

氏 名 (本籍)	たいら 平	はる 春	え 枝 (東京都)
学位の種類	農	学	博 士
学位記番号	農	第	2 7 号
学位授与年月日	昭和 4 3 年	2 月	8 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
最終学歴	昭和 2 6 年 3 月 日本女子大学家政学部卒業		
学位論文題目	大豆加工品のアミノ酸に関する研究		

(主 査)
論文審査委員 教授 小 柳 達 男 教授 柴 崎 一 雄
教授 金 田 尚 志

論 文 内 容 要 旨

大豆加工食品は、大豆の trypsin inhibitor のような有害因子の破壊、消化率の増大、香味の改善などのためにかなり強度の加熱を経るのが普通である。

しかしながら、過度の加熱処理は往々にして栄養価及び品質の低下を招くことが認められ、それらの原因として、蛋白質の変性による消化性の低下と蛋白質中のアミノ酸の破壊などが考えられているが詳細な研究は少ない。

一方、醗酵処理においても、豆みその様な長期間の醗酵の場合はもちろん、他の短期間における醗酵処理においても、そのアミノ酸に変化のあることは当然考えられる。

従来、本邦大豆加工食品の全アミノ酸を分析した報告は少なく、また、その製造工程中の変化に関する研究に至っては皆無である。

よって著者は、我国における慣行大豆加工法に関連した加工処理によりいかなるアミノ酸が破壊するか、酵素による消化性や栄養価はいかなる影響を受けるかを以下の4項目について検討した。

I 大豆加工品のアミノ酸組成及び製造工程中におけるアミノ酸の変化

大豆を主原料とした食品として、みそ、豆腐、油揚、おから、凍豆腐、湯葉、きな粉、納豆及び乳腐のアミノ酸組成をみると、大豆のアミノ酸組成に比べて数種のアミノ酸含量に変動が認められる。このうち、原料大豆から製品までのアミノ酸組成を、豆腐、豆みそ及び納豆についてみると、豆腐以外はいずれも製造工程中に主として lysine, arginine, cystine 含量に減少がみられ、これらの加工条件中加熱処理によっては lysine, arginine 及び cystine が、醗酵過程中には arginine, lysine に損失のあることが認められた。

II 脱脂大豆の加熱処理がアミノ酸組成に及ぼす影響

脱脂大豆の加熱処理がアミノ酸の損失に影響を与える条件として、加熱温度及び時間、加熱試料への加水量、糖共存の有無などが考えられるので、これらの条件の影響を研究すると共に、有効性 lysine に対する加熱の影響、cystine の加熱分解などについても検討を行なった。

1 加熱温度及び時間の影響

脱脂大豆に等量の水を加えたばあいにおける加熱温度および時間の影響は、100～115℃においても cystine（第1図）、lysine（第2図）、arginine（第3図）の損失を起し、強度の加熱条件においては tryptophan（第4図）及び serine（第5図）も破壊した。これらのうち、加熱温度及び時間の増加に伴って cystine は急激な減少を示すが（第1図）、lysine（第2図）、arginine（第3図）は強度の加熱条件を除いては破壊の割合は少なかった。

2 加水量の影響

脱脂大豆加熱時における加水量の影響は著明で、無加水試料における損失は lysine、arginine に大きく、特に lysine において著るしかった（第6図）。一方、cystine（第7図）、tryptophan 及び serine は加水量に関係なく、温度の上昇及び時間の延長とともに破壊が増した。

3 糖添加の影響

大豆に共存する糖が加熱処理によるアミノ酸損失の要因となることが考えられるので、脱脂大豆、50% ethyl alcohol 可溶性糖除去脱脂大豆及び glycinin など、各試料に対する糖添加の影響を調べた。その結果、lysine 及び arginine は糖の種類による損失の差は明らかではないが、いずれも糖添加により損失を増した（第1表）。一方、cystine は加熱により損失は大きい糖による影響は顕著ではなく（第2表）、methionine は加熱及び糖のいずれの影響も認められなかった。

4 全 lysine 及び有効性 lysine の変化

加熱処理により損失をうけるアミノ酸のうち、lysine については遊離 ϵ -アミノ基がその影響をうけることが考えられるので、等量加水で加熱処理した脱脂大豆について調べると、全 lysine 及び有効性 lysine ともに損失が認められるが、後者がより大きな影響を受けていた（第 8, 9 図）。また、無加水加熱処理においても、有効性 lysine に損失の影響が大きかった（第 10 図）。

5 Cystine の分解

脱脂大豆への加水加熱がアミノ酸の損失に及ぼす影響が cystine において最も顕著に現われたので、cystine 水溶液を用いて加熱による破壊機構を検討し、さらに、加熱処理を行なった大豆蛋白質中の cystine についても検討を加えた。その結果、126℃、4 時間の加熱は paper chromatography による ninhydrin test, S 化合物の定性、automatic recording densitometer による定量、column chromatography による分析（第 11 図）、イオン交換樹脂による分離、微生物法による定量、鉛糖紙による定性などにより、第 12 図に示した如き化合物の生成を認めた。しかし、これら生成物の主なものは cystine monosulfoxide, cystine disulfoxide, cystine monosulfone などであり、cystine の $-S-S-$ 部分が酸化を受けてはいるが架橋が切れることなく存在することが認められた。

これらにつき、大豆など蛋白態試料を用いて検討した結果、微生物法により定量されなくなった cystine の大部分は、 $-S-S-$ 架橋が切れることなく存在すると考えられるに至った（第 3 表）。なお、大豆中には cystine の約 20% に相当する cysteine が存在し、cystine よりも熱による損失の大きいことを認めた（第 3 表）。

Ⅲ 脱脂大豆の加水加熱処理が、酵素により遊離するアミノ酸含量に及ぼす影響

大豆の加熱処理は酵素分解により遊離するアミノ酸量にも影響を与えることが考えられるので、麴菌及び放線菌 protease 及び pancreatin を用いて検討を行なった。

1 麴菌及び放線菌 protease 分解

等量加水で加熱処理した脱脂大豆から麴菌及び放線菌 protease により遊離されるアミノ酸量についてみると、加熱処理は遊離アミノ酸総量において麴菌 protease ではあまり増加を示さないが、放線菌 protease ではかなりの増加を示し、とくに数種のアミノ酸において著るしい増加が認められた。しかし、過度の加熱処理をしたものは、両酵素とも遊離アミノ酸総量の減少が著るしかった(第4, 5表)。

2 Pancreatin 分解

脱脂大豆が適度な加熱により栄養価の向上を示し、過度の加熱により栄養価の低下を示す原因を明らかにするため各種加熱試料の pancreatin 分解により遊離するアミノ酸のパターンをみると、適度な加熱のものは無加熱試料に比べて総てのアミノ酸の遊離度が増加し、特に cystine においてこの傾向の著るしいことなどが認められた。一方過度加熱のばあいは、数種のアミノ酸、特に cystine の遊離度において著るしい低下を認めた。このとき経時的に遊離されるアミノ酸のパターンを適度な加熱試料と過度な加熱試料とについて比較すると、全く異なっていることも注目された(第6表)。

Ⅳ 脱脂大豆の加水加熱処理がラツテの栄養効率に及ぼす影響

Ⅲ迄において認められた過度加熱試料において損失を示した各アミノ酸

を、その損失量に準じて過度加熱脱脂大豆に添加してラツテに与える試験及びpancreatin分解において認められた加熱処理の異なった脱脂大豆の遊離アミノ酸パターンと栄養価との関係等について動物試験を行ない、脱脂大豆の加熱処理がラツテの栄養効率に及ぼす影響を検討した。

1 過度加熱試料に対するアミノ酸添加の効果

大豆の過度加熱試料においてlysine, arginine, cystine, tryptophan及びserineの減少が認められたので、これらのアミノ酸を過度加熱大豆に添加してその栄養回復効果を体重増加量、窒素効率について検討した結果、添加したアミノ酸のうちではcystineが顕著な効果を示した。しかし、損失したアミノ酸類を添加しても生長試験の成績では完全な回復は得られなかった(第7, 8表)。

2 各加水加熱脱脂大豆のpancreatin分解による遊離アミノ酸組成に準じて作成したアミノ酸混合物を用いての動物試験

前述のpancreatin分解において認められた無加熱、適度及び過度加熱各試料をpancreatinにより分解した際の遊離アミノ酸パターンに準じて作成した6種のアミノ酸混合物をネズミに与え、脱脂大豆の各種加熱試料と比較を行なった。その結果、pancreatin分解120時間分解の遊離アミノ酸パターンに準じて作成したアミノ酸混合物においては、脱脂大豆加熱試料の体重増加量とほぼ一致した傾向が得られた(第9, 10表)。

以上の結果から、大豆の加工処理に際しては加熱処理がそのアミノ酸の損失に最も著しい影響を及ぼし、加熱温度、加熱時間のほか加熱時の加水量あるいは糖の存在の有無などもアミノ酸の種類により異なるが影響が認められ、アミノ酸の損失においてlysine破壊型とcystine破壊型のあることが認められた。すなわち、lysineは一般的な加熱条件では損失は少ないが、水を加えぬとき、破壊が著るしくなる。また、糖を添加したときもその損失を増すものであって、これは遊離アミノ基と糖あるいは他の物質の結合が起

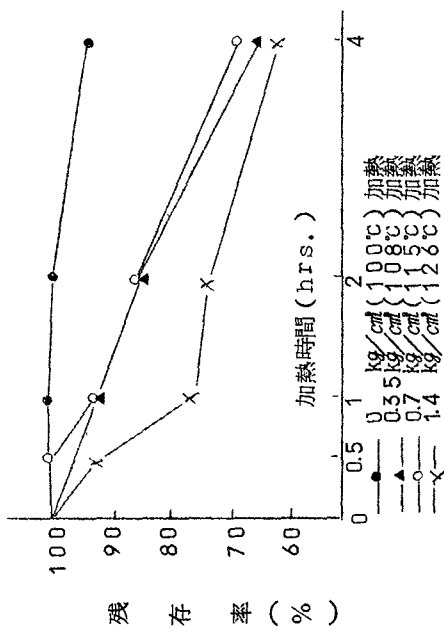
きるものと考えられ、arginine もこの型に属する。これに対し cystine は過度でない加熱条件でも損失が大きく、加熱試料への加水あるいは糖の存在に関係なく加熱の影響を受け破壊するものと思われる。

また、麴菌及び放線菌 protease による酵素分解においては、加熱処理の相違が酵素により分解して遊離するアミノ酸量に影響を及ぼし、適度の加熱処理はアミノ酸の遊離度を高めるが、過度の加熱処理は cystine ほかに多くのアミノ酸について遊離度を低下させた。これらの傾向は動物体の protease である pancreatin 消化においても認められ、適度の加熱試料は総てのアミノ酸の遊離度を高めるが、過度加熱試料においては多数のアミノ酸の遊離度の減少をきたし、cystine において特にこの傾向が著るしかった。これら pancreatin 分解のアミノ酸遊離に認められた各加熱試料間の相違は、さらに酵素分解の経時的な遊離アミノ酸相互の量的なパターンにも認められた。これにより、これら熱処理の異なる脱脂大豆の酵素に対する被消化性が著るしく異なっていることが推定された。

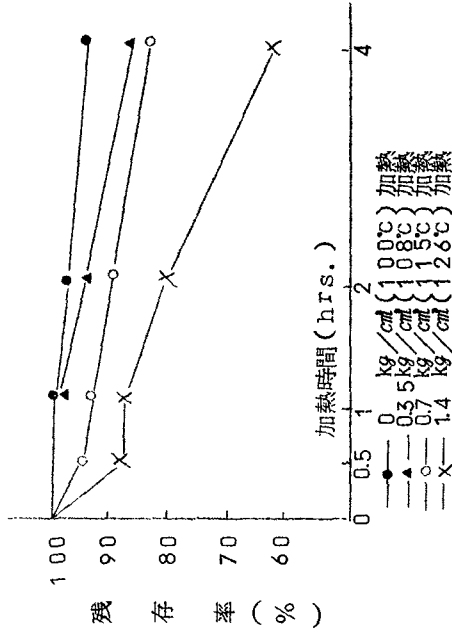
これら pancreatin 分解による *in vitro* 試験の特徴は動物試験の結果からも認められた。すなわち、pancreatin 分解により遊離されるアミノ酸パターンに準じて作成したアミノ酸混合物をネズミに与えると、過剰加熱のものは発育、窒素効率などにおいて適度加熱のものに劣った。また、過度加熱試料へのアミノ酸の添加効果は cystine が顕著であった。

以上の事実より、大豆加工の際の適度の加熱は lysine の損失を防ぐと共に cystine の損失を最少限度にとどめ、大豆食品加工上における品質保持にとどまらず食品としての蛋白質の利用度を高める上からも重要であると思われる。

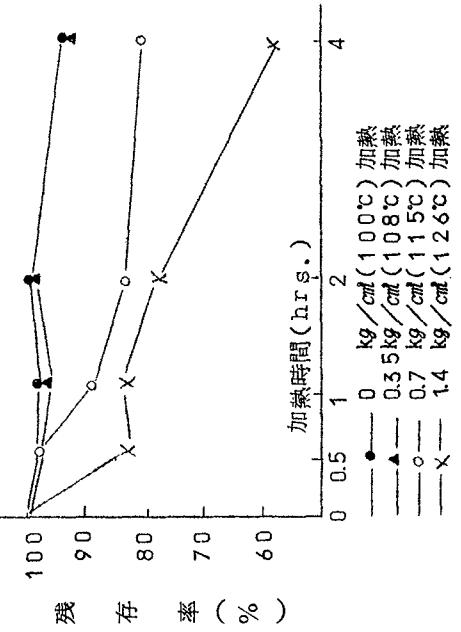
第1図 大豆の加熱処理とCystineの損失



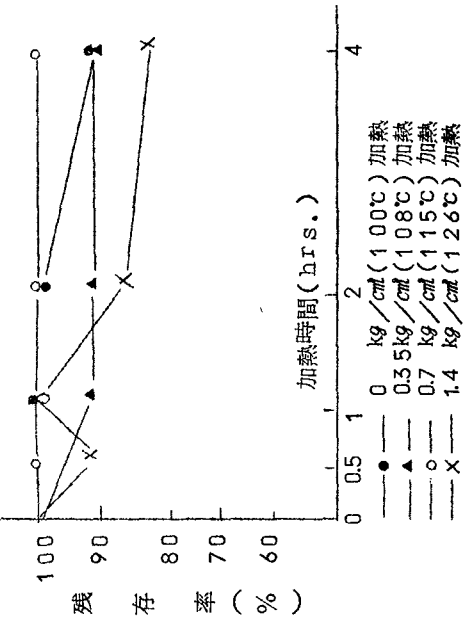
第2図 大豆の加熱処理とLysineの損失



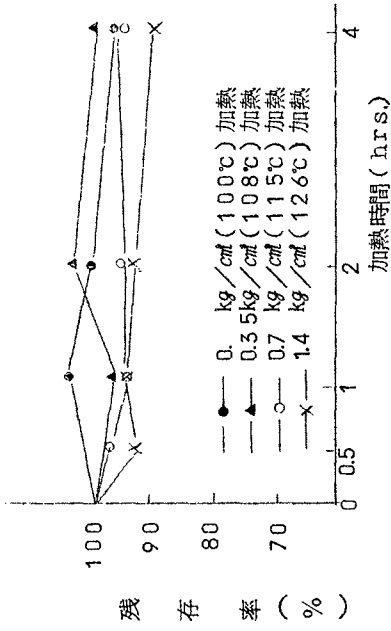
第3図 大豆の加熱処理とArginineの損失



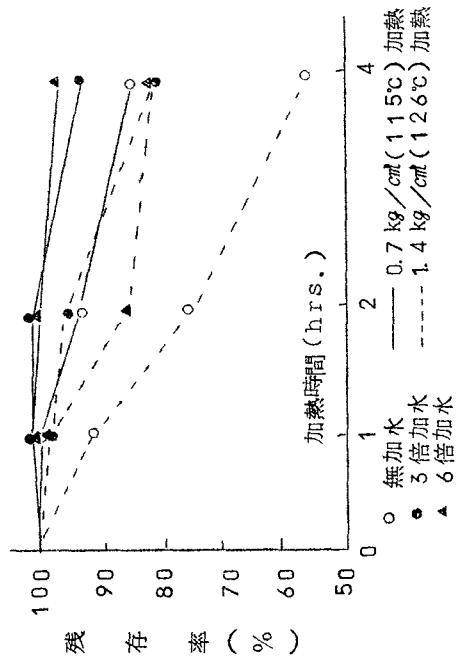
第4図 大豆の加熱処理とTryptophanの損失



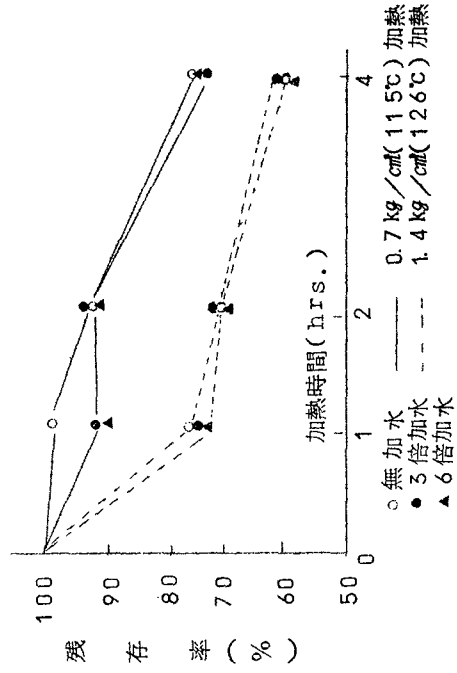
第5図 大豆の加熱処理とSerineの損失



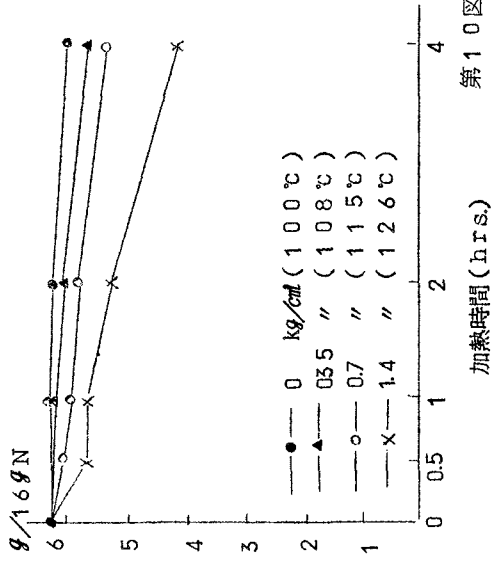
第6図 加熱大豆のLysine損失と加水量



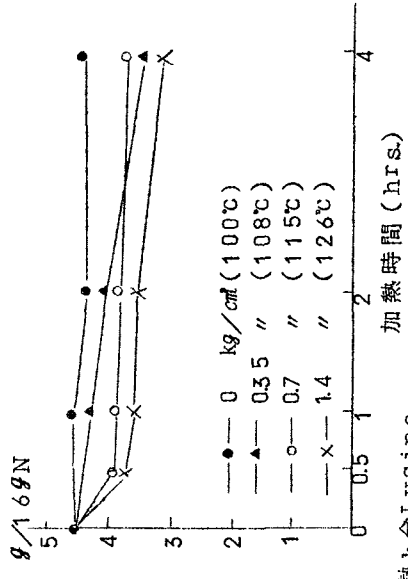
第7図 加熱大豆のCystine損失と加水量



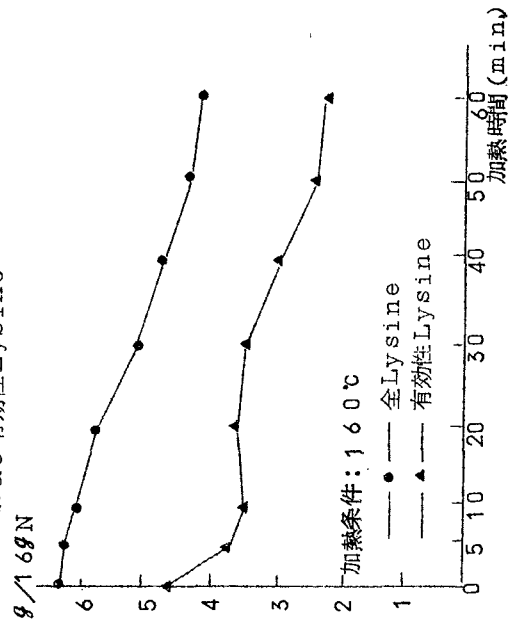
第8図 加水大豆の加熱と全Lysine含量



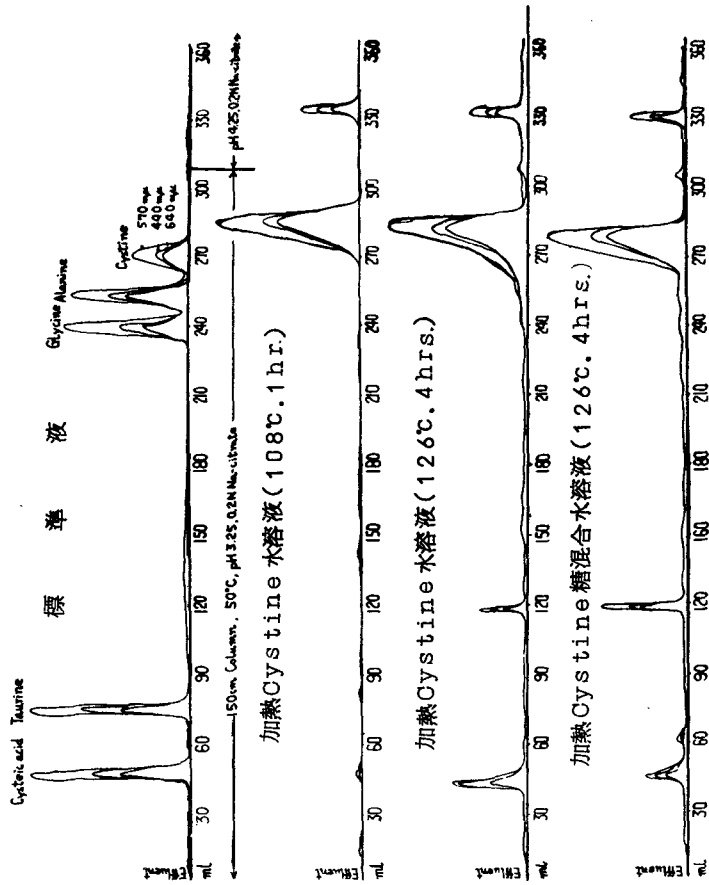
第9図 加水大豆の加熱と有効性Lysine含量



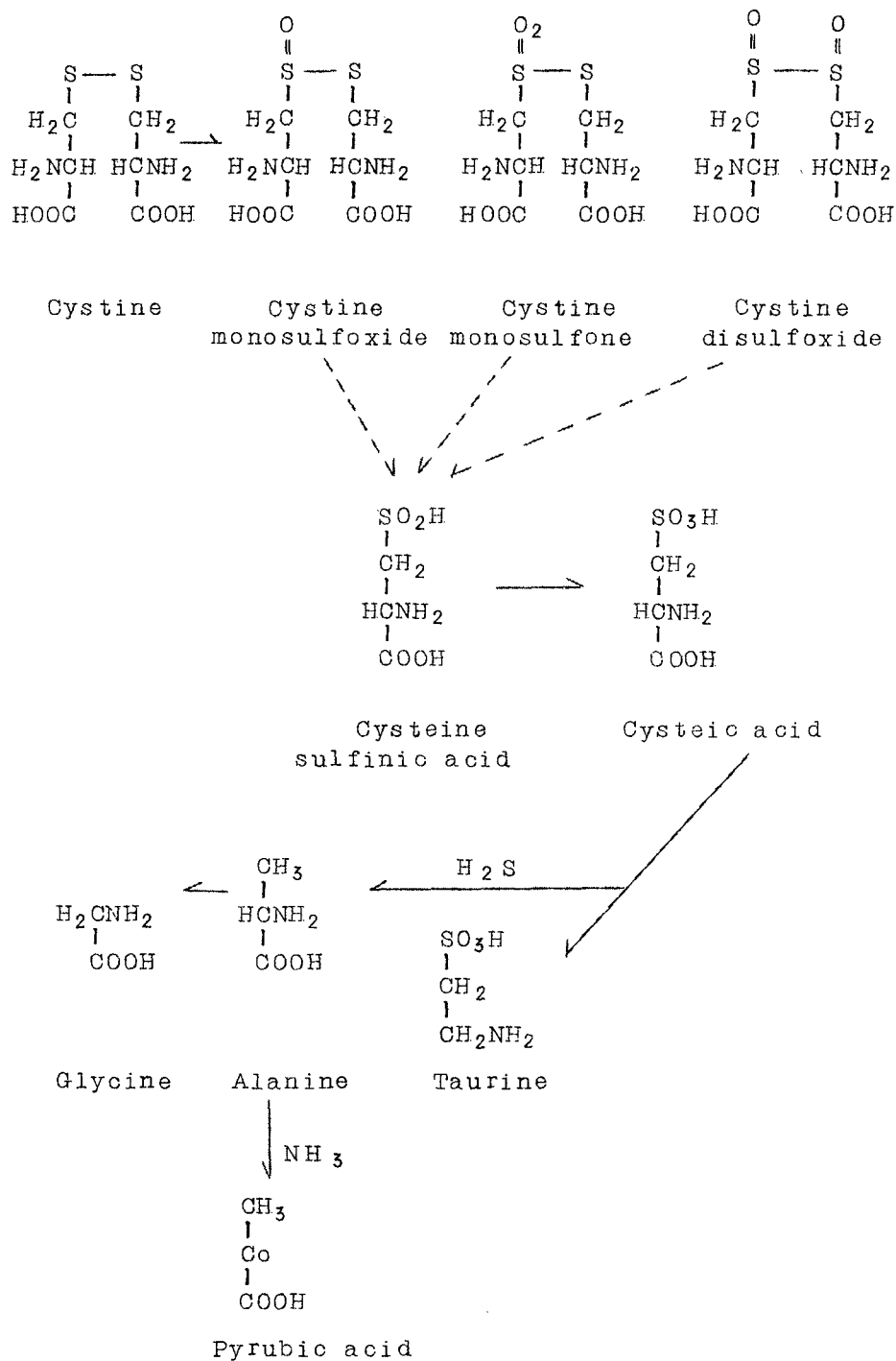
第10図 無加水大豆の加熱と全Lysine および有効性Lysine



第11図 加熱Cystine水溶液の溶出曲線
(Amberlite IR-120 Column0.9x150cm)



第12図 Cystineの加熱分解生成物



第1表 糖添加・加熱によるLysineの損失

糖添加	試料 測定値と残存率 加熱処理	脱脂大豆		エタノール処理 脱脂大豆		Glycinin		Lysine	
		g/16gN	%	g/16gN	%	g/16gN	%	mg/100ml	%
糖無添加	無加熱	6.93	100	6.84	100	5.95	100	313	100
"	加熱	5.54	80	6.65	97	5.80	97	303	97
蔗糖添加	"	—	—	6.38	93	5.58	94	304	97
ラフィノース添加	"	—	—	6.53	95	5.54	93	302	96
グルコース添加	"	—	—	6.45	94	5.56	93	301	96
キシロース添加	"	—	—	6.32	92	5.42	91	307	98
糖混合添加	"	—	—	6.19	90	5.35	90	300	96
エタノール抽出物添加	"	—	—	6.36	93	5.28	89	293	94

第2表 糖添加・加熱によるCystineの損失

糖添加	試料 測定値と残存率 加熱処理	脱脂大豆		エタノール処理 脱脂大豆		Glycinin		Cystine	
		g/16gN	%	g/16gN	%	g/16gN	%	mg/100ml	%
糖無添加	無加熱	1.21	100	1.17	100	1.18	100	53.7	100
"	加熱	0.56	46	0.60	51	0.86	73	21.4	40
蔗糖添加	"	—	—	0.60	51	0.81	69	18.8	35
ラフィノース添加	"	—	—	0.51	51	0.82	69	18.8	35
グルコース添加	"	—	—	0.58	50	0.82	60	19.9	37
キシロース添加	"	—	—	0.62	53	0.86	73	17.9	33
糖混合添加	"	—	—	0.58	50	0.82	69	17.7	33
エタノール抽出物添加	"	—	—	0.56	48	0.54	46	17.4	32

第3表 加熱によるCystine, CysteineおよびCysteic acidの変化

試料	加熱処理	Cystine				Cysteine		Cysteic acid	
		微生物法		過ギ酸化法		リンタンゲステン酸法		イオン交換クロマト法	
		定量値	残存率	定量値	残存率	定量値	残存率	定量値	残存率
大豆	-	g/16gN	%	g/16gN	%	g/16gN	%	g/16gN	%
	+	1.10	4.91	1.39	5.76	1.34	8.51	0.21	0
脱脂大豆	-	0.54	4.91	0.80	5.76	1.14	8.51	0.14	6.67
	+	1.13	4.96	1.40	6.00	1.38	8.77	0.20	0
ニタノール処理大豆	-	0.56	4.96	0.84	6.00	1.21	8.77	0.12	6.00
	+	1.15	5.39	1.48		1.13		0.15	0
Glycinin	-	0.62	5.39			1.00	8.85	0.10	6.67
	+	1.20	7.17	0.99	6.69				0
Cystine	-	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%	g/100g	%
	+	9.61	6.78			9.6	7.83	0	0
Cysteine	-	6.52	8.05			7.80	5.6	4.39	84.8
	+	5.70	2.6			2.15	10.42	6.56	0
Cysteic acid	-	4.59	0.31			0.12		55.6	100
	+	0.07	2.6			3.78		0	88.6

第4表 細菌 protease 分解における各種加熱処理試料のアミノ酸遊離量

アミノ酸	加圧(温度) 加熱時間(時間)	(原料 1.6g N中遊離アミノ酸g)													
		0 kg/cm ² (100°C)			0.35 kg/cm ² (108°C)			0.7 kg/cm ² (115°C)			1.4 kg/cm ² (126°C)				
	無加熱	1	2	4	1	2	4	0.5	1	2	4	0.5	1	2	4
Glycine	2.1	2.0	2.0	1.8	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	1.8	1.7	2.2	1.9	1.7	1.5
Alanine	2.6	2.0	1.9	1.8	2.1	2.1	2.1	2.2	2.1	2.0	2.0	2.1	2.1	1.9	2.0
Valine	2.5	2.6	2.6	2.5	2.7	2.4	2.7	2.6	2.7	2.5	2.4	2.7	2.4	2.6	2.4
Isoleucine	2.8	2.6	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.6	2.4	2.2	2.2	2.6	2.4	2.2	2.0
Leucine	4.5	4.2	4.2	4.3	4.3	4.5	3.9	4.3	4.3	3.8	3.6	4.8	4.2	4.1	3.6
Aspartic Acid	4.0	2.7	2.8	2.7	2.9	3.1	2.1	3.1	2.9	2.5	1.6	3.1	2.3	1.8	1.6
Glutamic Acid	6.2	6.5	7.3	6.8	6.8	6.7	6.2	7.0	6.9	6.1	6.1	8.0	6.6	6.1	5.5
Lysine	3.5	3.6	3.6	3.4	4.0	3.5	3.4	4.0	3.9	3.0	2.7	3.8	3.2	2.5	1.3
Arginine	4.1	4.1	4.0	4.0	4.2	4.0	3.8	4.3	3.8	3.5	3.4	4.4	3.8	3.3	3.3
Histidine	1.5	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.0	1.4	1.4	1.3	1.1	1.3	1.1	1.1	0.85
Phenylalanine	3.8	3.0	3.1	2.8	2.7	2.7	3.0	3.7	3.5	3.2	2.8	3.9	3.3	3.2	2.8
Tyrosine	2.3	2.2	1.6	1.6	2.2	2.0	2.9	2.9	3.0	2.4	2.3	3.2	3.3	1.8	1.4
Proline	5.1	5.1	4.9	5.0	4.9	5.0	5.0	5.0	5.4	5.2	4.8	6.1	5.3	5.1	4.5
Tryptophan	0.86	0.74	0.68	0.63	0.71	0.64	0.59	0.77	0.75	0.60	0.56	0.78	0.66	0.62	0.49
Methionine	0.79	0.86	0.82	0.84	0.91	0.89	0.88	0.94	0.95	0.78	0.74	0.96	0.87	0.82	0.75
Cystine	0.59	0.47	0.46	0.44	0.44	0.46	0.35	0.47	0.44	0.30	0.35	0.43	0.33	0.28	0.14
Serine	3.6	3.9	3.7	3.7	3.7	3.8	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.8	3.4	3.3	2.7
Threonine	2.8	2.7	2.6	2.6	2.7	2.8	2.6	2.7	2.6	2.3	2.2	2.9	2.5	2.5	2.0
合計	5.4	5.1	5.0	4.9	5.1	5.0	4.8	5.3	5.3	4.7	4.4	5.7	5.0	4.5	3.9

100

第5表 放線菌 protease 分解における各種加熱処理試料のアミノ酸遊離量

(原料 1.6g N 中遊離アミノ酸 g)

アミノ酸	加圧(温度) 加熱時間(時間)	0 kg/cm ² (100°C)				0.35 kg/cm ² (108°C)				0.7 kg/cm ² (115°C)				1.4 kg/cm ² (126°C)			
		1	2	4		1	2	4		0.5	1	2	4	0.5	1	2	4
Glycine	056	0.75	0.74	0.72		0.88	0.84	0.67		0.80	0.84	0.71	0.59	0.87	0.81	0.74	0.40
Alanine	12	1.1	1.2	1.1		1.2	1.1	0.98		1.2	1.2	1.1	0.85	1.4	1.2	1.0	0.78
Valine	1.8	2.1	2.3	2.3		2.4	2.3	2.0		2.5	2.3	2.0	2.0	2.4	2.4	2.2	1.6
Isoleucine	1.6	2.0	2.1	2.0		2.2	2.1	1.9		2.3	2.1	1.9	1.8	2.3	2.1	1.9	1.8
Leucine	2.8	3.7	3.9	3.8		4.2	4.2	3.8		4.4	4.0	3.6	3.3	4.1	3.8	3.6	2.7
Aspartic Acid	1.3	1.9	1.8	1.9		2.0	1.9	1.7		1.6	1.6	1.5	1.0	1.9	1.7	1.4	1.2
Glutamic Acid	5.9	8.0	9.4	9.5		13.0	11.0	8.7		11.0	12.0	8.8	6.9	12.0	9.2	6.9	6.6
Lysine	1.3	2.0	2.1	1.7		2.2	2.1	1.6		2.4	1.9	1.5	1.3	2.0	1.9	1.6	0.68
Arginine	1.8	3.2	3.7	3.0		3.6	3.5	3.0		4.4	3.8	2.9	2.2	3.4	2.9	2.6	1.6
Histidine	0.85	1.2	1.1	1.0		1.3	1.2	1.0		1.2	1.0	1.1	0.90	1.1	0.94	0.82	0.75
Phenylalanine	1.4	2.0	2.1	2.2		2.4	2.4	2.9		2.5	2.7	2.0	2.0	2.3	2.4	2.1	1.7
Tyrosine	1.7	0.83	0.87	0.83		1.5	1.3	1.0		1.3	1.3	1.6	1.6	2.1	2.0	1.9	1.8
Proline	1.5	1.4	1.4	1.4		1.7	1.6	1.4		1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.4	1.2
Tryptophan	0.51	0.66	0.71	0.61		0.62	0.63	0.57		0.68	0.59	0.51	0.53	0.62	0.55	0.47	0.30
Methionine	0.39	0.69	0.71	0.70		0.85	0.84	0.70		0.75	0.73	0.69	0.65	0.72	0.62	0.63	0.48
Cystine	0.078	0.13	0.11	0.12		0.14	0.15	0.13		0.12	0.13	0.12	0.13	0.10	0.094	0.073	0.026
Serine	1.3	1.6	1.7	1.6		1.9	1.7	1.7		1.8	1.6	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.2
Threonine	1.7	2.4	2.3	2.3		2.6	2.4	2.2		2.8	2.5	2.5	2.0	2.7	2.5	2.3	1.7
合計	2.8	3.6	3.8	3.7		4.5	4.1	3.6		4.3	4.2	3.5	3.1	4.3	3.8	3.3	2.7

第 6 表 Pancreatin 分解における各種加熱試料のアミノ酸遊離量
(原料 16g N 中遊離アミノ酸 g)

加 圧 Kg/cm ² 加 温 度 (℃) 加 熱 時 間 (時間) 酵素分解時間(時間)	無 加 熱						0.5Kg/cm ² (108℃) 1						1.4Kg/cm ² (126℃) 4					
	0	6	18	24	48	120	0	6	18	24	48	120	0	6	18	24	48	120
アミノ酸																		
Glycine	0.05	0.06	0.11	0.14	0.14	0.25	0.05	0.08	0.20	0.33	0.55	0.87	0.10	0.27	0.49	0.51	0.64	0.82
Alanine	0.02	0.43	0.78	0.72	0.74	0.70	0.06	0.32	0.58	0.96	0.98	1.00	0.11	0.35	0.58	0.75	0.76	1.10
Valine	0.07	0.19	0.31	0.37	0.50	0.85	0.08	0.17	0.50	0.61	0.99	1.49	0.13	0.43	0.88	0.98	1.30	1.57
Isoleucine	0.05	0.14	0.29	0.37	0.41	0.73	0.05	0.17	0.37	0.62	0.99	1.32	0.07	0.27	0.62	0.67	0.92	1.17
Leucine	0.06	0.18	0.30	0.39	0.66	0.92	0.10	0.32	0.83	1.06	1.58	2.41	0.20	1.08	2.26	2.35	2.69	2.83
Aspartic Acid	0.12	0.28	0.36	0.44	0.45	0.53	0.14	0.24	0.74	1.09	1.20	1.28	0.25	0.73	0.84	0.99	1.10	1.08
Glutamic Acid	0.20	0.25	0.34	0.38	0.75	0.82	0.18	0.33	0.62	0.86	1.00	1.30	0.24	0.65	1.05	1.32	1.59	1.86
Lysine	0.09	0.12	0.30	0.46	0.56	0.76	0.15	0.32	0.81	1.05	1.66	1.88	0.16	0.89	0.97	1.20	1.36	1.73
Arginine	0.14	0.24	0.36	0.34	0.40	0.49	0.21	0.46	1.22	1.80	2.69	3.10	0.67	1.89	2.31	2.79	3.35	3.25
Histidine	0.08	0.15	0.26	0.34	0.37	0.67	0.10	0.18	0.44	0.60	0.78	1.11	0.15	0.41	0.66	0.69	0.81	0.87
Phenylalanine	0.10	0.21	0.29	0.40	0.82	1.14	0.12	0.39	0.82	1.17	1.48	2.22	0.33	1.15	1.36	1.72	1.92	2.29
Tyrosine	0.07	0.56	0.71	0.74	0.81	1.18	0.08	0.49	0.63	1.15	1.40	2.09	0.16	0.76	1.27	1.41	1.91	2.00
Proline	0.06	0.08	0.13	0.18	0.31	0.37	0.06	0.10	0.24	0.49	0.61	0.95	0.10	0.23	0.47	0.58	0.75	0.90
Tryptophan	0.03	0.31	0.44	0.48	0.39	0.44	0.06	0.22	0.40	0.60	0.74	0.96	0.04	0.43	0.71	0.67	0.81	0.83
Methionine	0.02	0.04	0.08	0.12	0.15	0.19	0.02	0.05	0.13	0.20	0.26	0.42	0.03	0.13	0.27	0.30	0.37	0.43
Cystine	0.0010	0.0037	0.0038	0.0048	0.0072	0.0145	0.0011	0.0023	0.0053	0.0083	0.0161	0.0476	0.0006	0.0045	0.0095	0.0096	0.0151	0.0265
Serine	0.07	0.14	0.21	0.29	0.32	0.53	0.12	0.26	0.60	1.11	1.35	1.91	0.23	0.70	1.27	1.88	1.69	2.21
Threonine	0.08	0.55	1.32	1.55	1.63	2.07	0.15	0.87	1.63	1.86	2.22	2.62	0.37	1.65	1.70	1.86	2.12	2.32
合 計	1.3110	3.9337	6.5938	7.7148	9.4172	12.6545	1.7311	4.9723	10.7655	15.5683	20.4961	26.9776	3.3406	12.0245	17.7195	20.6796	24.1051	27.2865

第 8 表 加熱脱脂大豆の動物試験結果 (A)

群名	試験区 飼料N %	体 重		N摂取量 21日間(g)	N効率($\frac{a}{b}$)	N保有量 ($\frac{a-a'}{b}$)	N 出 納 (3 日 間)			生物価 ($\frac{d}{c} \times 100$)	体 N (21日目) (21日目)	体脂肪 (21日目)
		初体重	21日増加量(a)				糞中N	尿中N	貯蔵N(c)			
A	1.6	538	52.5 ± 8.35	5.49	9.54 ± 1.12		mg	mg	mg	%	2.38	8.15
B	1.6	513	4.0 ± 8.76	4.24	0.83 ± 1.99		mg	mg	mg		1.68	6.27
C	1.68	509	10.8 ± 3.10	4.29	2.48 ± 0.68		mg	mg	mg		1.69	4.99
D	1.69	509	16.5 ± 5.26	5.71	2.95 ± 1.13		mg	mg	mg		2.42	11.4
E	3.2	629	106.2 ± 15.4	12.1	8.74 ± 1.06	1.05	1840	356	1500	682	834	55.6
F	3.2	625	46.8 ± 12.3	9.6	4.85 ± 0.92	7.01	1650	441	1230	269	987	80.2
G	3.37	628	47.8 ± 7.0	10.1	4.71 ± 0.40	6.76	1780	421	1380	366	1030	74.6
H	3.38	628	70.7 ± 23.2	11.5	6.15 ± 1.04	7.93	1810	413	1420	332	1100	77.5
I	0	624(a')	20.5 ± 5.1	0			—	20		16		

第 9 表 飼 料 組 成 (%)

試 料	試 験 群	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
脱脂大豆 無 加 熱		36.10									
" 0.55 Kg/cm ² (108°C) 1時間加熱		32.05		3 1.50	18.96	18.21					
" 1.4 Kg/cm ² (126°C) 4時間加熱							1 6.89	19.80	17.23		
アミノ酸混合物Aの6時間酵素分解パターン											
" B " "											
" C " "											
" Aの120時間酵素分解パターン											
" B " "											
" C " "											
カゼイン*		6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	6.11	17.64
無機塩類**		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ビタミン類**		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
大豆油		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.00
澱粉		47.79	51.84	52.39	64.93	65.68	67.00	64.09	66.66	66.25	9 0.00
蛋白質***		20	20	20	20	20	20	20	20	20	0
窒素		3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	0

* 蛋白質 (N × 6.25) ; 83.6%

** 本文第42表参照。但しビタミンA : 330 I.U. を添加

*** N × 6.25 とした換算値

第 1 0 表 加熱脱脂大豆の動物試験結果 (B)

群名	試験区	体 重		N採取量		N 効 率 $(\frac{a}{b})$	N 保 有 量 $(\frac{a-a'}{b})$	N 出 納 (3 日 間)				生物価 $(\frac{d \times c}{100})$	腓 臟 (2 1 日 目) mg
		初体重	21日増加量(a)	21日間 (b)	g			摂取N	糞中N	吸収N(c)	尿中N		
	%	g	g	g	g			mg	mg	mg	mg	mg	mg
A	3.2	67.7	60.6±10.7	12.0	5.05±1.13	6.09	1670	347	1350	420	956	7.08	92.6±24.1
B	3.2	66.8	93.3±8.95	11.8	7.91±1.20	8.97	1770	326	1470	495	1000	6.80	64.7±10.8
C	3.2	67.3	55.1±20.9	10.1	5.46±1.03	6.69	1400	466	956	268	714	7.47	54.5±10.8
D	3.2	67.2	52.6±8.34	9.44	5.57±1.55	6.90	1700	949	1630	735	921	5.65	63.1±34.2
E	3.2	67.5	45.8±16.8	9.39	4.88±1.23	6.21	1610	666	1570	580	1020	6.50	55.9±14.9
F	3.2	67.4	45.6±7.97	10.1	4.51±0.35	5.75	1400	958	1330	573	783	5.89	42.0±10.4
G	3.2	67.3	56.8±6.21	9.12	6.23±0.92	7.60	1680	101	1600	773	853	5.33	59.6
H	3.2	67.3	81.4±8.95	10.8	7.54±1.10	8.69	1820	117	1730	888	868	5.02	77.9±18.4
I	3.2	67.3	62.9±10.1	11.8	5.33±1.05	6.39	1810	966	1740	627	1140	6.55	56.9±6.08
J	0	67.0(a')	12.5±4.33	0			22.2			25.9			16.6±6.65

審査結果の要旨

大豆加工における適当な加熱処理は、香や色を改良するばかりでなく醤油醸造の際の窒素利用率の増大という効果がある。

栄養士より見ると適当な加熱は有害物質の不活性化により栄養価を改善するが、これに対し過度の加熱処理においてはかえって栄養価の低下が認められている。そこで著者は、大豆加工の慣行条件における加熱処理がアミノ酸の損失、酵素による消化性や栄養価に及ぼす影響について検討を行なった。その結果を次に示す。

1. 大豆加工品のアミノ酸組成および製造工程中におけるアミノ酸の変化 各種大豆加工食品はその製造工程中加熱処理により Lys, Arg, Cys が損失を受け、醸酵工程においては Arg, Lys に損失のあることが認められた。
2. 脱脂大豆の加熱処理の方法如何がアミノ酸損失に及ぼす影響 Lys, Arg は試料中に存在する水分および糖の影響を受け、Cys, Try, Ser は温度および時間の影響を受けることを認めた。Cys の加熱分解物は、Cystine mon·sulfoxide, Cystinedi sulfoxide, Cystinemonosulfone などであり、加熱により Cys の S-S 部分が酸化を受けるが、架橋は切れないことを知った。なお、大豆中には Cys の 20% に相当する Cysteine が存在し、Cys よりも熱による損失の大きいことが認められた。
3. 脱脂大豆の加熱処理がプロテアーゼの分解に及ぼす影響 加熱試料をプロテアーゼを用いて分解し、数種のアミノ酸とくに Cys の変化と経時的に遊離されるアミノ酸相互の量的なパターンをみた結果、これは各試料の加熱条件により異なることを認めた。
4. 脱脂大豆の加水加熱処理がラツテの栄養効率に及ぼす影響 加熱処理により破壊されるアミノ酸を加熱脱脂大豆試料に添加してその栄養価の回復を検討し、Cys が顕著な効果を示すことを認めた。また、各種加熱試料の酵素分解の際の遊離アミノ酸パターンに準じて作成したアミノ酸混合物と各種加熱脱脂大豆試料とについて動物試験を行なって比較した結果、栄養効率においてほぼ一致した傾向が得られた。

以上の成績のように著者は、大豆の適当な加熱処理は栄養的に Lys と Cys の損失を最小限に止め大豆の栄養価値を発揮せしめることができることを明らかにした。これらの業績により審査員一同は著者に農学博士の学位を与えて然るべしと判定した。