

ワイン搾りかすを活用した 農作物凍霜害防止剤

北海道大学 大学院農学研究院
基盤研究部門 生物資源科学分野
講師 実山 豊

2025年10月16日

はじめに

本内容は、醸造用ブドウの生産の際に副次的に発生する「搾りかす（ポマス）」を、凍害防御剤として利用することを目的に発案された。

亜寒帯の気候帯に属している北海道において、多年生の作物は、晩秋から早春にかけて、作物の地上部が氷点下の温度に曝される。温度が著しく低ければ凍結障害（低温害、凍霜害）が発生し、収量や収穫物の質に損害を与える場合がある。

この事態を打開するための資材として、このポマスが有効利用できないか検証したところ、ある一定の効果が見られた。

背 景

凍霜害は農作物、とくに北海道・十勝地方のアズキやナガイモに深刻な影響を及ぼす。従来の対策は煙による霜防止などだったが、現在では決定的な方法は少ない。

一方、温暖化により北海道でもワイン用ブドウの栽培が進むが、晩霜害による被害が深刻で、国外でも防霜ファンや添加剤の使用が進められている。

日本でもバイオスティミュラントの使用があるが効果は限定的で、費用対効果や植物毒性が問題とされている。これに対し、廃材であるポマス由来のポリフェノールを利用する新技術は、低コストかつ安全性が高く、有望な対策と考えられる。

Cai M. (2024) Spring Frost in France Causes Up to 90% Reduction in Vineyard Yields. VINO JOY NEWS, <https://vino-joy.com/2024/04/30/spring-frost-in-france-causes-up-to-90-reduction-in-vineyard-yields/> (access, 2024.12.17).

Jones, J.E., Lee, W. G., Smith, A.M. (2010) Effect of Frost Damage and Pruning on Current Crop and Return Crop of Pinot Noir. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 38: 209-216.

Phytochrome Inc. <https://www.koei-chem.co.jp/hiryou/pdf/アイスバリア野菜用チラシ.pdf> (access, 2024.12.17).

Shimada, H., Tazawa, A., & Sato, H. (2009) . Azuki Bean Cultivation in Hokkaido and Breeding at Tokachi Agr. Exp. Station. In The 14th NIAS International Workshop on Genetic Resources. -Genetic Resources and Comparative Genomics of Vigna (*Glycine and Vigna*)-. Eds. Tomooka N. and Vaughan, D.A., NIAS. 87-90.

Wilson, S. (2001) UT 99/1, Frost Mahnagement in Cool Climate Vineyards. Grape and Wine Research and Development Corporation.

目的の概要

ワインの醸造過程で出る「ブドウの搾りかす（ポマス）、以下「ワイン残渣抽出物」とする」は本来廃棄されるが、このワイン残渣抽出物を、寒冷地での作物栽培をする上で被害が想定される「凍霜害」の防止剤としての利用を提案し、ワイン残渣抽出物の存在下での氷の出来具合や植物の葉（アズキ、ナガイモ、ブドウ）の耐凍性の変化を、基礎的な実験で確認した。

ワイン残渣抽出物を薄めて茎葉にスプレーすることで、（人工的に設けた）凍霜害を被る環境下でもその発生を防止することを、アズキの実生植物体で確認した。

材料および方法 ①

本研究では、ワイン製造後に残るブドウ果皮（品種：Zweigeltrebe）由来のワイン残渣を用いて、作物の凍霜害予防効果を検証した。

1. ワイン残渣抽出物の作製

乾燥ワイン残渣*をアセトン水溶液で抽出し、アセトンを除去後に凍結乾燥して粉末化し、超純水で溶解した抽出物（60 mg/mL）を調製した。



*実験に供試した乾燥ワイン残渣

2. 使用植物

凍霜害の実験には以下の3種の作物を使用した：

- ・アズキ ‘きたろまん’（北海道の早霜害対象作物）
- ・ナガイモ ‘とかち太郎’
- ・ブドウ ‘ナイアガラ’

各植物は温度・湿度・日長などを管理して育成し、試験に供する葉を採取した。

3. 氷核形成細菌

凍霜害の主因として知られる細菌 *Erwinia ananas* を氷核物質として使用。

材料および方法 ②

4. 抽出物の氷核形成阻害能（anti-INA）の測定

ワイン残渣抽出物と *E. ananas* 懸濁液を混合した試験溶液を用い、 -20°C まで冷却して凍結開始温度を測定。コントロールとの差で氷核形成阻害効果を評価。

5. リーフディスク凍結法による各作物葉面の凍結開始温度測定

各作物の葉切片に4処理区（氷核の有無 × 抽出物の有無）を施した液滴を載せ、凍結開始温度を記録。葉の表側に処理を行い、凍結温度の違いを比較。

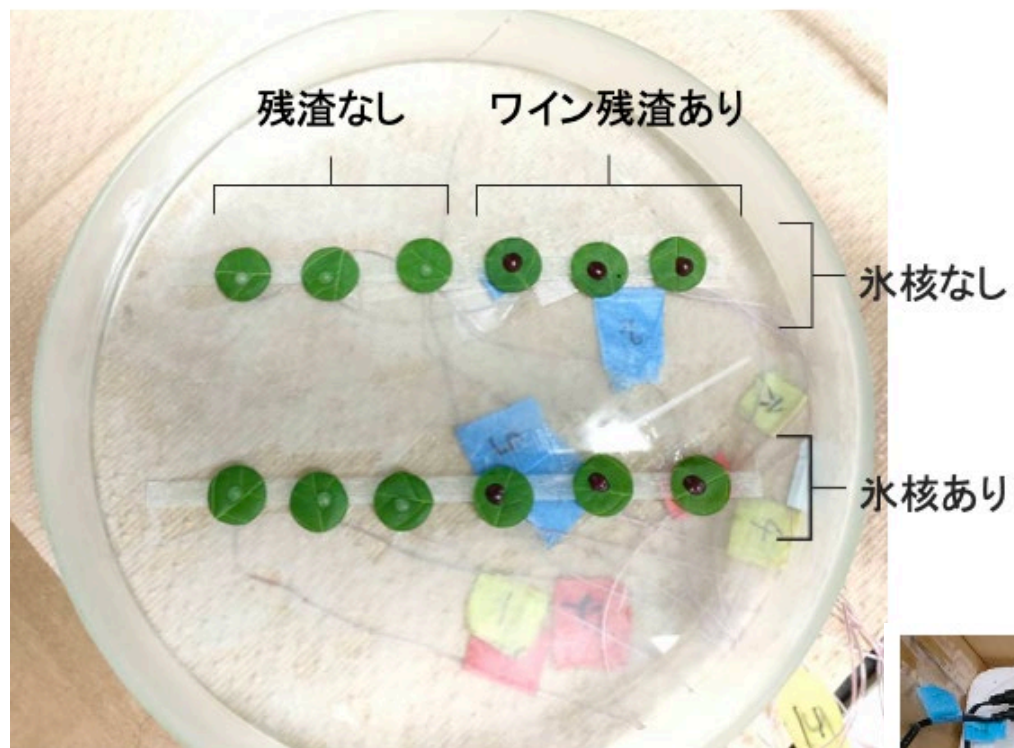
6. アズキ葉の LT_{50} （半致死温度）測定

電解質漏出法を用いて、葉細胞の耐凍性を示す LT_{50} （ $^{\circ}\text{C}$ ）を推定。凍結が葉の生存に与える影響を評価。

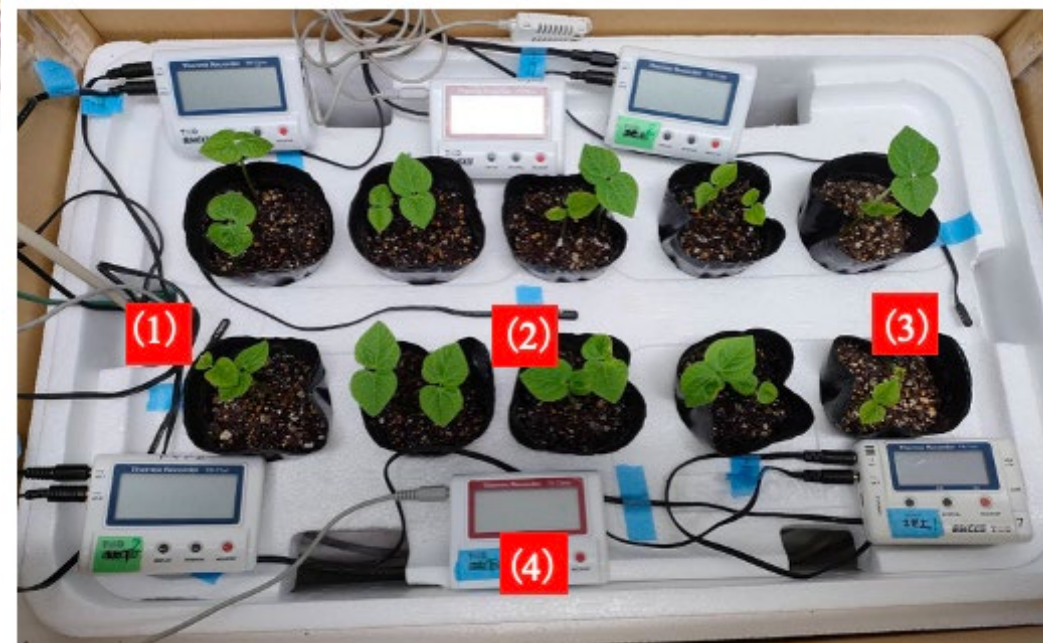
7. アズキ苗での凍霜害防止効果の検証

アズキ苗に *E. ananas* の有無と抽出物噴霧の有無で4処理を設定し、 -4.9°C 環境で3時間冷却処理。凍結による萎れをもとに生存率を算出。

材料および方法 ③（各実験の様子）



リーフディスク凍結法による
各作物葉面の凍結開始温度測定



アズキ苗での凍霜害防止効果の検証



アズキ葉のLT₅₀（半致死温度）測定

結 果 ①

1. 3種の作物の葉面における液滴の凍結開始温度に及ぼすワイン残渣抽出物の影響

アズキ、ナガイモ、ブドウの葉面上で、液滴の凍結開始温度に対する**ワイン残渣抽出物と氷核細菌 (*E. ananas*) の影響を評価した。

- 氷核細菌を含む液滴 (E (+) W (-)) では、含まない液滴 (E (-) W (-)) よりも凍結開始温度が約4°C高くなった。
- さらに、ワイン残渣抽出物を加えた場合 (E (+) W (+))、凍結開始温度が再び約4°C低下した。

結論：ワイン残渣抽出物には、氷核活性を抑制し、凍結開始温度を約4°C下げる効果があると示された。

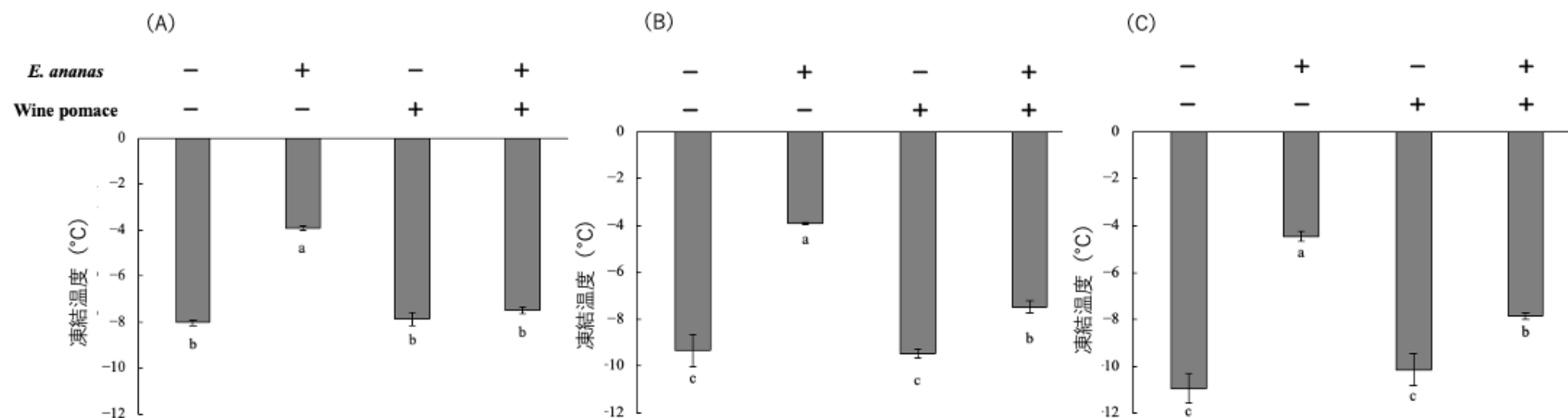


図1 3種の植物 (アズキ : A, ナガイモ : B, ブドウ : C) の葉片に置いたワイン搾りかす抽出物の凍結温度
葉片に、*E. ananas*懸濁液の有無(+ , -)、ワイン搾りかす抽出物の有無(+ , -)を変えたサンプル液滴を置き、
0.2°C/分の速度で2時間冷却した。各データは平均±S.E. (n = 3-5) を示す。
アルファベットは、異なる文字間に1%レベルで有意差があることを示す(Tukey-Kramer検定)。

2. アズキの葉（リーフディスク）の耐凍性に及ぼすワイン残渣抽出物の影響

アズキの葉における耐凍性（LT₅₀）に対する氷核細菌（*E. ananas*）およびワイン残渣抽出物の影響を調べた。

- 氷核細菌を添加した区（E（+）W（-））では、細菌がない区（E（-）W（-））よりもLT₅₀が約4.7℃高く、耐凍性が低下した。
- 一方、ワイン残渣抽出物を加えた区（E（+）W（+））では、LT₅₀が低下し、氷核による耐凍性低下が抑制された。

結論：ワイン残渣抽出物は、*E. ananas*によるアズキ葉の耐凍性低下を軽減する効果がある。

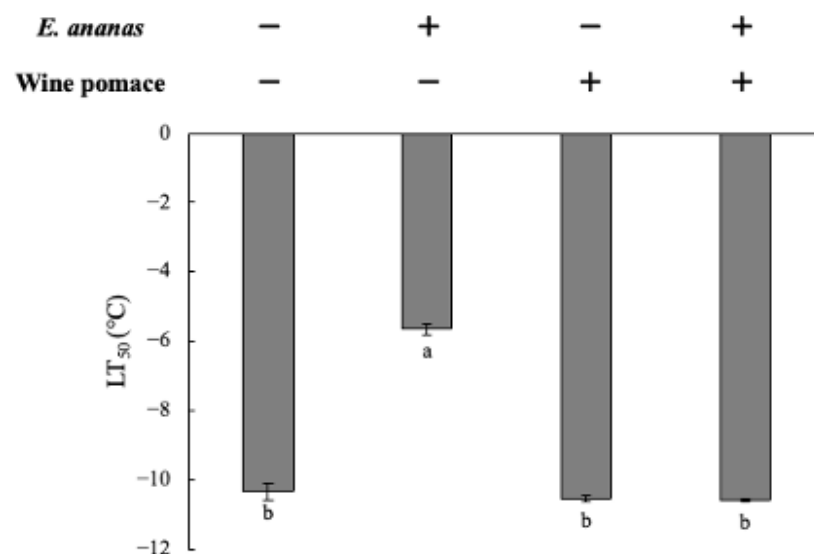


図2 アズキの葉（リーフディスク）のLT₅₀に及ぼす、葉面上の液滴へのワイン搾りかす抽出物添加の影響
リーフディスク上での*E. ananas*懸濁液の有無（+，-）、ワイン搾りかす抽出物の添加の有無（+，-）を変えた液滴を葉面に置き、前述の条件で冷却した。各データは平均±S. E.（n = 5）を示す。
アルファベットは、異なる文字間に1%レベルで有意差があることを示す（Tukey-Kramer検定）。

3. アズキ苗を用いたワイン残渣抽出物噴霧による凍霜害抑制効果の検証

ワイン残渣抽出物の凍霜害防止効果を検証するため、アズキ苗を -4.9°C 前後の冷却条件で処理し、生存率を評価した。

- 氷核細菌のみを処理した区（E (+) W (-)）では、苗に霜が降りて凍結し、茎が折れるなどの凍霜害が確認され、生存率も低下した。
- 一方、ワイン残渣抽出物を併用した区（E (+) W (+)）では、凍霜害が軽減され、生存率も向上した。

結論：ワイン残渣抽出物は、アズキ苗の凍霜害を緩和し、生存性を高める効果がある。

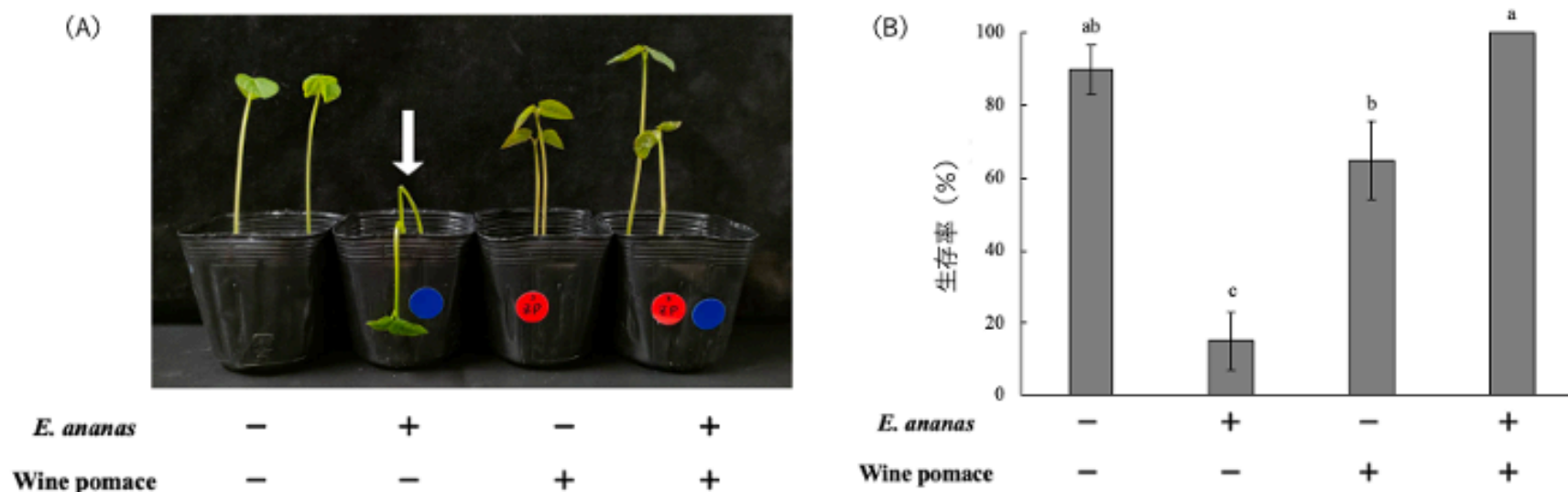


図3 冷却処理直後のアズキ幼植物体の様子 (A) と生存率 (B)

(A) 白い矢印は霜害を受けた苗（ネガティブコントロール）を示す。葉の表面に *E. ananas* を塗布した (+) または塗布していない (-) 植物体に、ワイン搾りかす抽出物を塗布した (+) または塗布していない (-) 状態で冷却した。

(B) 上記の実験を反復試験し生存率を算出した。各データは平均±S.E. (n = 10) を示す。異なる文字間で5%レベルで有意差があることを示す (Fisherの正確検定およびBenjaminiとHochbergの偽発見率手順)。

新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった、費用対効果や植物毒性の軽減を、廃材を用いることで達成できる。
- 地球温暖化の傾向はここ北海道でも見られるが、厳冬期の低温や、早春の放射冷却などで、凍結障害のリスクは依然存在し、本剤の需要は今後も続くと考えられる。

想定される用途

- 本技術の特徴を生かすためには、完全有機栽培、自然栽培などで作物を栽培している圃場への適用することで天然物を使用するメリットが大きいと考えられる。
- また、達成された氷核形成阻害効果に着目すると、冷凍食品や氷菓といった分野や用途に展開することも可能と思われる。

実用化に向けた課題

- 現在、特定の作物について一定の低温下での凍害防御が可能のところまで開発済み。しかし、他の作物や更に低温域での効果が未確認である。
- 今後、ポマス抽出効率について実験データを取得し、広範な低温域に適用できるようサーベイしていく。
- 科学的説得性を深めるため、凍害防御効果の物質的実態を同定する必要もあり。

社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	凍害防御剤としてのポマス抽出物の精製	
現在	ポマス抽出物で作物実生にて凍害防御効果が確認される	
2年後	<ul style="list-style-type: none">・ポマス抽出の最適化・凍害防御効果の汎用性が拡大	デモンストレーション実施 地域イノベーション創出総合支援事業 シーズ発掘試験
5年後	<ul style="list-style-type: none">・実際のワイナリーにて実証試験（例：晩霜害）・商品化を実現	評価基礎データの提供 サンプル提供が実現

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 植物用凍霜害防止剤
- 出願番号 : 特願2025-067501
- 出願人 : 国立大学法人北海道大学
- 発明者 : 実山 豊、尾崎 優奈、
来田 祐太郎、小野 色葉

お問い合わせ先

北海道大学 産学・地域協働推進機構
産学・地域協働推進機構 ワンストップ窓口

<https://www.mcip.hokudai.ac.jp/about/onestop.html>