

ブナシメジの食味に影響を及ぼす呈味成分の品種間差異

原田 陽 宜寿次盛生 米山 彰造

Effects of Strain on the Taste of Bunashimeji Mushrooms (*Hypsizygus marmoreus*) in Sensory Evaluation and Taste Component Analysis

Akira HARADA

Seiki GISUSI

Shozo YONEYAMA

To investigate the effects of strain on the taste of *Hypsizygus marmoreus*, sensory evaluation and taste components analysis, including soluble sugars, free amino acids and 5'-GMP, in the fruit-body were conducted. In the sensory evaluation of fruit-bodies, there were significant differences of taste among strains. The overall sensory evaluation was strongly related to umami, sweetness and bitterness of fruit-bodies. High contents of free amino acids, with umami and sweet taste, were related to high evaluation of the taste.

Key words: *Hypsizygus marmoreus*, strain, sensory evaluation, taste component, fruit-body
ブナシメジ, 品種, 官能評価, 呈味成分, 子実体

ブナシメジ子実体中の呈味成分(可溶性糖,遊離アミノ酸,5'-ヌクレオチド)の組成と含量,および官能評価に及ぼす品種の影響について検討した。官能評価により,食味の品種間差が大きいことを示すと同時に,食味評価には,うま味,甘味および苦味の強さが大きく関係することが明らかになった。各種呈味成分含量と官能評価の相関を解析した結果,遊離アミノ酸含量と食味との相関が高いことが判明した。特に,うま味や甘味を呈するアミノ酸の影響が強いことが示唆された。

1. 緒言

国内におけるブナシメジの生産は,高い生産効率を目指した種々の商業生産用品種の開発と栽培技術の発達により,全国的な広まりを見せ,最近15年間で生産量が約4倍に急増した。生産量の増加に伴い,産地間や品種間による競争が激しくなりつつあり,きのこの甘味,苦味やうま味といった食味が商品性として重要になってきている。

食用きのこの典型的な呈味成分は,揮発性化合物と不揮発性化合物に分類される。揮発性化合物として,特に1-octen-3-olの含量が長期の保存中に大きく減少する¹⁾ことから,不揮発性成分が保存後あるいは加工後のきのこの呈味性に大きく影響を与えることが予想される。食用きのこの食味は,主に不揮発性成分である可溶性糖と遊離アミノ酸を含めた種々の水溶性物質の存在に依存すると考えられる。甘

味、苦味、およびうま味といった味が重要であることから、呈味性に影響を与える成分の組成と含量²⁻⁸⁾が報告されているものの、シイタケに関する報告が多く、ブナシメジに関する報告はない。さらに、呈味成分が官能評価に及ぼす影響を検討した報告はほとんど見当たらない。

そこで著者らはこれまでに、ブナシメジの子実体生育過程における呈味成分含量の変動⁹⁾や呈味成分含量の品種間および培地間差¹⁰⁾について報告してきた。また、子実体の食感¹¹⁾についても報告してきた。本研究では、ブナシメジの品種が子実体中の呈味成分(可溶性糖、遊離アミノ酸、5'-ヌクレオチド)の組成と含量および官能評価に及ぼす影響について検討した。なお本報の内容は、日本応用きのこ学会第7回大会(2003年8月、高崎市)、およびThe 3rd Meeting of Far East Asia for Collaboration of Edible Fungi Research(2004年9月、韓国水原市)で発表した。

2. 材料および方法

2.1 供試菌株とブナシメジの栽培方法

北海道立林産試験場のブナシメジ保存菌株であるHm 88-8(種苗法登録品種、マーブル88-8)、栽培品種であるHm 97-1, Hm 00-1, Hm 00-5およびHm 02-1を供試した。これらの種菌は、1.5℃で保存していたPDA培地から接種および培養し作成した。栽培には、850ml容のポリプロピレン製培養ビンを使用し、おが粉を培地基材とした。培地詰込量は一ビン当たり600gとした。基本培地はダケカンバのおが粉(137g/ビン)と米ぬか(85g/ビン)から構成され、高収量性培地(培地A)はダケカンバのおが粉(109g/ビン)、米ぬか(53g/ビン)、大豆皮(32g/ビン)、コーンコブ(28g/ビン)とCaCO₃(3g/ビン)で構成した。培地水分は、いずれの培地も63%になるように調製した。

栽培は既報の標準的な方法¹²⁾で実施した。すなわち、培地を高圧殺菌(121℃, 30分)した後、各ビン(850ml容)に約10gの種菌を接種して、温度22±1℃、相対湿度70±5%、暗条件下で培養後、菌かき操作を行った。Hm 88-8, Hm 97-1およびHm 02-1に関して、培養は60日間、他の2品種は90日間行った。菌かき操作後の芽出し工程は、温度16±1℃、相対湿

度85±5%、照度約50 luxで管理し、子実体原基形成後、柄が15mm程度に伸び傘が分化し始めるまで続けた。次に、生育工程は温度16±1℃、相対湿度85±5%、照度約350 luxで行った。子実体総発生数の10%以上の菌傘が25mm程度になった時点で子実体を収穫した。子実体は、傘部と柄部に分けた。各試験区における呈味成分分析サンプルの繰り返し数は3とした。

2.2 呈味成分の抽出と分析

呈味成分として、可溶性糖、遊離アミノ酸および5'-ヌクレオチドの抽出と分析を行った。可溶性糖および遊離アミノ酸の抽出および分析方法は、既報¹⁰⁾と同様である。5'-ヌクレオチドの抽出は、Mau & Tsengの方法⁴⁾に準じて行った。まず、0.5gの柄部あるいは傘部の凍結乾燥試料を25mlの蒸留水に懸濁し、100 rpmで6分間抽出を行い、氷冷した。続いて、懸濁液を22,000 g、20 rpmで15分間遠心分離を行い、上清部を50 rpmで減圧乾固した後に、10mlの水に溶解した。25℃においてHPLC(SHIMADZU, LC10Aシステム)を使用して分析を行った。

HPLCシステムは、SHIMADZU SPD-M10AV フォトダイオードアレイ検出器とカラム Shim-pack WAX-1(4.0×50 mm, 3 μm, SHIMADZU)で構成した。移動相には50mM リン酸緩衝液(pH3.1)を用い、流速1.0ml/分で分析を行いUV260nmで検出した。

2.3 官能評価

パネリストは20~30才代の林産試験場職員30名で構成した。試料の調製は以下の通りである。子実体1株をほぐして軽く水洗いし、子実体100g当たりサラダオイル2mlをひいたフライパンで強火により水分がなくなるまで炒めた。子実体100g当たり塩0.6gを加えて、さらに炒めた。試料は、供試量が等しくなるように、子実体1株当たり5名を目安に盛り付けた。室温で冷ました後に供試し、評価を行った。評価項目として、うま味の強さ、うま味の好ましさ、甘味の強さ、苦味の強さ、軟らかさ、歯ごたえの好ましさおよび総合評価の7項目について、基本培地で栽培した品種Hm 88-8を対照として比較評価を行った。評価試料は、基本培地で栽培した品種Hm 97-1, Hm 00-1, Hm 00-5, Hm 02-1, 高収量性の培地Aで栽培した品種Hm 88-8および北海道旭川市

内で購入した市販品 HB (Hm 02-1 由来) の 6 種類とした。特性の大きさの評定は、対照を 0 点として +2 ~ -2 点の目盛りと言葉を点数に対応させ評価する評点法¹³⁾を用いた。

3. 結果および考察

3.1 呈味成分含量の品種間差

3.1.1 子実体生育の品種間差

芽出し工程において、子実体原基が形成されるまでの期間は、いずれの品種も 7 ~ 10 日で差は認められなかったが、菌かき後子実体を収穫するまでの日数は、Hm 00-1 と Hm 00-5 が 20 ~ 21 日、Hm 97-1 と Hm 02-1 が 23 ~ 24 日、Hm 88-8 が 25 ~ 26 日となり、品種間差がみられた。これは、子実体の生育速度が品種により異なることを示している。

ツクリタケ^{14,15)}、エノキタケ¹⁶⁻¹⁹⁾ およびシイタケ²⁰⁾においては、子実体生育過程における遊離アミノ酸と可溶性糖の含量に明らかな変動が確認されている。このことから、ブナシメジにおいても品種により異なる子実体の生育速度が、呈味成分含量に影響を与えていることが推察された。

3.1.2 子実体の可溶性糖含量に及ぼす品種の影響

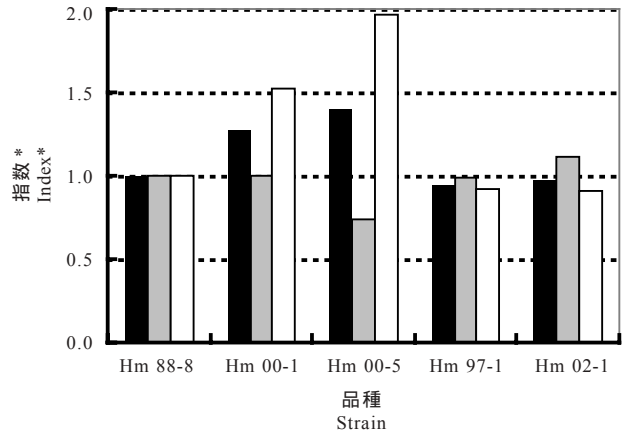
ツクリタケ^{14,15)}、エノキタケ¹⁸⁾ およびシイタケ^{8,20)}の子実体で、主要な可溶性糖としてトレハロースやマンニトールは報告されているが、ブナシメジについても同様であった。

第 1 図に示されるように、各試験区におけるマンニトール含量の差はトレハロースの差より小さかった。Hm 00-1 と Hm 00-5 のトレハロース含量は、それぞれ Hm 88-8 の 1.5 倍、2.0 倍であった。マンニトールやトレハロースは、ほのかな甘味を呈することから、糖含量の差異はブナシメジの呈味性に影響を与えることが示唆される。

3.1.3 子実体の遊離アミノ酸含量に及ぼす品種の影響

ブナシメジ子実体に主要なアミノ酸として、アスパラギン酸、グルタミン酸、およびグルタミンとオルニチンが検出された。アスパラギン酸、グルタミンおよびオルニチン含量の多さは、ブナシメジの特徴としてあげられる¹⁰⁾。

第 2 図は、遊離アミノ酸含量の品種間差を示しており、総量やうま味や甘味を呈するアミノ酸含量を

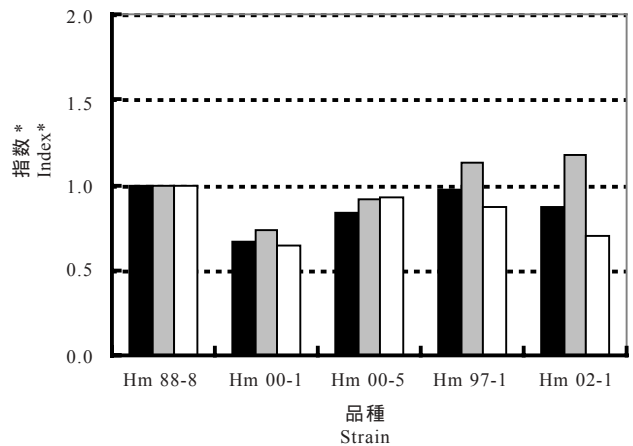


第 1 図 各品種の可溶性糖含量

凡例 ■: 合計 □: マンニトール □: トレハロース
注) *: 1.0=Hm 88-8 の糖含量

Fig. 1. Sugar content in fruit-bodies.

Legend) ■: Total; □: Mannitol; □: Trehalose
Note) *: 1.0=the content in Hm 88-8.



第 2 図 各品種の遊離アミノ酸含量

凡例 ■: 合計 □: うま味系¹⁾ □: 甘味系²⁾

1): グルタミン酸ナトリウム様成分, アスパラギン酸 + グルタミン酸;
2): アラニン + グルタミン + グリシン + プロリン + セリン + スレオニン
*) 1.0=Hm 88-8 のアミノ酸含量

Fig. 2. Free amino acid content in fruit-bodies.

Legend) ■: Total; □: MSG-like¹⁾; □: Sweet²⁾

1): Monosodium glutamate-like, Aspartic acid + Glutamic acid;
2): Alanine + Glutamine + Glycine + Proline + Serine + Threonine
*) 1.0=the content in Hm 88-8

比較した。うま味に寄与していると考えられるグルタミン酸ナトリウム様成分はアスパラギン酸やグルタミン酸^{21,22)}である。また、甘味を呈するアミノ酸は、アラニンやグルタミンを含む 6 種類のアミノ酸²¹⁾である。5 品種の中で、Hm 00-1 がいずれのアミノ酸含量も少ないことがわかった。

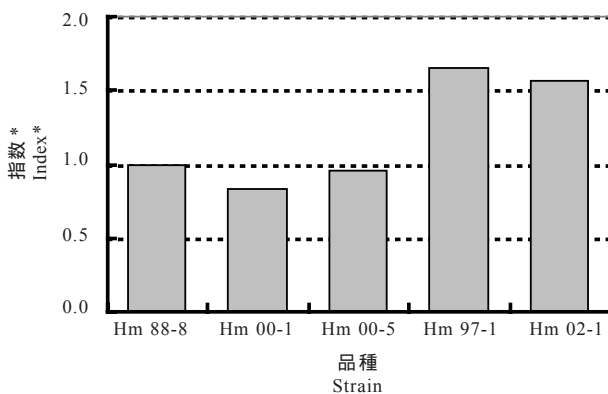
3.1.4 子実体の 5'-GMP (グアニル酸) 含量に及ぼす品種の影響

5'-ヌクレオチドとしては、5'-AMP, 5'-CMP, 5'-

GMP, 5'-IMP, および 5'-XMP が検出された。第3図に示したように、うま味に關与するグアニル酸²²⁾含量についても品種間差が確認され、特に Hm 97-1 および 02-1 で対照である Hm 88-8 の 1.5 倍を超える量を示した。

3.2 官能評価による品種間の比較

試料, 項目ごとの官能評価の結果を, 第1表にパネリスト全員の平均値として示した。本評価から, 試料の種類により明らかな差があることが判明した。次に, 官能評価で得られた全てのデータに基づ



第3図 各品種のグアニル酸含量

注) *: 1.0=Hm 88-8 の糖含量

Fig. 3. 5'-GMP content in fruit-bodies.

Note) *: 1.0=the content in Hm 88-8

いた主成分分析²³⁾を行った結果, 各評価項目の主成分負荷量が得られ, うま味および甘味の強さと苦味の強さは, 負の相関を示すことがわかった(第4図)。総合評価は, うま味, 甘味, および苦味の強さと相関があり, うま味と甘味が強いと総合評価が高くなり, 逆に苦味が強くなると評価が低くなることもわかった(第4図)。これは, 水戻し条件を変えた干しシイタケにおける味の総合評価において, うま味および苦味の強弱と関係が見られ, うま味の強いものほど評価が高く, 苦味が強いものほど評価が低かった²⁴⁾ことと一致する。また, 品種の異なる干しシイタケの官能検査において, うま味や苦味の強度と味の総合評価とは相関が高かった²⁵⁾こととも一致する。

さらに主成分分析²³⁾の結果から, 第5図のように各試料の主成分得点により得られたテイスティングマップを作成した。第4図と合せてみると, X軸である第1主成分で正方向は, 総合評価や甘味およびうま味の強さを示し, 負方向は苦味の強さを示している。また, Y軸である第2主成分で正方向は, 硬さを示している。すなわち, グラフ上プロットが右に行くほど, 食味が良くなり, 上に行くほど硬くなる傾向を示す。第5図において, HBはHm 02-1を由来とした商品であるものの, Hm 02-1より食味評価が高く

第1表 ブナシメジの官能評価

Table 1. The results of sensory evaluation of *H. marmoreus*.

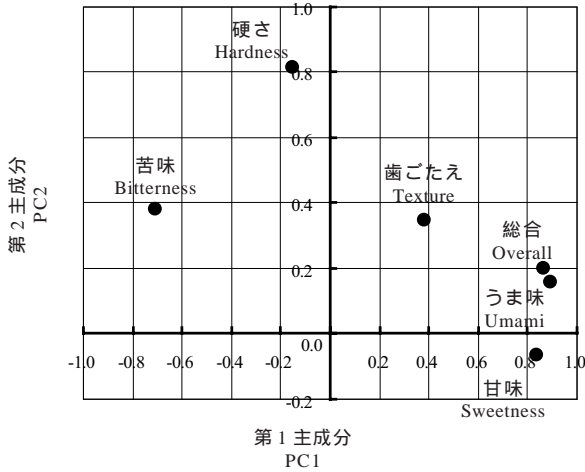
項目 Items	試料 Samples					
	Hm 88-8-A ¹⁾	HB ²⁾	Hm 00-1	Hm 00-5	Hm 97-1	Hm 02-1
うま味の強度 Umami Intensity	0.07 ns	0.97 **	-0.62 **	0.45 *	0.12 ns	0.02 ns
うま味の良否 Umami Preference	0.17 ns	0.93 **	-0.43 **	0.67 **	0.43 *	0.31 ns
甘味の強度 Sweetness Intensity	-0.14 ns	0.93 **	-0.62 **	0.34 ns	0.18 ns	0.05 ns
苦味の強度 Bitterness Intensity	-0.07 ns	-1.07 **	0.69 **	-0.54 **	-0.73 **	-0.76 **
硬さ Hardness	-0.31 ns	-0.28 ns	0.72 **	0.45 *	-0.18 ns	-0.17 ns
歯ごたえの良否 Texture Preference	0.20 ns	0.52 **	0.14 ns	0.15 ns	0.45 **	0.47 **
総合 Overall	0.17 ns	1.07 **	-0.62 **	0.82 **	0.69 **	0.32 ns

注: 1) 培地 A で栽培した Hm 88-8 の子実体; 2) HB: Hm 02-1 由来の市販品;

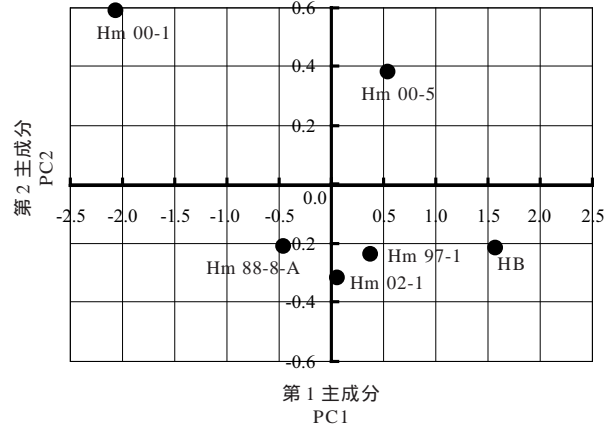
** : 1% の危険率で有意差あり; * : 5% の危険率で有意差あり; ns : 有意差なし

Note: 1) fruit-bodies of Hm 88-8 cultivated in medium A; 2) commercial products from Hm 02-1;

* : significant at 1% level; * : significant at 5% level; ns : not significant.



第4図 官能評価における各項目の主成分負荷量
Fig. 4. Principle components analysis of the taste.



第5図 官能評価における各試料の主成分得点
凡例) 88-8-A: 培地Aで栽培したHm 88-8の子実体; HB: Hm 02-1由来の市販品
Fig. 5. Score diagram from the principle components analysis of the taste.

Legend) 88-8-A: fruit-bodies of Hm 88-8 cultivated in medium A; HB: commercial product.

第2表 官能評価と呈味成分含量との相関

Table 2. The correlation coefficients among sensory evaluation and chemical properties.

	うま味の強さ Umami Intensity	甘味の強さ Sweetness Intensity	苦味の強さ Bitterness Intensity	総合 Overall
グアニル酸 5'-GMP	0.31	0.45	-0.78	0.52
遊離アミノ酸 Free amino acid	0.61	0.69	-0.61	0.56
うま味系アミノ酸 ¹⁾ MSG-like amino acid ¹⁾	0.54	0.65	-0.87	0.62
甘味系アミノ酸 ²⁾ Sweet amino acid ²⁾	0.70	0.68	-0.31	0.53
遊離糖 Free sugar	0.03	-0.12	0.37	-0.06
マンニトール Mannitol	-0.55	-0.43	0.06	-0.46
トレハロース Trehalose	0.15	0.00	0.27	0.06

注) 1, 2): 第2図参照
Note) 1, 2): See Fig. 2.

なっている。これは、栽培方法あるいは収穫後の保存方法により食味を向上させることが可能であることを示唆している。

3.3 官能評価に及ぼす呈味成分の影響

第2表に呈味成分含量と官能評価との相関を示した。官能評価におけるうま味や甘味の強さは、各種アミノ酸含量と高い正の相関が認められた。一方で、苦味の強さは、うま味系アミノ酸およびグアニル酸含量と高い負の相関がみられた。可溶性糖のうちマン

ニトール含量は、うま味の強さと負の相関がみられたものの、トレハロース含量は、いずれの評価項目とも相関が低かった。トレハロースやマンニトールはほのかな甘味を呈する成分であるものの、食味に対する影響が小さいかマイナスに働くことが示唆された。

市販品HBは、可溶性糖含量は対照と同程度だったものの、アミノ酸含量が対照に比べて明らかに高く、うま味に關与するアスパラギン酸、グルタミン

酸，および甘味に關与するアラニンが多いことが特徴であった（未発表データ）ことから，前記の相関の結果が裏付けられる。評価の低かった Hm 00-1 は，可溶性糖のトレハロース含量が対照に比べて高いものの，アミノ酸含量が対照に比べて低く，特にアスパラギン酸やアラニンの含量が低いことが特徴であった。

評価の高い試料はアミノ酸含量が高いこと，特にうま味や甘味に關与するアミノ酸が多く含まれていることから，ブナシメジの食味にはアミノ酸が大きく関わっていること，特にアスパラギン酸，グルタミン酸，およびアラニンの影響が大きいことが示唆された。また，グアニル酸も少なからず影響を及ぼしていることが示唆された。

4. 結論

ブナシメジの官能評価により，食味の品種間差が大きいことが示された。また，総合的な食味評価には，うま味，甘味および苦味の強さといった食味が大きく関係することが明らかになった。

次に，呈味成分含量と官能評価との関係を解析した結果，遊離アミノ酸含量との相関が高いことが判明し，特に，うま味や甘味を呈するアミノ酸の影響が強いことが示唆された。したがって，アミノ酸含量に着目することで，食味を指標とした品種開発が可能であると考えられる。

文 献

- 1) Mau, J.-L. *et al.*: *Mycologia*, **83**, 142-149 (1991).
- 2) 春日敦子，藤原しのぶ，青柳康夫：日本食品科学工学会誌，**46**，692-703 (1999)。
- 3) 春日敦子，藤原しのぶ，青柳康夫：日本食品科学工学会誌，**47**，347-354 (2000)。
- 4) Mau, J.-L. & Tseng, Y.-H.: *J. Agric. Food Chem.*, **46**, 2071-2074 (1998).
- 5) Mau, J.-L. *et al.*: *J. Agric. Food Chem.*, **46**, 4587-4591 (1998).
- 6) 菅原龍幸ほか3名：栄養と食糧，**28**，477-483 (1975)。
- 7) 寺下隆夫ほか3名：近畿大学環境科学研究所研究報告，**20**，117-124 (1992)。
- 8) Yang, J.-H., Lin, H.-C. & Mau, J.-L.: *Food Chem.*, **72**, 465-471 (2001).
- 9) Harada, A. *et al.*: *Food Chem.*, **83**, 343-347 (2003).
- 10) Harada, A. *et al.*: *Food Chem.*, **84**, 265-270 (2004).
- 11) 原田陽，宜寿次盛生，米山彰造：日本きのこ学会第8回大会講演要旨集，東京，p.59 (2004)。
- 12) 原田陽ほか4名：日本応用きのこ学会誌，**9**，67-72 (2001)。
- 13) 古川秀子：“おいしさを測る - 食品官能検査の実際 - ”，幸書房，東京 (1994)。
- 14) Minamide, T. & Hammond, J. B. W.: *New Phytol.*, **100**, 571-578 (1985).
- 15) Minamide, T., Iwata, T. & Habu, T.: *Bull. Univ. Osaka Pref. Ser. B*, **37**, 6-12 (1985).
- 16) Gruen, H. E. & Wong, W. M.: *Can. J. Bot.*, **60**, 1330-1341 (1982).
- 17) Gruen, H. E. & Wong, W. M.: *Can. J. Bot.*, **60**, 1342-1351 (1982).
- 18) Kitamoto, Y. & Gruen, H. E.: *Plant Physiol.*, **58**, 485-491 (1976).
- 19) Kitamoto, Y. *et al.*: *Mycoscience*, **41**, 461-465 (2000).
- 20) Minamide, T. & Iwata, T.: *Bull. Univ. Osaka Pref. Ser. B*, **37**, 6-12 (1987).
- 21) 二宮恒彦ほか3名：品質管理，**17**，1475-1479 (1966)。
- 22) Yamaguchi, S. *et al.*: *J. Food Sci.*, **36**, 846-849 (1971).
- 23) 深井洋一，石谷孝祐：日本食品科学工学会誌，**51**，254-262 (2004)。
- 24) 佐々木弘子ほか5名：日本食品工業学会誌，**36**，293-301 (1989)。
- 25) 春日敦子ほか4名：日本食品科学工学会誌，**47**，529-537 (2000)。

- きのこ部 生産技術科 -
(原稿受理：04.12.24)