

食用昆蟲으로서 누에 성장에 따른 아미노산含量 變化에 관한 研究

南 賢 根

光州 瑞元專門學校

Studies on the amino acid change in silkworm and silkworm-chrysalis as an edible insect.

Hyun-Keun Nam

Speer Junior College

Abstracts

Silkworm and silkworm-chrysalis as an edible insect have been investigated. Through this investigation, the following results are obtained:

- 1) Silkworm and silkworm-chrysalis as a good source of protein-rich compound was examined, and they contained 54.9% to 56% protein as a crude protein.
- 2) Except tryptophan, almost all the essential amino acids contained. The amount of the amino acids was on the increased as much as the silkworm growth.
- 3) The following amino acids was not detected on the silkworm fibron analysis, aspartic acid, glutamic acid, cystine and methionine. But the following amino acid were relatively high amount: glycine, alanine, and tyrosine.
- 4) Sucrose, fructose, and glucose as a carbohydrates was investigated, the results are from 0.312% to 0.313% as an invert sugar; 0.289% to 0.305% as a glucose; 0.333% to 0.412% as a fructose.
- 5) The acidity and pH of the milk was examined according to the silkworm-chrysalis powder added. The added material was not effected as far as the milk was change. Therefore, the milk and the silkworm-chrysalis mixture are being a good drinkable things.

緒 論

한 蛋白質을 섭취할 수 있도록 變化되어야 하겠다.
 이따므로 蛋白質의 供給源을 개발할 必要性이 있으
 炭水化合物이 主인 우리의 食生活은 動物性食品을 主로 므로 食用 昆蟲에 關하여 研究하려고 한다.¹⁾

우리의 固有食品들의 組蛋白質과 아미노산 組成에 關하여 많은 研究가 있었다.^{2), 16)}

명주실을 뽑은 번데기를 日常 먹고 있기 때문에 蛋白質과 아미노산의 含量을 조사할 必要가 있으며 누에가 成長하여 감에 따라서 아미노산의 組成의 變化도 조사하여 蛋白質과 아미노산이 가장 풍부한 상태의 누에를 蛋白質供給源으로 취할 수 있는가를 알기 위하여 實驗한 結果가 大端히 좋기 때문에 보고하는 바이다.

材料 및 實驗

1. 材 料

本 研究에 使用한 昆蟲(누에) 試料는 全南 長城郡 長城邑 所在 장성군 잠업시험소에서 받아들여 7日 경과된 幼蟲을 구입하여 一部는 진공 中에서 질식시켜 試料 S-B를 얻었고, 나머지는 15日 경과된 蟲(누에)을 위와 같은 方法으로 試料 S-D를 얻었고, 試料 S-A는 누에가 먹는 뽕잎을 건조시켜 가루로 만든 것이고, 試料 S-C는 누에가 뽕잎을 먹고 배설한 物質을 건조시켜 가루로 만든 것이다, 試料 S-E는 명주실을 뽑아 내기 전에 누에고치 안에 든 번데기를 가루로 한 것이다.

모든 試料는 mortar에서 잘 갈아서 100 mesh를 통

과한 것만을 예비시료로 하였다. 부패의 위험성이 있으므로 4°C에서 保管하여 使用하였다.

2. 實驗方法

(1) 食用昆蟲인 누에와 번데기의 蛋白質의 含量을 조사하기 爲하여 n-hexanol을 溶媒로 하여 soxhlet 方法으로 脫脂시켰다. 全脂肪을 定量하고 脫脂된 試料는 風乾시켜서 다시 잘 갈아서 蛋白質 含量 조사 試料로 했으며 micro-kjedahl 方法으로 行하였다. 질소 계수로 6.25를 곱하여 蛋白質 總量으로 하였고 그 結果가 Table 1에 表示되어 있다.

Table. 1. 누에와 번데기의 분석치

시료	S-B	S-D	S-E
분석항목	누에유충	누에성충	누에번데기
수 분	7.35 %	7.49 %	7.46 %
조 단 백	54.97 %	55.09 %	56.05 %
조 지 방	30.08 %	29.58 %	29.49 %
회 분	4.95 %	4.91 %	5.12 %

(2) 試料中에 유리 아미노산의 定量은 hitachi automatic amino acid analyzer로 分析하였으며 結果는

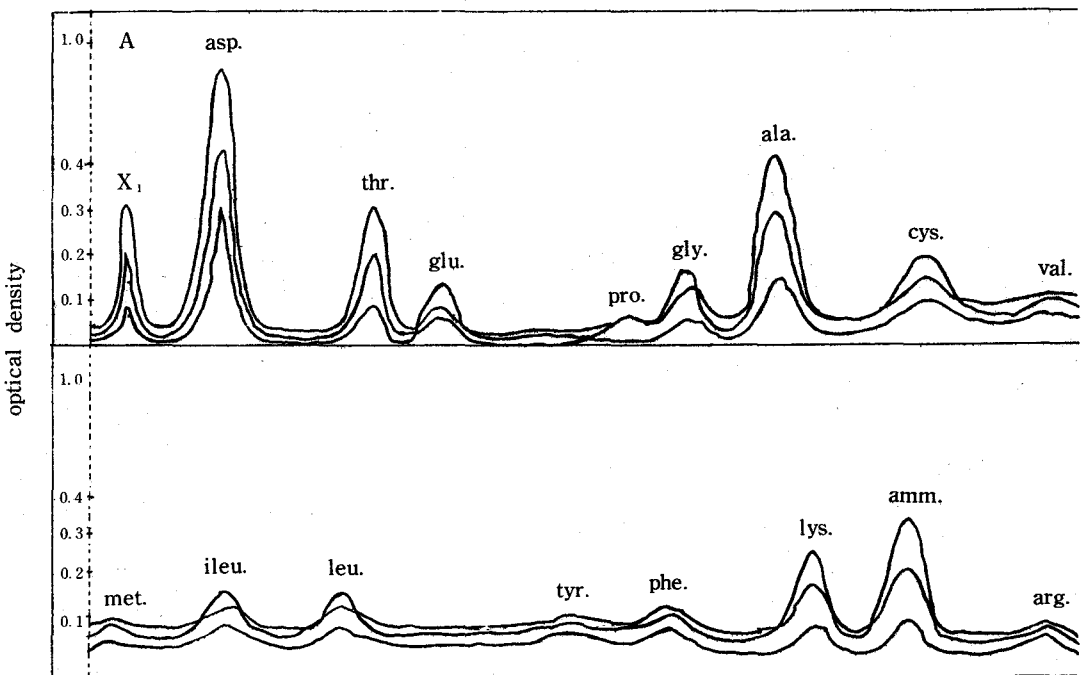


Fig. 1. Free amino acid pattern of S-A

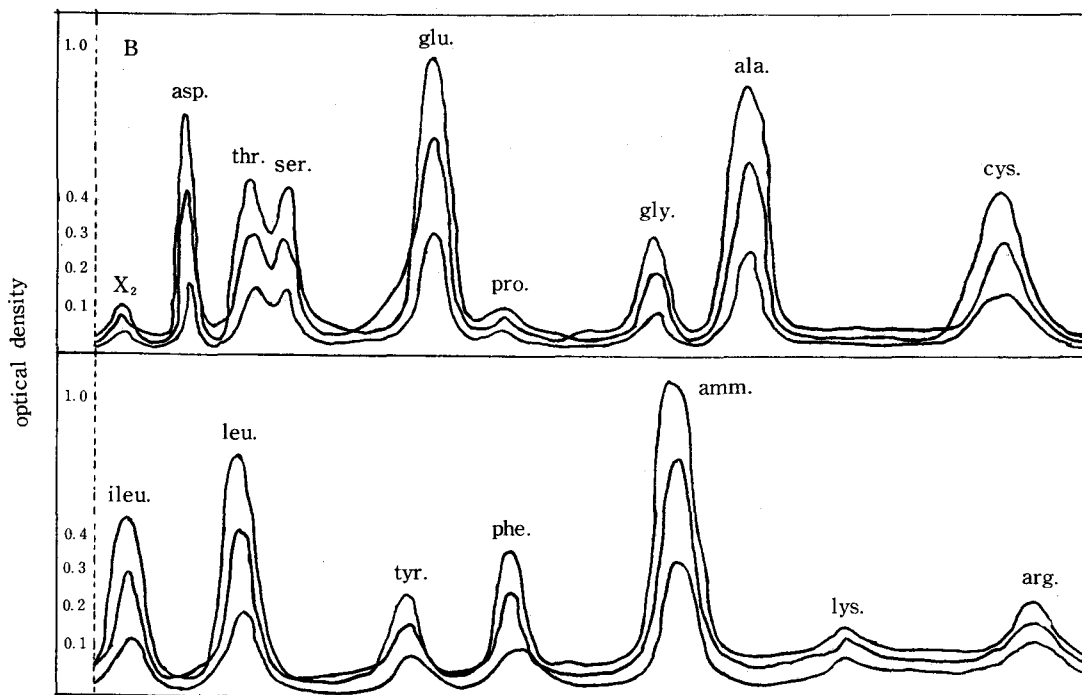


Fig. 2. Free amino acid pattern of S-B

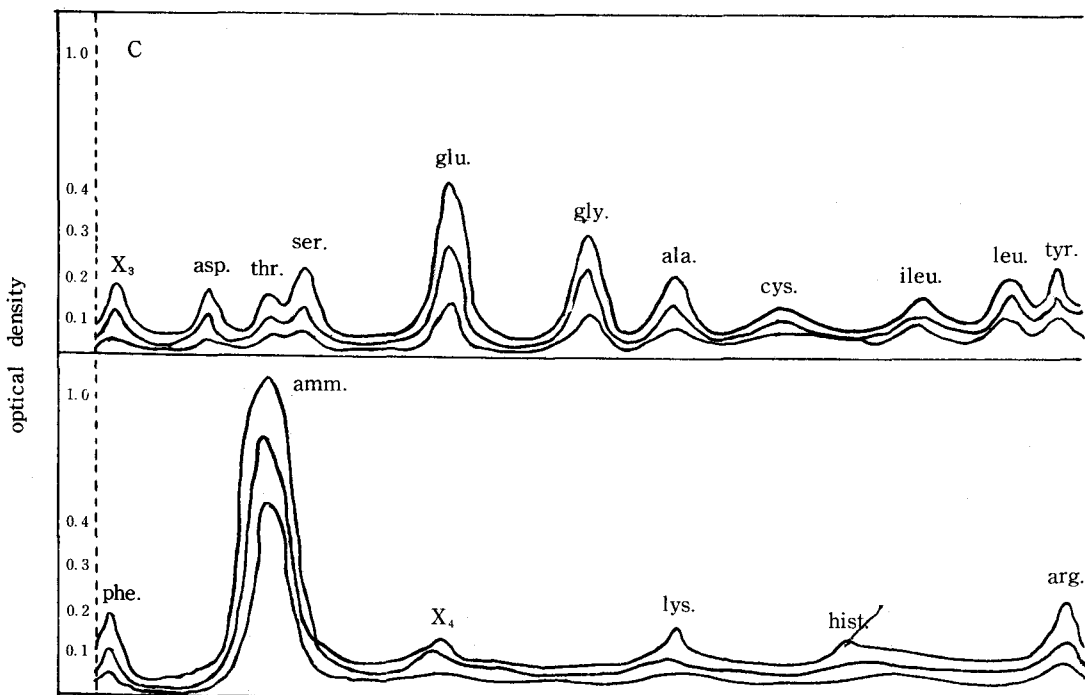


Fig. 3. Free amino acid pattern of S-C

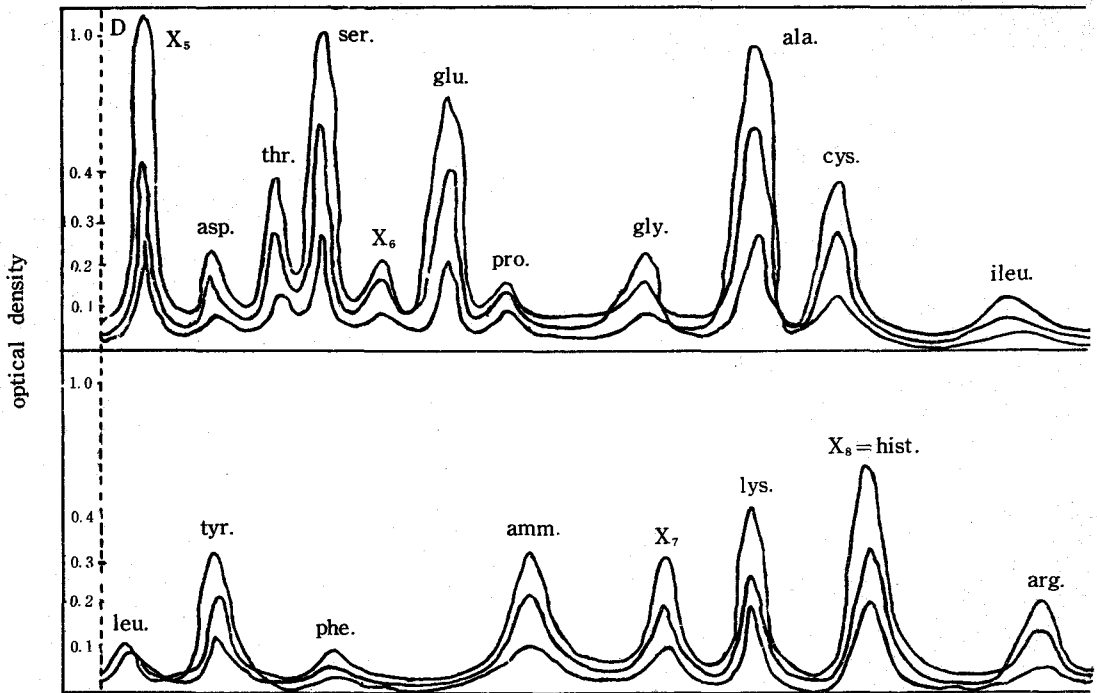


Fig. 4. Free amino acid pattern of S-D

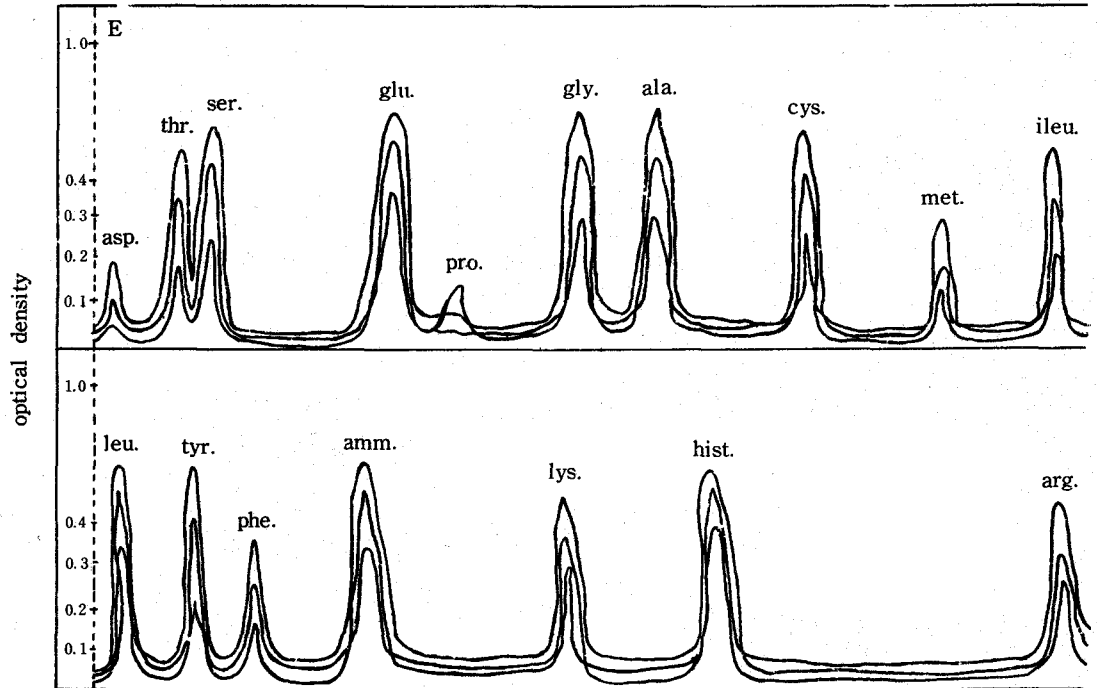


Fig. 5. Free amino acid pattern of S-E

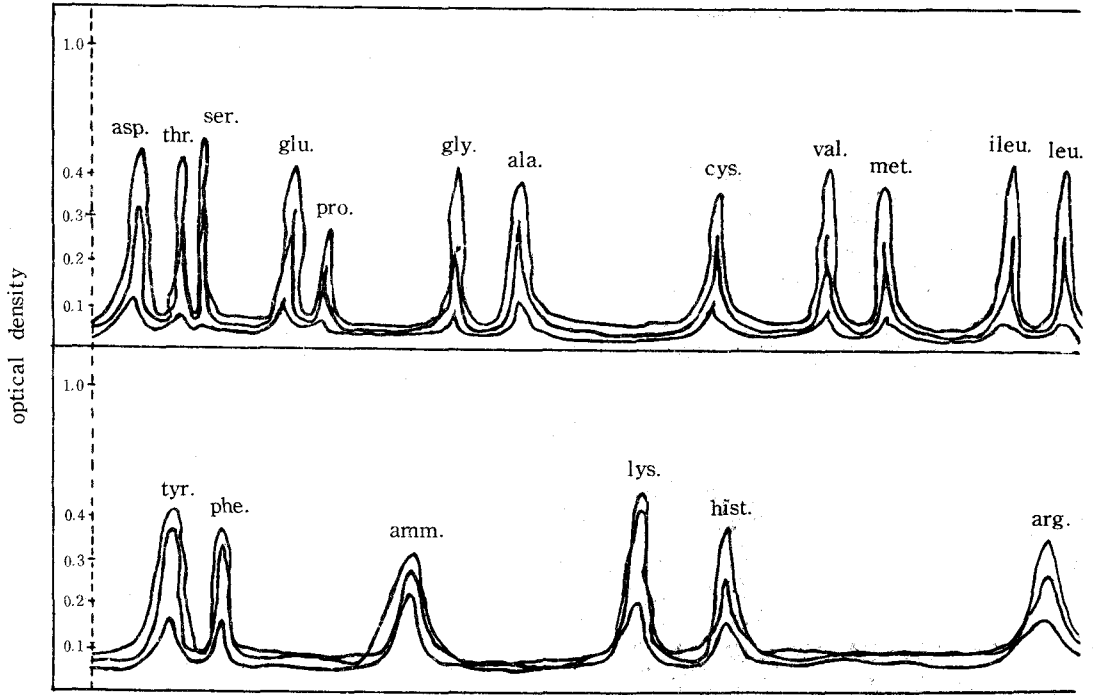


Fig. 6. Standard amino acid pattern

Fig. 1 ~ Fig. 6에 나타나 있으며, 다음과 같이 檢液을 만들었다.^{17), 18)}

試料 約 2gr을 取하여 75% ethanol 50m/를 加하여 잘 混和하고, 80°C water bath 상에서 20分間 加溫抽出하고, 이를 3回 반복 추출하고 원심분리시켜 상층액을 取하여 ethanol을 증발시키고, 잔여물에 1% picric acid 30m/를 加하고 다시 원심분리하여 상층액을 取하고 dowe 1×8 (200~400 mesh) resin으로 picric acid를 吸收시키고 그 溶出液을 65°C에서 10m/ 되도록 減압 농축시킨다. 이것을 pH 2.2로 調整하고, citrate buffer로 100m/를 만들어서 유리아미노산 分析 試料로 하였으며, 結果로 얻어지는 그림은 Fig. 1 ~ Fig. 6으로 分析法을 다음 Table 2에 따라 행하였다.

(2) 試料에서 炭水化合物의 定量은 Lane-Eynon 法에 依하여 하였고 一般成分分析은 A. O. A. C.에 따라 하였다. 一般成分分析 結果가 Table 1에 나타나 있으며 Lane-Eynon 法에 依하여 얻은 값과 여과지에 spot하여 上昇多重展開하고²⁰⁾ 發色시켰던 바 結果가 Fig. 7과 같다. 5個의 spot 中 모두에 glucose, sucrose, fructose로 同定되었고 그 結果가 Table 3에 나타나 있다.

Table 2. Amino acid analysis by amino acid autoanalyzer

sample number	neutral & acidic amino acid	basic amino acid
	standard sample	standard sample
injected sample	0.25 1.0 m/	0.25 0.1 m/
column size	0.6×133 cm	0.6×133 cm
resine	dowe×1×8	dowe×1×8
flow rate	30 m//hr	30 m//hr
buffer solution		
color reagent	40 m//hr	40 m//hr
column temperature	60°C	60°C
buffer solution	citrate buffer solution pH 3.25, pH 4.25	citrate buffer solution pH 5.9

3. Amino acid의 含量測定

Hitachi automatic amino acid analyzer로 Table

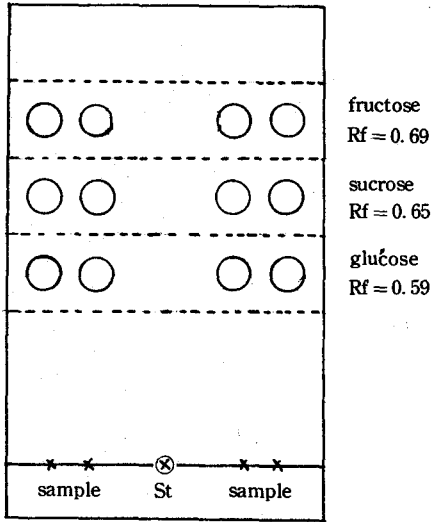


Fig. 7. Paper chromatograms of sugars in silkworm and silkworm-chrysalis

developer : iso-propanol : pyridine : water = 8 : 8 : 4

2에 따라서 행하였는데 試料는 1ml씩 注入 吸收시키고 pH 5.9 완충용액으로 basic amino acid를 溶出시

Table 3. 탄수화물의 정량치 (Lane-Eynon 법)

시료 / 분석항목	S-A (%)	S-B (%)	S-D (%)	S-E (%)
천 화 당	0.313	0.313	0.306	0.313
포 도 당	0.295	0.295	0.305	0.289
과 당	0.412	0.333	0.350	0.333
paper chromatogram에 나타난 carbohydrates	fructose sucrose glucose	fructose sucrose glucose	fructose sucrose glucose	fructose sucrose glucose

키고, 440m μ 와 570m μ , 그리고 640m μ 波長에서 吸光度를 測定하여^{17), 18)} 定量하였고 結果가 Table 4에 나타나 있다.

結果 및 考察

(1) 누에가 먹는 뽕잎을 分析한 結果로 알 수 있는 것은 상당한 量의 蛋白質과 유리아미노산을 含有하고 있음을 알게 되었다. Serine과 histidine을 除外한 거의

Table 4. Free amino acid contents in silkworm and silkworm-chrysalis

(Unit : mg %)

amino acid / sample	S-A	S-B	S-C	S-D	S-E
aspartic acid	22.345	10.793	0.849	25.808	2.500
threonine	116.133	7.134	0.534	60.504	12.816
serine	—	5.130	1.255	287.188	26.528
glutamic acid	49.293	31.703	6.401	212.892	44.098
proline	75.771	7.285	—	108.417	23.782
glycine	13.095	3.887	2.021	167.941	22.756
alanine	64.333	24.899	1.692	100.565	19.602
cystine	23.566	15.503	0.593	49.881	19.302
valine	4.992	—	—	—	—
methionine	5.234	—	—	—	8.254
isoleucine	16.893	17.744	0.723	32.366	9.842
leucine	14.032	22.662	1.052	49.989	13.008
tyrocine	6.449	8.707	2.612	139.748	34.938
phenylalanine	9.032	12.793	2.257	33.595	7.524
lycine	5.195	1.773	0.987	137.033	28.132
histidine	—	—	0.966	317.443	59.818
arginine	7.211	7.114	3.501	117.123	22.670

모든 아미노산을 함유하며, threonine, proline, alanine 등이 比較的 많았다.

(2) 누에를 成長하여 가는 과정에 따라 分類한 바와 같이 幼蟲을 分析한 結果는 valine, methionine, histidine 이 함유되지 않았고, glutamic acid, alanine, leucine 등은 상당량 함유하였으며 valine, methionine, histidine 은 함유되지 않았다.

(3) 누에가 充分히 자란 뒤에 取한 試料를 分析한 結果 valine, methionine 은 함유되어 있지 않고 serine, glutamic acid, glycine, lysine, histidine, tyrosine 등은 相當量 함유되어 있음을 알 수 있었다.

(4) 번데기 試料의 分析結果 valine 만 함유되지 않았고 거의 모든 amino acid 가 함유되어 있고, glutamic acid, proline, glycine, tyrosine, lysine, histidine, arginine 등이 상당량 있음을 알았다.

이상과 같은 結果로 볼 때 누에가 成長하여감에 따라 體內 amino acid 의 含量이 증가됨을 볼 수 있고 serine, glutamic acid, glycine, alanine, tyrosine, lysine, histidine, arginine 등은 현저히 증가하였는데 histidine 만은 幼蟲에 나타나지 않았는데 (Fig. 2, S-B), 成蟲이 되면서 나타났으며, 명주실을 뽑아내기 위하여 물

Table 5. Free amino acid contents in silkworm and silkworm-chrysalis and silk fibron

sample amino acid	silkworm-chrysalis (mg%)	silk fibron (mg%)
aspartic acid	2.500	—
glutamic acid	44.098	—
cystine	19.302	—
valine	—	—
threonine	12.516	15
serine	26.528	136
proline	23.782	10
glycine	22.756	405
alanine	19.602	250
leucine-isoleucine	13.008	25
tyrosine	34.938	115
phenylalanine	7.523	15
lysine	28.132	3
histidine	59.818	1
arginine	22.670	7.5
methionine	8.254	—

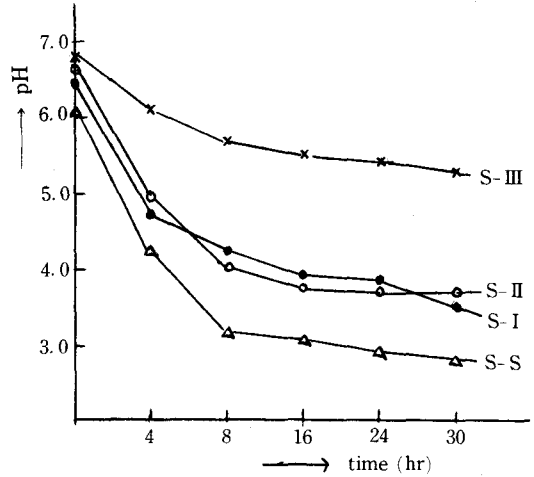


Fig. 8. Milk와 누에번데기와의 混合物의 pH 變化
milk 100 ml 당 번데기 10 mg 씩 混合 (40°C)

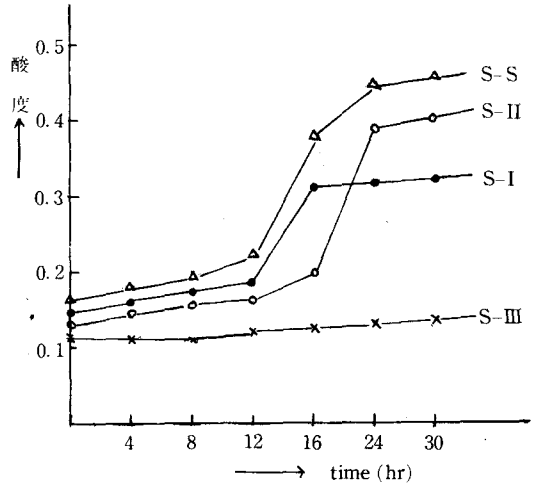


Fig. 9. Milk와 누에번데기와의 混合物의 酸度變化
milk 100 ml 당 번데기 10 mg 씩 混合 (40°C)

에 끓이는 동안에 silk fibron 속에 aspartic acid, glutamic acid, cystine, methionine 은 파괴 분해되어, silk fibron 에는 상기의 아미노산들이 나타나지 않았다고 생각되며 silk fibron 속에 serine, glycine, arginine, tyrosine 은 상당히 큰 變化를 보여주고 있다.

이상과 같은 실험결과로 누에와 번데기는 종합 아미노산의 供給源으로 아주 좋은 食用昆蟲이라고 본다.

(5) 아미노산의 含量이 많은 누에번데기를 아주 미세하게 분말로 하여 milk 100ml 당 분말로 10mg 씩 加하고 混合하여 개방 상태로 25°C 와 40°C 에서 milk 의 變

화를 조사하여 혼합할 때 아무런 영향없이 음료수로 사용할 수 있는지를 조사했다. 時間의 경과에 따라 酸度와 pH 變化를 다음과 같이 얻었다 (Fig. 8, 9 참조).

그림에서 본 바와 같이 40°C에서의 試料가 時間이 경과함에 따라서 pH의 變化는 8時間 incubate 시킨 후에 pH는 상당히 변했지만 그 뒤로는 pH의 變化는 거의 一定함을 알았다. 이것은 milk 속에 있는 lactic acid의 生成이 아주 완만히 進行됨을 意味한다고 생각된다. 마찬가지로 酸度の 變化도 8時間까지는 거의 變化가 없지만 그 후부터는 급격히 증가되었으며 16時間 내지 20時間 동안에 급격히 變했다가 거의 一定하게 된다. 이는 lactic acid 또는 다른 酸의 生成이 포화되어 있는 상태라 고려된다.

Milk 속에 번데기를 다 넣은 것과 한 넣은 것을 比較하면 아주 근소한 差만이 있으므로 混合飲料水를 만들 수 있으며 좋은 고단백질 및 종합아미노산의 供給源으로 할 수 있다고 確信한다.

要 約

食用昆蟲으로서 누에와 번데기를 分析하여 蛋白質과 amino acid 含量을 알았고 이를 利用할 수 있는 可能性을 알아보았다.

(1) 누에와 번데기에 對하여 蛋白質을 定量한 結果, 54.9~56% 정도의 蛋白質이 含有되어 있음을 알았다.

(2) 유리아미노산의 定量과 組成을 조사하였더니 tryptophan을 除外한 大部分의 아미노산이 함유되어 있으며 성장하여감에 따라 含量도 크게 變하고 있음을 알게 되었다.

(3) 炭水化合物로서 sucrose, glucose, fructose가 含有되어 있음을 確信하였다.

(4) milk와의 反應을 40°C 항온조에서 방치하면서

pH와 酸度變化를 보았는데, 약 8時間동안 40°C 항온조에 놓아두는 경우 酸度は 약 8時間동안에는 별 變動이 없고, 그 후에 變化기 시작했다.

參考文獻

- 1) 岡木半次郎: 朝鮮總督府勸業模範場 研究報告, 7 (1922), 食用 및 藥用昆蟲에 관한 調査
- 2) 蔡禮錫·金文子: 中央化學研究報告 3, 81 (1959)
- 3) 蔡禮錫·유정열: 中央化學研究報告 9, 76 (1961)
- 4) 이춘녕·권태완: 農化學會誌 2, 41 (1961)
- 5) 김수영·이춘녕: 農化學會誌 10, 15 (1968)
- 6) 金載昆·張智鉉: 農化學會誌 7, 79 (1966)
- 7) 권태완·최홍식: 韓國식품과학회지 2 (1), 96 (1970)
- 8) 문준용: 韓國식품과학회지 2, 49 (1970)
- 9) 김영삼: 韓國食品工業誌 15 (1973)
- 10) 김정희: 植物學會誌 1, 7 (1958)
- 11) 조백현: 조백현 회갑기념 논문집 6 (1961)
- 12) 이기영·이춘녕·이태영·권태완: 科연회보 5, 129 (1960)
- 13) 성낙용·옥치완·이금정·장성재: 國립보전 연구원보 7 (1973)
- 14) 辛孝善·金在鳳: 食品위생학 (1972)
- 15) 조재선: Intermediate moisture food의 개발과 전망. 韓國 과학기술연구소간 3 (4), 81 (1971)
- 16) 辛孝善: 韓國식품과학회지 5, 113 (1973)
- 17) 波多野博行: アミノ酸自動分析法 (1964)
- 18) Technicon Instrument Co.: Amino acid auto-analyzer manuel (1970)
- 19) Block, Durrum, Zweig: A manuel of paper chromatography and electro phoresis (1958)