰兒 (Holdt) 平均生長率為圖中 A 線。

(本篇原文為英語，曾刊本校科學叢刊十卷四期。茲由袁世裕君漢譯)

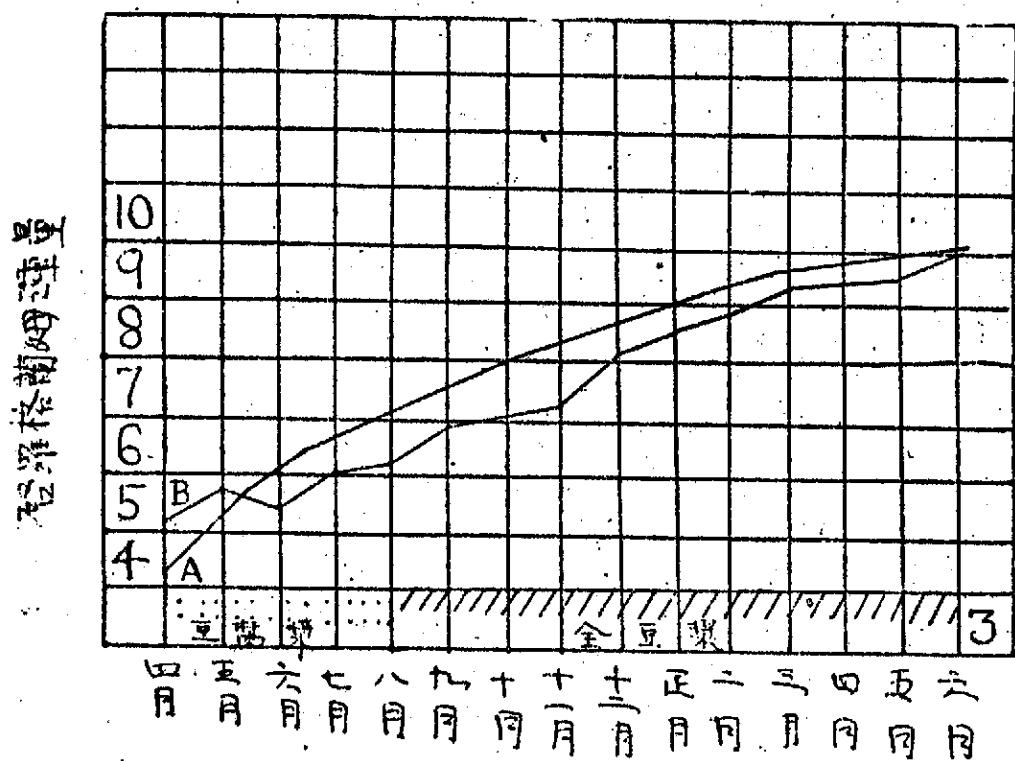
(圖一)



(圖二)



(圖三)



(民十九)

(民二十)