

カンショを用いた発酵食品の開発

食品工業部 鶴木隆文, 吉村浩三*, 鮫島陽人, 岩屋あまね**, 亀澤浩幸, 下野かおり, 間世田春作

Development of Fermentation Food Using Sweet Potato

Takafumi UNOKI, Kozo YOSHIMURA, Yoto SAMESHIMA, Amane IWAYA, Hiroyuki KAMESAWA, Kaori SHIMONO
and Shunsaku MASEDA

有色カンショの新規利用方法として、カンショの色調と機能性を活用した発酵食品を研究開発した。カンショと大豆粉を混合して製麹させると酵素活性の高い麹となり、この麹を用いて味噌醸造法を応用し試醸した。その結果、試醸した味噌様食品は、短期熟成型味噌の特徴を示し、旨み成分のグルタミン酸や機能性物質 - アミノ酪酸 (GABA) が一般的な味噌と同程度含まれていた。カンショによっては、GABAを多量に含むものもあった。橙色系味噌様食品は、30日間熟成後でも着色は進まなかったが、紫色系では焼酎用白麹を利用した場合のみ鮮やかな色調でクエン酸の酸味がある食品となった。この食品の抗酸化活性は、30日間熟成中に増加していた。

Keyword : カンショ, 大豆粉, 麹菌, 発酵食品, 機能性

1. 緒言

鹿児島県におけるカンショは、栽培面積が普通畑の約2割を占め、3割を超える農家が栽培する規模の基幹作物となっている。その用途としては、でん粉原料用、焼酎用、加工食品用、青果用などがあるが、その中でも約6割を占めているでん粉原料用は、輸入自由化の影響を受けてカンショの生産が停滞し、今後のカンショ生産量の先行きは、不透明な状況にある。この状況を打破するためには、新たな需要拡大のために新しい用途開発を行う必要がある。

このような状況の中、九州農業試験場（現九州沖縄農業研究センター）においては、1985年以降、特徴ある新用途向け品種を開発している。その中でも、色調が鮮やかな有色カンショは、加工食品用として現在、広く利用されている。例えば、肉色が紫色の品種としては、アントシアニン含量が高い色素原料用品種「アヤムラサキ¹⁾」、肉色が橙色の品種としては、高カロテンで低乾物率のジュース用品種「ジェイレッド²⁾」や高カロテンで高乾物率のパウダー用品種「サニーレッド³⁾」が開発されている。

これら有色カンショには、一般成分として各種ミネラル、ビタミン類や食物繊維などの栄養成分に加えて、最近、健康機能性が注目されているアントシアニンやβ-カロテンなどの色素成分が多く含まれている。このことから、有色カンショの色調を活かすと共に、カンショ由来の健康機能性を保持したカンショジュース^{4),5)}や菓子類などが開発されている。須田⁶⁾によると、「アヤムラサキ」を原料とした紫色カンショジュースのヒトに対する飲用試験を行ったところ、アントシアニンの効果と考えられる肝機能向上効果

や血圧上昇抑制効果を認め、また食物繊維による便通促進効果が認められたと報告している。

一方、食品の機能性を高める方法として、微生物を利用する発酵食品がある。カンショを用いた発酵食品としては、本格いも焼酎が伝統的に存在するが、蒸留工程があるために有色カンショの色調が活かさないことから、当センターでは、先に有色カンショの色調を活かした醸造酒^{7),8)}（さつまいもワイン）を開発した。この場合、紫色系カンショを用いて赤～ロゼタイプと橙色系カンショを用いて白タイプのさつまいもワインが醸造できる。いずれのタイプも抗酸化能が高いといわれるブドウ原料のワインと同程度以上の活性があり⁹⁾、赤タイプではガン細胞増殖抑制効果を確認した¹⁰⁾。この他に微生物を利用して開発された発酵食品としては、食酢¹¹⁾、発泡酒^{12),13)}、ヨーグルト¹⁴⁾などがある。いずれの発酵食品についても、高い機能性があると報告されている。

以上を踏まえて本研究では、カンショの新用途として新規発酵食品の開発を目指した。発酵原料として有色カンショを選び、色調と機能性を合わせ持つと共に旨味を付与するために味噌醸造法を応用し、麹菌を利用した発酵食品の開発を行った。そのために、製麹条件を検討し、仕込み条件を変えて味噌様食品を試醸した。この味噌様食品については、一般成分や抗酸化活性を測定した。

2. 実験方法

2.1 原材料

原材料カンショは、九州沖縄農業研究センター畑作研究部（宮崎県都城市）及び農業試験場大隅支場で栽培された

*川内保健所, **生活衛生課

紫色系品種「アヤマラサキ」、橙色系品種「サニーレッド」、
「ジェイレッド」、黄白色系品種「コガネセンガン」を用いた。
大豆粉(エスピー(株)製)の品種は、「ムラユタカ」と「エルスター⁶⁾」を用いた。

2.2 味噌様食品の製造方法

味噌様食品の製造方法として、製麹工程と仕込み工程を
図1に示した。

製麹工程は、まずカンショの皮を剥いた後10mm角のサイ
コロ状に切って蒸した。次に蒸したカンショと乾燥(120℃
、90min)処理した大豆粉をチョッパーにて混合攪拌し、棒状
に成形した。最後に市販種麹を接種して35℃にて製麹を行
った。以下、これをカンショ大豆粉麹とする。

引き続いて仕込み工程は、カンショ大豆粉麹に蒸しカン
ショと蒸煮大豆を加えて、仕込水分46%、塩分6~12%に
なるように調整した。この時のカンショ大豆粉麹の占める
割合は、50%とし、発酵熟成期間は30日間とした。

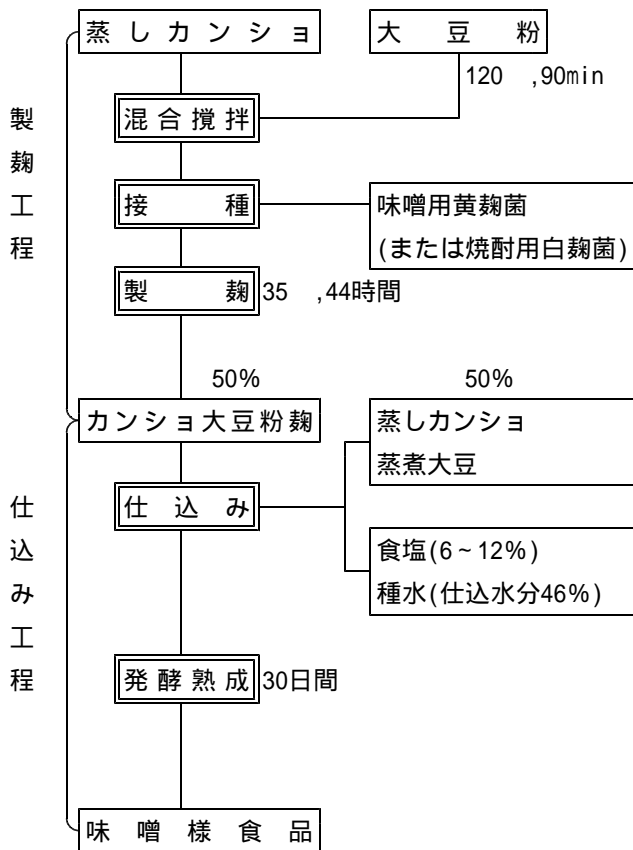


図1 味噌様食品の製造方法

2.3 成分分析

2.3.1 麹の酵素活性

カンショ大豆粉麹の α-アミラーゼ活性、グルコアミ
ラーゼ活性、中性プロテアーゼ(pH6.0)活性を基準みそ分析
法¹⁵⁾に準拠して測定した。

なお、製麹時の麹原料の含水率およびたんぱく質も、基
準みそ分析法に準拠して測定した。

2.3.2 味噌様食品の一般成分

味噌様食品のpH、窒素成分(全窒素、水溶性窒素、ホル
モール窒素、たんぱく溶解率、たんぱく分解率)、糖成分(全
糖、直糖、糖分解率)は、基準みそ分析法に準拠して測定
した。

遊離アミノ酸(グルタミン酸、アスパラギン酸、スレオ
ニン、セリン、グリシン、アラニン、シスチン、バリン、
メチオニン、イソロイシン、ロイシン、チロシン、フェニ
ルアラニン、ヒスチジン、リジン、トリプトファン、アル
ギニン、プロリン)及び機能性物質GABAは、熱水抽出
液を0.45µmフィルターでろ過して高速液体クロマトグラ
フ(日本ウォーターズ(株)製)により測定した。なお、遊離ア
ミノ酸18種類の総量を総アミノ酸量として表した。

有機酸(クエン酸、リンゴ酸、コハク酸、乳酸、ギ酸、
酢酸、ピログルタミン酸、β-ケトグルタル酸)は、20倍
懸濁液を0.45µmフィルターでろ過して高速液体クロマトグ
ラフ(日本分光(株)製)により測定した。

色調は、仕込み直後と30日間熟成後の味噌様食品を分光
測色計(ミノルタ(株)製)にて測定し、CIE表示法のY(%)
で表示した。このY(%)は、食品の明度を表す。

2.3.3 抗酸化活性評価

味噌様食品の抗酸化活性を評価するのに、ジフェニルピ
クルリヒドラジル(DPPH)ラジカル消去活性を調べた。
その測定は、岩屋ら¹⁶⁾の方法に準じた。はじめに仕込み直
後と30日間熟成後の味噌様食品5gに50%エタノール溶液
を加えて溶解し、25mlのメスフラスコに定容した。次にこ
れを遠心分離(3,000rpm×5min、10,000rpm×5min)した
上澄液を試料液とした。

続いて100µmol/L DPPH/エタノール溶液1mlとMES
(2-morpholinoethanesulphonic acid)緩衝液(pH6.0)
1mlの混合液に、蒸留水で適宜希釈した試料液を100µl添
加し、正確に30分後の517nmにおける吸光度を測定した。対
照として、蒸留水を100µl添加した時の吸光度とカラーブ
ランクとして100µmol/L DPPH/エタノール溶液の代わ
りに99.5%エタノール溶液を用いた時の吸光度を測定し、
消去活性を算出した。各試料の抗酸化活性は、DPPHラ
ジカル50%を消去する試料添加量の逆数で評価した。

3. 結果及び考察

3.1 麹原料の検討

予備実験として麹原料にカンショを用い麹菌を接種する
と、カンショだけでは含水率が多く(57~75%)、窒素源が
少ない(たんぱく質1.0%前後)ために麹菌の生育が悪い麹
となってしまった。そこで、本実験ではカンショに大豆粉
を混合すると混合物の含水率が減少し、窒素源が増加する
ために製麹が問題なく行えた。この時のカンショの混合割

合は、50～75%の範囲で製麹が可能であった。

「ムラユタカ」の大豆粉を使用すると製麹後に大豆特有の青臭さが残った。しかし、九州沖縄農業研究センターで育成された「エルスター」は、大豆の青臭みの原因となる酵素(リボキシゲナーゼ)を完全に欠失した品種であることから、この大豆を使用すると製麹後の青臭さが改善できた。

3.2 カンショ大豆粉麹の製麹条件

酵素活性の高いカンショ大豆粉麹を製造するためにコガネセンガンを用いて製麹条件を検討した。

3.2.1 カンショの混合割合の検討

カンショの混合割合が違う麹の酵素活性を麦味噌用の麦麹(麦麹の酵素活性を1.00とする)と比較した結果を図2に示した。この時に使用した種麹は、鹿児島県内で使用頻度が高いA社麦味噌用の麹菌(AM)とし、製麹条件は35℃, 44時間で行った。その結果、麹原料におけるカンショの混合割合が、60.0～66.7%の場合になると麦麹と同等以上の高い酵素活性を示す麹となった。

3.2.2 市販種麹の比較

今回は、麦味噌用の3社(A, B, C社)の市販種麹4種類(AM, BM, CM, CT, いずれも黄麹菌)を用いて、麹の酵素活性を比較した結果を図3に示した。この時の製麹条件は35℃, 44時間とし、カンショの混合割合は60.0%で行った。県内で使用頻度の高いAM麹(AM麹の酵素活性を1.00とする)を対照に比較すると、CT麹の各酵素活性が同等もしくは高かった。

3.2.3 製麹時間の検討

製麹温度を35℃として、36～48時間かけて製麹を行った時の酵素活性(36時間経過の麹の酵素活性を1.00とする)を比較した結果を図4に示した。種麹にCT菌を使用した場合、酵素活性が最高になったのは、44時間経過の麹であった。

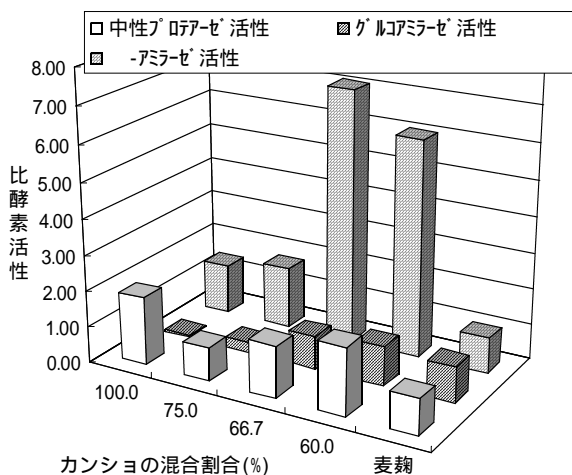


図2 カンショの混合割合による麹の比酵素活性

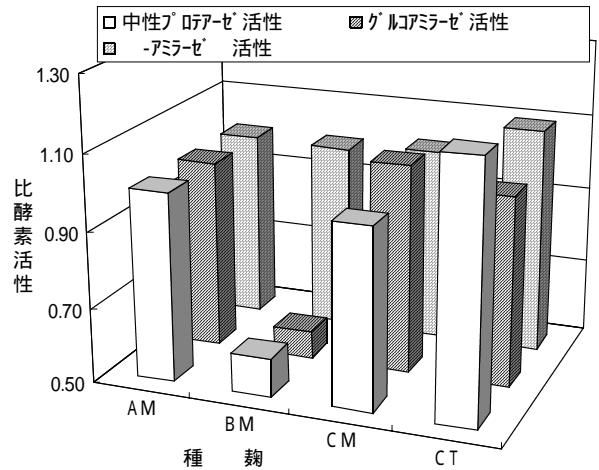


図3 市販種麹の違いによる麹の比酵素活性

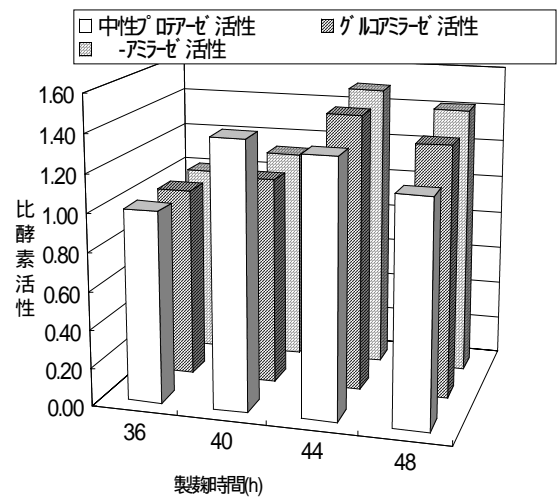


図4 製麹時間による麹の比酵素活性

3.3 味噌様食品の一般成分

カンショ大豆粉麹を用い仕込み条件を変えて味噌様食品を試醸した。

3.3.1 橙色系「サニーレッド」による試醸

「サニーレッド」を用いて、味噌様食品を試醸した。製麹は、カンショ混合割合を60.0%とし、種麹CT菌を用い35℃, 44時間で行った。続いて仕込み時に加える蒸しカンショと蒸煮大豆の仕込み割合を、の二通り設定した。

蒸しカンショ：蒸煮大豆 = 50%：50%

蒸しカンショ：蒸煮大豆 = 75%：25%

また、仕込み時の塩分濃度は、6, 9, 12%となるように条件を変え、微生物添加として市販の味噌用酵母と乳酸菌を用いて検討した。

その結果、試醸した味噌様食品の一般成分は、表1～3のとおりとなった。

表1 味噌様食品の一般成分(窒素成分)

Sample No.	仕込み割合 (%)	塩分濃度 (%)	微生物添加の有無	全窒素 (%)	水溶性窒素 (%)	ホルモール窒素 (%)	たんぱく溶解率 (%)	たんぱく分解率 (%)
1		6		2.55	0.963	0.374	37.8	14.7
2		9		2.36	0.891	0.275	37.7	11.7
3		12		2.19	0.771	0.237	35.3	10.9
4		6	x	2.49	0.951	0.338	38.3	13.6
5		12	x	2.13	0.628	0.249	29.4	11.7
6		6		2.28	0.992	0.311	43.6	13.7
7		12		1.82	0.772	0.134	42.5	7.4
8		6	x	2.27	0.810	0.289	35.7	12.7
9		12	x	1.79	0.656	0.198	36.7	11.1

表2 味噌様食品の一般成分(アミノ酸とGABA)

Sample No.	仕込み割合 (%)	塩分濃度 (%)	微生物添加の有無	総アミノ酸量 (mg/100g)	グルタミン酸 (mg/100g)	GABA (mg/100g)
1		6		2090	375	128
2		9		1830	305	114
3		12		1650	280	102
4		6	x	2400	406	113
5		12	x	1720	297	100
6		6		2160	410	110
7		12		869	208	67.2
8		6	x	2070	411	93.0
9		12	x	1460	297	81.1

表3 味噌様食品の一般成分(糖成分)

Sample No.	仕込み割合 (%)	塩分濃度 (%)	微生物添加の有無	全糖 (%)	直糖 (%)	糖分解率 (%)
1		6		14.5	9.04	62.3
2		9		14.2	8.18	57.6
3		12		15.2	10.8	71.1
4		6	x	18.7	14.3	76.5
5		12	x	18.2	14.4	79.1
6		6		16.9	10.7	63.3
7		12		22.4	14.7	65.6
8		6	x	22.5	17.0	75.6
9		12	x	20.6	14.7	71.4

南九州地方で好まれる淡色系麦味噌は、30日以内の短期熟成型であり、また味噌様食品の色調がカンショの鮮やかさを保持できるように、今回は30日間の熟成にとどめた。その結果、全窒素は1.79~2.55%で第40回全国味噌鑑評会¹⁷⁾に出品された麦味噌62品の平均1.41%よりも多く含まれていた。仕込み割合で比較すると、大豆の割合が多い場合が、全窒素が高かった。これは、窒素成分の大部分が大豆に由来するためと考えられる。味噌の熟成度の指標となるたんぱく溶解率は、29.4~43.6%となっており、麦味噌の61.6%よりも低かった。またアミノ酸に分解された割合を表すたんぱく分解率は、7.4~14.7%となっており、麦味噌の23.4%よりも低かった。これは、出品された麦味噌が平均5ヶ月以上熟成させたタイプであったことに比べて、今回の味噌様食品では30日間と短かったことにより、たんぱく質の分解があまり進んでいなかったと考えられる。以上のことから、今回の味噌様食品の窒素成分は、熟成を進めない短期熟成型味噌の特徴を示していた。

総アミノ酸量は、低い塩分濃度ほど含有量が多く、微生物無添加の試料が多い傾向にあった。遊離アミノ酸で特に重要なアミノ酸は、呈味性が最も強いグルタミン酸である。塩分濃度6%の試料4点は、375~411mg/100gであったが、これは、一般的な米や麦味噌に含まれる400mg/100g前後¹⁵⁾、¹⁸⁾に匹敵する含有量であった。血圧降下作用を持つ機能性物質GABAは、67.2~128mg/100g含まれており、県内産麦味噌27mg/100g¹⁶⁾や関東地方の市販米味噌49.6mg/100g¹⁹⁾と比較すると多量に含まれていた。

糖分解率については、米味噌の80%¹⁵⁾より少ない57.6~79.1%となっていた。微生物添加試料の糖分解率が見かけ上低いのは、熟成初期にいったん糖が分解された後に、熟成が進み増殖した微生物により、その糖が消費されるためと考えられる。

今回の試験では、微生物添加により有機酸含有量の有意差はなかったが、酵母添加によるアルコール発酵の影響で、低い塩分濃度でもカビの発生しにくい香り高い食品に仕上がった。

「サニーレッド」を利用した味噌様食品は、仕込み直後では、カンショ由来の鮮やかな橙色をしていた。30日間の熟成後では、着色の程度を表すY(%)の低下は、米味噌²⁰⁾に比べて少なかった(図5, 6)。

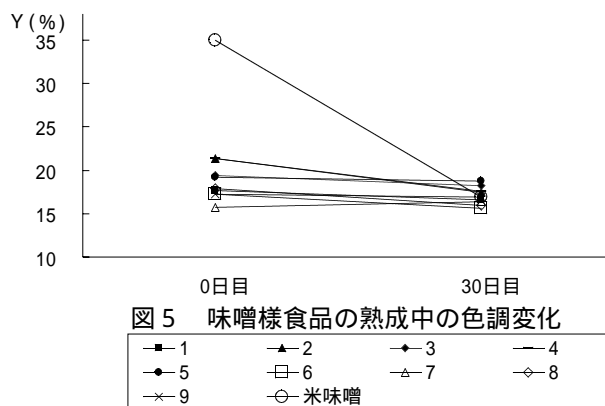


図6 「サニーレッド」を利用した味噌様食品(黄麹菌)

Sample No. 1

3.3.2 紫色系「アヤマラサキ」による試醸

「アヤマラサキ」を用いて、味噌様食品を試醸した。対照として、橙色系「ジェイレッド」を用いた。「アヤマラサキ」の製麹は、カンショ混合割合を60.0%としたが、「ジェイレッド」については水分が多いことを考慮して50.0%とした。種麹は、上記3.3.1と同じく黄麹菌のCT菌に加えて焼酎用白麹菌(CS)を用いた。白麹菌による製麹は、本格いも焼酎での常法²¹⁾に従って温度経過をとった。続いて仕込み時に加える蒸しカンショと蒸煮大豆の仕込み割合は、上記3.3.1の方法で行った。また、仕込み時の塩分濃度は、6%とし、上記3.3.1と同じく微生物添加を検討した。

その結果、試醸した味噌様食品の一般成分は、表4~6のとおりとなった。

表4 味噌様食品の一般成分(窒素成分)

Sample No.	カンショの品種	麹菌の種類	微生物添加の有無	全窒素 (%)	水溶性窒素 (%)	ホルモール窒素 (%)	たんぱく溶解率 (%)	たんぱく分解率 (%)
10	AYA	黄麹CT		2.06	0.794	0.305	38.5	14.8
11	AYA	白麹CS		1.97	0.754	0.256	38.2	13.0
12	AYA	黄麹CT	x	1.93	0.731	0.306	37.9	15.8
13	AYA	白麹CS	x	1.99	0.776	0.252	38.9	12.6
14	JEY	黄麹CT		2.69	0.938	0.312	34.9	11.6
15	JEY	白麹CS		2.74	0.983	0.297	35.9	10.8
16	JEY	黄麹CT	x	2.59	0.946	0.362	36.6	14.0
17	JEY	白麹CS	x	2.70	0.940	0.365	34.8	13.5

カンショの品種・・・AYA:アヤマラサキ, JEY:ジェイレッド

表5 味噌様食品の一般成分(アミノ酸とGABA)

Sample No.	カンショの品種	麹菌の種類	微生物添加の有無	総アミノ酸量 (mg/100g)	グルタミン酸 (mg/100g)	GABA (mg/100g)
10	AYA	黄麹CT		2240	377	29.1
11	AYA	白麹CS		2220	391	31.0
12	AYA	黄麹CT	x	2180	373	27.2
13	AYA	白麹CS	x	1820	306	30.2
14	JEY	黄麹CT		1780	249	29.1
15	JEY	白麹CS		2010	303	29.2
16	JEY	黄麹CT	x	2600	378	34.7
17	JEY	白麹CS	x	2220	376	24.7

表6 味噌様食品の一般成分(糖成分)

Sample No.	カンショの品種	麹菌の種類	微生物添加の有無	全糖 (%)	直糖 (%)	糖分解率 (%)
10	AYA	黄麹CT		23.3	16.8	72.1
11	AYA	白麹CS		23.0	16.2	70.4
12	AYA	黄麹CT	x	24.0	17.2	71.7
13	AYA	白麹CS	x	23.9	16.5	69.0
14	JEY	黄麹CT		15.6	14.0	89.7
15	JEY	白麹CS		14.6	12.6	86.3
16	JEY	黄麹CT	x	17.5	14.2	81.1
17	JEY	白麹CS	x	15.2	13.2	86.8

窒素成分について、全窒素は「アヤマラサキ」より「ジェイレッド」の試料に多く含まれていた。使用した麹菌の違いによる差は認められなかった。味噌の熟成度の指標となるたんぱく溶解率は、「ジェイレッド」に比べて「アヤマラサキ」の試料が高くなっていった。アミノ酸に分解された割合を表すたんぱく分解率も、「アヤマラサキ」の試料が高くなっており、白麹菌を利用した試料が低い傾向であった。

以上のことから、上記3.3.1と同じく短期熟成型味噌の特徴を示す食品となっていた。

呈味性が最も強いグルタミン酸は249~391mg/100gであり、一般的な味噌の400mg/100gよりやや少ない含有量であった。血圧降下作用を持つ機能性物質GABAは、24.7~34.7mg/100g含まれており、上記3.3.1の「サニーレッド」と違って県内産麦味噌と同程度の含有量であった。

糖分解率は、「ジェイレッド」より「アヤマラサキ」の試料が低かった。

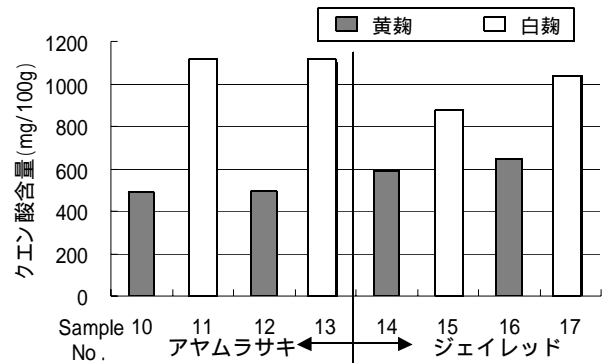


図7 味噌様食品の成分(クエン酸)

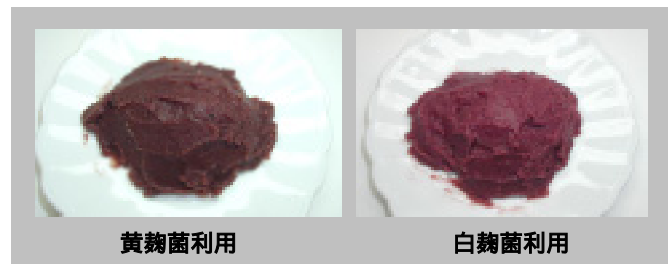


図8 「アヤマラサキ」を利用した味噌様食品

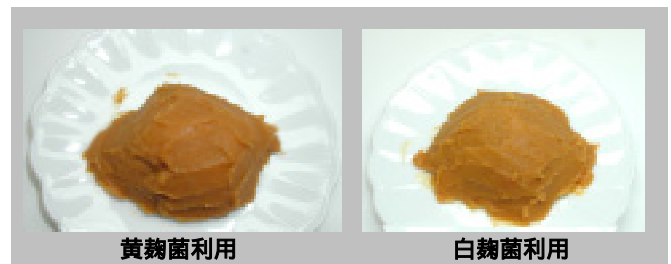


図9 「ジェイレッド」を利用した味噌様食品

今回の条件でも、味噌用酵母と乳酸菌を使った微生物添加による有機酸含有量の有意差はなかった。しかしながら、種麹に白麹菌を利用すると、クエン酸含有量が多く(図7)なって、pHが酸性側に傾いていた。「アヤマラサキ」または「ジェイレッド」を利用した味噌様食品を図8と図9に示した。図8のように「アヤマラサキ」の試料では、白麹菌を利用した時のみ、鮮やかな赤紫色を示し、カンショ由来の色調保持に役立っていた。これは、「アヤマラサキ」のア

ントシアニン色素が、pHにより色調が赤紫色となるためと考えられる。また、この白麹菌を利用した「アヤマラサキ」の試料を官能評価したところ、クエン酸の酸味を主体とした食品となっていた。

3.4 味噌様食品の抗酸化活性

3.3.1の条件で試醸した「サニーレッド」を利用した味噌様食品のDPPHラジカル消去活性は、30日間の熟成期間中に増加した(図10)。これは、熟成中に何らかの抗酸化物質が生成したためと考えられる。この増加した要因については、今後の検討課題とする。この他にも味噌様食品については、抗酸化活性以外の機能性評価を引き続き行っており、いくつかの知見を得ている。

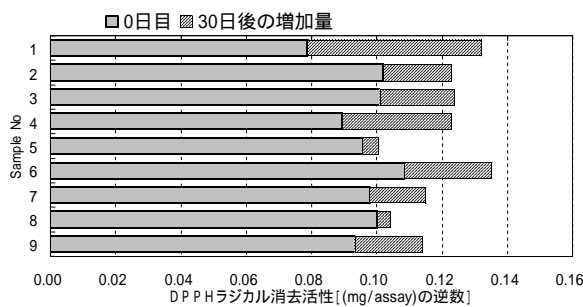


図10 熟成に伴うDPPHラジカル消去活性の変化

4. 結 言

今回、有色カンショを用いた発酵食品を開発するために、味噌醸造法を応用し、麹菌を利用した味噌様食品を開発した。そのために発酵条件を検討し、一般成分や抗酸化活性を測定した結果、以下のことが明らかになった。

- (1) カンショを用いた麹を作成するために大豆粉を混合したところ、含水率と窒素源が調整でき、製麹が可能となった。また、大豆の青臭さをなくすために、リポキシゲナーゼ完全欠失大豆「エルスター」を使用して改善された。
- (2) 麹原料中のカンショ混合割合は、60.0~66.7%にすると、麦麹と同等以上の高い酵素活性を示した。
- (3) 35 で製麹を行う場合、44時間経過で麹の酵素活性が高くなった。
- (4) 今回試醸した味噌様食品は、たんぱく溶解率やたんぱく分解率が低いものであり、短期熟成型味噌の特徴を示していた。
- (5) 味噌様食品中の旨み成分であるグルタミン酸量は、一般的な味噌に匹敵するか、やや少ない含有量であった。
- (6) 機能性物質GABA含量は、県内産麦味噌と同程度であったが、「サニーレッド」の試料は多量に含まれていた。
- (7) 橙色系カンショを用いた味噌様食品は、30日間の熟成後でも着色は進まなかった。

- (8) 紫色系カンショを用いた味噌様食品は、クエン酸を生成する焼酎用白麹菌を利用した場合のみ、鮮やかな色調を示し、クエン酸の酸味を主体とした食品となった。
- (9) 味噌様食品の抗酸化活性は、30日間の熟成中に増加することがわかった。

謝 辞

今回、研究を進めるに当たり、分析方法やご助言を賜りました九州沖縄農業研究センター食品機能開発研究室 須田郁夫室長、西場洋一研究員、カンショの試料をご提供いただいた九州沖縄農業研究センターサツマイモ育種研究室 熊谷了主任研究官、および農業試験場大隅支場営農研究室の皆様へ深く感謝いたします。

なお、本研究は、独立行政法人農業技術研究機構から委託されたプロジェクト研究「食糧自給率向上のための21世紀の土地利用型農業確立を目指した品種育成と安定生産技術の総合開発」(平成11年~13年度)において、行われました。

参 考 文 献

- 1) 山川理, 吉永優, 日高操, 熊谷亨, 小巻克巳: 九州農業試験場報告, 31, 1 (1997)
- 2) 山川理, 吉永優, 熊谷亨, 日高操, 小巻克巳, 久木村久, 石黒浩二: 九州農業試験場報告, 33, 49 (1998)
- 3) 山川理, 熊谷亨, 吉永優, 石黒浩二, 日高操, 小巻克巳, 久木村久: 九州農業試験場報告, 35, 19 (1999)
- 4) 杉田浩一, 松ヶ野一郷, 須田郁夫, 山川理: 食品工業, 41(13), 50 (1998)
- 5) 田丸保夫, 馬場透, 時村金愛: 鹿児島県農業試験場研究報告, 28, 21 (1998)
- 6) 須田郁夫: 九州農業研究, 63, 29 (2001)
- 7) 瀬戸口眞治, 上山貞茂, 高峯和則, 安藤浩毅, 亀澤浩幸, 濱崎幸男: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 10, 31 (1996)
- 8) 瀬戸口眞治, 亀澤浩幸, 間世田春作, 熊谷亨, 山川理: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 11, 13 (1997)
- 9) 岩屋あまね, 瀬戸口眞治, 亀澤浩幸, 下野かおり, 間世田春作: 鹿児島県工業技術センター研究報告, 12, 29 (1998)
- 10) 鬼丸博章, 岩屋あまね, 間世田春作: 中小食品産業・ベンチャー育成技術開発支援事業成果発表会概要集, 68 (2001)
- 11) 須田郁夫, 松ヶ野一郷, 杉田浩一: 九州農業研究, 62, 20 (2000)
- 12) 鮫島吉廣, 中島雅樹: 日本醸造協会誌, 93, 615 (1998)
- 13) De-Xing Hou, Makoto Fujii, Yoshihiro Sameshima

- and Makoto Yoshimoto: Sweetpotato Research Front ,
10, 2 (2000)
- 14) 工藤康文, 松田茂樹: 日本食品科学工学会誌, 47, 727
(2000)
- 15) 全国味噌技術会: "みそ技術ハンドブック 付 基準み
そ分析法"(1995)
- 16) 岩屋あまね, 亀澤浩幸, 下野かおり, 間世田春作: 鹿児
島県工業技術センター研究報告, 14, 31 (2000)
- 17) 小川由高, 岩崎雅美, 吉川純子, 藤波博子, 毛利光之:
味噌の科学と技術, 46, 317 (1998)
- 18) 尾崎吉弘, 岩崎雅美, 中村俱康, 藤波博子, 毛利光之,
山崎賢司: 味噌の科学と技術, 48, 239 (2000)
- 19) 宮間浩一, 阿久津智美, 渡邊恒夫, 岡本竹己: 日本醸造
協会誌, 92, 689 (1997)
- 20) 本藤智, 安平仁美: 味噌の科学と技術, 36, 346 (1988)
- 21) 瀬戸口眞治, 山口巖, 浜崎幸男: 鹿児島県工業技術セン
ター研究報告, 2, 13 (1988)