ナメコ貯蔵中における脂質変化に対する温度の影響

竹永章生*・森嶋繁徳*・伊藤真吾*・露木英男*・小原哲二郎**

The Influence of Storage Temperature to Change of the Lipids in Nameko Mushroom during Storage

Fumio TAKENAGA*, Shigenori MORISHIMA*, Shingo ITOH*, Hideo TSUYUKI* and Tetsujiroh OBARA**

* Department of Food Technology, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon University, 3-34-1, Shimouma, Setagaya-ku, Tokyo, 154

**Department of Agricultural Chemistry, Tokyo University of Agriculture, 1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo, 156

Changes of chemical properties and composition of total lipids in nameko mushroom, *pholita nameko* during storage were studied. Nameko mushrooms were stored at 20°C for 6 days, 5°C for 8 weeks and -25°C for 5 months, respectively. The results obtained were as follows:

(1) Total lipid content in nameko mushroom stored at 20°C showed a tendency to decrease during storage. Then acid value and peroxide value of total lipids in samples stored at 20°C and 5°C increased during storage and the above changes show the oxidation of total lipids. While those in samples stored at -25°C showed scarcely the above changes.

(2) With regard to the changes of lipid composition of total lipids during storage, the decrease of glycolipid and phospholipid fraction contents and the increase of neutral lipid fraction content in total lipids were observed at three kinds of stored temperature. Especially these changes were remarkable in the case of samples stored at 20°C.

(3) Concerning the changes of lipid composition of neutral lipid, glycolipid and phospholipid fractions, the decreases of triacylglycerol content in neutral lipid fraction, cerebroside content in glycolipid fraction and phosphatidylethanolamine and phosphatidylcholine contents in the phospholipid fraction were observed at three kinds of stored temperature, especially these changes were remarkable in the case of 20°C storage.

(4) On the changes of fatty acid composition of total lipids and the above three lipid fractions, the decrease of 18:2 acid content and the increase of total saturated fatty acid contents were observed in the cases of 20°C and 5°C storage. On the other hand, the changes of fatty acid composition of the above lipid fractions were hardly observed at -25°C storage.

(5) From the above results, the storage at -25°C was effective for 5 months against the rancidity of lipids in nameko mushroom and the storage at 5°C was effective for 3 weeks, but the storage at 20°C was not effective.

(Received Mar. 7, 1988)

* 日本大学農獣医学部食品工学科 (〒154 東京都世田谷区下馬3-34-1)

**東京農業大学農芸化学科 (〒151 東京都世田谷区桜丘1-1-1)

緒 言

ナメコ (*Pholiota, Nameko*, 英名 nameko mushroom) は、真正担子菌綱、帽菌亜綱、ハラタケ目のモエギタケ科に属する日本固有の食用キノコで、広葉樹、とくにブナの倒木や切り株に発生し、国内のブナ林帯に広く分布している。ナメコの栽培は、昭和7年に山形県でオガクズ培養菌種による人工栽培が行われて以来、生産技術の改良などにより、現在では沖縄を除く全国で原林やオガクズを利用して行われており、主要栽培キノコの1つとなっている。

このナメコに関しては、化学成分、抗癌性および粘性物質などについて数多くの報告^{1)~3)}がみられるが、脂質成分については、広井^{4)~6)}、横川⁷⁾、小山⁸⁾が総脂質の脂肪酸組成などについて報告しているにすぎず、これらの他の詳細な報告はほとんどみあたらないようである。

そこで筆者らは、ナメコの含有脂質の性状および組成を明らかにするとともに、ナメコを-25℃で5カ月間、5℃で8週間、20℃で6日間貯蔵し、含有する脂質の変化について検討したのでここに報告する。

実験試料および方法

1. 実験試料

本実験に用いたナメコは、昭和61年5月25日に群馬県北群馬郡伊香保町外丸きのこセンターで収穫された極早生で、北研産業㈱N105号の種菌を、オガクズと米糠を9:1の容積比で混合し、含水率65%とした培地に接種したものを、気温13℃、湿度90%で30日間培養後、収穫されたものである。

収穫後直ちに研究室に持ち帰り、3kgずつポリエチレン袋に詰め、20℃で6日間、5℃で8週間、-25℃で5カ月間、暗所に貯蔵した。貯蔵前の試料の形状は、平均重量2.5g、平均の高さ1.6cm、傘の平均直径1.2cmで、含水率は94.0%であった。なお、20℃貯蔵に関しては、2、4、6日毎に、5℃では3、5、8週毎に、さらに-25℃では1、3、5カ月毎に以下の実験を行った。

2. 総脂質の抽出と一般性状

総脂質の抽出は、クロロホルム・メタノール・水混液を用いる BLIGH-DYER 法⁹⁾により行い、さらに水溶性の不純物を除去後、精製総脂質(以下、TLと略す)とした。TLの一般性状として酸価(AV)、ヨウ素価(IV)、過酸化価(PV)およびカルボニル価(CV)について調べた。

3. TLの分画

TLは、ROUSERらの方法¹⁰⁾に準じてケイ酸カラムクロマトグラフィー(SACC)を行い、クロロホルムで中性脂質区(NL)、アセトンで糖脂質区(GL)およびメタノールでリン脂質区(PL)を順次溶出し、分別した。

4. NL, GLおよびPLの分画

TLより分取したNL, GLおよびPLに対し、薄層クロマトグラフィー(TLC)^{11)~16)}を用い、その脂質組成を明らかにした。展開溶媒はNL用としてn-ヘキサン・エチルエーテル・酢酸(80:20:1, v/v)混液を、GL用としてクロロホルム・メタノール(95:12, v/v)混液を、さらにPL用としてクロロホルム・メタノール・水(65:25:4, v/v)混液を用いた。定性は標準品のRf値との比較、文献値との比較および各発色試薬による呈色反応により行い、定量は、同定された各脂質のシリカゲルのバンドをプレートよりカミソリで剥ぎ取り、クロロホルム・メタノール(1:1, v/v)混液で各構成脂質の抽出を行い、口過後、溶媒を完全に留去し、重量を測定することにより行った。

5. TL, NL, GLおよびPLの脂肪酸組成

前記各脂質の脂肪酸組成を明らかにするため、三フッ化ホウ素メタノール法¹⁷⁾によりメタノリシスを行い、さらにTLCにより精製後、ガスクロマトグラフィー(GLC)に供した。脂肪酸組成の解析は、島津製作所製GC-9A型を用い、以下のような条件で行った。

カラム: FFS キャピラリーカラム (50m × 0.24mm ID)

充填剤: ULBON HR-SS-10

カラム温度: 150→220℃ (2℃/min の昇温設定)

キャリアーガス: He (45ml/min)

検出器: FID (250℃)

なお、脂肪酸の同定は標準脂肪酸の保持時間および相対保持時間との比較により、定量はクロマトコーダー11(SIC製)により行った。

結果および考察

1. TLの含有率および性状の変化

Table 1に20℃、5℃および-25℃にそれぞれ一定期間貯蔵したナメコのTL含有率の経時的変化を示した。まず、新鮮な(貯蔵開始前、表中 before storage)ナメコのTL含有率は0.25%、無水物換算すると3.44%であり、既報告⁵⁾と近似していた。

次に貯蔵によるTL含有率の変化についてみると、20℃貯蔵の場合では、貯蔵2日で0.23% (無水物換算

Table 1 Changes of total lipids contents (wt%) in nameko mushroom, *pholiota nameko* during storage (20, 5 and -25°C)

20°C storage		5°C storage		-25°C storage	
before storage	0.25 (3.44)	before storage	0.25 (3.44)	before storage	0.25 (3.44)
2 days	0.23 (3.34)	3 weeks	0.25 (3.41)	1 month	0.24 (3.43)
4 days	0.20 (3.28)	5 weeks	0.24 (3.39)	3 months	0.24 (3.42)
6 days	0.19 (3.22)	8 weeks	0.22 (3.34)	5 months	0.24 (3.42)

() : as dry matter

3.34%), 貯蔵4日で0.20% (同3.28%), 貯蔵6日で0.19% (同3.22%)と減少した。また5°Cで8週間貯蔵をした場合でも、TL含有率の経時的減少がわずかに認められたが、-25°C、5カ月貯蔵の場合では、変化はほとんどみられなかった。

Fig. 1にナメコTLのAV, IV, PVおよびCVの経時的变化を示した。20°C貯蔵の場合、新鮮ナメコ (貯蔵開始前)ではAVが1.2であったが、貯蔵2日で5.1, 貯蔵4日で22.7, そして貯蔵6日で42.5と急激に上昇し、劣化が非常に速いことを示していた。PVも0.5から貯蔵6日で32.6へと上昇しており、過酸化物の蓄積が考えられた。

さらにIVの減少, CVの上昇も認められ, AV, PVの結果, すなわち総脂質の劣化が進行したことを裏付

けていた。事実, 20°Cで貯蔵されたナメコは, 貯蔵4日で異臭が発生し, 変色 (黒褐色) が部分的に認められ, さらに貯蔵6日では全体が変色し, 異臭も激しく, 完全に腐敗の状態であった。また5°C貯蔵の場合でも経時的にAV, PVの急激な上昇, CVの上昇, 逆にIVの減少が認められ, 劣化の進行を示していたが, いずれも20°C貯蔵の場合に比べると小さいものであり, 貯蔵後の形態などから5°Cで貯蔵されたナメコの保存効果は3週間程度ではないかと推察された。

一方, -25°C貯蔵の場合では, 5カ月貯蔵後でも, 各測定値に大きな変化はみられず (AV: 1.2→1.4, PV: 0.5→0.6, IV: 133.5→134.1, CV: 13.5→13.7), また冷蔵解凍後の状態もほぼ良いことから, ナメコの冷凍による長期貯蔵の可能性が示唆された。

2. TLの脂質組成の変化

Table 2にTLを構成する各脂質区の経時的变化について示した。新鮮 (貯蔵開始前) ナメコのTL中の構成脂質は, NLが最も高く48.8%を占め, 以下PL28.0%, GL23.2%であり, 既報告⁹⁾よりNLの割合が若干高かった。また主要キノコであるシイタケの場合¹⁸⁾と比較してみると, ナメコはPLの割合が低く, 逆にGLの割合が高いことがわかった。

次に, 各脂質の経時的变化について, 20°C貯蔵の場合では, 貯蔵6日でPLが28.0%から15.4%へ, さらにGLも23.2%から15.4%へ急激に減少し, 逆にNLが48.8%から69.2%へ相対的に増加していた。これはNLに比

Fig. 1 Changes of oxidative indexes of total lipids in nameko mushroom during storage (20°C for 6 days, 5°C for 8 weeks and -25°C for 5 months).

Table 2 Changes of lipid composition of total lipids in nameko mushroom during storage(wt%)

	lipid fraction	before storage	2 days	4 days	6 days
20°C storage	NL*	48.8	54.4	63.7	69.2
	GL*	23.2	21.9	18.0	15.4
	PL*	28.0	23.7	18.3	15.4
		before storage	3weeks	5weeks	8weeks
5°C storage	NL*	48.8	53.5	54.9	56.6
	GL*	23.2	22.8	22.3	21.3
	PL*	28.0	23.7	22.8	22.1
		before storage	1month	3months	5months
-25°C storage	NL*	48.8	49.2	50.0	51.3
	GL*	23.2	23.0	22.7	21.9
	PL*	28.0	27.8	27.3	26.8

*: NL; neutral lipid fraction, GL; glycolipid fraction, PL; phospholipid fraction

べPL・GLの分解が速いことを示しており、また、その分解により生成した遊離脂肪酸(FFA)やジアシルグリセロール(DG)などがNLの増加の一因となったと考えられた。また、減少の割合からみて、GLよりPLにおいて、分解速度が大きかった。

5°Cおよび-25°C貯蔵の場合でも、前述のような変化がみられたが、いずれも20°C貯蔵の場合より小さく、とくに-25°C貯蔵では、5ヵ月貯蔵後でもその変化は非常に小さかった。

3. NLの脂質組成の変化

各貯蔵温度におけるNLの脂質組成の経時的変化をTable 3に示した。ナメコNLを構成する脂質として7種が同定され、その構成比はトリアシルグリセロール(TG)が61.4%と最も高く、以下ステロールエステル(SE, 15.5%), ステロール(St, 13.4%), 1,2-ジアシルグリセロール(1,2-DG, 2.9%), 1,3-ジアシルグリセロール(1,3-DG, 2.6%), FFA(1.9%)およびモノアシルグリセロール(MG, 1.1%)となっており、この構成比は、代表的なキノコであるシイタケ¹⁸⁾の場合と非常に類似していた。

次に、20°Cでナメコを6日間貯蔵した場合のNLの脂質組成の変化について検討してみると、FFAの急激な増加(1.9%から35.8%へ)とTGの減少(61.4%から24.4%へ)が認められ、NL中ではTGの分解が非常に速いことが示され、さらにFFAの増加は、先のAVの上昇からも明らかであった。また前述したとおり、TL中のPL, GLの減少から、増加したFFAには、PL

Table 3 Changes of lipid composition of neutral lipid fraction in nameko mushroom during storage (wt%)

storage temperature	lipid class*	before storage	2 days	4 days	6 days
20°C storage	SE	15.5	14.4	13.2	11.5
	TG	61.4	54.2	36.7	24.4
	FFA	1.9	7.9	23.1	35.8
	1,3-DG	2.6	3.3	3.5	4.2
	St	13.4	14.4	16.6	16.8
	1,2-DG	2.9	4.0	4.7	5.1
	MG	1.1	1.3	1.8	1.8
	Others	1.2	0.5	0.4	0.4
storage temperature	lipid class*	before storage	3 weeks	5 weeks	8 weeks
5°C storage	SE	15.5	14.9	14.5	14.4
	TG	61.4	60.7	60.5	56.0
	FFA	1.9	3.0	3.2	6.4
	1,3-DG	2.6	2.8	3.1	3.2
	St	13.4	13.4	13.6	14.1
	1,2-DG	2.9	3.3	3.2	4.0
	MG	1.1	1.3	1.4	1.4
	Others	1.2	0.6	0.5	0.5
storage temperature	lipid class*	before storage	1month	3months	5months
-25°C storage	SE	15.5	15.4	15.1	14.9
	TG	61.4	61.4	61.0	60.6
	FFA	1.9	1.9	2.0	2.1
	1,3-DG	2.6	2.7	2.9	2.9
	St	13.4	13.5	13.7	13.9
	1,2-DG	2.9	2.9	3.1	3.2
	MG	1.1	1.1	1.2	1.2
	Others	1.2	1.1	1.0	1.2

*: SE; sterol ester, TG; triacylglycerol, FFA; free fatty acids, 1,3-DG; 1,3-diacylglycerol, St; sterol, 1,2-DG; 1,2-diacylglycerol, MG; monoacylglycerol

やGLの分解による生成物も相当量含まれているものと考えられた。その他の変化としてはSE組成比の経時的減少、St, 1,2-DG, 1,3-DGおよびMG各組成比の増加が認められた。

また、5°C貯蔵の場合でも、TGの減少、FFAの増加などの経時的変化が認められたが、20°C貯蔵の場合に比べて非常に小さいものであった。

さらに-25°Cで5ヵ月間貯蔵した場合でも前述のような変化は認められたが、その変化は5°C貯蔵の場合よりさらに小さく、冷凍貯蔵の有効性を認めた。

4. GLの脂質組成の変化

Table 4にGLの脂質組成の経時的変化を示す。ナメコGLを構成する脂質は5種が同定され、主要脂質はセ

Table 4 Changes of lipid composition of glycolipid fraction in nameko mushroom during storage (wt%)

storage temperature	lipid class*	before storage	2 days	4 days	6 days
20°C storage	ASG	8.7	7.8	7.5	7.4
	MGDG	6.7	7.7	8.0	8.1
	SG	5.6	6.4	6.5	6.8
	CMH	74.0	73.8	73.7	73.4
	DGDG	4.0	3.2	2.9	3.0
	Others	1.0	1.1	1.4	1.3
storage temperature	lipid class*	before storage	3 weeks	5 weeks	8 weeks
5°C storage	ASG	8.7	8.4	8.3	8.0
	MGDG	6.7	7.2	7.1	7.3
	SG	5.6	6.2	6.3	6.5
	CMH	74.0	73.1	73.4	72.8
	DGDG	4.0	3.8	3.7	3.7
	Others	1.0	1.3	1.2	1.7
storage temperature	lipid class*	before storage	1month	3months	5months
-25°C storage	ASG	8.7	8.8	8.9	8.8
	MGDG	6.7	6.6	6.8	6.6
	SG	5.6	5.8	6.0	6.2
	CMH	74.0	73.5	73.1	73.2
	DGDG	4.0	4.1	4.1	3.9
	Others	1.0	1.2	1.1	1.3

*: ASG; acylsterylglucoside, MGDG; monogalactosyl diacylglycerol, SG; sterylglucoside, CMH; cerebroside, DGDG; digalactosyldiacylglycerol

レブロシド (CMH) で74.0%と高い割合を示し、一般食用キノコの特徴と一致^{19)~22)}していたが、その中でもナメコのCMHの割合は高いものであった。以下アシルステリルグルコシド (ASG, 8.7%), モノガラクトシルジアシルグリセロール (MGDG, 6.7%), ステリルグルコシド (SG, 5.6%) およびジガラクトシルジアシルグリセロール (DGDG, 4.0%) であった。

貯蔵によるGLの脂質組成の変化については、NLの場合のような顕著な変化は認められなかったが、詳述すると、20°Cおよび5°C貯蔵の場合において、CMH, ASGおよびDGDGの各組成比の経時的減少、-25°C貯蔵の場合でも、CMH組成比の減少がわずかに認められた。さらにTL含有率やGLの経時的減少から、CMHの分解が他の脂質より速いことが認められ、またそれは、20°C貯蔵の場合に顕著であり、逆に-25°C貯蔵の場合に最も小さかった。

5. PLの脂質組成の変化

ナメコPLを構成する各脂質組成の経時的変化を

Table 5 Chnges of lipid composition of phospholipid fraction in nameko mushroom during storage (wt%)

storage temperature	lipid class*	before storage	2 days	4days	6 days
20°C storage	CL	6.4	6.4	6.8	6.9
	PE	46.0	43.7	43.3	42.5
	PC	35.3	33.9	31.5	30.7
	LPC	9.6	10.8	13.2	14.3
	Others	2.7	5.2	5.2	5.6
storage temperature	lipid class*	before storage	3 weeks	5 weeks	8 weeks
5°C storage	CL	6.4	6.4	6.2	6.4
	PE	46.0	45.4	45.2	44.7
	PC	35.3	35.1	34.7	33.9
	LPC	9.6	9.9	10.5	11.1
	Others	2.7	3.2	3.4	3.9
storage temperature	lipid class*	before storage	1month	3months	5months
-25°C storage	CL	6.4	6.4	6.2	6.1
	PE	46.0	45.9	45.2	45.5
	PC	35.3	35.1	34.8	34.5
	LPC	9.6	9.8	10.2	10.6
	Others	2.7	2.8	3.1	3.3

*: CL; cardiolipin, PE; phosphatidylethanolamine, PC; phosphatidylcholine, LPC; lysophosphatidylcholine

Table 5に示す。ナメコPLには4種の脂質と2種の未同定物質が確認され、主要脂質はホスファチジルエタノールアミン (PE, 46.0%) とホスファチジルコリン (PC, 35.3%) で、これら2種の脂質で全PLの80%以上を占めていた。以下、リゾホスファチジルコリン (LPC), カルジオリピン (CL) であった。

PLの脂質組成の貯蔵による変化については、全試料とも、PEおよびPC組成比の経時的減少、逆にLPCおよびその他のリン脂質 (表中 others) の相対的増加が認められ、PEとPCが他のリン脂質に比べ、分解がより速いことが推察された。これは20°C貯蔵の場合に最も顕著で、貯蔵6日でPEは46.0%から42.5%へ、またPCも35.3%から30.7%へ減少していた。これに対して-25°C貯蔵の場合は、変化は最も小さく、貯蔵5カ月後でもPE46.0%から45.5%へ、PC35.3%から34.5%とわずかに減少したにすぎなかった。

6. TLの脂肪酸組成の変化

各温度で貯蔵されたナメコのTLの脂肪酸組成の経時的変化を Table 6に示した。貯蔵開始前 (表中 'O') のナメコTLの脂肪酸組成についてみると、20種の脂肪酸

が同定され、主要脂肪酸は18:2酸で、81.7%と非常に高い割合を占めていた。これはナメコは18:2酸の多いタイプのキノコであるとする広井の報告⁹⁾によく一致していた。以下16:0酸(6.6%), 18:1酸(6.1%)であり、これら3種の脂肪酸で全体の95%近くを占めていた。

次に、貯蔵によるTLの脂肪酸組成の変化についてみると、20℃貯蔵の場合において、組成比が最も高く、かつ必須脂肪酸の1つである18:2酸が、20℃貯蔵6日で81.7%から79.5%へ減少し、逆に16:0酸などの飽和酸が9.0%から11.2%へ相対的に増加しており、これは貯蔵日数の経過とともに18:2酸の分解が他の脂肪酸よりも速いことを示していた。また、この変化は5℃で8週貯蔵の場合にもみられ(18:2酸81.7%から81.0%へ、全飽和酸9.0%から9.7%へ)たが、20℃貯蔵の場合より小さかった。さらに-25℃では貯蔵5カ月後でも前述の

ような変化はほとんど認められず、ナメコを-25℃で貯蔵した場合、その主要構成脂肪酸には影響はないものと考えられた。

7. NL, GLおよびPLの主要脂肪酸組成比の変化

Table 7に各温度で貯蔵されたナメコのNL, GLおよびPLの主要脂肪酸の組成比の経時的変化について示した。ナメコの各脂質区を構成する主要脂肪酸は、NLではTLと同様18:2酸で、79.5%と最も高く、次いで18:1酸 8.0%, 16:0酸 6.4%であったが、その組成比について、TLと比べてみると、18:2酸が低く、逆に18:1酸が高かった。GLでも主要脂肪酸はTL, NLの場合と同様であったが、その組成比に関しては若干の差異があった。PLについても主要脂肪酸は同様であったが、18:2酸が88.7%と非常に高く、TL, NLおよびGLとは異なった組成を示した。

次に、各脂質区の主要脂肪酸組成の経時的変化につい

Table 6 Changes of fatty acid composition of total lipids in nameko mushroom during storage (wt%)

storage condition	20°C				5°C				-25°C			
	0*	2	4	6days	0*	3	5	8weeks	0*	1	3	5months
14:0	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3
15:0	1.4	1.4	1.7	1.8	1.4	1.4	1.5	1.6	1.4	1.5	1.5	1.5
16:0	6.6	6.5	7.4	8.1	6.6	6.7	6.6	6.8	6.6	6.6	6.4	6.5
tr 16:1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	tr	0.1	0.1	0.1	0.1	tr
16:1	0.6	0.7	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.6
iso-17:0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	tr	0.1	tr	0.1	tr	tr	0.1
UK	tr	tr	tr	0.1	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
17:0	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
UK	0.1	tr	0.1	tr	0.1	tr	0.1	tr	0.1	tr	tr	tr
17:1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
18:0	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6
tr 18:1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
18:1ω9	6.1	6.4	6.2	6.0	6.1	6.0	6.2	6.3	6.1	6.2	6.1	6.0
18:1ω7	1.2	1.0	1.4	1.5	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	1.3
18:2	81.7	81.4	80.1	79.5	81.7	81.4	81.5	81.0	81.7	81.5	81.4	81.5
UK	tr	tr	tr	0.1	tr	0.1	tr	tr	tr	0.1	tr	0.1
18:3ω6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3
18:3ω3	0.4	0.4	0.1	0.1	0.4	0.3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
20:1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
20:2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
22:0	tr	0.1	0.1	0.1	tr	0.1	0.1	tr	tr	0.1	0.1	0.1
UK	tr	tr	tr	0.1	tr	0.1	tr	0.1	tr	tr	0.1	0.1
24:0	tr	0.1	tr	0.1	tr	0.1	0.1	0.1	tr	0.1	0.1	tr
24:1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Sat.**	9.0	9.1	10.6	11.2	9.0	9.4	9.6	9.7	9.0	9.2	9.1	9.2
Unsat.***	90.9	90.9	89.3	88.5	90.9	90.4	90.3	90.2	90.9	90.7	90.8	90.6

*: before storage, **: saturated fatty acid, ***: unsaturated fatty acid

Table 7 Changes of main fatty acid composition of three lipid fractions in nameko mushroom during storage (wt%)

mach.com during storage													
storage condition		20°C				5°C				-25°C			
		0*	2	4	6days	0*	3	5	8weeks	0*	1	3	5months
NL**	15:0	0.9	1.1	1.1	1.4	0.9	0.9	1.2	1.3	0.9	1.0	0.9	1.0
	16:0	6.4	6.7	7.8	8.2	6.4	6.5	6.6	6.8	6.4	6.3	6.5	6.5
	18:0	0.9	0.7	0.9	1.0	0.9	1.0	1.1	1.1	0.9	1.0	0.9	1.2
	18:1	8.0	8.2	8.1	7.8	8.0	8.1	8.0	8.0	8.0	7.8	7.7	7.9
	18:2	79.5	78.7	76.6	76.4	79.5	78.8	79.0	78.4	79.5	79.4	79.2	79.3
	Others	4.3	4.6	5.5	5.2	4.3	4.7	4.1	5.5	4.3	4.5	4.8	4.1
GL**	15:0	1.8	1.9	2.2	2.1	1.8	1.6	1.7	1.9	1.8	1.7	1.9	1.9
	16:0	8.3	8.5	9.8	10.1	8.3	8.5	8.5	8.7	8.3	8.4	8.4	8.4
	18:0	0.4	0.5	0.7	0.9	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5
	18:1	7.0	6.9	7.1	7.0	7.0	7.2	7.3	7.1	7.0	6.9	7.0	6.8
	18:2	80.1	79.4	78.2	77.1	80.1	79.7	79.4	78.8	80.1	80.1	79.8	79.7
	Others	2.4	2.8	2.0	2.8	2.4	2.5	2.7	3.0	2.4	2.5	2.4	2.7
PL**	15:0	1.0	1.1	1.0	1.3	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	1.1	1.2
	16:0	3.2	3.3	4.4	5.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.2	3.4	3.4	3.4
	18:0	0.3	0.4	0.4	0.7	0.3	0.4	0.4	0.4	0.3	0.5	0.4	0.4
	18:1	4.0	4.2	4.4	4.3	4.0	4.0	4.1	4.0	4.0	3.9	4.2	4.2
	18:2	88.7	88.1	86.8	86.3	88.7	88.2	87.5	87.4	88.7	88.5	88.4	88.2
	Others	2.8	2.9	3.0	2.3	2.8	3.0	3.4	3.5	2.8	2.8	2.5	2.6

*: before storage

**: NL; neutral lipid fraction, GL; glycolipid fraction, PL; phospholipid fraction

て述べてみると、まず20°Cで6日貯蔵した場合ではNL、GLおよびPLとも、TLの場合と同様に、18:2酸の減少、16:0酸、15:0酸などの飽和酸の相対的増加が認められ、さらに18:1酸には一定の変化はみられなかった。またNLの18:0酸組成比の貯蔵による変化はほとんどみられなかったが、GLおよびPLの場合では貯蔵6日で、その割合は増加（GL:0.4%から0.9%へ、PL:0.3%から0.7%へ）の傾向を示していた。さらに、各脂質区の主要構成脂肪酸の変化について詳細にみると、貯蔵2日から4日にかけて、前述の組成の変化が顕著であるものが多く、この時期に脂肪酸の酸化が最も速く進行したものと推察された。

5°C貯蔵の場合も、TLおよび20°C貯蔵の場合と同様に、18:2酸の経時的減少、飽和酸、とくに16:0酸の相対的増加が各脂質区で認められたが、その変化は20°C貯蔵の場合より小さく、さらに18:0酸、18:1酸の経時の変化はほとんど認められなかった。-25°C貯蔵の場合では、TLと同様、前述のような経時の変化はほとんどみられず、ナメコを-25°Cで貯蔵した場合、その構成脂肪酸は影響を受けないものと考えられた。

要 約

(1) ナメコを20°Cで6日間、5°Cで8週間、-25°Cで5カ月間貯蔵し、含有するTLの化学的性状および組成の変化について、脂質化学の見地から実験を行い、以下の結果を得た。

(2) 20°Cで貯蔵されたナメコのTL含有率は、経時的に減少し、さらに5°C貯蔵の場合でもわずかに減少していたが、-25°C貯蔵の場合では、TL含有率の変化はみられなかった。

(3) 全試料において、TLのAV、PVは経時的に上昇し、逆にIVが減少してTLの劣化を示していた。これらの変化は、20°C貯蔵の場合が最も顕著であり、一方、-25°C貯蔵の場合は非常に小さかった。

(4) TLの脂質組成の経時の変化については、全試料でGL・PL組成比の減少、NL組成比の相対的増加が認められ、GL・PLの分解がより速いことを示していた。また、この変化は-25°C貯蔵の場合に最も小さかった。

(5) NL、GLおよびPLの脂質組成の経時の変化については、全試料において、NL中のTG、GL中のCMH、PL中のPEおよびPCの各組成比が減少してお

り、高い組成比をもつ脂質がより分解されやすいことが認められた。この変化は、貯蔵温度の高いほど、顕著であった。

(6) 貯蔵中におけるTLおよび3脂質区の脂肪酸組成については、20℃と5℃貯蔵の場合に、18:2酸の減少、飽和酸の相対的増加がみられた。また、-25℃貯蔵の場合には、前記のような変化は認められなかった。

文 献

- 1) 数川千恵子・三浦 洋: 日食工誌, **31**, 208 (1984)
- 2) 前田幸子・石村和子・千原呉郎: 蛋白質・核酸・酵素, **21**, 425 (1976)
- 3) 榎 光章: 家政誌, **18**, 307 (1967)
- 4) 広井 勝: 家政誌, **28**, 243 (1977)
- 5) 広井 勝: 郡山女子大学紀要, **17**, 1 (1981)
- 6) 広井 勝: 郡山女子大学紀要, **21**, 1 (1985)
- 7) YOKOKAWA, H.: *Trans. Mycol. Soc. Japan*, **25**, 531 (1984)
- 8) 小山尚子・青柳康夫・菅原龍幸: 日食工誌, **31**, 732 (1984)
- 9) BLIGH, E. G. and DYER, W. J.: *Can. J. Biochem. physiol.*, **37**, 911 (1959)
- 10) ROUSER, G., KRITCHESKY, G., SIMON, G. and NELSON, G. J.: *Lipids*, **2**, 37 (1967)
- 11) 和田正太・菅野道廣: 九州大学農学部学芸雑誌, **26**, 505 (1972)
- 12) SCHLIERF, G. and WOOD, P.: *J. Lipid Res.*, **6**, 317 (1965)
- 13) 藤野安彦: 脂質分析法入門 (学会出版センター, 東京), p.105 (1978)
- 14) KATES, M.: 脂質研究法 (東京化学同人, 東京), p.196 (1975)
- 15) NODA, M., KATSURA, I. and TANAKA, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **29**, 70 (1965)
- 16) LEPAGE, M.: *J. Lipid Res.*, **5**, 587 (1964)
- 17) 日本油化学協会編: 基準油脂分析試験法, 2. 4. 20. 2-77 (1977)
- 18) 橋口 亮・伊藤真吾・露木英男: 日食工誌, **31**, 436 (1984)
- 19) 竹永章生・田中昌之・伊藤真吾・露木英男: 日本大学農獣医学部学術研究報告, (45), 90 (1988)
- 20) 竹永章生・田中昌之・伊藤真吾・露木英男: 日本大学農獣医学部学術研究報告, (45), 97 (1988)
- 21) 橋口 亮・伊藤真吾・露木英男: 日本食品工業学会第30回大会 (大阪) 講演集, p.36 (1983)
- 22) 関口晴夫・竹永章生・伊藤真吾・露木英男: 日本食品工業学会第34回大会 (富山) 講演集, p.81 (1987)

(昭和63年3月7日受理)