

県産味噌の色調向上に関する加工方法及び微生物技術の開発

Development of processing methods and microbial technology improving miso color

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 鈴木英二 松本大志

鮮やかな明るい色調の味噌を製造するため、メイラード反応による褐変が著しい大豆品種を用いて、原料大豆蒸煮の違いが味噌の色調及び品質に及ぼす影響を評価した。大豆をクエン酸水浸漬後に加圧蒸することにより加圧蒸よりも色調が明るく味覚も良好な味噌になった。更に醤油諸味から分離した耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母を味噌仕込み時に添加することによっても色調が明るくなり、香気成分が優れた味噌を製造することができた。

Key words: 味噌色調、耐塩性乳酸菌、耐塩性酵母

1. 緒言

近年の県産味噌の消費者ニーズとして良質な味覚の味噌はもちろん、冴えのある鮮やかな明るい色調を好む傾向にある。県産味噌の利用拡大および売上向上に寄与するために、県内で醸造する味噌において鮮やかできれいな明るい色調を保持した味噌の製造方法の確立が必要となっている。

県産味噌の明るい色調を持つ味噌の最適な製造方法を見出すために、県内で輸入大豆原料として利用が多く且つメイラード反応による褐変が著しい大豆品種を用いて、大豆の適正な蒸煮条件を試験した。

更に県内で醤油醸造を行っている醤油諸味から耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母を分離した。味噌の明るい色調及び良質な味覚の優れた味噌の製造を目的としてこの分離微生物を味噌仕込み時に添加した味噌試醸を行った。

2. 実験方法

2. 1. 醤油諸味からの耐塩性乳酸菌, 耐塩性酵母の分離

県内製造のいくつかの醤油において、甘く香ばしいカラメル様の香りである 4-Hydroxy-2(or5)-ethyl-5(or2)-methyl-3(2H)-furanone (HEMF) が最も高い含有量を示した醤油醸造蔵の醤油諸味から耐塩性乳酸菌、耐塩性酵母の分離を行った。分離培地は表1の改変MRS培地及び改変生揚培地を用いて1か月間の集積培養を行い微生物単離を行った。

表1 改変MRS培地及び改変生揚培地組成

改変MRS培地	改変生揚培地	
NaCl	100g	
CaCO ₃	5g	
MRS Broth	55g	
D. Water	1L	
	NaCl	100g
	生揚	200ml
	glucose	50g
	Polypepton	10g
	Yeast Extract	10g
	D. Water	800ml

2. 2. 分離耐塩性酵母のキシロース資化性

6種類の5[%]糖類を添加した0.45[%]Yeast extract, 0.5[%]Polypepton培地を滅菌加熱し、各糖類のメイラ

ード反応着色度合いを確認した。

グルコースとメイラード反応着色度が高かったキシロースの3[%]各糖を基質としたYeast Nitrogen Base 最小培地に、分離耐塩性酵母MT-1, MT-2, MT-3を菌体洗浄後接種培養しキシロースの資化性を確認した。

2. 3. 分離耐塩性酵母のHEMF生産能

分離した耐塩性酵母において、カラメル様の甘く香ばしい香りであるHEMFの生産能を生揚培地を用いて測定した。分離耐塩性酵母MT-1, MT-2, MT-3と市販味噌酵母を生揚培地にて30[°C]、10日間培養し培養液中のHEMFを測定した。測定方法はアセトニトリル(LC/MS用)で塩析抽出後、高速液体クロマトグラフ(Agilent Technologies製, 1260 infinity II)で分離し質量分析により定量した。

2. 4. 供試材料と製麹方法

味噌試醸の麹米は「ひとめぼれ」を用いた。黄麹は従来用いられている味噌用種菌*Aspergillus oryzae*を用い、白麹は焼酎で用いられる種菌*Aspergillus kawachi*を用いて製麹した。精白米を10[°C]で16時間浸漬吸水した後、無圧掛け掛け法により50分間蒸きょうした。製麹は、麹室にて黄麹で48時間、白麹で72時間後に出麹とした。仕込み用原料大豆の選択は県内味噌醸造企業で使用される県産品種あやこがねと、味噌醸造後の色調が最も褐変したカナダ産品種ストライブを選択した。食塩は並塩(株式会社日本海水)を用い、仕込み時添加する微生物は県内醤油醸造蔵の醤油諸味から分離した耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母を使用した。

2. 5. 大豆の蒸煮条件と蒸煮大豆の硬さ試験

試醸味噌に用いる大豆の蒸煮条件として、表2に示す2種類の試験区「加圧蒸」、「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧蒸」で行った。

試醸味噌に用いる蒸煮大豆の硬さを約500[g]に設定した。カナダ産大豆品種ストライブの「加圧蒸」試

験区では大豆を 20[°C]で 1 2 時間水浸漬後 0.8[kg/cm²]で 5 0 分、「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」試験区では 0.5[%]クエン酸水溶液に 20[°C], 1 2 時間浸漬後、0.8[kg/cm²]の加圧煮で 6 0 分加熱した。県産あやこがねは 0.5%クエン酸水浸漬後 0.8[kg/cm²]の加圧煮で 2 0 分加熱した。

蒸煮大豆を 40[°C]定温にしバナネ秤を用いて蒸煮大豆の硬さを測定した。さらにこれらの蒸煮した大豆の水分、色調 Y(明るさ)を測定した。蒸煮大豆水分は、1 05[°C]・1 7 時間乾燥法、色調は色差計(NDK 製, ZE-77 00)を用いて測定した。

表 2 蒸煮大豆条件

大豆種類	蒸煮条件	時間
カナダ産ストライブ	加圧蒸	50分
カナダ産ストライブ	0.5%クエン酸水浸漬・加圧煮	60分
県産あやこがね	0.5%クエン酸水浸漬・加圧煮	20分

2. 6. 味噌の仕込と熟成方法

カナダ産大豆品種ストライブを用いて試験した味噌の仕込配合を表 3 に示す。仕込配合は、麴歩合、目標塩分を同一にし仕込総量、蒸煮大豆量もほぼ同一になるように表 4 に示す試験区で試験した。大豆の蒸煮条件は表 2 のカナダ産ストライブと同様に行った。

蒸煮大豆は冷却槽にて冷却後表 4 に示した 8 試験区で各原料を混合し味噌の仕込みを行った。醤油諸味から分離した耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母を添加した試験区(表 5)も設けた。各仕込味噌は 30[°C]で 8 0 日間の発酵熟成(温醸)を行った。

表 3 味噌仕込配合

		仕込配合	
麴歩合	10	米麴	1.54 kg (麴歩合10)
予定水分	47 %	食塩	0.60~0.61 kg
予定塩分	11.2 %	蒸煮大豆	2.94~3.22 kg
対水食塩濃度	19 %	種水	0~0.3 kg
		総量	5.38~5.47 kg

2. 7. 試験味噌の一般成分分析方法

試験味噌の一般成分は、基準みそ分析法¹⁾に準じて分析した。蒸煮大豆及び試験味噌の色調は色差計(NDK 製, ZE-7700)により測定した。試験味噌の遊離アミノ酸は基準みそ分析法に準じて抽出した浸出液を高速アミノ酸分析計((株)日立ハイテクサイエンス製, L-8900)により測定した。また味噌中の各糖量及び各有機酸を HPLC システム(日本分光(株))にて測定した。

2. 8. 試験味噌の微生物生菌数

試験味噌の仕込時に醤油諸味から分離した耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母を添加した試験区を設けた。これらの味噌醸造終了時の耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母の生菌

数を改変 MRS 培地及び改変生揚培地にて測定した。

表 4 試験味噌の試験区

試験区	大豆蒸煮条件	麴	微生物
A	加圧蒸50分	黄麴	なし
B	加圧蒸50分	黄麴	耐塩性乳酸菌
C	0.5%クエン酸浸漬後・加圧煮60分	黄麴	なし
D	0.5%クエン酸浸漬後・加圧煮60分	黄麴	耐塩性乳酸菌
E	0.5%クエン酸浸漬後・加圧煮60分	黄麴	耐塩性乳酸菌・耐塩性酵母
F	0.5%クエン酸浸漬後・加圧煮60分	白麴	耐塩性乳酸菌
G	0.5%クエン酸浸漬後・加圧煮60分	白麴	耐塩性酵母
H	0.5%クエン酸浸漬後・加圧煮60分	白麴	耐塩性乳酸菌・耐塩性酵母

表 5 試験味噌の耐塩性乳酸菌、耐塩性酵母の添加量

試験区	試験条件	微生物菌数 : cfu/g			
		耐塩性乳酸菌 MT-4	耐塩性酵母 MT-1	耐塩性酵母 MT-2	耐塩性酵母 MT-3
A	加圧蒸50分・黄麴・微生物なし	-	-	-	-
B	加圧蒸50分・黄麴・乳酸菌	4.5 × 10 ⁶	-	-	-
C	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麴・微生物なし	-	-	-	-
D	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麴・乳酸菌	4.5 × 10 ⁶	-	-	-
E	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麴・乳酸菌・酵母	4.5 × 10 ⁶	4.8 × 10 ⁴	3.7 × 10 ⁴	4.8 × 10 ⁴
F	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麴・乳酸菌	4.5 × 10 ⁶	-	-	-
G	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麴・酵母	-	4.8 × 10 ⁴	3.7 × 10 ⁴	4.8 × 10 ⁴
H	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麴・乳酸菌・酵母	4.5 × 10 ⁶	4.8 × 10 ⁴	3.7 × 10 ⁴	4.8 × 10 ⁴

2. 9. 味噌中のHEMF測定

試験味噌に添加した分離耐塩性酵母において、カaramel様の甘く香ばしい香りであるHEMFや 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone (HDMF)の生産量を測定した。測定は 2. 3. の方法に準じた。

2. 10. 分離耐塩性乳酸菌のヒスタミン生産量

食品において乳酸菌のヒスタミン生産によるアレルギー発症が報告²⁾されている。今回分離した耐塩性乳酸菌においてアレルギー性を確認するために乳酸菌添加試験味噌中のヒスタミン生産量と、ヒスタミン生産用 0.5[%]ヒスチジン, 10[%]NaCl・MRS培地にて 30[°C], 2 0 日間分離乳酸菌を培養した培養液を検体として、ヒスタミンチェックカラー(Kikkoman biochemifa(株))を用いてヒスタミン量を測定した。

2. 11. 官能評価

試験味噌の官能評価は当所職員 1 1 名(男性 5 名, 女性 6 名)をパネラーとし、色、香り、味、組成、総合の 5 項目を設定して、3 段階評価 [1 点(良い)~3 点(悪い)] を行い平均評点を求めた。

また試験味噌の購入意欲の評価を行った。官能試験者を含む 1 1 名中、世帯の中で味噌購入決定権を持ち且つ味噌購入履歴が多い 9 名のパネラーを抽出し、味噌を購入する消費者がどの種類の味噌を選択するかを評価した。

2. 12. 夏季の流通・店舗保管を想定した味噌色調

味噌製造企業から卸売業、小売り店舗に流通する際に味噌商品は夏季時期では約 30[°C]の環境に曝され、

味噌色調がメイラード反応により黒く褐変することが懸念される。そこで夏季を想定した温度付与試験を行った。小売店やそのバックヤードでは30~35[°C]の温度勾配を上昇下降し日数ごとに繰り返すと想定し、試験区温度を30[°C]定温で日中の2時間を35[°C]に温度上昇させる温度勾配を設け8週間保存の味噌色調を測定した。

2. 1.3. 味噌開封後の酸化色調試験

味噌パック詰め包装品は使用時には開封し、その後酸素吸着剤なしで保存することになる。保存時にはおもに味噌表面が酸化により褐変する。そこで常温保存を想定した温度付与試験を行った。冷暗所や調理場の温度帯を想定して試験区温度は20[°C]定温で行ない3か月保存の味噌色調を測定した。

3. 結果と考察

3. 1. 醤油諸味からの耐塩性乳酸菌, 耐塩性酵母の分離

県内醤油醸造蔵の醤油諸味から耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母を分離した。耐塩性酵母はMT-1, MT-2, MT-3の3菌株、耐塩性乳酸菌はMT-4の1菌株を単離した。単離した微生物を図1に示した。MALDI-TOF解析により微生物同定した結果、耐塩性酵母では良好なピークは得られなかったが、耐塩性乳酸菌は*Tetragenococcus halophilus*と同定され、醤油や味噌中に生育する乳酸菌であることが分かった。

分離菌 No.	耐塩性酵母 MT-1	耐塩性酵母 MT-2	耐塩性酵母 MT-3	耐塩性乳酸菌 MT-4
MALDI-TOF結果	(No peaks found)	(No peaks found)	(No peaks found)	<i>Tetragenococcus halophilus</i>
形態				

図1 単離した耐塩性酵母と耐塩性乳酸菌

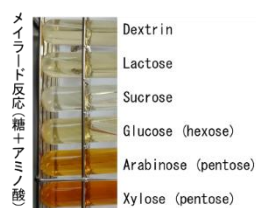
3. 2. 分離耐塩性酵母のキシロース資化性

6種類の糖類のメイラード反応着色度合いを図2に示した。着色度が大きい糖類としてペントースであるキシロースが最も褐変着色が強かった。

分離耐塩性酵母MT-1, MT-2, MT-3において、キシロースとグルコースの最小培地にコロニーが形成され、キシロースの資化性(図2)が確認できた。

3. 3. 分離耐塩性酵母のHEMF生産能

各分離耐塩性酵母の生揚培地によるHEMF生産量を図3に示した。MT-1, MT-3については市販味噌酵母A社より生産量が多くみられ良い香気生産能を持った分離酵母であった。



	耐塩性酵母 MT-1	耐塩性酵母 MT-2	耐塩性酵母 MT-3
Glucose (ヘキソース)	+	+	+
Xylose (ペントース)	+	+	+

図2 6種類糖類のメイラード反応着色度合いと分離耐塩性酵母のキシロース資化性

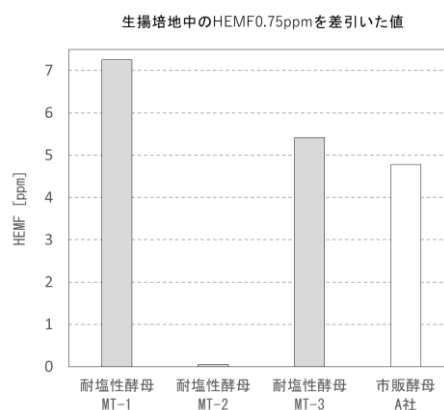


図3 各分離耐塩性酵母のHEMF生産量

3. 4. 供試材料と製麴の酵素力価

黄麴と白麴の酵素力価を表6に示した。この2種類の米麴を仕込み用麴として用いた。

表6 麴の各酵素力価

各酵素	酵素力価 [U/g Koji]	
	黄麴	白麴
α-アミラーゼ	1,798	61
グルコアミラーゼ	245	808
酸性カルボキシルペプチダーゼ	5,808	15,823

3. 5. 試醸味噌の蒸煮大豆分析

試醸味噌に用いた各蒸煮大豆の色調外観を図4に、水分、硬さの結果を表7に、色調 Y(明るさ)を図5に示した。

味噌醸造において一般的な蒸煮大豆の適性硬度は、400~600[g]の範囲³⁾である。300[g]以下の蒸煮大豆では味噌が粘り発酵不良となり、700[g]以上では味噌がざらつきたんぱく質の分解も不十分となる。蒸煮大豆の硬さは適性硬度約500[g]の範囲内となった。蒸煮大豆の色調 Y(明るさ)は、同じカナダ産大豆ストライブでも「加圧蒸」より「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧蒸」のほうがより明るい色調となり、明るい色調の代表である県産あやこがねと同等の明るい色調となった。



図4 試醸味噌に用いた各蒸煮大豆の色調外観

表7 試醸味噌に用いた各蒸煮大豆の水分、硬さ

大豆種類	蒸煮条件	時間	水分 [%]	硬さ [平均]	硬さ 変動係数	水浸漬 増加率 [%]	蒸煮 増加率 [%]
カナダ産ストライプ	加圧蒸50分		56.85	512.0	0.103	221.5	204.6
カナダ産ストライプ	0.5%クエン酸水浸漬・加圧煮60分		67.24	509.0	0.119	216.0	210.3
県産あやこがね	0.5%クエン酸水浸漬・加圧煮20分		66.74	544.0	0.149	223.0	229.0

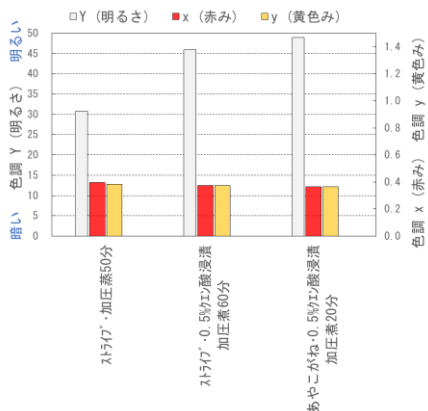


図5 試醸味噌蒸煮大豆の色調Y(明るさ)

3. 6. 味噌の仕込と熟成

試醸した味噌を図6に示した。



図6 試醸した味噌

3. 7. 試醸味噌の一般分析

3. 7. 1. 一般分析

試醸味噌の一般成分を分析した結果を表8に示した。試醸した味噌の味やうま味に影響する総窒素・たんぱく分解率の結果を表9に示した。

3. 7. 2. 色調

大豆蒸煮条件と麹種類と微生物添加を変えて試醸した味噌の色調結果を図7に示す。耐塩性乳酸菌を添加した試験区では、色調Y(明るさ)維持率(Y温醸後/Y仕込み時)

込み時×100)の値がやや高く、メイラード反応による褐変が抑制される傾向にあった。

表8 試醸味噌の一般成分

試験区	大豆蒸煮・麹・微生物・条件	水分 [%]	食塩 [%]	対水 食塩濃度 [%]	直接 還元糖 [%]	脂肪 [%]	炭水 化物 [%]	灰分 [%]
A	加圧蒸50分・黄麹・微生物なし	35.2	11.3	24.4	20.3	6.1	35.1	12.6
B	加圧蒸50分・黄麹・乳酸菌	35.4	11.3	24.3	20.1	6.3	34.5	12.7
C	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麹・微生物なし	41.3	11.2	21.3	19.2	6.5	29.9	11.7
D	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麹・乳酸菌	41.4	11.1	21.2	18.8	6.2	30.1	11.9
E	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麹・乳酸菌・酵母	42.3	11.2	20.9	17.6	6.2	29.3	11.7
F	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麹・乳酸菌	39.1	11.2	22.2	18.9	5.6	32.8	11.7
G	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麹・酵母	39.3	11.2	22.2	18.5	6.1	32.3	11.7
H	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麹・乳酸菌・酵母	39.8	11.1	21.8	18.0	5.5	32.6	11.6

表9 試醸味噌の総窒素・たんぱく質

試験区	大豆蒸煮・麹・微生物・条件	総窒素 [%]	たんぱく質 [%]	水溶性 窒素 [%]	ホルモール 態窒素 [%]	たんぱく 分解率 [%]
A	加圧蒸50分・黄麹・微生物なし	1.96	11.16	0.91	0.22	11.2
B	加圧蒸50分・黄麹・乳酸菌	1.96	11.21	1.02	0.33	16.9
C	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麹・微生物なし	1.85	10.57	0.91	0.36	19.2
D	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麹・乳酸菌	1.83	10.46	0.85	0.37	20.1
E	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・黄麹・乳酸菌・酵母	1.93	11.02	0.87	0.37	19.1
F	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麹・乳酸菌	1.89	10.78	1.04	0.35	18.6
G	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麹・酵母	1.89	10.81	0.95	0.37	19.6
H	0.5%クエン酸浸漬・加圧煮60分・白麹・乳酸菌・酵母	1.89	10.78	1.03	0.35	18.6

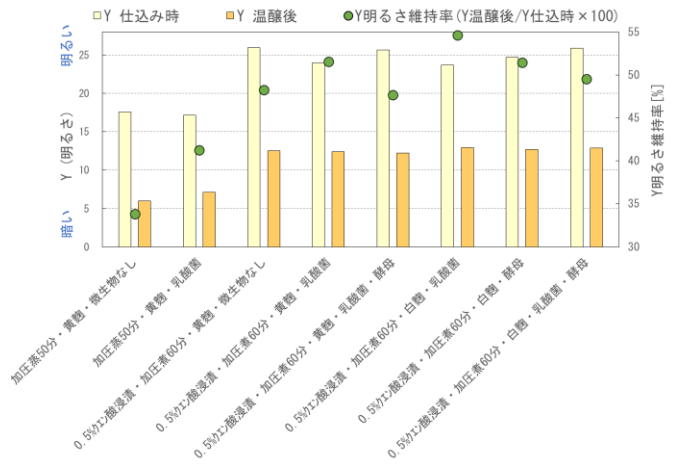


図7 試醸した味噌の色合いを表す色調

3. 7. 3. アルコール生産量

味噌中のアルコール生産量と耐塩性酵母生菌数を図8に示した。耐塩性酵母を添加した試験区では生菌数が約 $10^3 \sim 10^4$ [cfu/g] あり、アルコールの生産が確認できた。

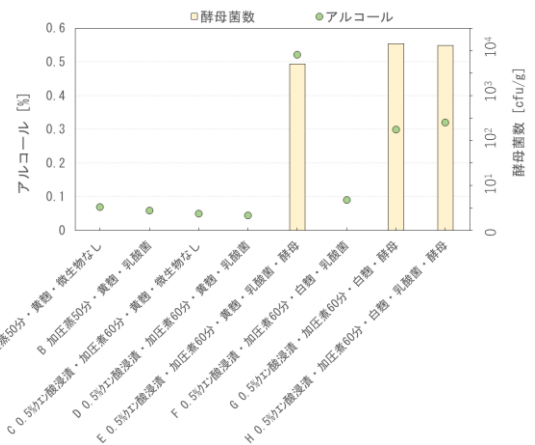


図8 味噌中のアルコール生産量と耐塩性酵母生菌数

3. 7. 4. 遊離アミノ酸量

試醸味噌の遊離アミノ酸合計量を図9に示した。耐塩性酵母添加区では遊離アミノ酸量はやや高い生産量が見られた。

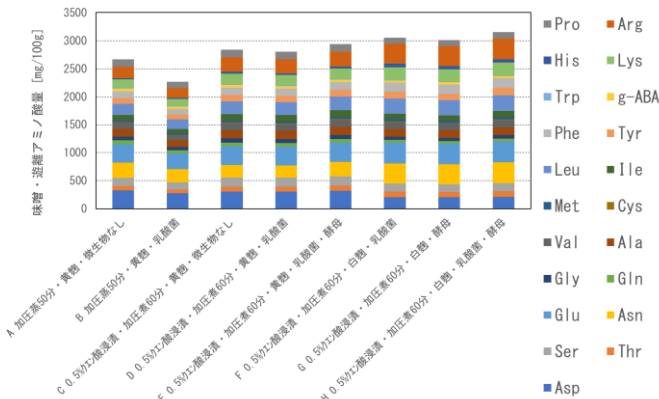


図9 試醸味噌の遊離アミノ酸合計量

3. 7. 5. メイラード反応アミノ酸とキシロース

味噌の褐変の主な要因はメイラード反応によるものであり、この反応は還元性糖主にペントースとアミノ酸が反応し褐変する⁴⁾といわれる。アミノ酸の中でもメイラード反応速度定数が高い⁵⁾Lysine, Arginine, Histidine, Glycine の合計量とキシロースと試醸味噌色調Y明るさ(夏季保存8週目)との分析値を図10に示した。アミノ酸量(Lys+Arg+His+Gly)とキシロース量が共に低い味噌とY明るさとの相関はあまり見られなかったが、これよりも耐塩性乳酸菌の添加によりY明るさ(夏季保存8週目)を保持することが分かった。

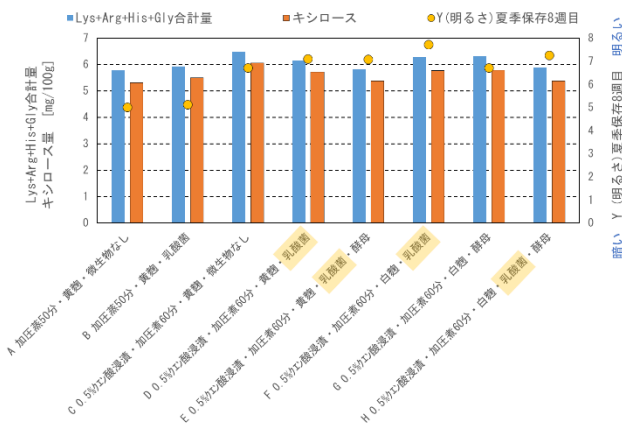


図10 アミノ酸量(Lys+Arg+His+Gly), キシロース量と味噌色調Y明るさ(夏季保存8週目)

3. 7. 6. 有機酸量

試醸味噌に含まれる有機酸量を表10に示す。クエン酸量において、「クエン酸浸漬後加圧煮」試験区では0.5[%]クエン酸水に浸漬しているにもかかわらず、クエン酸量が少ない含有量となった。

3. 8. 試醸味噌の耐塩性微生物

試醸味噌中の耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母の生菌数を図11に示す。分離微生物を添加した試験区では耐塩性乳酸菌が 10^2 [cfu/g]、耐塩性酵母 10^4 [cfu/g]の生菌数が確認された

表10 試醸味噌に含まれる各有機酸量

	A	B	C	D	E	F	G	H
	加圧蒸 黄麹	加圧蒸 黄麹	クエン酸浸漬後・加圧蒸 黄麹	クエン酸浸漬後・加圧蒸 黄麹	クエン酸浸漬後・加圧蒸 黄麹	クエン酸浸漬後・加圧蒸 白麹	クエン酸浸漬後・加圧蒸 白麹	クエン酸浸漬後・加圧蒸 白麹
[mg/100g]	なし	乳酸菌	なし	乳酸菌	酵母 乳酸菌	乳酸菌	酵母	酵母
クエン酸	197.7	192.3	29.1	28.0	27.8	390.6	403.1	376.4
乳酸		3.41			9.83			
酢酸	0.04	0.07			0.02			

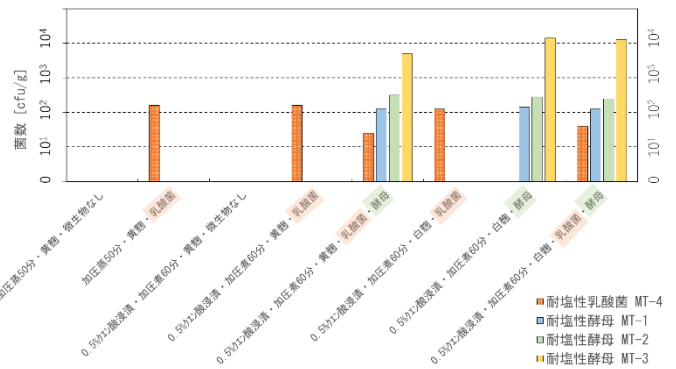


図11 味噌中の耐塩性乳酸菌と耐塩性酵母の生菌数

3. 9. 味噌中のHEMF測定

試醸味噌中において甘いカラメル様の香りであるHEMF, HDMFの生産量を測定した結果を図12に示した。分離耐塩性酵母を添加した試醸味噌中にはHEMF, HDMFの生産が認められた。HEMFは味噌中のペントースとアミノ酸がアマドリ転位化合物となり酵母菌体内に取り込まれ、グルコースと反応し最終的にHEMFを生産⁶⁾するといわれている。またメイラード反応の初期段階では味噌中のペントースとアミノ酸がアマドリ転位化合物となり縮合・重合を繰り返し最終的に褐色物質メラノイジン⁷⁾になる。味噌においてペントースとアミノ酸がアマドリ転位化合物となり、メイラード反応初期段階となった化合物をメラノイジン生成経路に移行しないように味噌酵母に取り入れ逆にHEMF生成経路に移行すれば、味噌のメイラード褐変が防止でき更に香気成分HEMFの生産が増加することを期待したが、HEMFの生成は数[ppm]の生成に留まっているのでメラノイジン生成阻害までには至らなかった。

3. 10. 分離耐塩性乳酸菌のヒスタミン生産量

一般的に食品中のヒスタミン含有量は赤ワインでは4[ppm]、チーズでは20[ppm]含まれている。欧州食品安全機関(EFSA)やCODEX委員会でのヒスタミン許容濃度は200[ppm]²⁾である。試醸味噌中のヒスタミン生産

量は0.8[ppm]で、分離耐塩性乳酸菌を用いたヒスタミン生産培地でも5[ppm]の生産量(表11)とかなり低い生産であった。

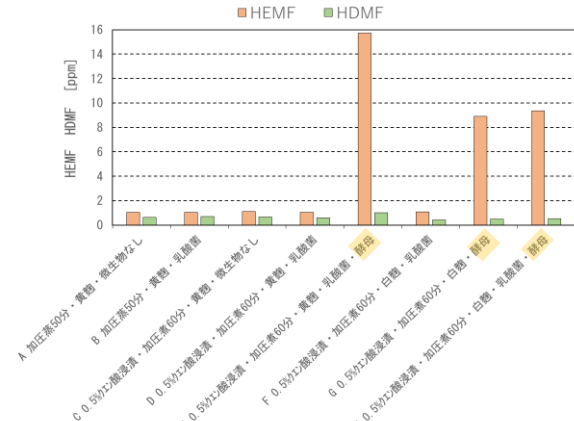


図12 試醸味噌中のHEMF, HDMF生産量

表11 分離耐塩性乳酸菌のヒスタミン生産量

	ヒスタミン生産量 [ppm]
分離耐塩性乳酸菌(4.5×10 ¹⁰ cfu/g)・添加味噌	0.8
ヒスタミン高生産MRS培地(0.5%ヒスチジン含有)	5

3. 1.1. 試醸味噌の官能試験

試醸味噌の官能試験結果を図13に示した。総合評価では大豆蒸煮試験区「加圧蒸」よりも「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」のほうが明るい味噌色調となりなお且つ味覚においても良好な味となった。更に分離耐塩性乳酸菌, 耐塩性乳酸菌の添加区では明るい色調で味や香りにおいてもフルーティな味覚となり「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮(黄麴)・耐塩性乳酸菌, 耐塩性酵母添加」試験区の評価が最も高かった。

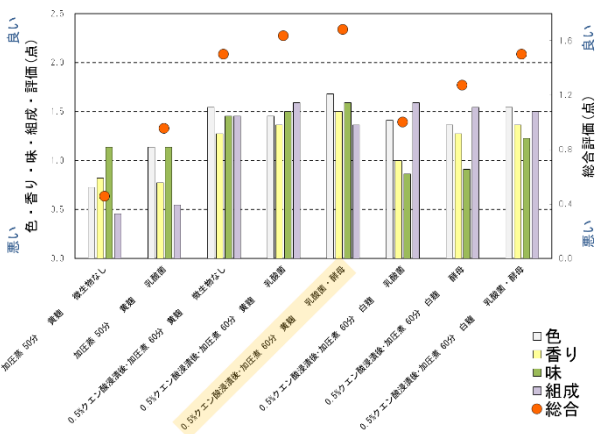


図13 試醸味噌の官能試験結果

3. 1.2. 夏季流通・店舗保管を想定した味噌色調

30~35[°C]の温度勾配を負荷して8週間保存した試醸味噌の外観色調を図14に示した。また1週間ごとの色調結果Y(明度・明るさ), x(赤み)と、「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮(黄麴)」試験区のC無添加とD耐

塩性乳酸菌添加の色調Y(明るさ)を図15に示した。

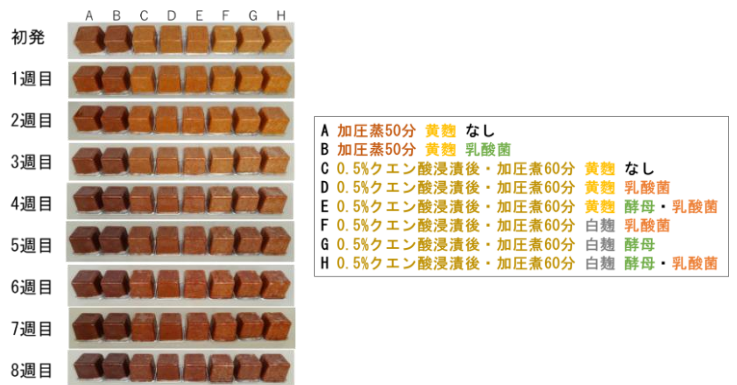
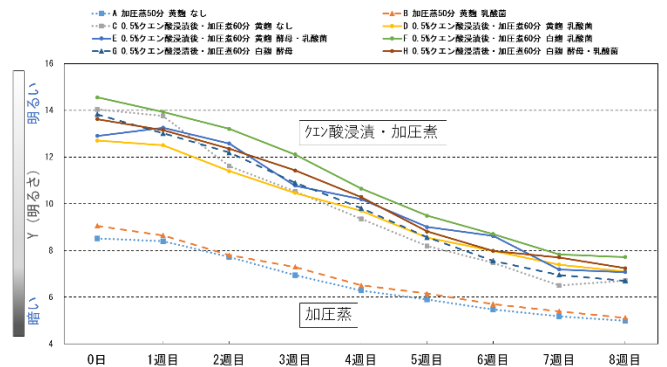
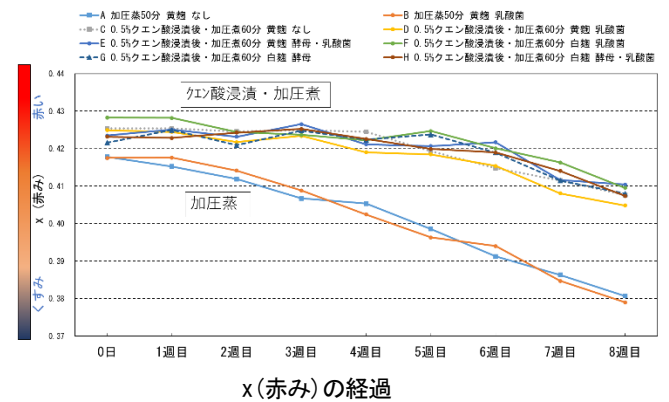


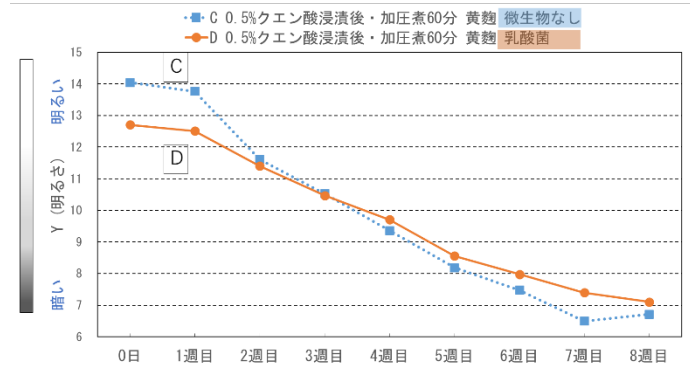
図14 8週間保存の試醸味噌の外観色調



色調Y(明度・明るさ)の経過



x(赤み)の経過



乳酸菌添加と無添加の色調Y(明るさ)経時変化

図15 色調結果Y(明度・明るさ), x(赤み)と乳酸菌添加と無添加の色調Y(明るさ)経時変化

味噌色調において「赤み」があるとよい評価になるが、試験区「加圧蒸」と「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮(黄麴)」で比較すると「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮(黄麴)」した蒸煮大豆では味噌色調 x(赤み)の劣化が進行しにくいとが分かった。更に「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮(黄麴)」試験区のC無添加とD耐塩性乳酸菌添加の色調 Y(明るさ)において、耐塩性乳酸菌を添加した味噌は添加なしの味噌より色調 Y(明るさ)の劣化勾配が穏やかに推移した。

3. 13. 味噌開封後の酸化色調試験

20[°C]定温で保存した試験味噌の1か月ごとの酸化状態を図16に示した。また大豆蒸煮「加圧蒸」試験区の微生物無添加、耐塩性乳酸菌添加の色調 Y(明るさ)の変化、Y保持率と、「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮(黄麴)」の試験区の微生物無添加、耐塩性乳酸菌、耐塩性酵母添加の色調 Y(明るさ)の変化、Y保持率を図17に示した。耐塩性乳酸菌を添加した味噌は酸化による褐変が若干抑制されていた。

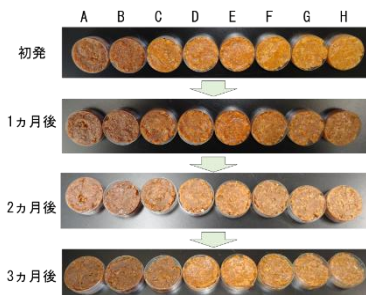


図16 味噌の1か月ごとの酸化状態

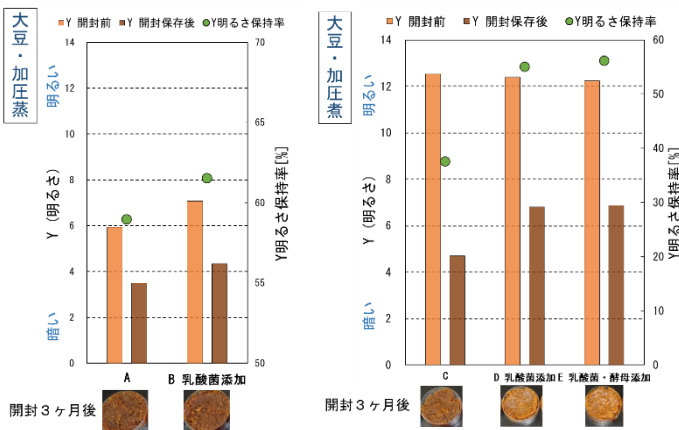


図17 微生物添加による色調 Y の変化, 保持率

4. 結言

味噌醸造後の色調が最も褐変が著しかったカナダ産大豆品種ストライブを選択し試験を行った。福島県内醤油醸造蔵の醤油諸味から耐塩性乳酸菌1菌株, 耐塩性酵母3菌株分離し、分離微生物を味噌仕込み時に添加した味噌試験醸造を行った。

試験味噌において、大豆蒸煮条件は「加圧蒸」より「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」が色調 Y(明るさ)において顕著に明るい色調の味噌となった。

耐塩性乳酸菌を添加した試験区では色調 Y(明るさ)において、Y 明るさ維持率(温醸後 Y/仕込み時 Y×100)がやや高くなり味噌褐変の進行が抑制される傾向にあった。耐塩性酵母を添加した試験区では味噌中 10^4 [cfu/g]の菌数が増殖しており、約0.3~0.5[%]のアルコールが生産されていた。甘いカラメル様の香りである HEMF においても8~15[ppm]生産されていた。

試験味噌の官能評価では、試験区「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮(黄麴)」の耐塩性乳酸菌, 耐塩性酵母添加した味噌が最も評価が高かった。香り成分 HEMF15[ppm]とアルコール 0.5[%]生産されており、色調も赤みがあり良好で旨味があり味の評価もよくフレーティで香りが華やかな味噌と評価された。

夏季の味噌製造企業から小売り店舗に流通保管を想定した試験において、8試験区の試験味噌を用いて8週間、30~35[°C]の温度勾配を負荷した色調試験を行った。その結果、「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮(黄麴)」試験区において、耐塩性乳酸菌を添加した味噌は添加なしの味噌より色調 Y(明るさ)の劣化勾配が穏やかに推移した。また味噌色調において「赤み」が強いと良好な評価になるが、蒸煮条件「0.5%クエン酸水浸漬後・加圧煮」は「加圧蒸」よりも味噌色調 x(赤み)の劣化が進行しにくいことが分かった。

8試験区の味噌パック詰め包装品を開封しその後3か月、20[°C]定温の酸化色調試験を行った。その結果耐塩性乳酸菌を添加した味噌は色調 Y(明るさ)が保持され酸化による褐変が若干抑制されていた。

参考文献

- 1) 全国味噌技術会. 基準みそ分析法. 明和印刷(株), 1995, p. 2-35.
- 2) 食品安全委員会. ヒスタミン・ファクトシート. 内閣府, 2021, p. 11-14.
- 3) 全国味噌技術会. 新・みそ技術ハンドブック. 昌平堂印刷(株), 2007, p. 37
- 4) 花田明美 他. みそ熟成中の香り成分の変化. 東京家政学院大学紀要, 第44号, 2004, p. 1-3.
- 5) 富田季里呼 他. メイラード反応におけるアミノ酸置換基の影響. 茨城県立水戸第一高等学校化学部, 第1号, 2019, p. 39-44.
- 6) 菅原悦子. 味噌・醤油の特有香り成分 HEMF の酵母による生成. 醸造協会誌, 第108巻, 第12号, 2013, p. 863-872.
- 7) 小浜恵子他. 味噌酵母の HEMF 生産量と育種. 岩手県工業技術センター研究報告, 第13号, 2006, p. 62-64.