

岩手県に適したマロラクティック発酵乳酸菌の選抜・評価*

平野 高広**、山下 佑子***、佐藤 稔英**、米倉 裕一**

マロラクティック発酵 (MLF) 乳酸菌を低 pH・低温条件にて選抜し、MLF 速度及び官能評価結果からヤマブドウ、アルモノワール及びモンドブリエに適する株を明らかとした。官能評価の評点が全品種とも高かった株は Viniflora CH35 であった。また、MLF 用発酵助成剤及びコイノキュレーションは発酵日数を短縮する効果があったが、後者は官能評価の評点を下げる傾向があった。

キーワード：ワイン、マロラクティック発酵、乳酸菌

Selection and evaluation of malolactic fermentation lactic acid bacteria suitable for Iwate Prefecture

HIRANO Takahiro, YAMASHITA Yuko, SATO Naruhide and YONEKURA Yuichi

Key words : Wine, Malolactic Fermentation, Lactic Acid Bacteria

1 緒 言

岩手県は国内 5 位の醸造用ブドウ生産地¹⁾で本州北部に位置するため冷涼で比較的酸の多いブドウが収穫される²⁾。また、酸味の強いヤマブドウの生産量は全国一である³⁾。そのため、酸の多い県産ブドウやヤマブドウがワインの原料として使用されることが多く、除酸が望ましいケースも多い。マロラクティック発酵 (MLF) は、乳酸菌の働きで 2 価の酸であるリンゴ酸を 1 価の酸である乳酸にする発酵であり、県産ワインの除酸に使用されることも多い。しかし、酸の多いブドウは低 pH であり、また本県の冷涼な気候では発酵温度が低下することもある。このような条件では乳酸菌の働きが鈍くなるため、MLF の遅延や停滞が危惧される。

MLF 乳酸菌は現在 20 種類ほどが市販されており、その中には低 pH かつ低温でも発酵可能なタイプや、MLF 由来の風味である乳製品様の香りを増すタイプ、果実様の香りを増すタイプなどがある^{4~6)}。また、MLF はアルコール発酵 (AF) 後に行われることが一般的であるが、近年は発酵日数を短縮する目的で AF 中に MLF を開始するコイノキュレーションも増えている⁶⁾。さらに MLF 用発酵助成剤が市販され^{5, 6)}、MLF の多様化・効率化が進んでいる。

本研究では、岩手県産ヤマブドウを使用して低 pH かつ低温になりうる冷涼な本県に適した MLF 乳酸菌の選抜を試みるとともに、MLF 用発酵助成剤の効果を検証した。また、岩手県産のヤマブドウ、アルモノワール及びモンドブリエを用いて選抜乳酸菌の特性を調査するとともに、アルモノワール及びモンドブリエについてはコイノキュレーションの効果も検証した。

2 実験方法

2-1 乳酸菌の選抜及び MLF 用発酵助成剤の検証

乳酸菌の選抜及び MLF 用発酵助成剤の効果を検証するため、ヤマブドウワインにて 500 ml 規模の MLF 試験を実施した。供試したヤマブドウワインは次の方法で製造した。ヤマブドウ果汁 (株式会社岩手くずまきワイン製) に結晶ぶどう糖で補糖をした後、酵母 EC1118 (Lallemand 社製) を添加して約 15°C で AF しヤマブドウワインを作成した。ワインは、炭酸カルシウムにて pH 3 前後まで除酸した後、おり引きし供試した。乳酸菌は低 pH かつ低温でも発酵可能な市販品を供試した (表 1)。乳酸菌の添加量及び添加方法は取扱説明書に従った。MLF 時の室温は約 15°C とし、リンゴ酸が 0 g/l になった時点、または MLF 60 日目に発酵を終了した。リンゴ酸代謝経過からヤマブドウ用及び県産ブドウ用に乳酸菌を選抜した。Chr.

表 1 供試市販乳酸菌^{4~6)}

乳酸菌	pH 耐性	推奨発酵温度 (°C)	栄養 (資化性窒素) 要求性	アルコール耐性 (%)	亜硫酸耐性 (ppm)
MBR 31	>3.1	>13	高	<14	<45
MBR O-MEGA	>3.1	>14	低	<16	<60
MBR PN4	>3.0	>14	中	<16	<60
MBR VP41	>3.1	>16	低	<16	<60
LACTOENOS B16 Standard	>2.9	>16		<14	<60
Viniflora Oenos	>3.2	17-25		<14	<40
Viniflora Oenos 2.0	>3.2	15-25		<15	<40
Viniflora CH11	>3.0	14-25		<15	<35
Viniflora CH35	>3.1	15-25		<14	<45

※MBR 31、MBR O-MEGA、MBR PN4、MBR VP41：Lallemand 社製、LACTOENOS B16 Standard：Laffort 社製、Viniflora Oenos、Viniflora Oenos 2.0、Viniflora CH11、Viniflora CH35：Chr. Hansen 社製。

* 平成 30 年度～令和元年度 技術シーズ創生研究事業 プロジェクトステージ

** 醸造技術部

*** 食品技術部

Hansen 社製の乳酸菌4株 (Viniflora Oenos、Viniflora Oenos 2.0、Viniflora CH11、Viniflora CH35) については、同社製の MLF 用発酵助成剤 Bactiv-Aid2.0 (以下 BA2 と略す) の添加試験も実施し、その効果を検証した。なお、BA2 には MLF 発酵阻害物質を吸着し重要な栄養素を供給する作用があるが成分は記載されていない⁶⁾。

2-2 選抜乳酸菌によるヤマブドウの MLF 試験

ヤマブドウワイン用に選抜した乳酸菌の特性を調査するため、2 l 規模での MLF 試験を行った。ヤマブドウ果汁 (株式会社岩手くずまきワイン製) を炭酸カルシウムで pH 3 付近まで除酸し、結晶ぶどう糖で補糖をした後、酵母 EC1118 (Lallemand 社製) を添加して約 15°C で AF しヤマブドウワインを作成した。これに乳酸菌と MLF 用発酵助成材 BA2 を添加し MLF を行った。MLF 時の室温は約 20°C とし、乳酸が 0 g/l になった時点で MLF を終了した。発酵完了後におり引き及びろ過を行いワインとした。また、発酵完了後は分子状亜硫酸濃度が 0.8 mg/l 以上 2.0 mg/l 未満となるようピロ亜硫酸カリウムを添加した。

2-3 選抜乳酸菌によるアルモノワールの MLF 試験

県産ワイン用に選抜した乳酸菌について、アルモノワールでの特性を調べるため MLF 試験を行った。2018 年及び 2019 年に県農業研究センター圃場 (北上市) にて収穫したアルモノワールを供試した。除梗破碎し、亜硫酸濃度 30 mg/kg となるようピロ亜硫酸カリウムを添加した。結晶ぶどう糖で補糖をした後、酵母 ICV GRE (Lallemand 社製) にて室温約 25°C で 4 日間醸し発酵した後に圧搾し、室温約 20°C で発酵を継続した。AF 後に MLF をする試験区では AF 後に乳酸菌と MLF 用発酵助成材 BA2 を添加した。コイノキュレーションにて MLF をする試験区では AF 開始 48 時間後に乳酸菌と BA2 を添加した。MLF 時の室温は約 20°C とし、乳酸が 0 g/l になった時点で MLF を終了した。発酵完了後におり引き及びろ過を行いワインとした。また、発酵完了後は分子状亜硫酸濃度が 0.6 mg/l 以上 2.0 mg/l 未満となるようピロ亜硫酸カリウムを添加した。

2-4 選抜乳酸菌によるモンドブリエの MLF 試験

県産ワイン用に選抜した乳酸菌について、モンドブリエでの特性を調べるため MLF 試験を行った。2018 年及び 2019 年に農業研究センター圃場 (北上市) にて収穫したモンドブリエを供試した。除梗破碎後に圧搾し、亜硫酸濃度 30 mg/kg となるようピロ亜硫酸カリウムを添加した。結晶ぶどう糖で補糖をした後、2018 年は酵母 Elegance (AB Biotek 社製) を、2019 年は酵母 EC1118 (Lallemand 社製) を用いて室温約 15°C で AF を実施した。AF 後に MLF をする試験区では AF 後に乳酸菌と MLF 用発酵助成材 BA2 を添加した。コイノキュレーションにて MLF をする試験区では AF 開始 48 時間後に乳酸菌と BA2 を添加した。MLF 時の室温は約 20°C とし、乳酸が 0 g/l になった時点で MLF を終了した。発酵完了後におり

引き及びろ過を行いワインとした。また、発酵完了後は分子状亜硫酸濃度が 0.8 mg/l 以上 2.0 mg/l 未満となるようピロ亜硫酸カリウムを添加した。

2-5 成分分析

糖度 (Brix) は糖度計、pH は pH メーターを用いて分析した。比重、総酸、アルコール分及びエキス分は国税庁所定分析法⁷⁾ に準じて、果汁の資化性窒素量はエタノールを使用した方法⁸⁾ にて分析した。発酵中の pH は pH 電極を取り付けたラコムテスターハンディータイプ複合計 PC450 (EUTECH Instruments 社製) にて測定した。MLF 中のリンゴ酸及び乳酸の分析はキャピラリー電気泳動システム PA-800s Plus (株式会社エービー・サイエックス社製) にて実施した。

2-6 官能評価

独立行政法人酒類総合研究所認定清酒専門評価者または一般社団法人日本ソムリエ協会認定ソムリエの資格を持つ工業技術センター職員4名にて、外観、香り、味、総合評価を5点満点 (5 優、3 良、1 可、0 不可) で評価した。また、酸味、乳製品様香及び果実様香の強さを5点法 (5 きわめて強い; 4 強い; 3 適度に感じる; 2 やや感じる; 1 感じない) にて評価した。

3 実験結果

3-1 乳酸菌の選抜及び MLF 用発酵助成剤の検証

乳酸菌の選抜及び MLF 用発酵助成材の効果を検証するため、ヤマブドウワイン 500 ml 規模の MLF 試験を実施した。MLF 試験におけるリンゴ酸代謝経過を表 2 に、ヤマブドウワインの成分を表 3 に示す。

MLF 用発酵助成剤なしで発酵 60 日目にリンゴ酸 1 g/l 未満となった乳酸菌は 9 株中 4 株 (LACTOENOS B16 Standard、Viniflora Oenos、Viniflora Oenos 2.0 及び Viniflora CH35) であった。これらの株はリンゴ酸代謝能が高いことから、リンゴ酸濃度の高いヤマブドウワインに適すると判断し、ヤマブドウワイン用に選抜した。

県産ワインの総酸の平均値は約 7.7 g/l であり⁹⁾、その半分程度の約 3.8 g/l がリンゴ酸である。MLF 実施前のヤマブドウワインのリンゴ酸濃度は 7.7 g/l であり (表 3)、それから前述の 3.8 g/l を差し引いた約 4 g/l までの代謝が速い乳酸菌が県産ワインに適していると考え、該当する 6 株 (MBR O-MEGA、MBR VP41、Viniflora Oenos、Viniflora Oenos 2.0、Viniflora CH11 及び Viniflora CH35) を県産ワイン用に選抜した。

また、MLF 用発酵助成剤 BA2 の効果を 4 株 (Viniflora Oenos、Viniflora Oenos 2.0、Viniflora CH11 及び Viniflora CH35) にて検証した結果、3 株 (Viniflora Oenos、Viniflora CH11 及び Viniflora CH35) では添加によって発酵が速くなりリンゴ酸代謝量が増えた。Viniflora Oenos 2.0 は BA2 無添加でも発酵速度が速かったが、添加すると発酵 60 日目のリンゴ酸代謝量が増

えた。

MLFによってリンゴ酸が約0 g/lになると、pHは約0.2上昇し総酸は約3割減少した。

表2 MLF試験におけるリンゴ酸代謝経過

試験区	発酵日のリンゴ酸濃度 (g/l)			
	発酵日数			
	15日	22日	34日	60日
MBR 31	6.1	5.3	4.9	5.4
MBR O-MEGA	4.7	4.0	3.4	3.1
MBR PN4	4.7	4.9	4.7	3.8
MBR VP41	4.1	3.6	3.4	3.3
LACTOENOS B16 Standard	6.3	5.5	2.7	0.1
Viniflora Oenos	2.7	2.2	1.5	0.8
Viniflora Oenos 2.0	0.9	0.6	0.6	0.2
Viniflora CH11	4.4	3.9	3.8	3.4
Viniflora CH35	2.7	0.9	0.0	0.0
Viniflora Oenos + BA2	1.6	1.2	0.9	0.0
Viniflora Oenos 2.0 + BA2	1.1	0.7	0.7	0.0
Viniflora CH11 + BA2	3.3	2.0	1.0	0.2
Viniflora CH35 + BA2	2.0	0.0	0.0	0.0

表3 ヤマブドウワインの成分

試験区	pH	総酸 (g/l)	リンゴ酸 (g/l)	乳酸 (g/l)
MLFなし	3.0	13.4	7.7	0.0
MBR 31	3.0	11.9	5.4	2.5
MBR O-MEGA	3.1	10.8	3.1	4.2
MBR PN4	3.1	11.7	3.8	2.8
MBR VP41	3.1	11.0	3.3	4.1
LACTOENOS B16 Standard	3.1	9.2	0.1	6.4
Viniflora Oenos	3.1	9.6	0.8	6.4
Viniflora Oenos 2.0	3.2	9.3	0.2	6.8
Viniflora CH11	3.1	10.8	3.4	4.1
Viniflora CH35	3.2	9.2	0.0	7.0
Viniflora Oenos + BA2	3.2	9.6	0.0	7.4
Viniflora Oenos 2.0 + BA2	3.2	9.3	0.0	6.5
Viniflora CH11 + BA2	3.2	9.5	0.2	7.3
Viniflora CH35 + BA2	3.2	9.3	0.0	7.6

3-2 選抜乳酸菌によるヤマブドウのMLF試験

ヤマブドウワイン用に選抜した乳酸菌の特性を調査するため、MLF用発酵助成剤BA2を添加して20規模でMLF試験を行い、ワインの成分分析及び官能評価を実施した。

ヤマブドウワイン製造時のAF経過を図1に示す。AFは順調に進み、14日で完了した。pHは発酵2日目以降低下し4日目には2.85となった。それ以降は上昇し8日目には初発と同じ2.92となった。

ヤマブドウワインの成分及び発酵日数を表4に示す。MLFによって総酸は約2/3に減少した。発酵日数はリンゴ酸がほぼ0 g/lとなった時点で発酵を終了しており、発酵が速い株ほど発酵日数は短くなる(以下のMLF試験も同様である)。LACTOENOS B16 Standard及びViniflora CH35は発酵日数が短かったが、Viniflora Oenos及びViniflora Oenos 2.0は発酵速度が遅く、発酵103日後もそれぞれ0.3及び0.8 g/lのリンゴ酸が残存していた。

ワインの官能評価結果を表5に示す。MLFなしと比べて、LACTOENOS B16 Standard、Viniflora Oenos 2.0及びViniflora CH35は、味の評点の高さや、乳製品様香や

果実様香が強いという特徴があり総合評価が高かった。

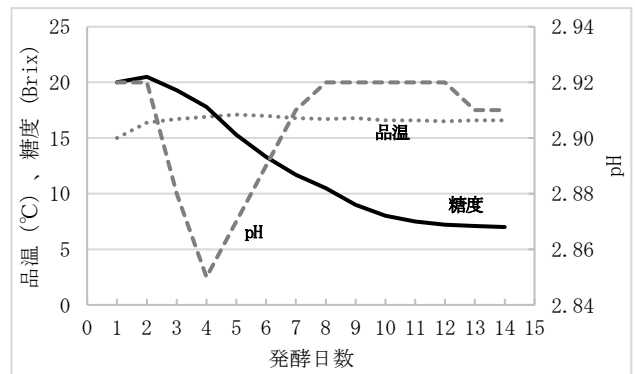


図1 ヤマブドウワインのAF経過

表4 ヤマブドウワインの成分及び発酵日数

試験区	アルコール (%)	pH	総酸 (g/l)	発酵日数
MLFなし	10.7	2.96	15.3	14
LACTOENOS B16 Standard	11.1	3.03	10.8	41
Viniflora Oenos	11.1	2.96	10.4	103*
Viniflora Oenos 2.0	11.1	2.95	11.0	103*
Viniflora CH35	11.1	3.03	10.7	47

*発酵103日後もリンゴ酸が残存していた。

表5 ヤマブドウワインの官能評価結果

試験区	外観	香り	味	総合評価	香味の強さ		
					酸味	乳製品様香	果実様香
MLFなし	3.6	3.4	3.0	3.3	3.8	2.8	3.2
LACTOENOS B16 Standard	3.8	3.2	3.0	3.5	3.2	3.2	3.6
Viniflora Oenos	3.6	3.2	2.9	3.1	3.4	2.2	3.0
Viniflora Oenos 2.0	3.6	3.3	3.5	3.8	3.2	2.6	3.6
Viniflora CH35	3.4	3.3	3.2	3.7	3.4	2.9	3.2

3-3 選抜乳酸菌によるアルモノワールのMLF試験

県産ワイン用に選抜した乳酸菌のアルモノワールでの特性を調べるため、MLF用発酵助成剤BA2を添加してMLF試験を行い、ワインの成分分析及び官能評価を実施した。

果汁の成分を表6に示す。2年とも果汁の糖度は18前後であったが、総酸は9 g/l超と高かった。

AF経過を図2に示す(2018年のみ実施した)。AFは順調に進み、120時間(6日)で発酵が完了した。pHは発酵開始後徐々に上昇したが、発酵24から30時間まで低下した。しかし初発pH以下になることはなく、発酵30時間以降は上昇した。

ワインの成分及び発酵日数を表7に示す。2年ともMLFを実施することでpHが約0.3上昇し、総酸が6~7割まで減少した。2018年にMLFを実施した試験区の発酵日数は16日~26日であった。その中で発酵日数が20日

未満と短かった乳酸菌は MBR VP41、Viniflora Oenos 及び Viniflora Oenos 2.0 で、MBR VP41 はコイノキュレーションにより、さらに発酵日数が短縮された。2019 年産は、アルモノワールとコイノキュレーションとの相性を評価するため、コイノキュレーションの試験区を増やした。結果、MLF を実施した試験区の発酵日数は 14 日～35 日であった。その中で発酵日数が 20 日未満と短かった乳酸菌は MBR O-MEGA、MBR VP41、Viniflora Oenos 2.0 及び Viniflora CH11 で、いずれもコイノキュレーションの試験区であった。Viniflora CH35 はコイノキュレーションによって発酵日数が 35 日から 28 日に短縮された。コイノキュレーションにかかわらず 2 年とも発酵が速かったのは MBR VP41 及び Viniflora Oenos 2.0 であった。

ワインの官能評価結果を表 8 に示す。2018 年は、MLF なしは乳製品様香が弱く果実様香が比較的強く総合評価が高かった。また、Viniflora CH35、Viniflora Oenos 2.0 及び Viniflora CH11 は味の評点が高く総合評価が 3.4 以上と高かった。MBR VP41 はコイノキュレーションによって乳製品様香及び果実様香が弱くなり、総合評価が 3.0 から 2.8 に低下した。2019 年に総合評価が 3.7 と高かったのは、いずれもコイノキュレーションを実施した MBR VP41 及び Viniflora Oenos であった。他にも MLF なしよりも総合評価が高い乳酸菌が 3 株あり、乳製品様香や果実様香の強さは様々であったが、いずれも香りの評点が 3.5 以上と高かった。なお、Viniflora CH35 はコイノキュレーションによって香り及び味の評点が下がり、総合評価は 3.0 に低下した。2 年とも評価が 3.3 以上と高かったのは、Viniflora Oenos 2.0、Viniflora CH11 及び Viniflora CH35 の 3 株であった。

表 6 アルモノワールの果汁成分

試験年度	比重 (15/4℃)	糖度 (Brix)	pH	総酸 (g/l)	資化性窒素 (mg N/l)
2018	1.076	17.9	3.33	9.1	224
2019	1.075	18.1	3.17	9.7	198

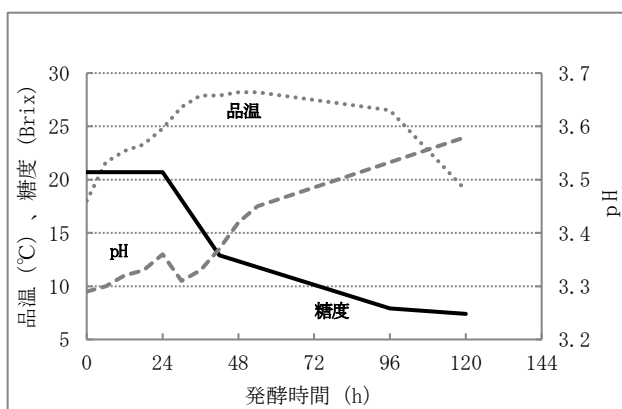


図 2 アルモノワールの AF 経過 (2018 年)

表 7 アルモノワールワインの成分及び発酵日数

試験年度	試験区	アルコール (%)	pH	総酸 (g/l)	発酵日数
2018	MLF なし	11.4	3.53	9.2	6
	MBR O-MEGA	11.4	3.83	6.7	23
	MBR VP41	11.4	3.83	5.6	19
	Viniflora Oenos	11.4	3.86	5.6	19
	Viniflora Oenos 2.0	11.4	3.84	5.5	16
	Viniflora CH11	11.4	3.84	6.5	23
	Viniflora CH35	11.4	3.83	6.1	26
MBR VP41※c	11.6	3.87	6.5	16	
2019	MLF なし	12.1	3.43	7.8	9
	Viniflora CH35	12.1	3.61	5.3	35
	MBR O-MEGA※c	11.9	3.70	5.5	18
	MBR VP41※c	12.1	3.70	5.7	14
	Viniflora Oenos※c	11.9	3.69	5.5	22
	Viniflora Oenos 2.0※c	12.2	3.64	5.5	14
	Viniflora CH11※c	12.0	3.70	5.4	18
Viniflora CH35※c	12.1	3.71	5.6	28	

※c:コイノキュレーション

表 8 アルモノワールワインの官能評価結果

試験年度	試験区	外観	香り	味	総合評価	香味の強さ		
						酸味	乳製品様香	果実様香
2018	MLF なし	3.3	3.5	3.3	3.5	3.4	1.5	3.5
	MBR O-MEGA	3.0	2.8	2.5	2.6	2.5	2.0	2.6
	MBR VP41	3.0	3.1	3.0	3.0	2.8	2.6	2.8
	Viniflora Oenos	3.0	3.1	2.9	3.1	3.0	2.8	2.8
	Viniflora Oenos 2.0	3.0	3.3	3.5	3.4	2.6	2.6	2.8
	Viniflora CH11	3.1	3.1	3.3	3.4	2.6	2.9	2.9
	Viniflora CH35	3.0	3.6	3.4	3.5	2.6	2.9	2.8
MBR VP41※c	2.8	2.6	2.9	2.8	2.9	2.3	2.4	
2019	MLF なし	3.2	3.2	2.8	3.1	3.8	2.5	3.3
	Viniflora CH35	3.2	3.5	3.3	3.3	2.6	2.8	3.0
	MBR O-MEGA※c	3.4	3.1	2.7	2.9	2.8	2.5	2.9
	MBR VP41※c	3.4	3.4	2.9	3.7	2.9	2.7	2.9
	Viniflora Oenos ※c	3.4	3.4	3.5	3.7	2.7	3.1	2.8
	Viniflora Oenos 2.0※c	3.4	3.5	2.9	3.3	3.1	2.6	3.6
	Viniflora CH11 ※c	3.4	3.5	2.8	3.4	2.4	2.9	2.9
Viniflora CH35 ※c	3.4	2.9	3.0	3.0	2.4	3.1	2.8	

※c:コイノキュレーション

3-4 選抜乳酸菌によるモンドブリエの MLF 試験

県産ワイン用に選抜した乳酸菌のモンドブリエでの特性を調べるため、MLF 用発酵助成剤 BA2 を添加して MLF 試験を行い、ワインの成分分析及び官能評価を実施した。

果汁成分を表 9 に示す。糖度は 18 前後、pH は 3.0 前後であり、総酸は 8 g/l 以上とやや高い値であった。

AF 経過を図 3 に示す (2018 年のみ実施した)。AF は順調に進み、9 日で発酵が完了した。pH は発酵開始後徐々に低下し 4 日目には 2.87 となった。それ以降は上昇したが、7 日目以降再度低下し初発 pH 以上になることはなかった。

ワインの成分及び発酵日数を表 10 に示す。MLF によって pH は約 0.1 上昇したが、ほとんど上昇しないワインもあった。総酸は MLF によって 8 割前後まで減少した。2018 年に MLF を実施した試験区の発酵日数は 28 日から 38 日であり、その中で MLF 日数が比較的短かった乳酸菌は MBR VP41、Viniflora Oenos 及び Viniflora Oenos 2.0 であった。2019 年に MLF を実施した試験区の発酵日数は 29 日から 70 日で、発酵日数が比較的短かった乳酸菌は MBR O-MEGA 及び Viniflora Oenos 2.0 であった。また、Viniflora CH35 は、コイノキュレーションによって発酵日数が 46 日から 35 日まで短縮された。2 年とも発酵が速かったのは Viniflora Oenos 2.0 であった。

ワインの官能評価結果を表 11 に示す。2018 年は、MBR O-MEGA、Viniflora CH35、MBR VP41 及び Viniflora Oenos が香りの評点が高く総合評価が高かった。2019 年は、Viniflora Oenos 2.0 及び MBR VP41 は香りとの味の評点が高く総合評価も高かった。また、Viniflora Oenos 及び Viniflora CH35 の総合評価も高かった。Viniflora CH35 はコイノキュレーションによって香り及び味の評点が下がり、総合評価が低下した。2 年とも評価が高かったのは、MBR VP41、Viniflora Oenos 及び Viniflora CH35 であった。

表 9 モンドブリエの果汁成分

試験年度	比重 (15/4℃)	糖度 (Brix)	pH	総酸 (g/l)	資化性窒素 (mg N/l)
2018	1.074	17.5	2.96	10.0	210
2019	1.074	18.2	3.06	8.1	160

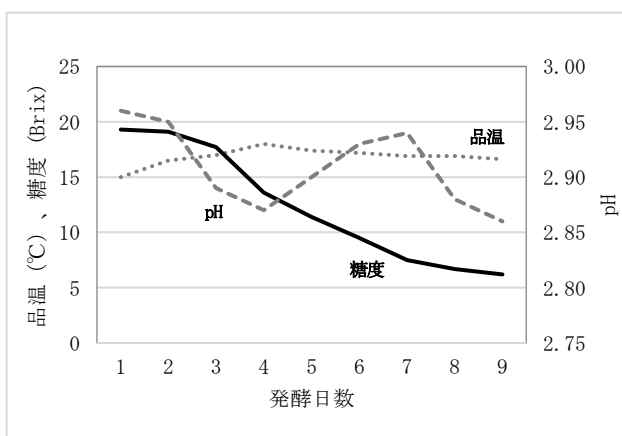


図 3 モンドブリエの AF 経過 (2018 年)

表 10 モンドブリエワインの成分及び発酵日数

試験年度	試験区	アルコール (%)	pH	総酸 (g/l)	発酵日数
2018	MLF なし	11.2	3.04	11.1	16
	MBR O-MEGA	11.2	3.11	8.6	34
	MBR VP41	11.2	3.06	8.6	31
	Viniflora Oenos	11.2	3.09	8.7	31
	Viniflora Oenos 2.0	11.2	3.11	9.3	28
	Viniflora CH11	11.2	3.15	8.9	38
	Viniflora CH35	11.2	3.11	8.6	34
2019	MLF なし	11.6	3.00	8.5	16
	MBR O-MEGA	12.1	3.08	7.1	38
	MBR VP41	12.0	3.09	7.2	42
	Viniflora Oenos	12.1	3.10	7.2	70
	Viniflora Oenos 2.0	12.1	3.02	6.9	29
	Viniflora CH11	12.0	3.04	7.0	42
	Viniflora CH35	12.1	3.06	7.0	46
	Viniflora CH35※c	11.9	3.16	7.2	35

※c:コイノキュレーション

表 11 モンドブリエワインの官能評価結果

試験年度	試験区	外観	香り	味	総合評価	香味の強さ		
						酸味	乳製品様香	果実様香
2018	MLF なし	2.6	3.1	2.3	2.6	4.5	1.3	3.3
	MBR O-MEGA	3.3	3.4	3.1	3.5	3.4	2.5	2.9
	MBR VP41	3.3	3.3	3.0	3.3	2.9	2.8	2.8
	Viniflora Oenos	3.3	3.4	3.1	3.3	2.9	2.6	2.9
	Viniflora Oenos 2.0	3.3	3.1	2.6	3.0	3.8	3.0	2.6
	Viniflora CH11	3.3	2.9	2.6	2.6	3.4	2.4	2.1
	Viniflora CH35	3.0	3.4	3.5	3.4	2.8	2.8	2.6
2019	MLF なし	3.2	3.0	2.9	3.0	4.3	2.6	2.8
	MBR O-MEGA	3.2	3.2	3.0	3.1	3.6	2.6	3.4
	MBR VP41	3.2	3.4	3.4	3.5	3.1	2.4	3.4
	Viniflora Oenos	3.2	3.1	3.0	3.4	2.8	3.4	2.8
	Viniflora Oenos 2.0	3.2	3.6	3.6	3.8	3.2	2.2	3.2
	Viniflora CH11	3.2	2.7	2.7	3.0	3.6	3.6	2.8
	Viniflora CH35	3.2	3.4	3.0	3.4	3.8	2.4	3.2
Viniflora CH35※c	3.2	2.3	2.6	2.4	3.3	2.0	2.2	

※c:コイノキュレーション

4 考 察

ヤマブドウで発酵が速く官能評価の評点が高かった株は、LACTOENOS B16 Standard 及び Viniflora CH35 であった。アルモノワール及びモンドブリエで 2 年とも発酵が速かったのは Viniflora Oenos 2.0 であり、官能評価の評点が高かった株は Viniflora CH35 であった。これらの特性はメーカー資料の pH 耐性、推奨発酵温度及び栄養要求性 (表 1) との関連性は低く、品種との適性を調べるには実際に試験醸造して評価する必要があると考えられる。

コイノキュレーションの効果について、アルモノワールでは 2018 年産は MBR VP41、2019 年産は Viniflora CH35、モンドブリエでは 2019 年産に Viniflora CH35 にて比較試験した結果、3 試験区ともコイノキュレーションによって発酵日数は短縮されたが官能評価の総合評価が低下した。発酵が短期間で完了すれば、発酵管理作業が不要になることや発酵タンクを別の醸造に使用できるなどワイナリーによっては大きな利点となるが、官能評

価が低下することを考慮してコイノキュレーションの採用を判断することが必要と思われる。ただし、アルモノワールのコイノキュレーションで2018年に低評価だったMBR VP41が2019年に高評価となった例もあり今後も検討が必要と思われる。

アルコール発酵中のpH変化を調べた結果、ヤマブドウ(液仕込み)ではpHが0.1弱低下した後に上昇し初発pHに戻った。モンドブリエ(液仕込み)ではpHが0.1弱低下した後に上昇し、初発pHに戻らずに再度pHが低下した。アルモノワール(醸し仕込み)では、pHは上昇後に低下するものの初発pH以下になることはなく再度上昇した。以上の結果から、液仕込みで初発pHが3.0未満など低pHの場合は、AF中にもろみのpHが0.1程度下がる可能性があるため、コイノキュレーションで乳酸菌を添加する場合は、pH上昇後に添加する又は除酸によりpH調整してから添加するなどの注意が必要であると考えた。

5 結 言

冷涼な岩手県に合う乳酸菌として低pH・低温でリンゴ酸代謝に優れた株を選抜した。さらに、その中からヤマブドウ、アルモノワール及びモンドブリエに適する株を見出した。特に、3品種とも官能評価の評点が高かった株は、Viniflora CH35であった。MLF用発酵助成剤及びコイノキュレーションは発酵日数を短縮する効果があったが、後者は官能評価の評点を下げる傾向があった。また、液仕込みでは発酵中にpHが0.1程度低下することが分かった。

発酵速度及び官能評価結果でワイナリーが優先する項目は異なると思われるが、本試験結果を参考に乳酸菌やMLF用発酵助成剤、コイノキュレーションなど発酵条件を選択することにより、県産ワインの品質向上に繋げ

ていただきたい。今後も新しい品種に適したMLF条件の検討などから県産ワインの品質向上に貢献したい。

謝 辞

本研究の遂行にあたり乳酸菌及びMLF用発酵助成剤をご提供いただいたシンワフーズケミカル株式会社様に感謝申し上げます。

文 献

- 1) 国内製造ワインの概況(平成30年度調査分) 令和2年2月(国税庁課税部酒税課)
- 2) ワイン学編集委員会: ワイン学、産調出版(1998)
- 3) H30 特産果樹生産動態等調査(農林水産省)
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/
- 4) セティ株式会社 ワイン醸造用製品リスト 2021 edition
- 5) MOTHER VINES & Co., Ktd. 2021年LAFFORT社製 ワイン醸造醗酵資材カタログリスト
- 6) シンワフーズケミカル株式会社 ワイン醸造用資材・機器のご案内 2021
- 7) 国税庁所定分析法(国税庁) <https://www.nta.go.jp/law/tsutatsu/kobetsu/sonota/070622/01.htm>
- 8) エタノールを使用したブドウ果汁の資化性窒素(アミノ酸)分析法(暫定法)について(平成28年10月13日改訂)(独立行政法人酒類総合研究所) <https://www.nrib.go.jp/data/pdf/nribetabudobu.pdf>
- 9) 平野高広, 山下佑子, 岩手県陸前高田市産ブドウのワイン醸造特性, 岩手県工業技術センター研究報告(執筆中), 24, 2021掲載予定。