SCOTT LABORATORIES

2022|2023 CIDERMAKING HANDBOOK

PREMIUM PRODUCTS FOR CIDERMAKING

シードルハンドブック2022/2023

シードル醸造製品の
ご紹介にあたり

平素お世話になっております Lallemand（ラルマン)社ワイン醸造用製品ラインナップからシードル醸造に有用な製品を選抜し、シードル／ハードサイダー向けのカタログを作成いたしました。

カタログ掲載の製品群は、Lallemand 社の子会社 Scott Laboratories (スコット・ラボラトリー)社が、米国のハードサイダー業界に販売しているものでございます。Lallemand 社、Scott Laboratories 社は、サイダリー様や大学様等の外部機関各位と共同研究を多数実施・継続しております。

これら研究継続の賜物として、有用なシードル醸造用製品が年々選抜されご愛顧を頂いております。

Cider
Making

CONTENTS

頁数	
2-3	シードル醸造製品のご紹介にあたり
4-15	YEAST：酵母
5	よりよい酵母選択のために
6	酵母チャート
7	乾燥酵母の水和工程
8-11	酵母 ラインナップ
12-13	推奨：発酵停止時のリスタート方法
14	コラム：酵母菌株選択による香りの最適化
15	プロトコル：発酵戦略に表れる香味の違い
16-29	NUTRIENTS：酵母発酵助成剤
17-18	酵母が必要とする栄養素とは？
19	酵母発酵助成剤早見表
20	酵母発酵助成剤
21-24	酵母発酵助成剤 ラインナップ
25	プロトコル：発酵助成戦略を立てる
26	コラム：酵母栄養：アミノ酸はアンモニア(DAP)より良質アミノ酸窒素の重要性
27-29	コラム：そのシードルはなぜ「クサい」のか？発酵中の不快臭味物質の発生を予防する
30-37	CLARIFICATION：清澄剤・ろ過助剤
31-33	コラム：シードルの清澄処置入門　なぜ清澄が重要なのか？
34	清澄と品質安定
35	酵素
36	酵素の添加について
37	酵素 ラインナップ
38-42	MICROBIAL CONTROL：微生物汚染対策
39	シードル醸造工程中に品質劣化を引き起こす変敗菌たち
40	醸造ステージ毎の微生物汚染予防手段早見表
41	微生物汚染対策製品 ラインナップ

酵母

Scott Labs、酵母市販供給89年の実績

私共は酵母を愛しています！
Scott Laboratories 社は1933年に酵母製造会社として創立され、北米の発酵飲料産業に活性乾燥酵母を供給し続けてきました。酵母製造販売に関するLallemand社とのパートナーシップは1974年に始まり今日にまで至っています。一世紀近くにも及ぶ酵母研究開発の継続により、Scott　Laboratories社とLallemand社は他のどの酵母製造業者よりも酵母に精通し、各種酵母のご提案を通してお客様のシードル醸造におけるチャレンジとゴール達成をアシストさせて頂けると自負しています。

酵母の役目は糖をアルコールに変換するだけではありません。品質、香り、味わいを最適化する役目も担います。

よりよい酵母の選択のために

シードルの発酵それぞれは一つとして同じでないため、適切な酵母の選択は発酵をより確実に成功させるための鍵となります。弊社が販売する酵母はシードルの発酵に好適なものばかりですが、以下の要素を踏まえて頂ければ、より良い酵母のご選択が可能になるかもしれません。

発酵性糖／ポテンシャルアルコール

酵母のアルコール耐性は菌株毎に異なりますが、本カタログ内にリストされる菌株はいずれも13%以上の耐性があるため、ほとんどの発酵事例に対応可能です。**もし高比重のもろみを発酵させる場合は、好適な酵母や発酵助成戦略のご検討をお勧めします。**
全ての糖質が酵母に資化される訳ではなく、*Saccharomyces* 属が資化できるのはグルコースとフルクトースのみです。

温度

酵母の温度耐性は菌株毎に異なります。**発酵可能温度帯域から外れた温度環境下では酵母はストレスを受けてしまいます。**お客様の醸造条件（発酵温度）に適した酵母をお選び頂くか、お選び頂いた菌株に適した発酵温度コントロールをお勧めします。高糖度もろみの発酵においては相対的に低い発酵温度のご採用をお勧めします。

香味への寄与

酵母はシードルの香り、味わい、口当たりに寄与します。酵母は果実から香りの成分をリリースすることも、自ら香気成分を創り出すことも可能です。（14頁参照）
多糖など、口当たりの向上に寄与する成分を多産する酵母も存在します。
各酵母の特徴からお客様のシードルスタイルに合う菌株をお選び下さい。

硫化水素（H2S）や硫黄系不快臭の予防

特に低栄養の発酵環境において、酵母は硫黄系不快臭を産生しがちです。その産生量は菌株や発酵条件によりまちまちです。過酷環境下においても不快臭成分を産生しにくい菌株が市販されています。Lallemand社はそれら菌株に遺伝子組み換え技術を用いず、自然交配によって開発していますが、量的形質遺伝子座（QTL）を調べることで酵母の性能が確認担保されています。
不快臭を産生しにくいこれら「QTL株」製品はカタログ中では黒と黄色の円のロゴ（Low H2S and SO2 producer）で標識しています。

酵母菌株選択の道標

より良い菌株選択のために、本カタログ内では以下のような参考情報を掲載しています。

15頁　発酵戦略に表れる香味の違い
6頁　酵母チャート
8-11頁　各酵母の概要説明

酵母チャート

	頁数	1 cerevisiae株	2 bayanus株	3 ハイブリッド株	4 ニュートラルな香味	5 果実様のエステル	6 フローラルなエステル	7 口当たりの向上	8 硫化水素産生が極少	9 アルコール耐性（%）	10 発酵可能温度帯域（℃）	11 発酵速度
推奨												
71B	8	●				●				14	15~29	中庸
BA11	8	●				●	●	●		16	15~29	中庸
Cross Evolution	8			●		●	●	●		15	15~20	中庸
DV10	9		●		●					17	10~35	速
EC1118	9		●		●					18	10~30	速
ICV D21	9	●				●		●		16	17~30	中庸
ICV D47	9	●				●	●	●		15	16~27	中庸
ICV OKAY	10			●		●			●	16	13~30	中庸
ICV OPALE 2.0	10			●		●		●	●	14	15~30	中庸
V1116	10	●				●	●			18	10~35	速
QA23	10		●			●	●			16	15~32	速
SENSY	11			●		●		●	●	15	13~17	中庸
W15	11	●						●		16	10~27	中庸

【ご注意】

・本チャートは、各菌株の醸造学的特性をまとめた早見表です（リスタート用酵母 **“43”** は記載されていません）。

・各菌株の香味への寄与等については、後述の酵母紹介の章をご参照ください。

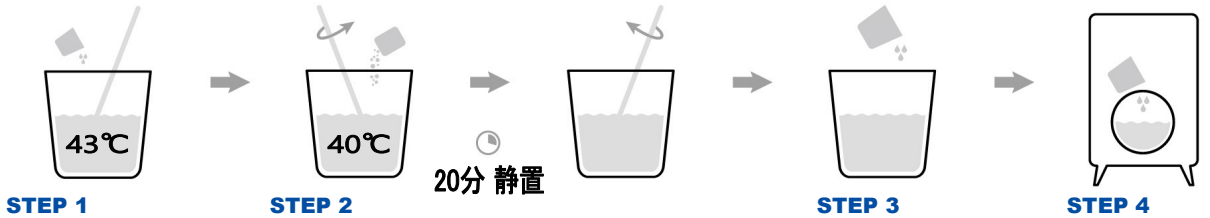
乾燥酵母の水和工程

留意点

「**乾燥酵母の水和工程を適切に行うこと**」は、健全な発酵を目指す上で最も重要です。

- 乾燥酵母25g/hLが通常の接種レートです。25g/hLのレートで適切に接種された場合、果汁1mLあたり3~4百万個程度の生菌数から始まり、次第に10~15億個/mLまで増殖しアルコール発酵が進みます。健全な発酵を実現するにはこの生菌増殖が重要です。
- 初期果汁のBrixが高い場合は、乾燥酵母の接種レート（使用量）を増やされることをお勧めします。
- 水和工程時に、酵母乾燥重量1に対して酵母発酵助成剤**ゴーファームプロテクトエボリューション**（GFPE）を1.25の割合で添加されることをお勧めします。
- 丁寧な水和撹拌、温度順化および接種、いずれの行程も発酵遅延や停滞を予防するうえで重要な手順です。

手　順　乾燥酵母の適切な水和工程のための４つのステップ



STEP 1
清潔な無塩素水に
GFPE を添加。

STEP 2
水温が下がったら、
酵母を添加し、優しく撹拌。
20分静置後、撹拌。

STEP 3
必要に応じ、
混和のステップを
繰り返す

STEP 4
酵母タンクに
STEP 3 の混和液
を投入

STEP 1： 清潔な無塩素水を43°Cに加温し、30g/hLの GFPE を混和する。

① GFPE と無塩素水の重量比は1：20

② 無塩素水の温度が推奨より低い場合、GFPE が充分に混和しない場合があります。

〔GFPE の詳細は、22頁をご参照ください〕

STEP 2： GFPE と無塩素水の混和液温が40°Cまで下がったら、25g/hLの乾燥酵母を添加。
優しく撹拌しダマを崩したら20分静置後、再び優しく撹拌する。

ご注意
- GFPE を添加されない場合、酵母を健全に保つために、40°Cの無塩素水に25g/hLの乾燥酵母を添加し、水和してください。
- 30分以上放置すると、生菌数が減少しますのでご注意ください。
- 泡立ちの有無は、酵母の生菌数や活性とは無関係です。

STEP 3： 酵母混和液と同量の果汁を5分間で複数回に分けて添加し都度撹拌します。
酵母を冷温環境に徐々に慣れさせること、急冷（混和液温の10°C以上の急低下）によるショックを回避することが目的です。
接種対象の果汁温度が低ければ低いほど、本工程の反復が必要になる可能性があります。
1回の果汁混和で温度差が10°C未満にならない場合は、果汁の追添加量を勘案しつつ、混和のステップをもう一度繰り返します。

STEP 4： 酵母混和液を発酵タンクに投入後果汁でタンクを満たす。タンクへの果汁充填に長時間要する場合や「キラー性『敏感』」の菌株〔前頁「**酵母チャート**」参照〕を使用する場合は、変敗菌を抑え込むために培養酵母の迅速な増殖を促す必要があるため、この手順の実行が重要になります。

水和工程の動画（英語）は以下でご覧になれます。
https://scottlab.com/yeast-rehydration

酵母 ラインナップ

71B™

果実感を強調、リンゴ酸を資化

71Bはエステル類や高級アルコール類の合成が比較的安定しているため、香りの余韻が長く果実感あるシードルに仕上がることが知られています。
酵母菌株の中ではリンゴ酸資化能が高く、高酸度もろみの減酸も期待できます。キラー因子に対して敏感であるため、野生菌叢との競合に難渋する可能性がありますが、汚染果を含むもろみでも、71Bを**GOFERM PROTECT EVOLUTIONで丁寧に水和し早期に接種する**ことで、もろみの変敗リスクを低下させることができます。
フランスはナルボンヌのINRA（国立農業研究所）で単離選抜された菌株です。

アルコール耐性 14%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　15-29℃

BA11™

多様な香りと口当たりの向上

BA11はスパイスのニュアンス、オレンジの花、パイナップルとアプリコットの香りをシードルに纏わせます。
発酵後期にブラッサージュドリーを施すことで多糖の関与を増強でき、口当たりの向上と酸味の調和が図れます。**栄養要求性が高いため、特に発酵助成剤の併用をお勧めします。**
1997年にポルトガルの Estação Vitivinicola de Barraida で選抜され、比較的ニュートラルな特性のリンゴや、国内品種のような生食用品種の発酵に好適です。

アルコール耐性 16%　　窒素要求性 高　　発酵可能温度帯域　15-29℃

CROSS EVOLUTION™

香りと口当たりを向上させる自然由来のハイブリッド株

CROSS EVOLUTIONを選択することで新鮮な果実や花が香り立つシードルに仕上がります。
口当たりの向上にも寄与するためバランスの取れた仕上がりが期待できます。CROSS EVOLUTIONはその香り高い仕上がりのみならず、菌株としての強健さから高アルコールのシードル造りにも好適です。
南アフリカのステレンボッシュ大学ワインバイオテクノロジー機構のユニークな交配プログラムから生まれたハイブリッド株です。

アルコール耐性 15%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　15-20℃

DV10 ™

クリーン＆クリスプスタイルのシードルに

DV10はフレッシュでクリーンな仕上がりになることが良く知られています。香味に深みが感じられない菌株（一部の瓶内二次発酵用酵母など）にありがちな、苦みを助長する悪癖はなく、リンゴの特徴をありのまま表現できます。
強健な発酵動態で高泡になりにくく、揮発酸低産生、硫化水素と亜硫酸の産生も非常に低い菌株です。
フランスのエペルネ発祥のbayanus株です。

アルコール耐性 17%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　10-35℃

EC1118™

シードルの香味質に影響を及ぼさない菌株

EC1118はオリジナルで、発酵に安定感があり高泡になりにくい菌株です。香味の面ではニュートラル、低温でも発酵しクリーンな仕上がり、滓の凝集性も高い菌株です。

アルコール耐性 18%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　10-30℃

ICV D21™

フレッシュ感と口当たり、熟したリンゴに

ICV D21は熟したリンゴにも使用可能です。安定した新鮮な果実香、ボリューム感、官能上の酸味を付与してくれます。発酵性能も良好で硫化水素を産生しにくい菌株と評判です。
清澄度の高いリンゴ果汁の場合は発酵温度を17℃以上に設定し適切な栄養充足が必要です。樽発酵に好適な菌株です。
フランスのラングドックでInstitut Coopératif du Vin (ICV)の自然菌叢研究ラボにより単離されました。

アルコール耐性 16%　　窒素要求性 中　　発酵可能温度帯域　17-30℃

ICV D47™

柑橘と花が香る多面的なシードルに

ICV D47はフルボディかつ多面的で、果実と花が香るシードルに仕上がります。
多糖とエステル類を多産し、タンク発酵と樽発酵いずれにも好適です。誘導期は短く発酵速度は中庸です。発酵可能温度帯域は16-27℃、**好ましくは17-20℃です（特に発酵完了まで残り1/3の期間）**。
フランス、コートデュローヌ地方のスズラルースで単離された菌株です。

アルコール耐性 15%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　16-27℃

ICV OKAY™

硫黄系不快臭フリー、果実のエステルが香る

ICV OKAYはフレッシュで果実の香りを強く感じさせる造りに好適です。
硫化水素産生能が極めて低い特性を持つため、硫黄系不快臭の発生を予防したい場合は特にお勧めです。亜硫酸、硫化水素、アセトアルデヒドを産生しない、もしくは極めて産生量が少ないことが大きな特徴ですが、短い誘導期、強健な発酵動態、高泡になりにくい特性も備える菌株です。
INRA、モンペリエのSupAgro、Lallemand Oenologyの共同研究により生み出されたQTLハイブリッド株です。

アルコール耐性 16%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　13-30℃

ICV OPALE 2.0™

硫黄系不快臭フリー、アロマティック品種に

ICV OPALE2.0は品種特徴を引き出す菌株で、力強く統合感があるリンゴや梨の香り、繊細なリンゴの花の香りを生み出します。
OPALE2.0で発酵させたシードルは口に含むと最初にボリューム感と柔らかさが、中盤でまろやかなボリュームが感じられ、バランスのとれた余韻へと続き、渋みをマスクすることができます。
OPALE2.0の発酵性能は優秀で、誘導期が短く、たとえ高糖度のもろみであっても亜硫酸、硫化水素やアセトアルデヒドを産生しないか、産生量が極めて少ない菌株です。

アルコール耐性 14%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　15-30℃

V1116™

難発酵環境下でも高いエステル産生能

IV1116はLallemandの市販酵母の中で最高レベルのエステル高産生株です。発酵温度を比較的低温の16℃に設定し適切な栄養充足を行う場合、特にニュートラルな品種や多収量品種において花の香りを多産します。また、核果や柑橘の香りを生み出しえます。
低温高温、高アルコール（18%）、低濁度といった難環境でもよく発酵する菌株です。

アルコール耐性 18%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　10-35℃

QA23™

果実の表現力、高清澄度果汁に好適

QA23はアロマティック品種内に含まれるテルペン配糖体を切って花やスパイスの香りを産生するβグルコシダーゼの産生量が多い菌株です。アロマティックでない品種をQA23で発酵させる場合はフレッシュな果実が香るスタイルに仕上がります。
栄養及び酸素要求性が低い菌株で、低温かつ清澄度の高い（＝濁度が低い）もろみにも好適です。
ポルトガルのTrás-os-Montes and Alto Douro大学(UTAD)とヴィーニョヴェルデ産地のぶどう栽培委員会の協働により選抜された菌株です。

アルコール耐性 16%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　15-32℃

SENSY™

硫黄系不快臭フリー、香りにフィネスを

SENSYは品種特徴香を引き出しつつエステル類も多産し、口当たりとフレッシュ感のバランスがとれます。SENSYで醸造したシードルは、柑橘、トロピカルフルーツの香りやミネラルのニュアンスが感じられると評判です。
誘導期が短く、低温かつ低濁度環境においても亜硫酸や硫化水素を産生しないか、産生量が極めて少ない菌株です。**本株での発酵開始前の亜硫酸添加量上限は50ppmです。**
このハイブリッド株はINRA、モンペリエのSupAgro、ICV、Lallemand Oenologyの共同研究により選抜されました。

アルコール耐性 16%　　窒素要求性 低　　発酵可能温度帯域　13-17℃

W15™

低温でクリーンな発酵

W15は鮮やかな果実感を表現しつつ、口当たりと酒質全体のバランスを最適化できる菌株です。
特に15-20℃で発酵させた場合、グリセロールとコハク酸を多産することから、口中に広がりをもたらします。
発酵が早くなり過ぎず急激な温度上昇が起こる危険が少ないため、温度由来のストレスによる硫黄系不快臭は発生しにくい菌株です。**栄養要求性が高いため、特に発酵助成剤の併用をお勧めします。**
スイス、ワーデンスウィルの連邦研究所で1991年に単離された菌株です。

アルコール耐性 16%　　窒素要求性 高　発酵可能温度帯域　10-27℃

スタックレスキュー用酵母

43™

りスタート用として、伝統的に使用されてきた33 種類の単離株の中から選抜されたフルクトース資化性の高い菌株です。
発酵停止もろみのリスタートに、傑出した能力を示します。MLFとの相性も非常に良い菌株です。

アルコール耐性 17%　　窒素要求性 低　発酵可能温度帯域　13-35℃

推奨 ： 発酵停止時のリスタート方法

発酵停滞や発酵停止に陥ると様々な困難が待ち受けています。発酵停止からリカバリーするには酵母生菌数の確保と栄養充足が必要となりますが、それに失敗すると問題が更に増幅してしまいます。微量栄養素や生存因子を豊富に含む**ゴーファームプロテクトエボリューション**（GFPE）は、スタックレスキューにおいて非常に有用なツールです。乾燥酵母の水和時に添加することで、発酵停止に繋がるような難発酵環境を酵母が乗り切るための助力になります。残糖レベルが高い状態でシードルがスタックした場合は、GFPE をレスキュー酵母の水和に使用しつつ、複合タイプの酵母発酵助成剤でスタックシードルのレスキューを行うことが推奨されます。

ラクトバチルス属やペディオコッカス属のような変敗菌は発酵停止中のもろみに蔓延りがちです。これらの微生物は酵母に資化されるべき栄養を消費してしまったり、酵母増殖を妨げる代謝物を産生することがあります。発酵助成剤である**ニュートリエントビットエンド**を発酵停止もろみに加えることで、レスキュー酵母の栄養源となるだけでなく毒性物質の蓄積を抑制し、スタックレスキューがより容易になることが期待されます。

スタックレスキュー手順例（英語）の動画
https://www.youtube.com/watch?v=j-TC4BRdbOg

手　順　Brix 3°以上の糖を残してスタックした場合のレスキュー手順例

STEPS 1~8 : レスキュー酒母の調整

STEP 1 : 40g/hLの**ニュートリエントビットエンド**を添加。

STEP 2 : 添加24~48時間後に滓引き実施。

STEP 3 : 6~12g/hLの**フェルメイドO**（**フェルメイドK**も可）を発酵停止したシードル（以下、“スタックシードル”とする）に直接添加〔必要であればリゾチームも添加〕。

STEP 4 : **STEP 3** の液量1%分を清潔なタンクに移す。同量の水も混和する。よって本タンク中の混合液量は元のスタックシードルの2%に相当する。以下、このタンクを“マザーリスタートタンク”と呼ぶ。

STEP 5 : GFPE の添加量を計算する。

GFPE 重量：使用乾燥酵母重量 ＝ 1.25：1 が黄金比

秤量したGFPEを20倍重量の清潔な無塩素温水（43°C）に水和させ、40°Cに下がるまで待つ。

STEP 6 : アルコール耐性が強く発酵が旺盛な菌株（**43** や **V1116**）などの菌株を選択。

スタックレスキューに必要な接種レートは 36~60g/hL

STEP 5 のGFPE水和液温が40°Cに下がったら、5分程かけて水和液にゆっくり乾燥酵母を加えていく。

ダマを潰しながら優しく撹拌混和し、15~20分静置。

STEP 7 : **STEP 6** の酵母水和液とマザーリスタートタンク内希釈シードルの温度差が10°C以内であることを確認する。10°C以上であれば、少量の希釈シードルを数回に分けて酵母水和液に混和し漸進的に温度差を縮める。酵母細胞の低温環境への急激な暴露はショック発生の原因になりうる。

STEP 8 : 酵母が正しい手順で水和され、酵母水和液と希釈シードルの温度差も許容範囲になっていれば、酵母水和液をマザーリスタートタンクに投入し20~30分待つ。

STEPS 9~12 : スタックシードルへのレスキュー酒母接種

STEP 9 : スタックシードル全体量の10%をマザーリスタートタンクに投入し、20~30分待つ。

（例：スタック発生時のシードル液量が1,000Lの場合、100Lを投入）

STEP 10 : スタックシードル全体量の20%をマザーリスタートタンクに投入し、20~30分待つ。

（例：スタック発生時のシードル液量が1,000Lの場合、200Lを投入）

STEP 11a,11b,11c :

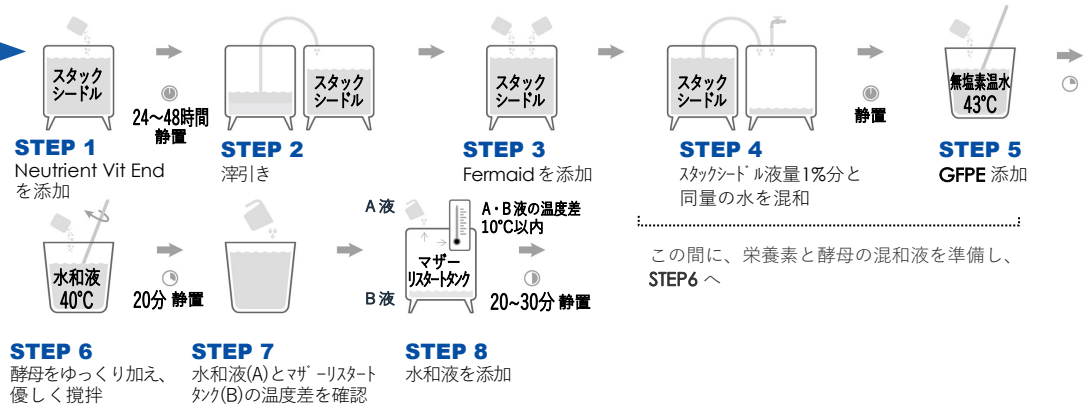
STEP 10 の行程を更に3 回繰り返す。

STEP 12 : 残りのスタックシードルすべてをマザーリスタートタンクに投入し、レスキュー経過を食い切りまでモニターする。

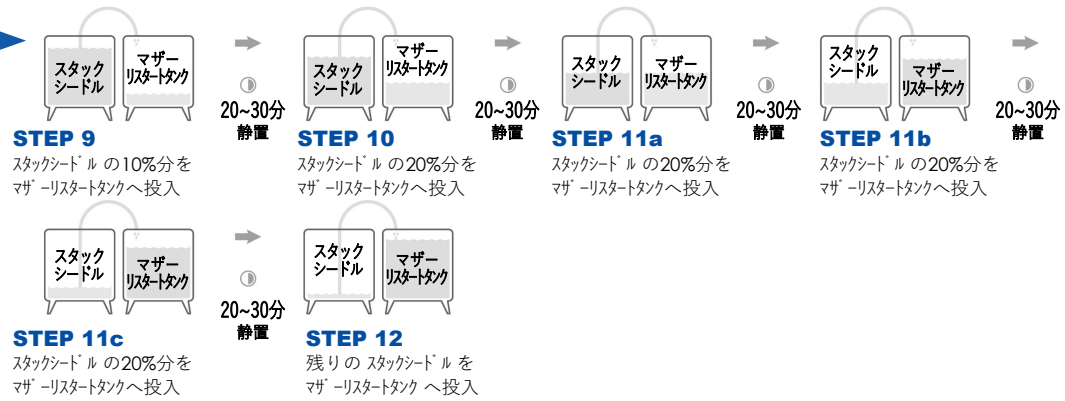
手　順　スタック時の Brix 値に応じたレスキュー手段例

BRIX 3° 以上でスタックした場合

STEPS 1~8　レスキュー酒母の調整



STEPS 9~12　レスキュー酒母接種　スタックシードルへの



BRIX 1~2° でスタックした場合

STEP 3 で、酵母発酵助成剤の添加量を **6 g/hL まで減らして添加**。それ以外はこのレスキュー手順に従ってください。

BRIX 1° 未満でスタックした場合

STEP 3 で、酵母発酵助成剤を**添加せず**、それ以外はこのレスキュー手順に従ってください。

コラム　酵母菌株選択による香りの最適化

酵母の選択はシードルの香りに強い影響を及ぼします。シードルに含まれる香気成分のほとんどはリンゴ内の成分か酵母による発酵に由来します。酵母選択はリンゴおよび発酵由来の香りを最大化するための重要なファクターです。

リンゴ由来の香り

リンゴは果実、花、スパイスの香りに寄与する成分、主にエステル類とテルペン類を含みます。中には無香状態でリンゴ内に存在する成分もあり、それら成分を嗅覚検知可能な成分に変換してくれるのが酵母です。その能力は菌株毎に異なります。

酵母由来の香り

リンゴの中に存在するのみならず、エステル類は酵母の発酵による炭素代謝（糖消費）もしくは窒素代謝（栄養消費）によっても産生されます。酵母が産生するエステル類は酢酸エステルとエチルエステルに大別されます。これらエステル類の産生量や比率は酵母の遺伝子構成、もろみ中の成分組成、発酵条件によって可変です。

適切な酵母選択

果汁中に既にある程度の香りは存在しますが、適切な菌株選択はシードルの香りの強さや多様性をより高めてくれます。より良い菌株選択のために以下をご参照下さい。

15頁　　発酵戦略に表れる香味質の違い
6頁　　酵母チャート
8-11頁　各酵母の概要説明

プロトコル　発酵戦略に表れる香味の違い

最終製品たるシードルの香味品質に影響を及ぼす因子はたくさんあります。主にはリンゴ品種（生食用vsシードル用）と果実の加工処理（生果、貯蔵果、バルク果汁、濃縮果汁）ですが、発酵戦略もシードルの香味形成に強い影響を及ぼします。

下表は3つのシードルスタイルをゴールとした場合のそれぞれ推奨される発酵プロトコル例です。

アクション	アクションの理由	果実と花の香り	ニュートラル	口当たりとストラクチャー
もろみへの酵母由来発酵助成剤の添加	香気成分の保護・増大	30g/hL OptiMumWhite	25-50g/hL OptiWhite	25-50g/hL OptiWhite
清澄度の調整（ペクチナーゼの使用）	香りの産生促進、発酵動態の健全性、香りの元となる成分の充実	60-100 NTU	80-100 NTU	80-120 NTU
目標酒質と発酵条件に応じた適切な酵母選択	酵母毎に酒質に及ぼす特性が異なる	例: Cross Evolution at 25g/hL	例: DV10 or EC1118 at 25g/hL	例: BA11 or W15 at 25g/hL
水和用発酵助成剤の使用	ビタミン、ミネラル、脂質を供給することで酵母ストレスを回避	30g/hL GoFerm Protect Evolution		
酵母接種時に酵母由来発酵助成剤の添加	アミノ態窒素を主軸としたバランスのとれた栄養充足により健全な発酵挙動を促進し、香味質の向上を図る	10-40g/hL Fermaid O		
適切な温度での発酵	酵母ストレスの回避	16-21℃	10-26℃	16-23℃
		選択した酵母の発酵可能温度帯域に収まっているか？		
糖消費1/3時点に酵母由来発酵助成剤の添加	健全な生菌数を維持し、香味質の向上を図る	40 g/hL Stimula Cabernet	10-40 g/hL Fermaid O	10-40 g/hL Fermaid O
発酵終盤～発酵後の酵母由来発酵助成剤/滓下げ剤の添加	シードルの香味質の向上	25-50g/hL OptiWhite	30g/hL Noblesse	30g/hL Noblesse

酵母発酵助成剤

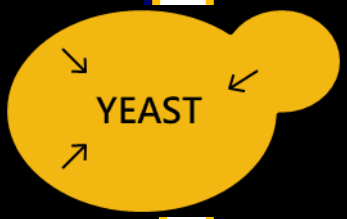
酵母発酵助成剤のゴールドスタンダード

1970年代後半からScott LabsとLallemand Oenologyはカスタマイズされた酵母発酵助成剤製品を市場に提供してきました。酵母栄養に関して彼らが蓄積応用してきた技術は唯一無二で、その研究成果はシードル産業における品質向上をリードしてきました。彼らは、完全栄養型の発酵助成剤（FERMAIDシリーズ）を開発上市し、水和用発酵助成剤（GOFERMシリーズ）の使用特許を取得した一番手であり、今もなおシードル品質向上のための酵母研究を続けています。

彼らが開発した発酵助成剤のパフォーマンスは発酵停止予防だけにとどまりません。助成剤に含まれる特定の成分がポジティブな香りを保護したり、酵母による香気成分産生を促進したり、色素を保護したり、不快臭発生を予防することを彼らは発見しています。Lallemand社の酵母発酵助成剤各種製品は唯一無二です。これらの供給を通じてお客様のシードル品質向上に貢献できれば幸いです。

酵母が必要とする栄養素とは？

（資化可能な形態の）**窒素**は酵母の菌数、発酵速度、香気成分産生を左右します。酵母資化性窒素(YAN)はほとんどの種類のアミノ酸、アンモニア、そして特定のタイプのペプチドからなります。リンゴ果実それぞれのYAN含量および組成は一様でないものの、そのほとんどはアミノ酸で構成され、アンモニア含量は非常に少ないです。



面白いことに、酵母は給餌されたYANが高ければ高いほど**ビタミンとミネラル**をより多く必要とします。ビタミンとミネラルは酵母増殖と香気成分代謝に必須の補因子であり、これら抜きでは酵母は生存できません。

さらに、ビタミン欠乏と硫化水素産生には関連性が報告されています。パントテン酸は硫化物がアミノ酸に同化される際に決定的な役割を果たす補因子で、欠乏するとシステインとメチオニンの産生経路が不完全となり、代わりに硫化水素が産生されてしまいます。

生存因子（ステロールと不飽和脂肪酸）は細胞膜の健全な機能のために必須です。酵母が十分な生存因子を備えている状態であれば、糖取り込みは発酵が終わるまで継続され、エタノール毒性による悪影響は最少化されます。

リンゴの中にはどんな酵母栄養が含まれるか？

リンゴは窒素、ビタミン、ミネラル、そして生存因子も含有してはいますが、酵母が健全な発酵を遂げられるレベルにありません。なかでもとりわけYAN含量は極めて低いのです(1)。アルコール発酵の始まりから終わりまで、健全なシードルの発酵にはYANの充足が必要です。さらに、リンゴに含まれるYANは品種間や収穫年により異なる(1)だけでなく、同一品種や同一収穫年であっても一様ではありません。

リンゴのYANはアミノ酸で構成されています。そのアミノ酸組成を見ると、アスパラギンとフェニルアラニンの2種が量的多勢を占め、他のアミノ酸の含量は相対的に多くありません(2)。これについてはまだ十分な調査研究がなされていないものの、このアミノ酸組成の偏りが、適切な発酵助成剤が使用されなかった場合の発酵トラブルに関係している、との仮説が立てられています(1)。

（次頁につづく）

（前頁のつづき）

YAN充足成功のカギ

健全な発酵に必要な栄養充足量は以下に挙げる複数因子の影響を受けるため可変です。

初発果汁組成

発酵開始前に糖含量とYANは分析されるべきです。高糖度および／もしくは低YAN含量の果汁の場合、いずれも高いレベルのYAN充足を必要とします。初発YAN値は以下2つの影響を受けます。

原料果実の処理方法や保管条件

リンゴは収穫後に一定の条件下で長期間貯蔵される可能性があります。もしくは、搾汁後速やかに冷凍されたり濃縮されることもあります。これらの選択判断は全てYANに影響します。原料調達源を固定していたとしてもYANのばらつきを経験することがあり得ます。

在来菌叢の活動

健全果や酷い汚染がない果汁においても、在来菌叢がYANのみならずビタミンとミネラルを消費します。選抜酵母の接種前に長期間果汁を放置すると、YANレベルが低下した状態での発酵を余儀なくされます。

溶存酸素

酸素濃度が高いもろみでは酵母による窒素資化はより早くなります。したがって、健全な発酵を維持し完了するためには、発酵全体を通してより多くのYAN充足が必要となります。貯蔵後／輸送後の果汁や解凍された果汁は溶存酸素が高まる可能性があり、生果搾りたての果汁よりもYAN欠乏のリスクが高まります。

発酵温度

発酵温度が高いほど、発酵速度加速と酵母増殖を促すことになるため、低い発酵温度よりも多くの窒素を要することになります。

引用：
1. Stewart, A. C., Ma, S., Peck, G. M., McGuire, M. N., Boudreau, T. F., & O’Keefe,S. F. (2018). Yeast Assimilable Nitrogen and Cider Fermentation. Scott Laboratories Cider Handbook.
2. Ma, S., Neilson, A. P., Lahne, J., Peck, G. M., O’Keefe, S. F., & Stewart, A. C.(2018). Free amino acid composition of apple juices with potential for cider making as determined by UPLC-PDA. Journal of the Institute of Brewing, 124(4), 467–476. https://doi.org/10.1002/jib.519

酵母発酵助成剤早見表

醸造工程	アクションの目的	推奨される助成剤
発酵開始前	抗酸化	OptiMumWhite もしくは OptiWhite
乾燥酵母水和	酵母にビタミン、ミネラル、 脂質を供給し、 健全な発酵を促進	GoFerm Protect Evolution
酵母接種	酵母にアミノ酸主体の栄養を与え 着実な発酵挙動を維持する	Fermaid O
発酵中盤	適度な発酵速度を維持し、 不快臭の発生を避ける	Stimula Cabernet もしくは Fermaid O
発酵終了後	香味質の向上	Noblesse もしくは OptiWhite

発酵助成剤は可能な限り目的に応じ複数回に分けて添加を・・・

私共は発酵工程中に少なくとも2~3回の助成剤添加をお勧めしていますが、現実的にはままならない場合もあると思われます。その場合は推奨通りの発酵助成プロトコルに拘り過ぎるよりも、出来る範囲で果汁の栄養欠乏を改善する方がより重要と考えます。以下にお示しする時系列での酵母栄養要求特性と醸造現場での制約を踏まえ、実行可能な部分を醸造実務に取り入れて頂ければ幸いです。

乾燥酵母水和時：リンゴ果汁中に不足しがちなビタミン、ミネラル、ステロールや不飽和脂肪酸（生存因子）を補うため、乾燥酵母水和時の発酵助成剤添加が必要。
→ **GOFERM PROTECT EVOLUTION**

酵母接種時：健全な発酵挙動＝適切な発酵速度の維持には相応の酵母生菌数が必要。接種直後の酵母は菌体増殖のために十分な窒素源を要するため、発酵開始時果汁の栄養充足が必要。
→ **FERMAID O**

発酵中：アルコール発酵が1/3進行したあたりで、YAN充足のために発酵助成剤添加が必要。酵母は接種後早々にYANを利用し終え発酵中盤で栄養欠乏に陥ることがある。発酵完了までの間、酵母ストレス負荷の回避、酵母による糖取り込みの継続、適度な発酵速度の維持、香りの充実のために発酵助成を行う。
→ **STIMULA CABERNET、FERMAID OもしくはFERMAID K**

酵母発酵助成剤

発酵助成剤には以下3つのタイプがあります。

酵母水和時に使用する助成剤

乾燥酵母水和時に使用します。窒素源としても若干寄与しますが十分量のYANは含有しておらず、むしろビタミン、ミネラル、ステロールを充足する役割を担います。これらの栄養は酵母を健全に保ち、発酵環境に耐えられるようにします。例えばステロールは酵母の細胞膜に取り込まれ、酵母のアルコール耐性を強化します。

発酵中に使用する助成剤

酵母にYANを供給します。酵母接種時および発酵の途中での添加をお勧めします。発酵開始時に補充するYANは発酵維持に必要な生菌数を担保する役割、発酵中盤に補充するYANは不快臭発生や発酵停滞／遅延に繋がる酵母ストレスを回避する役割をそれぞれ担います。Stimula製品各種はYAN補充目的のみならず、酵母による望ましい香気成分の産生を促す目的で使用されます。

その他の助剤

望ましい香味成分を保護する、もしくは不快臭味に寄与する成分を除去する目的で使用されます。窒素源としても若干寄与しますが十分量のYANは含有していません。これらの製品は酵母由来100%であり、以下のような酵母由来成分がワイン品質に寄与します。

・グルタチオンやその他ペプチド：抗酸化など

・多糖類：口当たりの向上、渋みの減弱、ボリューム感の付与など

実効YAN当量の考え方

YAN補充の推奨レートは無機窒素（主にDAP）の定量値を基準に提示されることがほとんどですが、酵母由来のアミノ態窒素源は合成由来の無機窒素源に比べて4-6倍効率が良いことをLallemand Oenologyが実証しています。例えばFERMAID O 40g/hLを添加する場合、定量値上は16mg/LしかYANを補充できないように見えますが、実効YAN当量としては64-96mg/L相当の能力を有します。本カタログ上の推奨添加レートは実効YAN当量の考え方に基づいて設定されています。

酵母発酵助成剤 ラインナップ

FERMAID K™ フェルメイドK

DAPを含む複合発酵助成剤

FERMAID Kは特に低YAN条件下での発酵をより確実にするための複合発酵助成剤です。酵母の増殖と複製に必要な各種栄養の給源となります。糖消費が全体の1/3進んだ時点が最良の使用タイミングです。

使用方法：FERMAID Kを水か果汁で十分に懸濁し、特に発酵中盤添加の場合は、タンク内のCO2を逃がさず、タンク内のもろみが溢れないよう注意して使用。
保管：冷暗所で保管のうえ開封後は速やかに使い切り。
推奨添加レート：25-50g/hL

タイミング： 糖が1/3消費された時点	**特性： 複合発酵助成剤**
用途： 発酵の健全化	**実効YAN当量レート： 25g/hLで25mg/L相当**

FERMAID O™ フェルメイドO

100%酵母由来発酵助成剤、OMRI収載品

FERMAID Oは酵母が資化可能なアミノ酸を豊富に含む100%酵母由来の発酵助成剤です。そのアミノ酸プロファイルはバランスがとれており製造ロット間の品質も均一です。定量可能なYANとしては低値を示しますが、非常に高効率の栄養源です。DAPを含む助成剤に比べて発酵時の温度上昇が穏やかであるため、発酵動態が改善し不快硫黄系物質も産生されにくくなります。またFERMAID Oは好ましい香り（エステル類）の産生促進や口当たりの向上にも寄与します。
乾燥酵母水和用発酵助成剤であるGOFERM PROTECT EVOLUTIONとは補完関係にあり、併用することでベストパフォーマンスが期待できます。

使用方法：FERMAID Oを水か果汁で十分に懸濁し、特に発酵中盤添加の場合は、タンク内のCO2を逃がさず、タンク内のもろみが溢れないよう注意して使用。
保管：冷暗所で保管のうえ開封後は速やかに使い切り。
推奨添加レート：10-40g/hL

タイミング： 酵母接種時および／もしくは 糖が1/3消費された時点	**特性： アミノ酸主体のバランスのとれた 酵母由来発酵助成剤**
用途： 発酵の健全化と香りの増大	**実効YAN当量レート： 40g/hLで64-96mg/L相当**

OPTI-MUM-WHITE™ オプティマム ホワイト

香気成分の保護、褐変防止にOMRI収載品

シードルの香りの強さと寿命延長に寄与、OMRI 収載品
酵母発酵助成剤OPTI-MUM-WHITEは、製造ノウハウにより、副次効果であるグルタチオンの生体内利用率と多糖の寄与を高めた不活性酵母です。果実酒醸造において、グルタチオンは果汁の褐変抑制、果実香の強調、不快臭発生を抑制する働きが知られている天然の抗酸化物質です。
OPTI-MUM-WHITEに含まれるグルタチオンが果汁を酸化から保護してくれるため、清澄工程完了直後の果汁への添加がお勧めです。このタイミングでの添加は香りの保護にも働きます。この栄養源はシードルの香りの強化、酒質安定、寿命延長に寄与します。

使用方法：OPTI-MUM-WHITEを10倍量の水もしくは果汁と混和、一部溶け残りが生じる。圧搾後の果汁に添加。混和液の投入前と投入中にタンクを嫌気的に撹拌し混和液が均等に行き渡るようにする。
保管：冷暗所で保管のうえ開封後は速やかに使い切り。
推奨添加レート：30g/hL

タイミング： 圧搾時に直接添加	**特性： 多糖とグルタチオンを含む不活性酵母**
用途： キノン類をトラップ（＝酸化予防）し 香りの保護と褐変予防	**実効YAN当量レート： 数値化できるほど有意でない**

GO-FERM PROTECT EVOLUTION™

ゴーファーム プロテクト エボリューション

100%酵母由来、水和用発酵助成剤、発酵健全化と香りの向上、OMRI収載品

GOFERM PROTECT EVOLUTION (GFPE)は乾燥酵母水和時に使用する最新型の発酵助成剤で、健全な発酵と香りの生成を促します。酵母自己消化物由来のビタミン、ミネラル、ステロール、不飽和脂肪酸を含みます。GFPEで水和した酵母は生菌の数および健全性が保たれ、エタノール、酸、糖や温度によるストレスに強くなるため、特に発酵終盤において使用メリットが実感できます。またGFPEに多量に含まれるステロールを酵母が取り込むことで、酵母細胞膜の輸送システムが香気成分の原材料を取り込みやすくなり、品種特徴香（テルペン類など）をよりよく表現できるようになります。通気が困難な発酵条件下では、通気によって酵母に脂質合成させる代わりにGFPEによってステロールと脂肪酸を充足することができます。
発酵中に使用する助成剤であるFERMAID Oとは補完関係にあり、併用することでベストパフォーマンスが期待できます。

使用方法：（詳細手順は7頁参照）GFPEの20倍量の清潔な43℃の温水に混和。混和液が40℃に低下したら乾燥酵母を混和し20分静置。静置していた混和液と同量の果汁（混和液との温度差は10℃未満）を混和。必要に応じて果汁の混和行程を繰り返す。
ご注意：GFPEが脂肪酸やステロールを含むため水に完全には溶けませんが、品質上の問題ではありません。
保管：冷暗所で保管のうえ開封後は速やかに使い切り。
推奨添加レート：30g/hL

タイミング： 乾燥酵母水和時	**特性： ビタミン、ミネラル、脂質を含む 酵母由来発酵助成剤**
用途： 酵母ストレスの最小化、 発酵の健全化、香りの産生促進	**実効YAN当量レート： 数値化できるほど有意でない**

NOBLESSE™ ノブレス

バランス、甘み、柔らかさ、余韻に寄与、OMRI収載品

NOBLESSEはシードルをより甘く感じさせ、調和のとれた柔らかな口当たりに仕上げてくれます。NOBLESSEから放出される多糖が官能上の酸味、渋み、苦みに起因する成分群をマスクするためです。NOBLESSEを使用したシードルはより果実感と甘みが増し、無味乾燥で粗いキャラクターが減弱されます。NOBLESEEはどのタイミングでも使用可能で、添加直後から酒質に変化を及ぼしますが、シードル中に完全に統合されるまでには3~5ヶ月を要します。

使用方法：NOBLESSEを10倍量の水、果汁、もしくはシードルと混和、本製品は部分的に水に溶ける。混和液の投入前と投入中にタンクを撹拌し混和液が均等に行き渡るようにする（発酵後期以降での添加の場合は嫌気的に撹拌する）。
保管：冷暗所で保管のうえ開封後は速やかに使い切り。
推奨添加レート：30g/hL

タイミング： 発酵期間中ならいつでも （標準的には発酵終了後）	**特性： 高及び低分子の多糖を有する不活性酵母**
用途： 官能上の甘みの付与、口当たりの調和	**実効YAN当量レート： 数値化できるほど有意でない**

OPTI-WHITE™ オプティ ホワイト

柔らかでスムースな口当たりと香りの保護に、OMRI収載品

OPTI-WHITEは抗酸化力を有する酵母由来のペプチドと多糖を含んでいます。
それらペプチドは香りを保護し、多糖は香気成分を安定させ、口当たりをまろやかにします。発酵開始前の果汁に添加すると褐変抑制（*）に寄与しつつ、シードルに滑らかさと香味の統合感をもたらします。発酵後期に添加すると香味の統合に働きます。
(*) 褐変抑制目的の場合、50g/hLの添加レート採用、もしくはOPTI-MUM-WHITEを30g/hLで使用

使用方法：OPTI-WHITEを10倍量の水もしくは果汁と混和し清澄処理後の果汁に、もしくは発酵開始前の樽／タンクに投入。発酵後期に添加する場合はタンク内のもろみが滞留している状態で投入し混和液が均等に行き渡るようにする。（その場合、嫌気的に処理する）。この製品の一部は水に溶けないため、添加前に混和液を攪拌し懸濁状態にしておく。
保管：冷暗所で保管のうえ開封後は速やかに使い切り。
推奨添加レート：25-50g/hL

タイミング： 圧搾時に直接添加	**特性： 多糖とグルタチオンを含む不活性酵母**
用途： キノン類をトラップ（＝酸化予防）し 香りの保護と褐変予防	**実効YAN当量レート： 数値化できるほど有意でない**

STIMULA CABERNET™ スティミュラ カベルネ

酵母の果実香産生を増大させる100%酵母由来発酵助成剤

STIMULA CABERNETは酵母による果実香の産生を促進します。糖消費1/3時点で添加すると、特定の香気成分代謝に対するトリガーとなりエステル類の産生を増大させます。また、シードルに香味の広がりと滑らかな口当たりをもたらします。香気成分産生増大に資する特定のアミノ酸、ペプチド、ステロール、ビタミン、ミネラルを含んだ100%酵母由来の発酵助成剤です。

使用方法：STIMULA CABERNETを10倍量の清潔な無塩素水もしくは果汁と混和し、酵母が糖を1/3消費した時点で添加（**添加タイミング遵守が必須**）。この製品の一部は水に溶けないため、添加前に混和液を攪拌し懸濁状態にしておく。
保管：冷暗所で保管のうえ開封後は速やかにご使用ください。
推奨添加レート：40g/hL

タイミング： 糖が1/3消費された時点	**特性： アミノ酸、ペプチド、ビタミン、 ミネラルを含む酵母由来発酵助成剤**
用途： 果実香の増大	**実効YAN当量レート： 40g/hLで64-96mg/L相当**

Nutrient Vit End™ ニュートリエント ビット エンド

低品質果および発酵停滞・停止時に使用する酵母発酵助成剤、OMRI収載品

Nutrient Vit Endは、ユニークな酵母発酵助成剤です。酵母への栄養供給能に加え、短鎖・長鎖の脂肪酸と殺菌剤を吸着する性質も有します。ストレスフルな発酵環境では飽和脂肪酸が産生され酵母の糖輸送能に変化が起こります。発酵中に使用する場合は、酵母にとっての毒素と結合し、発酵停滞・停止のリスクを最小化します。発酵停滞・停止時時に、レスキュー用途での使用も可能です。

推奨添加量：発酵開始前の果汁30g/hL
発酵停滞もしくは停止時40g/hL
〔発酵助成プロトコル例は、12頁「発酵停止時のリスタート方法」をご参照ください〕

プロトコル　発酵助成戦略を立てる

以下をご参考に、最適な発酵助成プロトコルを組んで頂いては如何でしょうか。

YAN補充量を決定する

1. 果汁のBrixとYANを測定する
2. 酵母菌株を選択する（各酵母の詳細は8-11頁参照）
3. 選択した菌株の窒素要求性を確認する（低、中、高：各酵母詳細の下部参照）
4. 果汁Brixと酵母の窒素要求性をYAN必要量早見表（下図）に照らす

   例：果汁Brixが12度で酵母はICV D21（窒素要求性＝中）を選択する場合、当該製造バッチは108mg/LのYANを要すると考える
5. 表中から導き出された必要YAN値が果汁YAN値を上回る場合は、発酵助成剤の添加を検討

   YAN補充量=必要YAN値－果汁YAN値

   例：必要YAN値が108mg/Lで果汁YAN値が40mg/Lの場合、68mg/LのYAN補充が必要

	YAN必要量早見表（mg/L）		
Brix	窒素要求　低	窒素要求　中	窒素要求　高
10	75	90	125
12	90	108	150
14	105	126	175
16	120	144	200
18	135	162	225
20	150	180	250

発酵助成剤の選択、添加の量とタイミングの決定（プロトコル例）

先のプロセスで求められたYAN補充量を元に、発酵助成剤の種類、添加の量とタイミングの決定について、以下チャートをご参考にして頂いては如何でしょうか。

<table>
<tr><th rowspan="2">YAN補充量</th><th rowspan="2">乾燥酵母水和時</th><th rowspan="2">酵母接種時</th><th colspan="2">糖消費1/3時点</th></tr>
<tr><th>果実感を強調したい場合</th></tr>
<tr><td>0-50mg/L</td><td rowspan="3">GoFerm Protect Evolution
30g/L</td><td>不要</td><td>Fermaid O 30g/hL</td><td rowspan="3">Stimula Cabernet
40g/hL</td></tr>
<tr><td>51-100mg/L</td><td>Fermaid O 20g/hL</td><td>Fermaid O 20g/hL
+
Fermaid K 12.5g/hL</td></tr>
<tr><td>101-150mg/L</td><td>Fermaid O 40g/hL</td><td>Fermaid K 50g/hL</td></tr>
</table>

コラム　酵母栄養：アミノ酸はアンモニア（DAP）より良質
アミノ態窒素の重要性

酵母が資化する窒素の形態？

窒素は酵母代謝において重要な役割を担います。リンゴ中にも窒素源は含まれていますが、十分量に満たず発酵助成剤による補完が必要になる場合も少なくありません。酵母が利用可能な窒素源を酵母資化性窒素（YAN）と呼びます。YANはアミノ酸とアンモニアの2種類に大別されます。それぞれ有機的窒素源、無機的窒素源とも呼ばれますが、シンプルに　それぞれの窒素源が炭素を含んでいるかどうか（有機的という場合は炭素を含み、無機的という場合は炭素を含まない）での呼び分けです。

有機的窒素源=アミノ酸とペプチド

シードル醸造において、有機的窒素源はアミノ酸やペプチドの形態で供給されます。主な給源は酵母自己消化物由来の発酵助成剤です。

無機的窒素源＝アンモニア（NH3）

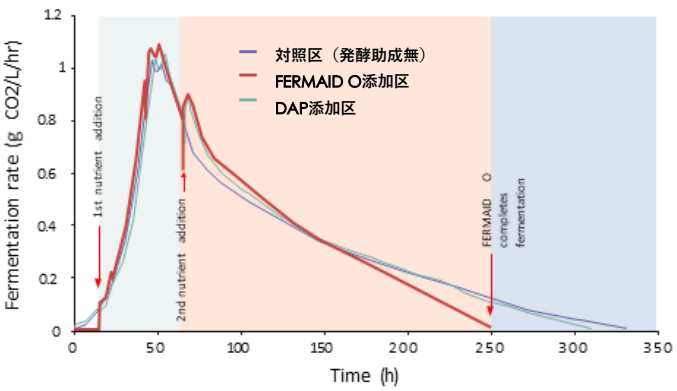
シードル醸造において、無機的窒素源はアンモニア（NH3）の形態、ほとんどの場合リン酸二アンモニウム（DAP）として供給されます。

どちらの窒素源がより有能か？

歴史的にDAPはシードルも含めたアルコール飲料醸造における栄養源のファーストチョイスでした。事実、YAN補充に関する学術的な推奨のほとんどはDAPを前提になされていました。しかし、アンモニア（DAP）の形態で供給された窒素は酵母にあまりにも急峻に取り込まれるため、過増殖ともろみの高温化を引き起こしがちです。その結果、DAPによる発酵助成は酵母に発酵をやり切る十分なパワーを必ずしも与えられているとは限りません。

一方、アミノ酸の形態で窒素が供給される場合は様相が全く異なります。もろみは過熱せず、酵母菌数はコントロールされた状態で発酵が進み、酵母の健全性も保たれます。面白いことに、DAP使用時に比べ酵母由来の発酵助成剤を使用した場合は、香りと口当たりの双方が改善します。酵母は一見アンモニアを好むそぶりを見せるかもしれませんが、均整の取れたアミノ酸組成の食餌を酵母に与えると、酵母はより健全に発酵し、香り（例：エステル類やテルペン類）もよりよく産生され、不快臭味成分（例：酢酸エチルや硫化水素）の産生も少なくなります。

酵母発酵動態におけるFERMAID OとDAPの比較



有機的窒素源（FERMAID O）と無機的窒素源（DAP）の各形態で16mg/LのYANを発酵開始時と1/3糖消費時の2回添加

FERMAID Oで発酵助成した試験区はDAPのそれに比べ、N/mgベースでより効率的な発酵助成効果を示した。FERMAID O試験区はDAP試験区より早くアルコール発酵を完了した。

本試験はLallemand Oenology、ICVおよびラングドックのINRA Pech Rouge研究所の共同研究として実施。

コラム　そのシードルはなぜ「クサい」のか？
発酵中の不快臭味物質の発生を予防する

硫黄系不快臭（主に硫化水素に起因）はシードル醸造において発生しやすいものです。硫黄系不快臭の発生には潜在的な原因がいくつかあります。本コラムは硫黄系不快臭予防のための重要管理点を示すためのものです。

硫黄系不快臭を表す用語

硫化水素　腐った卵　還元的な　焼けたゴム　タマネギ　スカンク様の　ニンニク　汗

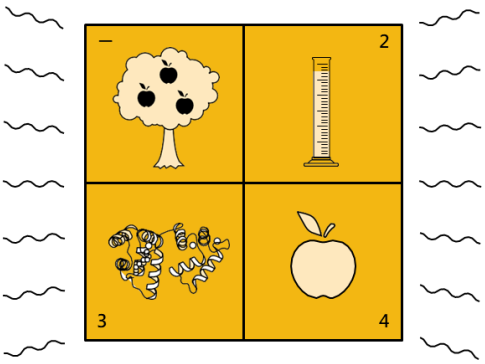
硫黄系不快臭は何に由来するのか？

1. 農薬（防虫剤）に含まれる硫黄から

2. 醸造時に添加される亜硫酸から

3. 含硫アミノ酸から

4. 自然にリンゴ内に生起する硫酸塩から



これらは全て、酵母が代謝過程で細胞増殖や機能のために利用可能で、結果として新たな硫化物（システインやメチオニンのようなアミノ酸も含め）を産生します。醸造時に添加する亜硫酸や農薬由来の硫黄原子は含硫アミノ酸生成に至る前に直ちに硫化水素に還元されてしまいがちです。

酵母が窒素欠乏に陥ると、以下2つの経路で硫化水素が産生される恐れがあります。一つ目は、窒素と硫黄を元に含硫アミノ酸（システインとメチオニン）を産生する経路が遮断され、過剰になった硫黄イオンは硫化水素に変換されます。二つ目は、酵母が菌体内のアミノ　酸を分解して窒素を産生する経路です。分解されたアミノ酸に硫黄が含まれていた場合、硫化水素が副産物として放出されます。硫化水素の産生能は菌株によって異なります。

（次頁につづく）

（前頁のつづき）

硫黄系不快臭発生を防ぐには？

発酵中の硫黄系不快臭を防ぐ鍵は**初期果汁の栄養欠乏を補完すること（果汁管理）**と**酵母にとっての低ストレス環境を作り上げ維持すること（発酵管理）**です。

1. 果汁管理

栄養欠乏を把握し保管する

摘み立ての生果から得られたYAN高含有果汁であっても、発酵助成を要することはあり得ます。生果由来の果汁でない場合はなおさら栄養充足の必要は高まります。果汁の出自（生果、冷凍、濃縮）はその栄養組成に大きく影響し、その要因は主に2つあります。

貯蔵期間の長さ：
（果汁やリンゴとしての）貯蔵期間が長いほど在来菌叢によるYAN消費を許してしまい、結果として貧栄養の果汁が残ります。

清澄度：
濁度が高すぎる果汁と硫化水素発生には深い関係があります。一方、過度に清澄された果汁も酵母が沈降しやすくなり果汁中の栄養にアクセスしづらくなるため、酵母にとってストレスとなり得ます。**清澄時は1-2%の固形分を含む60-120NTUの果汁への調製をお勧めします。**

搾りたての果汁は、生果が摘み立てでプレスされた場合はYAN含量が十分かもしれませんが、プレスまでの間リンゴが貯蔵されているとYAN含量は低くなっているかもしれません。いずれにせよ搾りたての果汁は混濁しているため清澄処理が必要です。

バルク果汁や貯蔵果汁は貯蔵期間次第でYAN欠乏に陥る恐れがあります。

濃縮果汁そのものは搾りたての果汁よりも総じてYAN含量は高いものですが、最終的には希釈した発酵前果汁での評価が必要です。加えて、濃縮果汁は製造工程中に複数の酵素処理によって強力に清澄されているため、シードル醸造に好適でない果汁組成になっている懸念もあります。

17-18頁で述べられたように酵母栄養はYANという定量的な指標だけでは語り尽くせません。窒素源の「質」（アミノ酸かアンモニアか）は重要です。また、有機的な窒素のみならず、酵母はビタミン、ミネラル、脂質を必要とします。（推奨される発酵助成のタイミングと添加レートについては19、25頁をご参照下さい）

（次頁につづく）

（前頁のつづき）

2. 発酵管理

酵母にとっての低ストレス環境を作り上げ維持する

硫化水素発生リスクに対してはプロアクティブに予防策を打つことが可能です。

酵母選択と適切な取扱い：最善手は市販酵母を接種することです。適切な水和工程を経て、推奨レート通りに接種され、好適な発酵温度が保たれた場合、市販株は驚くほど頼もしい働きをしてくれます。これらの菌株は特別に単離され、試験によって一定のアルコール度数や温度帯域に耐えうることが確認されたものです。さらに5頁で述べられた通り、硫化水素を産生しないもしくは産生量が極めて低い菌株も選べます（ICV OKAY, ICV OPALE2.0, SENSY）。野生発酵はお勧めしません。野生酵母は環境耐性に乏しい場合が多く、容易にストレスを受けやすく、発酵停滞の恐れがあり、酢酸エチルのような不快成分を多量に産生しかねないためです。再回収酵母によるリピッチ発酵も、酵素システムが消耗し尽くしていたり、変敗菌汚染が起こったりするため、都度新品の乾燥酵母のご使用をお勧めします。

その他の環境ストレス：発酵中の**過剰な酸素供給**（溶存酸素レベルが高い果汁の発酵においては、YANがより拙速に消費され、発酵完了までに栄養欠乏が起こり易い）、**低pH**（3.0未満）、**極端な低温高温**も酵母にとってのストレスとなりえます。

参照：

1. Zoecklein, B. (2008, February). Managing Sulfur-like Off Odors in Wine. Wine Business Monthly.

2. Iland, P., Bruer, D., Bruer, N., Caloghiris, S., Edwards, G., Ewart, A., Ford, C.,Markides, A., Sitters, J., & Wilkes, E. (2021). Techniques and methods for chemical, physical and sensory analyses and tests of grapes and wine. Patrick Iland Wine Promotions Pty Ltd.

3. Rosend, J., Kaleda, A., Kuldjärv, R., Arju, G., & Nisamedtinov, I. (2020). The effect of apple juice concentration on cider fermentation and properties of the final product. Foods, 9(10), 1401. https://doi.org/10.3390/foods9101401

清澄剤・ろ過助剤

清澄と品質安定

我々は清澄・ろ過による品質安定を強くお勧めします。
シードルが混濁している場合、酸化やろ過時の目詰まりの問題などを抱える恐れがあります。これら諸問題の予防にあたり、弊社取扱い製品がお役に立てれば幸いです。

酵素

酵素添加の利点は往々にして見過ごされるか過小評価されがちです。酵素の使用によりシードル醸造と酒質がよりコントロールしやすくなります。

コラム　シードルの清澄処理入門

なぜ清澄が重要なのか？

シードル醸造工程中に直面する問題の多くは清澄処理に起因します。以下2つの局面での清澄処理が不適切な場合、シードルの品質に甚大な影響が及びます。

発酵中：果汁の適切な清澄処理は発酵中の酵母ストレス回避に繋がります。高濁度もろみは酵母ストレスとなり硫化水素産生を助長する恐れがあります。一方、果汁の過清澄でも酵母がもろみ内で対流できず沈降してしまうため、発酵停滞／停止の潜在的な危険因子になり得ます。**60-120NTUもしくは固形分含量1-2%の果汁に調整することが理想です。**

ろ過時：適切な清澄処理はろ過処理時の問題発生を予防し、シードルを安定させます。清澄が不十分であるとフィルタ目詰まりの原因となり、汚染微生物の除去による酒質安定が非常に難しくなります。発酵完了後のみの清澄処理では清澄が上手く行かないことがあるため、発酵前果汁の清澄処理も適切に行っておきたいところです。

（次頁につづく）

（前頁のつづき）

清澄処理の推奨例

以下にシードル醸造工程を通した清澄処理の推奨例をお示しします。

圧搾時：圧搾リンゴ果をペクチナーゼ処理し、より望ましい濁度の果汁に調整する。ペクチナーゼはフリーラン果汁および一番搾り果汁の収率増加に働く。推奨反応時間は2時間以上。

果汁清澄処理時：果汁清澄は複数方法で達成可能。まず果汁清澄が必要かどうかを決定。60-120NTUもしくは固形分含量1-2%の果汁に調整することが理想。果汁清澄が必要な場合は、ペクチナーゼや清澄剤の使用が有効。

ステップ1：ペクチナーゼ添加

圧搾後果汁の濁りの原因は主にペクチン。負に帯電したペクチン分子が正に帯電した果実由来固形分をコーティングした状態で存在し、果汁内で懸濁状態を保つため。ペクチナーゼはペクチンを分解し、果実固形分を沈降、滓として凝集させる。

ステップ2：清澄剤添加

ベントナイトやキトサンは、ペクチナーゼによってペクチンから切り離された果実固形分の凝集・沈降を促進することで、果汁清澄を加速させる。一旦凝集が起こると沈降が始まる。ベントナイトを含む清澄剤は酵素活性を阻害することがあるため、ペクチナーゼとベントナイトを併用する場合は適切な添加タイミングを狙うことが重要。

ステップ3：固形分の沈降

物理的処理である滓下げ（やフローテーションもしくは遠心分離）は清澄処理の最終段階で実施。これにより果実固形分と清澄剤からなる凝集物が集約され、清澄果汁が得られる。

滓下げと遠心分離は重力に依り、フローテーションはガス注入に寄る。

（次頁につづく）

アルコール発酵完了後：出来上がったシードルの本質は複合的なコロイド液。発酵後の清澄を難しくする要因は以下2点。

温度：発酵を止めるためにコールドクラッシュ（もろみの急冷処理）が採用される場合、酵素活性が止まり滓下げ処理が滞る。

アルコール：アルコールは一部のコロイド成分を安定化させる働きを持つため、清澄処理が滞る。

もし発酵前果汁が適切に清澄処理されていなければ、発酵後もろみの完全な清澄処理とろ過時の問題を回避するのは難しくなるが、ペクチナーゼ、キトサン、ゼラチン、アイシングラス、ベントナイト、シリカゲルのいずれかを使用することで発酵後清澄処理を助けることは可能。これら清澄剤は酒質安定にも寄与しうる。

清澄と品質安定

清澄処理は果汁やシードルから望ましくない要素を取り除く作業ですが、そこから望まれる結果は単なる「清澄化」という現象に留まりません。

視覚的欠陥（濁り）を清澄化するだけでなく、不快臭を処理する、その発生を予防することも清澄処理の目的です。清澄剤のカテゴリ毎に作用機序は異なりますが、不要な物質と反応した後に滓引き、フィルタ、遠心分離等の物理的処理によって除去されるべきことは共通しています。

「**（品質）安定(Stability)**」という概念は「清澄(Fining)」という言葉に内包され、ほとんどの場合において清澄と（品質）安定は同義です。シードル醸造において「安定」という言葉を使用する場合、コロイドの安定、色と香りの安定、微生物的安定という複数の概念を含意しますが、「清澄と（品質）安定(fining and stability)」というフレーズで使用される場合は、微生物的安定を除いた全ての概念を指し示します。適切な清澄処理、品質安定そしてフィルタ処理は出荷後のシードルが高い品質を保ったまま飲み手に届くようにするための正攻法です。

酵素

酵素はリンゴや微生物も含めた全ての動植物が持っており、リンゴの中やシードルで起こる数多の反応を触媒します。シードルにおいて主な酵素の機能はペクチンおよびその他多糖類を分解することです。ペクチンは複合的な大分子としてリンゴ内に存在しており、フィルタ処理を難しいものにします。

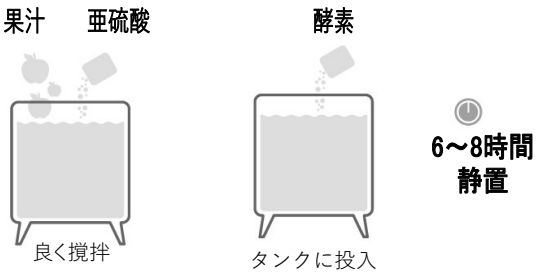
シードル用途の酵素は*Aspergillus niger*や*Trichoderma harzianum*の真菌類から精製され、果汁収率改善、清澄やろ過助剤としての目的で使用されます。適切に酵素が使用されれば、ほとんどの場合、シードルの品質も工程も改善が期待できます。酵素活性には大きな影響を与える因子はいくつか存在します。

温度	反応時間と撹拌の程度	添加量	もろみ中の成分との相互作用
酵素活性に理想的な温度帯は10-30℃。 低温：10℃未満の場合、酵素は働くが反応は遅い。冷凍果汁解凍時やコールドクラッシュ処理時に酵素を使用する場合は注意が必要。 高温：60℃以上では酵素は変性し失活する	**時間：反応時間長いほどより効果が得られる。** 製造都合上、多くの場合は時間的制約に迫られる。 **撹拌：タンク内での撹拌が頻繁であるほど、酵素はよりペクチンに接触し反応する機会が得られる。**	**必要添加量は反応時間やペクチンの性状、製造段階、反応阻害物質の有無によって変動する。**	**以下の場合、即座に酵素活性が停止する：** **・亜硫酸のハイドーズ** **・ベントナイト添加** **・タンニン添加** **これらを添加する際は酵素処理との兼ね合いに留意し、決して酵素と混合しない** **酵素活性を完全停止させたい場合は5-10g/hLのベントナイトを添加**

酵素の添加について

手　順　　亜硫酸と酵素の添加タイミング

- 亜硫酸を果汁に添加し、良く撹拌したうえで酵素を添加する。
- （酵素との兼ね合いでは）不活性酵母の添加タイミングに縛りはない。



酵素の用途別推奨チャート

● 強く推奨
○ 推奨

	頁数	1 圧搾に難渋する果実への使用	2 圧搾の効率向上	3 澱下げ	4 清澄促進	5 歩留まり向上	6 固形分の減少	7 ろ過性向上
Lallzyme OE	37	●	●		○	●	●	●
Lallzyme HC	37	○	○	●	●	●	●	●

ラルザイム OE

ペクチナーゼとヘミセルラーゼのブレンド品

ラルザイムOE は醸し、歩留まり向上、固形分減少、ろ過性向上を目的に設計されたペクチナーゼとヘミセルラーゼのブレンド品です。

醸しと圧搾後の使用が最も好適です。滓下げにも使用可能ですが、ラルザイムHCがより適しています。

- **推奨添加量**
  - **・醸　し**　：3~5g/hL
  - **・果汁への添加**　：2~3g/hL
  - **・シードルの滓下げ**　：3~5g/hL

- **ご使用方法**
  1. 本製品添加重量比100倍量の水かシードルで希釈する。
  2. 溶液を破砕後の果実かアルコール発酵前の果汁に混和する。
     シードルに添加する場合は、タンクに投入後まんべんなく行き渡るよう丁寧に撹拌する。

ラルザイム HC

高度に濃縮されたペクチナーゼ製品

ラルザイムHC は、高度に濃縮されたペクチナーゼ製品です。

果実の圧搾性向上、歩留まり向上の目的でも使用できますが、滓下げ、清澄やろ過性向上でのご使用が最も好適です。

- **推奨添加量**
  - **・果汁への添加**　：1.5~3g/hL
  - **・シードルの滓下げ**　：3~4.5g/hL

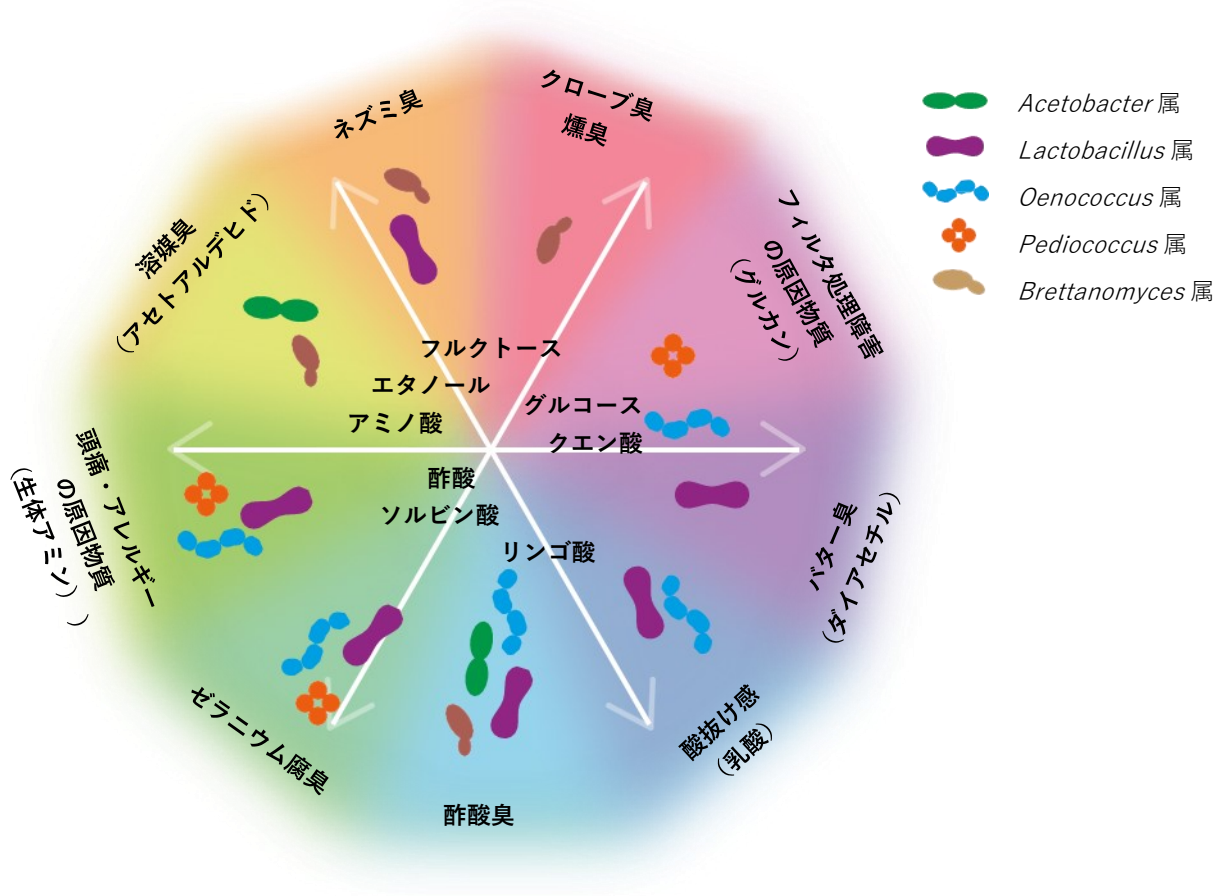
- **ご使用方法**
  1. 本製品添加重量比100倍量の水かシードルで希釈する。
  2. 溶液をアルコール発酵前の果汁に混和する。
     シードルに添加する場合は、タンクに投入後まんべんなく行き渡るよう丁寧に撹拌する。

微生物汚染対策

我々は微生物の多様性を愛して止みませんが、シードルの味わいや品質を損なうものは例外です。微生物汚染はシードル醸造の全段階で起こり得ます。もし出来上がったシードルが臭い、お酢のような臭いがする、意図しない発酵が起こる、そんなときは以下をご参照下さい。

シードル醸造工程中に品質劣化を引き起こす変敗菌たち：

彼らの存在に環境や代謝基質の条件が重なると品質劣化が起こり得る



シードルの微生物汚染メカニズムは複雑！

シードルは微生物汚染から守られるべきです。変敗菌はバラエティに富み、単独もしくは複数が併存してシードルの品質や香味に悪影響を及ぼします。彼らは果汁や完成品としてのシードル内に含まれる様々な成分を代謝しシードルを変敗させます。

最終製品中にグルコースやフルクトースが含まれる場合や、発酵の最終段階で甘味調整を行った場合、意図せざる再発酵によって変敗に至る恐れがあります。また、グルコースやフルクトースは不要な変敗微生物を介して酢酸に代謝される恐れもあります。それ以外にも、果汁およびシードル中には変敗菌に汚染のチャンスを与える成分が多く含まれています（例：アミノ酸、リンゴ酸など）。

醸造ステージ毎の微生物汚染予防手段早見表

醸造工程	ゴール	推奨されるアクション
発酵中	野生の酵母や乳酸菌による発酵（変敗）を予防する	選抜酵母の接種
発酵完了後	ブレタノマイセスを抑制する	No Brett Insideの添加

変敗菌抑制のための助剤

除去	抑制	駆除
物理的な微生物除去戦略。 フィルタ処理、遠心分離、ファイニング等の後、滓引を行う。	微生物の増殖を止めるもしくは遅らせる、駆除できるとは限らない。 抑制条件が緩まると微生物は再増殖する可能性がある。 抑制戦略例は以下： ・選抜酵母の接種 ・補酸によるpH低下 ・亜硫酸添加	微生物は減殺され優位に増殖できなくなる。 駆除戦略例はNo Brett Insideの添加が含まれる。

NO BRETT INSIDE™ ノーブレットインサイド

ブレタノマイセスを抑制するプラントベースキトサン

NO BRETT INSIDE は変敗菌としての*Brettanomyces* 属を駆除する機能を持ち、遺伝子組み換えでない*Aspergillus niger* から製造される、アレルゲンフリーのキトサン（滓下げ剤）です。ブレタノマイセスに冒されたシードルはフレッシュな香りを失い、極端な場合は汗、農園や馬小屋の臭いが漂うものに成り下がります。

NO BRETT INSIDE のブレタノマイセスへの作用機序は2段階です：

1) ブレタノマイセスを吸着凝集し沈降させる

2) ブレタノマイセスが行う通常の代謝活動を妨げる

これらによりブレタノマイセスの増長を抑えシードルの品質を保つことができます。

NO BRETT INSIDE はブレタノマイセスを駆除できますが、既にブレタノマイセスによって産生された不快臭成分は除去できません。MLFが意図される場合は、MLF完了後の添加をお勧めします。

使用方法：NO BRETT INSIDEを5倍量の冷水に混和（水に不溶）し、タンク内で均一に分散するようポンプオーバー時に添加もしくは投入後嫌気的に撹拌。その後10日間静置し清潔に滓引き。MLFを意図する場合はMLF完了後に添加。添加効果を評価する場合は、滓引きの20-30日後に平板培養、顕微鏡観察やRT-PCRを実施。

保管：冷暗所で保管のうえ開封後は速やかにご使用ください。

推奨添加レート：4-8g/hL

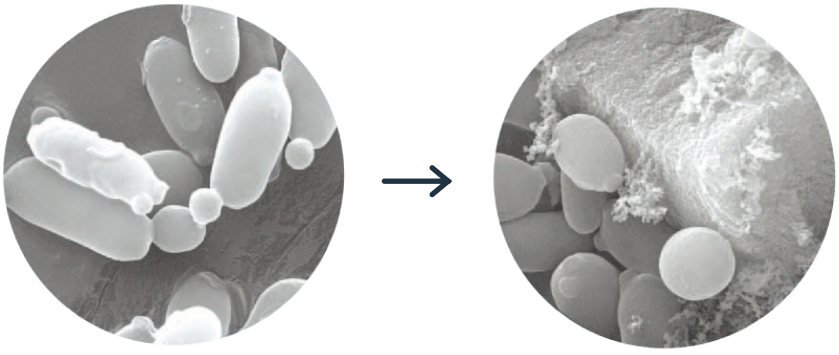
● NO BRETT INSIDE 使用前・後のブレタノマイセス細胞（走査電子顕微鏡写真 20,000倍）

使用前

NO BRETT INSIDE 添加前の
ブレタノマイセス細胞

使用後

NO BRETT INSIDE 4g/hL 添加後、
ブレタノマイセス細胞が、NO BRETT INSIDE の表面に
付着している



画像提供：

Biljana Petrova and Dr. Charles G. Edwards, Washington State University, Pullman, WA

SCETI
セティ株式会社

健康科学部　食品原料課

TEL：03-5510-2678　FAX：03-5510-0132
〒100-0013　東京都千代田区霞が関 3-6-7　霞が関プレイス
e-mail ： winebeer@sceti.co.jp
www.sceti.co.jp

※ このカタログは、弊社ホームページより、PDFファイルでもご覧いただけます。

2022.11