

県産味噌の品質向上に向けた微生物の評価

Evaluation of microorganisms for quality improvement of miso produced in fukushima prefecture

会津若松技術支援センター 醸造・食品科 小野和広 松本大志

県産味噌の品質向上を目的に、添加する微生物（耐塩性酵母及び乳酸菌）が、仕込んだ味噌の品質に及ぼす影響について評価した。酵母及び乳酸菌株の違いにより、味噌のアルコールや直接還元糖等の量に顕著に差があり、味噌の特徴が大きく異なった。また、酵母単独よりも乳酸菌と併用した方が官能評価における「色」や「総合」の評価が高まる傾向があった。今回供試した酵母においては、A、Fの評価が高かった。

Key words: 味噌、酵母、乳酸菌、官能評価

1. 緒言

本県は全国有数の醸造処であり、古くから数多くの酒造業や、味噌製造業が営まれている。近年、清酒は業界の取組みや当所の技術支援等により品質が大きく向上し、全国新酒鑑評会において金賞受賞数が7年連続で全国一となる等、大きな話題となっている。またそうした躍進に刺激を受けた醤油製造業においても、業界一丸となって品質向上に取り組み、令和元年度の全国醤油品評会において入賞数が全国一（福岡県と同数）となった。そうした中、味噌製造業においてもこうした他業種の取組みを受け、さらなる品質向上への気運が高まっている。このような背景を下に、本研究では、味噌の品質向上を目的に、添加する酵母や乳酸菌の違いが、仕込んだ味噌の品質に及ぼす影響について評価した。

2. 実験方法

2. 1. 供試材料

麴用の米は、2018年に福島県会津地方で栽培された「ひとめぼれ」を、また味噌の仕込み用の大豆は、2018年に北海道で栽培された「ユキホマレ」および福島県で栽培された「あやこがね」を供試した。食塩は並塩（株）日本海水、微生物は、種麴メーカーから味噌用として市販されている耐塩性酵母（*Zygosaccharomyces rouxii*）（4社、7株）および耐塩性乳酸菌（*Tetragenococcus halophilus*）（4社、5株）を供試した。

2. 2. 製麴方法

10[°C]で16時間浸漬吸水させた精白米を、無圧で抜け掛け法により50分間蒸きょうした。製麴は、麴蓋法により45時間行った。

2. 3. 味噌の仕込と熟成方法

仕込んだ味噌の仕込配合を表1に示す。仕込配合

は、仕込総量、麴歩合、目標水分、目標塩分を同一にし、添加する酵母及び乳酸菌株が異なる14試験区分で行った（表2）。大豆は20[°C]で3時間浸漬し、加圧煮法により処理した。冷却後、各原料を混合し、味噌の仕込みを行った。酵母および乳酸菌は、仕込開始時に表1で示した酵母（終濃度 $2.0 \times 10^5 / g$ ）および乳酸菌（終濃度 $2.0 \times 10^6 / g$ ）をそれぞれ添加し、30[°C]で40日間、20[°C]で30日間熟成させた。

表1 味噌の仕込配合

仕込総量[kg]	4.13
麴歩合 [歩]	10
目標水分 [%]	46.9
目標塩分 [%]	11.0
対水食塩濃度	19.0
酵母	○
乳酸菌	○

○は添加を示す。

表2 試験区分

試験区	酵母	乳酸菌	大豆
1	A		ユキホマレ
2	B		ユキホマレ
3	C		ユキホマレ
4	D		ユキホマレ
5	E		ユキホマレ
6	F		ユキホマレ
7	G		ユキホマレ
8	F	a	ユキホマレ
9	F	b	ユキホマレ
10	F	c	ユキホマレ
11	F	d	ユキホマレ
12	F	e	ユキホマレ
13	F	d	あやこがね
14	B	a	ユキホマレ

2. 4. 官能評価

官能評価は、試醸した味噌について当所の職員10名（男性7名、女性3名）により、色、香り、味、組成、総合の5項目について、3段階評価（1(良い)～3点(悪い)）し、平均評点を求めた。

2. 5. 一般成分の分析方法

味噌の一般成分は、基準みそ分析法¹⁾により分析した。色調は色差計（日本電色工業（株）、ZE2000）に

より測定した。遊離アミノ酸は、高速アミノ酸分析計（（株）日立ハイテクサイエンス、L-8900）により、また乳酸は F-キット（（株）J.K. インターナショナル）を用い、測定した。HEMF（4-hydroxy-2(or 5)-ethyl-5(or 2)-methyl-3(2H)-furanone）は、菅原ら²⁾の方法に準じて測定した。

3. 結果及び考察

3. 1. 官能評価

表3に、異なる酵母及び乳酸菌株で仕込んだ味噌の官能評価の結果を示す。総合評価は、試験区11、13が最も高く、次いで、試験区10、12の順だった。一般的に酵母のみを用いた試験区（1～7）よりも、酵母と乳酸菌を用いた試験区（8～14）の方が評価が高かった。

表3 試験した味噌の官能評価

試験区	色	香り	味	組成	総合
1	1.75	1.45	1.40	1.35	1.60
2	1.70	2.00	1.80	1.25	1.80
3	1.75	1.95	1.70	1.25	1.85
4	1.80	1.85	1.85	1.25	1.95
5	2.05	1.95	1.80	1.35	1.95
6	1.60	1.40	1.70	1.35	1.56
7	1.85	1.70	1.80	1.25	1.80
8	1.75	1.55	1.75	1.40	1.70
9	1.75	1.70	1.95	1.30	1.90
10	1.75	1.40	1.40	1.40	1.45
11	1.50	1.30	1.45	1.20	1.40
12	1.40	1.50	1.60	1.35	1.45
13	1.70	1.50	1.55	1.40	1.40
14	1.65	2.05	2.00	1.45	2.15
平均	1.71	1.66	1.70	1.33	1.71

パネル10名 1(良い)～3点(悪い)

酵母のみ用いた試験区間では、試験区1、2、6、7の「総合」評価が高かった。また「色」では、試験区1、2、3、6の評価が高かった。一般的に味噌の鑑評会において、色調は重要な要素の一つとされており、「色」の評価の高かったこれらの味噌は鑑評会においても有利であると考えられる。一方、酵母と乳酸菌を併用した試験区は、酵母のみ使用した試験区よりも一般的に評価が高い傾向があった。しかしながら、その中において、試験区9、14の「総合」評価は低かった。これらの味噌は、「味」の評点も低く、審査コメントとして「酸味を感じる」としたパネルが複数名いた。その要因として、これらの試験区は他試験区よりも乳酸量が1オーダー以上多く（データは示していない）、乳酸が過多に

産生されたために香味のバランスを崩したためと推察される。

なお、これら「総合」評価の高かった味噌、特に酵母と乳酸菌を併用した試験区の多くは、参考出品した全国味噌鑑評会においても、格付で「秀」（格付の中で最上位）の評価を受けた。また、平成30年度全国味噌鑑評会において「秀」の格付けを受けた味噌のうち、使用された大豆の約7割が北海道産（ユキホマレを含む）だったが³⁾、昨年度の報告⁴⁾において評価の高かった福島県「あやこがね」は、今年度においても北海道「ユキホマレ」と同等の評価となり、年度によらず北海道「ユキホマレ」と遜色ない大豆であることが確認された。

3. 2. 試験した味噌の一般成分

表4-1、表4-2、表4-3に試験した味噌の一般成分値及び遊離アミノ酸組成を示す。

表4-1 試験した味噌の色調と一般成分

試験区	水分	食塩	対水食塩濃度	直接還元糖	アルコール	pH	色調		
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]		Y	x	y
1	47.1	11.3	19.4	15.39	1.01	5.32	15.86	0.47	0.41
2	46.2	11.3	19.6	16.26	0.76	5.40	14.98	0.48	0.41
3	46.0	11.4	19.9	17.46	0.64	5.40	15.02	0.48	0.41
4	45.0	11.3	20.0	17.88	0.21	5.43	14.54	0.48	0.41
5	45.4	11.3	20.0	17.54	0.50	5.41	15.04	0.48	0.41
6	47.1	11.5	19.7	16.08	0.97	5.25	14.39	0.48	0.41
7	45.7	11.5	20.1	17.38	0.43	5.39	14.48	0.48	0.41
8	45.8	11.5	20.1	16.01	0.90	5.19	13.65	0.49	0.41
9	45.4	11.6	20.4	15.46	1.06	4.93	14.44	0.49	0.41
10	45.1	11.7	20.5	15.89	0.91	5.28	13.06	0.49	0.41
11	44.9	11.6	20.6	16.32	0.78	5.28	13.16	0.49	0.41
12	44.9	11.7	20.6	16.41	0.75	5.34	13.14	0.49	0.41
13	45.9	11.6	20.2	16.09	0.88	5.26	14.19	0.48	0.41
14	44.7	11.4	20.4	17.86	0.16	4.93	16.41	0.48	0.41
平均	45.7	11.5	20.1	16.6	0.7	5.3	14.5	0.48	0.41

試験した味噌のアルコール濃度は、酵母のみ用いた試験区（1～7）では、試験区1、2、6が比較的高かった（0.76～1.01[%]）。これらアルコール濃度の高い味噌は官能評価における「総合」評価が高い傾向があった。アルコール濃度が高いと、香气成分全般が高まると考えられ、官能評価に好影響を及ぼしたものと推察される。また、酵母と乳酸菌を併用した試験区間（8～14）では、試験区14を除き概ね大差なかった（0.75～1.06[%]）。一方、試験区14のアルコール濃度は0.16[%]と、

14 試験区中最も低かった。その要因として、試験区14の味噌は他試験区よりも乳酸量が顕著に多く（データは示していない）、pHも低かったことから、酵母によるアルコール代謝が阻害を受けたものと推察される。またpHは、酵母のみを用いた試験区よりも、酵母と乳酸菌を併用した試験区の方が全般的に低かった。その要因として、これらの味噌は、酵母のみ用いた試験区の味噌よりも、乳酸菌により乳酸等の有機酸がより多く生成されたためと考えられる。一般的に適度な乳酸は、味噌の押し味の付与、塩なれ促進や、色のさえ等に関与し⁵⁾、好ましい影響を及ぼすと考えられている。これら酵母と乳酸菌を併用した試験区の味噌は、官能評価においても高評価を受けていることから、添加する微生物は、酵母単独よりも乳酸菌との併用が望ましいと考えられた。しかしながら、過剰に乳酸が産生されると試験区14のように香味のバランスを崩してしまうこともあることから、酵母と乳酸菌株の選定や添加する菌数には留意が必要と考えられる。

表 4-2 試験味噌の一般成分

試験区	TN	水溶性N	ホルモールN	タンパク溶解率	タンパク分解率	グルタミン酸
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[mg/100g]
1	1.91	1.02	0.40	53.5	20.7	461
2	1.82	1.03	0.40	56.5	22.0	449
3	1.84	1.08	0.38	58.6	20.7	448
4	1.80	1.08	0.40	59.8	22.0	467
5	1.83	1.03	0.37	56.3	20.2	439
6	1.84	1.09	0.40	59.5	21.8	461
7	1.85	1.08	0.39	58.3	21.4	466
8	1.98	1.10	0.40	55.6	20.4	477
9	1.99	1.12	0.40	56.3	20.1	500
10	2.01	1.13	0.40	56.4	19.9	479
11	1.97	1.09	0.39	55.5	19.8	463
12	1.97	1.13	0.40	57.3	20.5	477
13	1.92	1.07	0.38	55.6	20.0	452
14	1.86	1.00	0.37	54.0	19.8	445
平均	1.90	1.07	0.39	56.7	20.7	463

旨味にかかわるタンパク質系の成分（表 4-2）では、酵母のみ用いた試験区（1~7）では、試験区5の味噌におけるホルモール窒素及びタンパク質分解率が比較的低かった。また酵母と乳酸菌を併用した試験区間（8~14）では、同様に試験区14の味噌におけるホルモール窒素及びタンパク質分解率が低かった。

また、これら試験区 5、14 の遊離アミノ酸（表 4-3）は、旨味に関与するグルタミン酸及びアスパラギン

ン酸、甘味を有するアミノ酸であるセリン、プロリンも同様に少なかった。試験区 14 においては乳酸生成過多によるタンパク質の分解抑制の可能性も考えられるが、これらの要因については今後検討する。

表 4-3 試験味噌の遊離アミノ酸組成 [mg/100g]

アミノ酸	試験区													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Asp	400	406	369	387	355	412	418	417	399	388	421	429	402	363
Thr	128	126	125	127	122	130	128	130	123	133	122	131	127	112
Ser	204	205	202	207	197	208	208	210	196	214	200	211	202	183
Glu	461	449	448	467	439	461	466	477	500	479	463	477	452	445
Gln	105	105	104	102	102	107	113	115	108	117	108	117	110	100
Gly	96	97	96	100	94	99	100	98	94	99	97	98	97	88
Ala	186	184	181	187	178	189	187	192	198	194	191	192	187	180
Val	169	166	167	171	163	176	172	178	179	178	173	175	173	159
Cys	23	23	23	24	23	23	23	26	27	25	26	25	25	22
Met	54	54	52	54	51	55	54	57	58	57	55	56	54	49
Ile	176	173	169	173	167	180	175	185	186	184	178	181	177	157
Leu	316	308	303	310	300	326	316	334	342	336	324	330	320	290
Tyr	188	179	187	187	180	197	186	195	194	191	194	198	195	157
Phe	212	208	202	207	200	218	211	227	229	226	219	221	216	185
Trp	46	50	52	52	50	28	46	31	19	32	31	31	44	28
Lys	252	249	244	253	242	264	258	273	284	271	265	269	260	251
His	49	51	50	52	48	50	51	50	50	49	48	48	49	51
Arg	330	323	316	325	313	346	336	347	373	355	343	351	339	329
Pro	150	146	149	149	148	156	151	164	160	164	165	160	152	142
Total	3543	3500	3439	3535	3372	3626	3600	3704	3719	3690	3622	3702	3582	3289

なお、データは示していないが、味噌の主発酵酵母 *Zygosaccharomyces rouxii* により生成され、味噌の特徴的な香気成分²⁾の一つとされる HEMF について、今回、試験区 1~7 における生成量について調査した。その結果、味噌中の HEMF 濃度は、菌株により顕著な差が認められた。酵母 A、F、G を用いた味噌（試験区 1、6、7）からは多く検出される一方、これらの味噌と比較し、酵母 E を用いた味噌（試験区 5）では 1 オーダー以上低く、さらに酵母 B、C、D を用いた味噌（試験区 2、3、4）からは、ほとんど検出されなかった。本研究において HEMF 濃度の高かった味噌は、官能評価においても比較的「総合」評価が高い傾向があり、各パネルに好ましい影響を及ぼしたものと推察される。

4. 結言

県産味噌の品質向上を目的に、添加する酵母や乳酸菌株の違いが、仕込んだ味噌の品質に及ぼす影響について評価した。酵母及び乳酸菌株の違いにより、アル

コール生成量や直接還元糖等の量に差があり、味噌の特徴が大きく異なった。アルコール生成量は、酵母A、B、Fを用いた試験区が比較的高かった。これらアルコール生成量の高い味噌は、官能評価における「総合」評価が高い傾向があった。アルコール濃度が高いと、香気成分全般が高まると考えられ、鑑評会等での評価を高める上で有利と考えられた。また、酵母単独よりも乳酸菌と併用した方が官能評価における「色」や「総合」の官能評価が高まる傾向があった。一方乳酸菌株の違いによる差は明瞭ではなかったが、これらについては今後さらに検討する。今回供試した酵母においては、官能評価や成分値の観点から、A、B、Fが良好であると考えられた。

今後は、味噌の品質向上に向け、加工方法（大豆の処理方法）等による影響について評価し、より高品質な製造技術の確立につなげていく予定である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、ご助言を賜りました一般社団法人中央味噌研究所、ならびに福島県味噌醤油工業協同組合に深謝申し上げます。

参考文献

- 1) 基準みそ分析法. 全国味噌技術会, 1995, p. 2-35.
- 2) 菅原悦子. みそ熟成中の香気成分の変化. 日本食品工業学会誌, 1991, 38, p. 23-27.
- 3) 中央味噌研究所報告, 2019, 40, p. 10.
- 4) 小野和広, 松本大志. 県産味噌の品質向上に向けた原料大豆の評価. 平成30年度福島県ハイテクプラザ試験研究報告, 2018, p. 119-122.
- 5) みそ技術ハンドブック. 全国味噌技術会, 1995, p. 19.