



Title	沖縄における豆腐[ヨウ]の製造に関する研究：第3報紅麹菌を用いた豆腐[ヨウ]熟成過程における一般成分の変化について(農芸化学科)
Author(s)	宮里, 興信; 安田, 正昭; 上地, 玄作
Citation	琉球大学農学部学術報告 = The Science Bulletin of the Faculty of Agriculture. University of the Ryukyus(27): 103-108
Issue Date	1980-11-29
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/4090
Rights	

沖縄における豆腐饅の製造に関する研究[†]

第3報 紅麴菌を用いた豆腐饅熟成過程における一般成分の変化について

宮里興信*・安田正昭*・上地玄作*

Koshin MIYAZATO, Masaaki YASUDA and Gensaku UECHI
: Studies on the Manufacture of Tofuyo in Okinawa. III.
On the changes in chemical components during Tofuyo
ripening process with *Monascus* sp.

I 緒 言

沖縄に古くから伝わる食品に豆腐饅がある。この食品は、大豆醗酵食品の一つであり、御膳本草¹⁾によると豆腐饅は、「香しく美にして胃氣を開き、食を甘美ならしむ。諸病に良し。」と記されており、琉球王朝時代の上流社会でわずかに賞味され、病後の滋養食、副食物として珍重されていたようである。

この食品³⁾は甘味が強く、塩味はうすく組織はなめらかで適度な粘弾性をもち、ウニのような味がある。紅麴菌は、人工着色料に代わる紅麴色素の生産菌^{2,14)}として知られ、中国、台湾においては、食品の着色に使用される麹種¹²⁾(カッツェン)として利用されている。またこの紅麴は、沖縄において豆腐饅製造に使用されているものの研究報告は少ない。著者の一人である宮里^{6,7)}は、香港製紅麴より *Monascus* 属菌を分離し、該菌株を用いた豆腐饅製造試験あるいは、紅麴の製麴法等について報告した。本報においては、紅麴のみを用いて豆腐饅を製造し、熟成過程における一般成分ならびに、豆腐饅の風味醸成に関与すると思われる窒素成分について検討したので報告する。

II 実験方法

1. 漬汁の調整

- 1) 菌株：香港製紅麴から宮里が分離した *Monascus* 3403 菌を使用した。
- 2) 紅麴の製麴：前報⁷⁾の方法に従い市販米 5kg を水に一夜浸漬し水切り 3 時間後、蒸米を製した。37℃で、泥状種菌を蒸米に対し 6% 量接種し、室温 (30℃) で製麴を行い天日で乾燥後使用した。
- 3) 泡盛：市販の古酒泡盛 (アルコール度数 43%) を使用した。
- 4) 漬汁組成：紅麴 3.0 kg, 古酒泡盛 3.7ℓ, を混合し一夜放置後、ミキサーで細断し漬汁を製した。

† 第1報 琉大農学報 1960 7 : 342 - 346

第2報 琉大農学報 1977 24 : 263 - 267

* 琉球大学農学部農芸化学科

琉球大学農学部学術報告 27 : 103 ~ 108 (1980)

漬汁の全固形分は37.2%であった。

2. 原料豆腐の調整

脱水のために市販豆腐を一夜40kgの重量下で圧搾した後、表面を良く洗浄し、2×2×2cmの大きさに切り、室温で3日間乾燥処理を行なった。乾燥処理豆腐を50%エチルアルコールで良く洗浄し、一時間放置後、漬汁に漬込んだ。

3. 原料の配合割合

乾燥処理豆腐200g、漬汁680gの割合で、3個の容器(75×75×200mmのガラス瓶)に仕込み、4週間ごとに試料を採取した。豆腐餹の熟成は室温(25℃~30℃)、暗所で行なった。

4. 試料の調整

豆腐餹と漬汁を分離し、各々を減圧下60℃以下で乾燥を行なった。乾燥物は、乳鉢で粉碎し、20メッシュのふるいで均一な試料とした。なお漬汁の滴定酸度測定に用いる試料は、乾燥を行う前に採取した。

5. 定量法

一般成分の定量は、下記に示した9項目について、常法により行った。水分は常圧加熱法¹³⁾、粗灰分は直接灰火法¹³⁾、総窒素および蛋白態窒素はケルダール法¹³⁾、直接還元糖は、グルコースとして、ソモギーネルソン法¹³⁾、アンモニア態窒素は、フォーリン法⁹⁾で測定した。遊離アミノ酸は、75%エチルアルコールで抽出し、脱塩¹¹⁾後、千谷・矢追法¹⁰⁾で測定し、ロイシン当量で求めた。滴定酸度は、漬汁10gを蒸留水100mlに溶解後、0.1N水酸化ナトリウムでpH 8.3まで滴定し、その所要量で示した。紅麴色素の測定は、試料1gをpH 5.5、82%エチルアルコール100mlで5時間抽出後、ろ過し、ろ液の495nmにおける吸光度を測定する事により行なわれた。

III 実験結果

1. 原料豆腐の乾燥処理

原料豆腐を角切りし3日間室温で風乾を行なった。この乾燥処理工程において原料豆腐の含水率は、81.80%から50.04%に減少した。また1日目より豆腐表面に微生物の集落が認められ、2日目には、強い臭気を発し、3日目には、カビの菌糸が観察された。この時、豆腐の表面は粘つき明らかに細菌の作用による事が認められた。

2. 豆腐餹熟成過程中における一般成分及び着色度の変化

一般成分の無水物換算値と着色度の変化を第1表に示す。第1表から明らかなように、乾燥処理豆腐の粗蛋白質は、熟成期間中に著しく分解される事がわかった。一方、漬汁区分においては、むしろ粗蛋白質の増加が認められた。純蛋白質は、豆腐餹区分においては粗蛋白質と同様の傾向を示したが、漬汁区分においてはあまり変化は認められなかった。

直接還元糖は、原料豆腐および乾燥処理後の豆腐には、ほとんど認められず漬込後、豆腐餹および漬汁両区分において急激な増加が認められた。粗脂肪は、両区分において同様な傾向を示し、除々に減少する事が明らかとなった。

粗灰分は、漬込により乾燥処理豆腐から漬汁へ移行するため、漬込後は、両区分において、変化はほ

とんど認められなかった。

適定酸度は、熟成期間の経過に伴い徐々に増加した。豆腐饅中に吸着された紅麴色素は、漬込初期にかなり増加し、その後、徐々に増加している事が明らかになった。

Table 1. Chemical components of Tofuyo and Soak in ripening process

(on moisture-free basis)

Components (%)	Tofu*	Dried Tofu	Tofuyo (week)				Soak (week)			
			4	8	12	0	4	8	12	
Crude protein	50.51	49.03	35.88	35.83	29.56	9.14	13.39	14.14	12.55	
Protein	46.21	40.75	29.54	29.04	23.85	7.27	7.59	7.03	6.13	
Reducing sugar	0	0.03	11.80	17.04	14.86	13.32	21.68	25.76	19.90	
Crude fat	31.52	29.77	25.69	26.34	23.73	6.72	3.86	2.63	4.13	
Crude ash	7.17	7.18	2.42	2.28	2.46	0.03	1.81	1.88	1.84	
Acidity (0.1N NaOH ml)						5.34	6.04	7.04	7.73	
Pigments (absorbance at 495 nm)	0.010	0.020	0.420	0.520	0.600					

* Tofu : soybean curd

3. 豆腐饅熟成過程における窒素成分変化

窒素成分の定量結果を第2表に、無水物換算値で示した。第2表から明らかなように、豆腐饅区分の総窒素及び蛋白態窒素は、著しく減少し、漬汁区分では総窒素は増加するが、蛋白態窒素は、あまり変化が認められなかった。

Table 2. Nitrogen ingredients of Tofuyo and Soak in ripening process

(on moisture-free basis)

Ingredients	Tofu*	Dried Tofu	Tofuyo (week)				Soak (week)			
			4	8	12	0	4	8	12	
Total-N (mg/g)	88.46	85.86	62.83	62.76	51.77	16.01	23.44	24.77	21.97	
Protein-N (mg/g)	80.92	71.36	51.73	50.86	41.76	12.73	13.29	12.32	10.73	
Ammonia-N (mg/g)	0.17	0.94	0.45	0.97	0.53	0	1.12	0.77	0.40	
Amino-N (mg/g)	0.10	0.94	0.98	1.26	1.57	0.44	2.00	2.27	1.88	

* Tofu : soybean curd

アミノ態窒素ならびにアンモニア態窒素は原料豆腐の乾燥処理後かなりの増加が認められ、漬込初期に漬汁中へ移行し、漬汁中に両窒素の増大が認められた。特にアミノ態窒素は、両区分において第8週までは徐々に、増加している事が明らかとなった。

4. 豆腐饅の熟成

熟成過程における豆腐饅の味覚試験の結果は次の通りであった。漬込後4週間経過すると豆腐饅の外観は、紅赤色で内部は黄橙色を呈していたが、豆腐固有の味と香りは強く、苦味があった。また、泡盛由来のアルコール臭は強く、熟成は充分でない事がわかった。

第8週目には、豆腐饅の内部も紅赤色になって、甘味がありウニのような風味を呈し、硬さは適当で舌ざわりも良く、アルコール臭も柔らかい。第12週目には、豆腐饅特有の風味が醸成され、充分熟成している事が認められた。

IV 考 察

豆腐饅製造における原料豆腐の乾燥処理工程の意義としては、保形性の良い低水分豆腐を得ること、微生物により豆腐の大豆蛋白質をある程度分解させる事などが考えられる。乾燥処理工程に際して、開放状態で送風乾燥を行うならば、表面が黄ばみ非常に硬くなるため、好ましい結果は得られなかった。

室内で静置して自然乾燥を行なう事により、豆腐は、程よい硬さを保ち、また微生物の作用を受け良好な結果が得られた。しかしこの工程における微生物の自然増殖については、雑菌汚染による危険を伴い、原料豆腐に優良菌株^{4,8)}の人為的接種を考慮する必要があるように思われ、今後の検討課題である。

劉^{4,5)}は、*Aspergillus* 属、*Penicillium* 属、*Rhizopus* 属等のカビを人為的に豆腐表面に生育させる事によりカビ豆腐を製造し、カビ豆腐2kg、200gの食塩、20gの紅麴粉末、10%エチルアルコールと *Streptococcus* 属菌を加えて、低温嫌氣的に紅乳腐の製造を行なっている。

豆腐饅製造法は、紅乳腐の製造法とは著しく異なっている。紅乳腐の製造の場合には、カビ豆腐、大量の食塩、少量の紅麴粉末等を使用し、熟成の進行にさいしては、いわゆるカビ豆腐のもつ種々の酵素作用の他に細菌、酵母などの酵素作用も関与している事などがあげられる。

豆腐饅の熟成の進行に伴い、窒素成分は、可溶化し漬汁へ移行する事が認められた。このことは漬汁区分において、総窒素が増加するにもかかわらず、蛋白態窒素の経時的な増加が認められない事からも理解できた。

原料豆腐の蛋白態窒素は、漬込後熟成が進行するにつれて大きく変化する事から、それを測定する事により豆腐饅の熟成を知る一つの手がかりを得る事が可能であるように思われた。原料豆腐の蛋白態窒素と熟成豆腐饅の蛋白態窒素の割合を調べた所、100:52であった。従ってこの比率を基準にして豆腐饅熟成のおよその目安とする事ができるであろう。

また、アミノ態窒素が増加する事より呈味に関与するアミノ酸であるグルタミン酸、アスパラギン酸の増大が考えられたため、第8週目の豆腐饅、漬汁中の両アミノ酸の含量を調べた。その結果、グルタミン酸は漬汁あるいは豆腐饅中に各々、13.06 $\mu\text{mol/g}$ 、10.33 $\mu\text{mol/g}$ 、アスパラギン酸については各々、10.04 $\mu\text{mol/g}$ 、6.67 $\mu\text{mol/g}$ 存在する事が明らかになった。いずれのアミノ酸も漬汁中に多い事が認められ、漬汁の利用法についても考慮される必要があると思われた。

V 要 約

紅麴のみで豆腐饅を製造し、熟成過程中の一般成分の変化について調べた。

1. 原料豆腐は、乾燥処理により水分はかなり減少し、微生物により豆腐の大豆蛋白質は分解される事がわかった。
2. 豆腐饅区分では、総窒素および蛋白態窒素は、著しく減少しアミノ態窒素、直接還元糖はかなり増加したが、他の成分は漬込後、あまり変化は認められなかった。

3. 漬汁区分においては、総窒素、アミノ態窒素、直接還元糖等は、漬込初期に著しく増加し、12週目には減少していた。アンモニア態窒素及び蛋白態窒素は漬込後、増加しその後は徐々に減少していた。
4. 豆腐餹の熟成の目安の一つとして、原料豆腐中の蛋白態窒素に対する熟成豆腐餹の蛋白態窒素の割合が考えられ、その比率を求めると約52%であった。
5. 豆腐餹に吸着される紅麴色素は、熟成に伴い増加していた。

本研究を遂行するにあたり有益な御助言、御便宜をありがとうございました琉球大学農学部農芸化学科当山清善教授、小波本直忠助教授に深謝いたします。

参 考 文 献

1. 東恩納寛博写本 渡嘉敷親雲上通寛著 御膳本草 P 23 沖縄県立図書館
2. Hiroi, T. and Shima, T. 1979 Hyper Pigment-Productive Mutant of *Monascus anka* for Solid Culture, Agric. Biol. Chem., **43** : 1975~1976
3. 本江元吉 1976 沖縄の味「豆腐餹」日本醤油研究誌 **2** : 238~243
4. 劉伯文 1932 乳腐製造中における化学変化について 日農化誌 **8** : 162~171
5. 劉伯文 1932 徹豆腐の酵素について 日農化誌 **8** : 273~279
6. 宮里興信 1960 “とうふよう”の製造に関する研究 琉球大学 農家政工学部学術報告 **7** : 342~346
7. 宮里興信 1977 沖縄における紅麴による豆腐餹の製造に関する研究 (1) 紅麴の製麴について 琉球大学 農学部学術報告 **24** : 263~267
8. 岡田千代子他 1974 乳腐の一般成分, アミノ酸及び揮発酸に関する研究 栄養と食糧 **27** : 309~315
9. 小原哲二郎他, 1977 食品分析ハンドブック 第2版 P 50 建帛社
10. 千谷晃一・矢追義人 1965 ペプチドの分画法 蛋白質・核酸・酵素 **10** : 250~310
11. 鹿又和郎他 1971 食品の機器分析 P. 442 光琳書院
12. 蘇遠志 1975 紅麴菌の性質及びその利用について 農協誌 **33** : 28~36
13. 東大農化編 1978 実験農芸化学上 第3版 P. 313~326 朝倉書店
14. Yoshimura, M., Yamanaka, S., Mitsugi, K. and Hirose, Y. 1975 Production of *Monascus* - pigment in a Submerged Culture, Agric. Biol. Chem., **39**:1789-1795

SUMMARY

This paper reports changes in the chemical components of the Tofuyo and Soak processed by Beni-Koji as a function of an aging process. The results obtained were as follows:

1. In the dehydration process of Tofu, moisture and protein decreased remarkably.
2. The chemical components of Tofuyo behaved in a way different from those of Soak.
 - (i) The contents of the total nitrogen and protein nitrogen of Tofuyo decreased markedly, and those of amino nitrogen and reducing sugar increased significantly. But after soaking, other components did not change notably.
 - (ii) The contents of the total nitrogen, amino nitrogen, and reducing sugar of Soak increased

at an early stage, but these contents decreased at the final stage. However, the contents of the ammonia nitrogen and protein nitrogen of Soak increased, after that, these contents decreased gradually.

3. As one of the indicators for determining the ripeness of Tofuyo, a use of a coefficient, a percentage of Tofuyo protein nitrogen to Tofu protein nitrogen, was proposed. And the value for the best ripening stage was determined as 52 %.

4. Beni-Koji pigments in Tofuyo increased throughout the aging process carried out.