

なぜ微生物殺菌剤は普及しないのか？

~現状と今後の展望~

みどりの食料システム戦略（概要）

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～

Measures for achievement of Decarbonization and Resilience with Innovation (MeaDRI)

令和3年5月
農林水産省

現状と今後の課題

- 生産者の減少・高齢化、地域コミュニティの衰退
- 温暖化、大規模自然災害
- コロナを契機としたサプライチェーン混乱、内食拡大
- SDGsや環境への対応強化
- 国際ルールメイキングへの参画



「Farm to Fork戦略」(20.5)
2030年までに化学農薬の使用及びリスクを50%減、有機農業を25%に拡大



「農業イノベーションアジェンダ」(20.2)
2050年までに農業生産量40%増加と環境フットプリント半減

農林水産業や地域の将来も見据えた持続可能な食料システムの構築が急務

持続可能な食料システムの構築に向け、「みどりの食料システム戦略」を策定し、中長期的な観点から、調達、生産、加工・流通、消費の各段階の取組とカーボンニュートラル等の環境負荷軽減のイノベーションを推進

目指す姿と取組方向

2050年までに目指す姿

- 農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現
- 低リスク農業への転換、総合的な病害虫管理体系の確立・普及に加え、ネオニコチノイド系を含む従来の殺虫剤に代わる新規農薬等の開発により化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減
- 輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減
- 耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を25%(100万ha)に拡大
- 2030年までに食品製造業の労働生産性を最低3割向上
- 2030年までに食品企業における持続可能性に配慮した輸入原材料調達の実現を目指す
- エリートツリー等を林業用苗木の9割以上に拡大
- ニホンウナギ、クロマグロ等の養殖において人工種苗比率100%を実現

戦略的な取組方向

2040年までに革新的な技術・生産体系を順次開発（技術開発目標）

2050年までに革新的な技術・生産体系の開発を踏まえ、

今後、「政策手法のグリーン化」を推進し、その社会実装を実現（社会実装目標）

※政策手法のグリーン化：2030年までに施策の支援対象を持続可能な食料・農林水産業を行う者に集中。

2040年までに技術開発の状況を踏まえつつ、補助事業についてカーボンニュートラルに対応することを目指す。

補助金拡充、環境負荷軽減メニューの充実とセットでクロスコンプライアンス要件を充実。

※革新的技術・生産体系の社会実装や、持続可能な取組を後押しする観点から、その時点において必要な規制を見直し。

地産地消型エネルギーシステムの構築に向けて必要な規制を見直し。



ゼロエミッション
持続的発展

革新的技術・生産体系の
速やかな社会実装

革新的技術・生産体系
を順次開発

開発されつつある
技術の社会実装

2020年 2030年 2040年 2050年

取組・技術

期待される効果

経済

持続的な産業基盤の構築

- ・輸入から国内生産への転換（肥料・飼料・原料調達）
- ・国産品の評価向上による輸出拡大
- ・新技術を活かした多様な働き方、生産者のすそ野の拡大

社会

国民の豊かな食生活 地域の雇用・所得増大

- ・生産者・消費者が連携した健康的な日本型食生活
- ・地域資源を活かした地域経済循環
- ・多様な人々が共生する地域社会

環境

将来にわたり安心して 暮らせる地球環境の継承

- ・環境と調和した食料・農林水産業
- ・化石燃料からの切替によるカーボンニュートラルへの貢献
- ・化学農薬・化学肥料の抑制によるコスト低減

アジアモンスーン地域の持続的な食料システムのモデルとして打ち出し、国際ルールメイキングに参画（国連食料システムサミット（2021年9月）など）

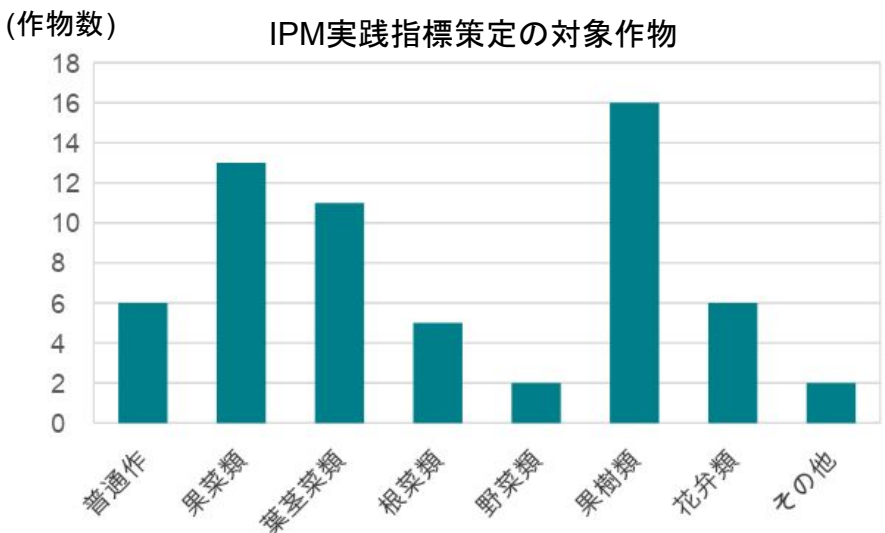
生物農薬の現状

目指す姿と取組方向

2050年までに目指す姿

- 農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現
- 低リスク農薬への転換、総合的な病害虫管理体系の確立・普及
に加え、ネオニコチノイド系を含む従来の殺虫剤に代わる新規農薬等の開発により化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減

※リスク換算はADI(許容一日摂取量)と有効成分ベースの農薬出荷量をもとに算出



農林水産省消費・安全局植物防疫課のデータを基に作成

園芸作物で55作物が策定



農薬工業会「農薬年度出荷実績」を基に作成

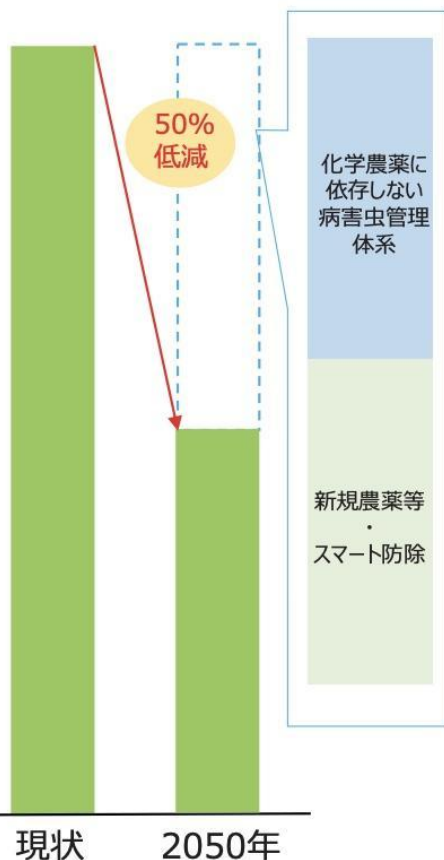
300億円弱で安定

化学農薬の低減に向けた取組

目標

スマート防除技術体系の活用や、リスクの高い農薬からリスクのより低い農薬への転換を段階的に進めつつ、**化学農薬のみに依存しない総合的な病害虫管理体系の確立・普及等**を図ることに加え、**2040年まで**に多く使われているネオニコチノイド系農薬を含む従来の殺虫剤を使用しなくてもすむような**新規農薬等の開発**により、**2050年までに化学農薬使用量（リスク換算）の50%低減を目指す。**

化学農薬使用量（リスク換算）*



1 化学農薬のみに依存しない総合的な病害虫管理体系の確立・普及

化学農薬のみに依存するのではなく、抵抗性品種や輪作体系、土づくりなどを組み合わせ、病害虫がまん延しにくい健全な環境をつくる。「防除」だけでなく「予防」にも重点をおいた総合管理へシフトチェンジする次世代総合的な病害虫管理を推進。

目標達成に向けた技術開発

- ・化学農薬のみに依存しない**総合的な病害虫管理体系**の確立
 - ・多様な作物について、**病害虫抵抗性**を有し、かつ、**生産性や品質が優れた抵抗性品種**
 - ・天敵などを含む**生態系の相互作用の活用技術**
 - ・**共生微生物**や**生物農薬**等の生物学的防除技術

目標達成に向けた環境・体制整備

- ・難防除病害虫に対応する**総合対策**
- ・次世代総合的な病害虫管理の**推進**
[持続可能な生産技術への転換を促す仕組みと支援を検討]

(→有機農業の拡大にも貢献)

2 新規農薬等の利用・スマート防除技術体系の確立

リスクの低い農薬の利用や、AI等を用いた早期・高精度な発生予察、ドローンによるピンポイント防除技術体系の確立等により、農薬のリスクと使用量を低減する。

目標達成に向けた技術開発

- ・**低リスク化学農薬** ・**新規生物農薬** ・**RNA農薬** ・**除草ロボット**
- ・AI等を用いた病害虫の**早期・高精度な発生予察技術** ・ドローンによる**ピンポイント散布**（散布用農薬の拡大）等

目標達成に向けた環境・体制整備

- ・リスクのより低い**新規農薬**への転換
- ・スマート防除技術体系の現場導入・普及

* リスク換算の方法については、農業資材審議会農薬分科会での議論の上、決定。

※1aあたり約6,000円で販売中

微生物殺菌剤の現状

微生物殺虫剤

- BT剤 ・生物農薬全体の約50%を占める
- ・殺虫スピードが早く化学農薬に近い使用法
- ・数種類の株が存在し幅広い防除が可能

他にもウイルス製剤など…

比較的種類が豊富・アルカリ性農薬/肥料との混用は不可

微生物殺菌剤

一般名	有効成分	主な用途
タフブロック	タラロマイセス フラバス	水稻種子消毒剤
エコホープDJ	トリコデルマ アトロビリデ	水稻種子消毒剤
ボトキラー水和剤	バチルス ズブチリス	灰色かび病・うどんこ病防除剤
バイオキーパー水和剤	エルビニア カロト ポーラ	バレイショの軟腐病防除剤

4有効成分で出荷額全体(8.5億円)の9割以上を占める



微生物自体は発見されているのに
技術化されている農薬が少ない？

プレスリリース
(研究成果) イネもみ枯細菌病の発症を抑える微生物をイネから発見

- 微生物農薬など、効果的な防除技術の開発に貢献 -

情報公開日:2021年3月 3日 (水曜日)

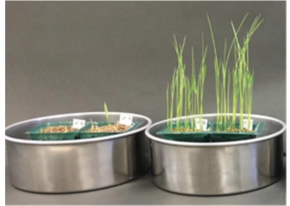
ポイント

農研機構は、イネもみ枯細菌病¹⁾の発症を抑える4種の微生物(細菌)を、イネから発見しました。4種の細菌は「善玉菌」として働き、イネに常在する微生物の全体バランス(微生物叢²⁾)を変化させることにより、もみ枯細菌病の発症を抑えていると推定されました。本成果は、微生物農薬の開発など、決定的な防除方法のないもみ枯細菌病に対する効果的な防除技術の開発に役立つとともに、もみ枯細菌病の発症メカニズムの解明につながると期待されます。

概要

イネもみ枯細菌病は、イネもみ枯細菌病菌の感染により引き起こされ発病量が収量減に直結するイネの重要病害です。地球温暖化の進展に伴い世界的に発生拡大が危惧されており、我が国でも西日本を中心に多発し問題となっています。抵抗性品種が存在せず、現在は殺菌剤等で防除していますが、殺菌剤のきかない原因細菌の出現が問題となっています。また本病害は、原因細菌が感染しても必ずしも病徴が出ないので感染に気づきにくく、感染の拡大を引き起こしがちで対策の難しいことが特徴です。

農研機構は、本病害の発生を抑える4種の有用微生物(RSB)³⁾(シュドモナス属細菌3種及びステノトロフォモナス属細菌1種)を、もみ枯細菌病に感染したイネの幼苗から発見しました。これらを組み合わせて使用することで、効果的にもみ枯細菌病による幼苗の枯死を抑えることに成功しました(写真)。



もみ枯細菌病菌 + 本研究で発見した有用微生物

発見した細菌をもみ枯細菌病菌と同時にイネに与えると、イネの内生微生物⁴⁾叢が変化していることがわかりました。4種の細菌は「善玉菌」として働き、イネの微生物叢を変化させます。これにより、もみ枯細菌病の発症

(研究成果) イネもみ枯細菌病の発症を抑える微生物をイネから発見

- 微生物農薬など、効果的な防除技術の開発に貢献 -

情報公開日:2021年3月 3日 (水曜日)

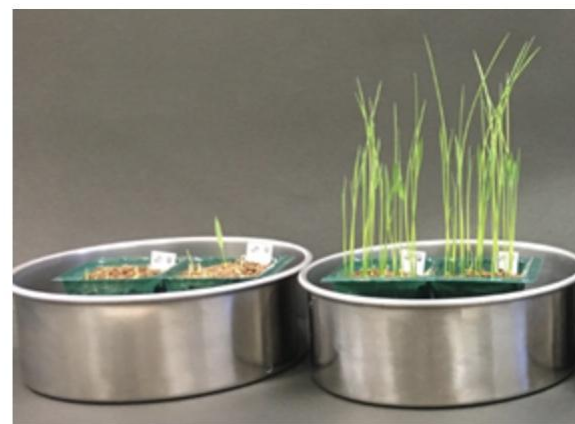
ポイント

農研機構は、[イネもみ枯細菌病^{1\)}](#)の発症を抑える4種の微生物(細菌)を、イネから発見しました。4種の細菌は「善玉菌」として働き、イネに常在する微生物の全体バランス([微生物叢^{2\)}](#))を変化させることにより、もみ枯細菌病の発症を抑えていると推定されました。本成果は、微生物農薬の開発など、決定的な防除方法のないもみ枯細菌病に対する効果的な防御技術の開発に役立つとともに、もみ枯細菌病の発症メカニズムの解明につながると期待されます。

概要

イネもみ枯細菌病は、イネもみ枯細菌病菌の感染により引き起こされ発病量が収量減に直結するイネの重要病害です。地球温暖化の進展に伴い世界的に発生拡大が危惧されており、我が国でも西日本を中心に多発し問題となっています。抵抗性品種が存在せず、現在は殺菌剤等で防除していますが、殺菌剤のきかない原因細菌の出現が問題となっています。また本病害は、原因細菌が感染しても必ずしも病徴が出ないので感染に気づきにくく、感染の拡大を引き起こしがちで対策の難しいことが特徴です。

農研機構は、本病害の発生を抑える4種の有用微生物([RSB^{3\)}](#))(シュドモナス属細菌3種及びステノトロフォモナス属細菌1種)を、もみ枯細菌病に感染したイネの幼苗から発見しました。これらを組み合わせて使用することで、効果的にもみ枯細菌病による幼苗の枯死を抑えることに成功しました(写真)。



もみ枯細菌病菌

もみ枯細菌病菌
+
本研究で発見した有用微生物

微生物殺菌剤がなぜ普及しないのか

コスト面

IPMの実施のため、追加資材を投入すると**コストが上昇**する

例: 軟腐病防除用の農薬



2倍
<



500g: 3,650円

100g: 1,490円

微生物殺菌剤がなぜ普及しないのか

コスト面

IPMの実施のため、追加資材を投入すると**コストが上昇**する

例: 軟腐病防除用の農薬



2倍
<



500g: 3,650円

100g: 1,490円

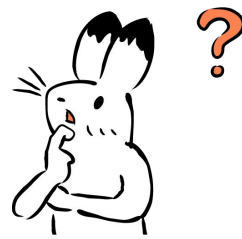
But…このようなデータもあります

ハクサイ軟腐病における農薬使用例

農薬	希釈倍率	使用量
マテリーナ水和剤	1,000倍	100～300L /10a
バイオキーパー水和剤	500 ～2000倍	150～300L /10a

使用法によってはコストが変わらない

- ・化学農薬 vs 微生物農薬で価格のみを比較するのはナンセンス？
総合的に**コストに見合った防除効果**が得られるかが重要
- ・**薬剤抵抗性品種の出現を防ぐ**目的で使用した方が良い？



微生物殺菌剤がなぜ普及しないのか

効果の安定性

使用場面によって防除効果が異なる/化学農薬に比べて安定しない

原因

◎微生物資材の製品ロットにおけるばらつき

- ・製剤化に対する課題のため対処法が明確



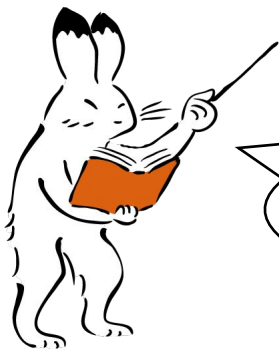
菌体濃縮後にトレハロース添加
→生菌数が30倍以上

石川県工業試験場

◎防除効果が病害の発生程度や処理の環境条件に大きく左右される

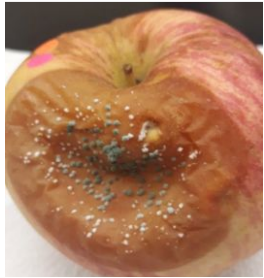
- ・害の種類、発病程度、作物種、栽培環境等に応じて対処が異なる

吉田, 對馬 (2012)



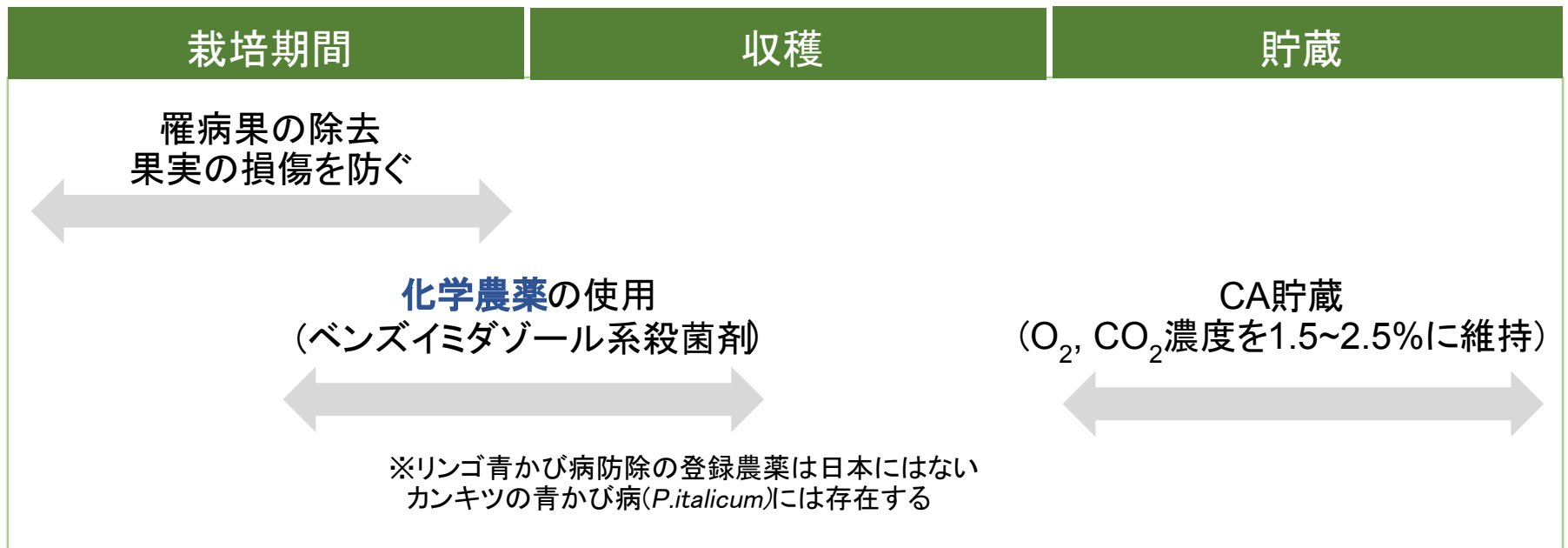
微生物殺菌剤の利用には効果の安定性が必須条件！

リンゴ青かび病について



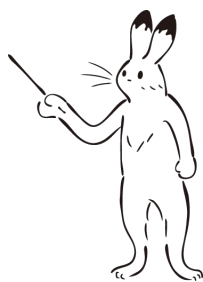
- ・原因菌: *Penicillium expansum*
- ・輸送および貯蔵中に発生し、果実を腐敗させる
- ・*P. expansum*が生産するパツリンには神経毒性あり

防除方法の例



国内ではマイナーだが、海外ではリンゴの主要病害の一つ

- ①化学農薬との混合
 ②自生菌の利用
 ③食用コーティング剤との混合



① 化学農薬との混合
 ※(併用ではない)

-病害防除用の場合だとハチルス・ズブチリス以外の混用事例が見当たらない…
 基本的には微生物農薬は化学農薬と散布期間を空けることが推奨されている

製品名	希釈倍率	3日後死亡率(%)			希釈倍率	化学農薬
		ポタニ単用	混用	農薬単用		
ポタニガード	500	84.6	100	72.7	10,000	アドマイヤー 顆粒水和剤
	1,000	33.3	60	50	20,000	
	2,000	7.7	71.4	10	40,000	
ポタニガード	500	84.6	91.7	42.1	2,000	モスビラン 水和剤
	1,000	33.3	96.2	25	4,000	
	2,000	7.7	82.4	11.1	8,000	
ポタニガード	500	84.6	100	42.9	2,000	アクタラ 顆粒水和剤
	1,000	33.3	75	41.1	4,000	
	2,000	7.7	20	33.3	8,000	

製品名	希釈倍率	3日後死亡率(%)			希釈倍率	化学農薬
		ポタニ単用	混用	農薬単用		
ポタニガード	500	84.6	100	76.5	2,000	スタークル 顆粒水和剤
	1,000	33.3	100	0	4,000	
	2,000	7.7	52.4	0	8,000	
ポタニガード	500	84.6	57.9	77.7	5,000	チェス 水和剤
	1,000	33.3	53.3	36.7	10,000	
	2,000	7.7	40	12.5	20,000	
ポタニガード	500	84.6	100	53.8	2,000	マッチ乳剤
	1,000	33.3	53.8	25	4,000	
	2,000	7.7	33.3	11.1	8,000	

Arysta LifeScienceより一部改変

他の微生物殺菌剤でも広く利用可能な手法が求められる

②自生菌の利用

起菌となる環境において菌類病原体と自然に競合—**果実表面に残りやすい**

Table 1. Yeast antagonists evaluated for the biocontrol of postharvest diseases in five continents of the earth.

Continent	Yeast	Pathogen	Disease	Fruit	Inhibition In Vitro	Range (%) In Vivo	Reference
ASIA							
China	<i>Candida oleophila</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Gray mold	Kiwifruit	-	17–45	[24]
Thailand	<i>Papiliotrema aspenensis</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Anthracnose	Mango	66	94	[25]
India	<i>Candida tropicalis</i>	<i>Colletotrichum musae</i>	Anthracnose	Banana	70–85	84–96	[26]
Malaysia	<i>Trichosporon asahii</i>	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Anthracnose	Papaya	55–70	51	[27]
Israel	<i>Candida oleophila</i>	<i>Penicillium digitatum</i>	Green mold	Grapefruit	-	50–85	[28]
Taiwan	<i>Aureobasidium</i> sp.	<i>Botrytis cinerea</i>	Gray mold	Strawberry	18–36	-	[29]
Indonesia	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Colletotrichum acutatum</i>	Anthracnose	Chili	32–45	-	[30]
Saudi Arabia	<i>Pichia anomala</i>	<i>Botryodiplodia theobromae</i>	Fruit rot	Guava	-	39–50	[31]

(b)



(Hernandez-Montiel et al., 2021)

But not enough...!!!

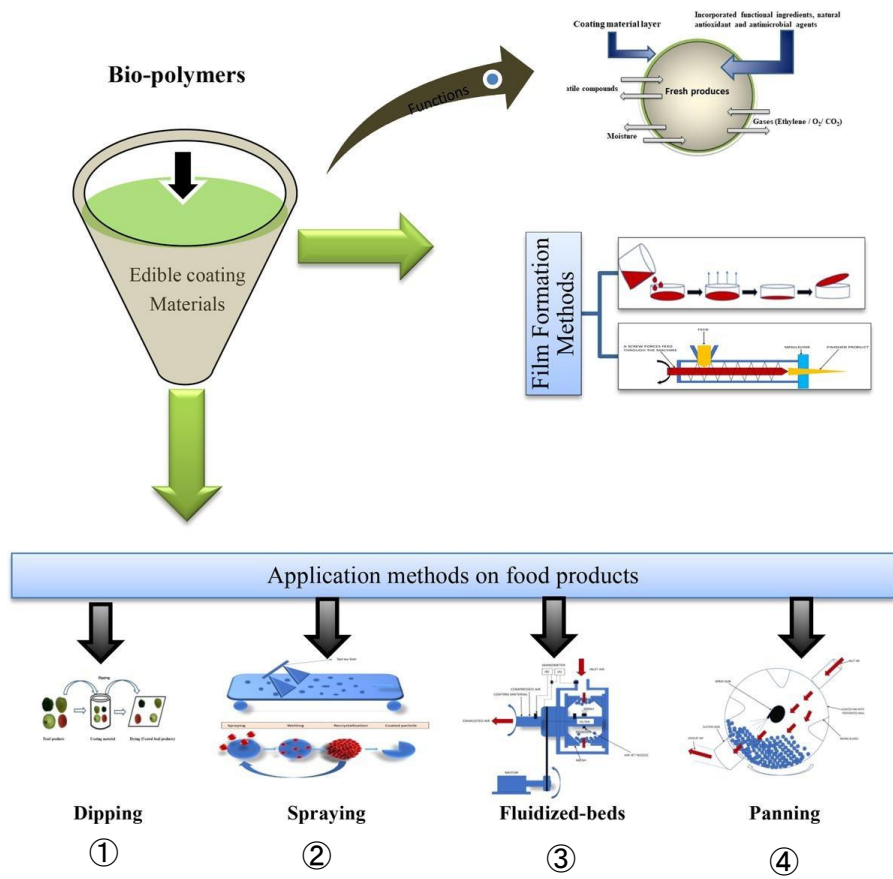
左の論文では以下の議論がされています



during the last few days of storage, pathogen reduction decreased.(省略) Future prospects involve to increase the antifungal effectiveness of Y29 in apples contaminated with *P.expansum* **by increasing the viability of yeasts or their adhesive properties on apple skin.**

③食用コーティング剤の使用

- ・主にポストハーベストでの利用を想定した厚さ10μm未満の皮膜
- ・ガス/水分/溶質の移動を制御



コーティング方法

①浸漬

以降の論文で用いられている手法

②噴霧(スプレー)

③ブラッシング

④LBL(レイヤーバイレイヤー)

Casting

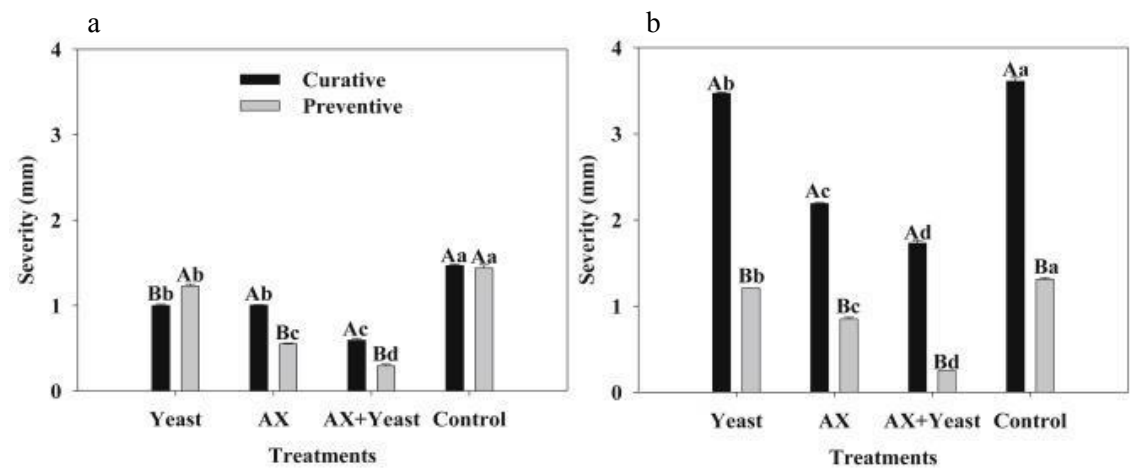
Extrusion

筆者らの主張

果実の表面に拮抗微生物を高濃度に維持するために、食用コーティング剤に組み込むことは効果的な方法となる可能性

例) ライムにおける青かび病防除

AX: アラビノキシラン
ヘミセルロースの一種



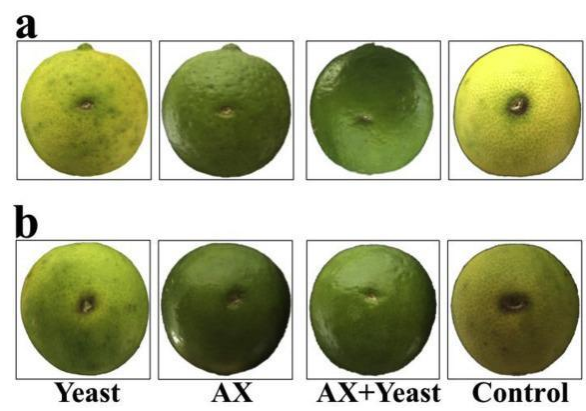
Curative

傷付ける→*P. italicum*を接種→拮抗酵母

Preventive

傷付ける→拮抗酵母 →*P. italicum*を接種

a: 25°C, b: 17°C



発生病害を治癒するというより発生の防除に効果的である可能性

AX-酵母コーティング剤が最も防除効果が見られた

食料残渣を用いたコーティング剤

商業的に利用されている食用コーティング剤

TABLE 1 Commercial available coatings for tomatoes and other fruits and vegetables

Manufacturing Industry	Brand names	Country	Coating material	Fruits/vegetables	References
BASF	Fruit Seal	USA	N/m	Tomato, pine apple, and melons	Kumar et al. (2022)
AgriCoat NatureSeal Ltd.	NatureSeal	UK	Mineral and vitamin blends	Tomato, carrots, potato, banana, avocado, mango, pear, guava	AgriCoat (2022)
Sufresca	Sufresca	Isreal	N/m	Tomato, cucumber, bell pepper	Sufresca (2022)
Akron Technology	Vegetable coatings	USA	Corn	Tomato, Pepper, Cucumber, Stone fruits including mango, cherries	Akron (2022)
Improveat	BioFruitCoat	Portugal	N/m	Tomato, citrus, strawberries	Aguirre-Joya et al. (2018)
Flo Chemical Corporation	FloZein	USA	Guar gum and Zein	Tomato, carrot	Flo Chemical (2022)
De Ieye Agro	Biofresh	Netherlands	Esters of sucrose	Apple and pears	Kumar et al. (2022)
Nabaco Inc.	NatuWrap	USA	Natural polymers and nanoparticles of clay	Fruits including apples, banana, pears, avocado, grapes, melons	Nabaco (2022)
Decco Naturally Postharvest	Decco luster 202	Argentina	N/m	Citrus fruits	Decco (2022)
Apeel Sciences	Apeel	USA	Lipids and glycerolipids	Avocado	Apeel (2022)
Pace International LLC	Semperfresh	USA	Esters of sucrose	Cherry	Pace International (2022)
	Natural Shine	USA	Carnauba wax	Citrus and tropical fruits	
	Shield-Brite	USA	Shellac	Apple	
	PrimaFresh	USA	Carnauba wax	Pomegranate	

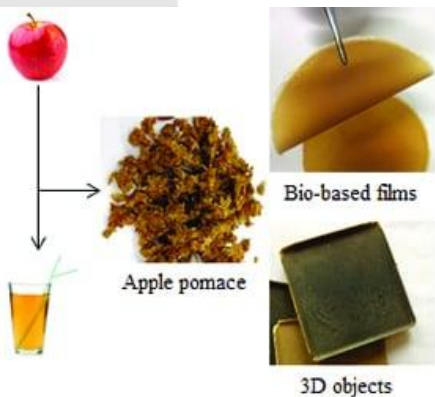
N/m, not mentioned.

リンゴの搾りかす

高濃度の酸・糖分、タンパク質含有量が低い
→飼料や埋め立てに使用できない

セルロース(7%~44%)、ペクチン(4%~14%)
→バイオポリマーとして使用できる可能性

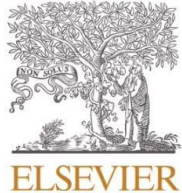
(Gustafsson et al., 2019)



リンゴ残渣を用いたコーティング剤と微生物殺菌剤を組み合わせるのはどうだろう???

本日の内容

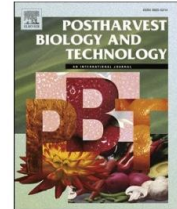
Postharvest Biology and Technology 185 (2022) 111805



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Postharvest Biology and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/postharvbio



Apple-based coatings incorporated with wild apple isolated yeast to reduce *Penicillium expansum* postharvest decay of apples

Laura Settier-Ramírez^{a,b,*}, Gracia López-Carballo^a, Pilar Hernández-Muñoz^a,
Angélique Fontana-Tachon^b, Caroline Strub^{b,*}, Sabine Schorr-Galindo^b

^a Packaging Lab, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, IATA-CSIC, Av. Agustín Escardino 7, 46980, Paterna, Spain

^b Qualisud, Univ Montpellier, Avignon Université, CIRAD, Institut Agro, IRD, Université de La Réunion, Montpellier, France

研究の目的

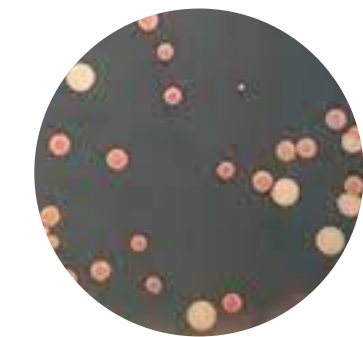
- I) ***M. pulcherrima*の生存率・抗菌活性**を異なる食用バイオフィルムで評価
- II) 活性フィルムを使用した際の**果実表面での抗菌活性**を評価

※ *M. pulcherrima*はリンゴ青かび病の原因菌である *P. expansum*への拮抗作用が見られた自生菌として既に単離済み

(Riachy et al., 2021)

実験のイメージ

Biocontrol Agent



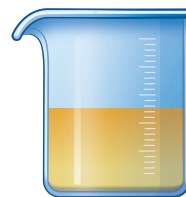
M. pulcherima
isolated from apple



Antifungal activity VS
P. expansum

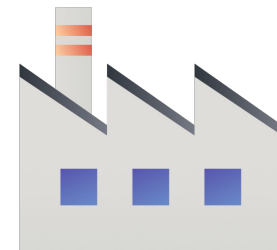


Golden Delicious



Bioactive Coating

Polymer Coating



Apple Residues



Biopolymers
extracted from apple

異なるバイオフィルムにおける*M. pulcherrima*の生存率 (fig.1-2)

Table 1
Films prepared.

Biopolymer	Film (Solvent: water)	Film (Solvent: YEG)	Film (Post-treatment with CaCl ₂)
Pectin	P	P-YEG	PC PC-YEG
Methylcellulose	MC	MC-YEG	—
Hidroxypropilmethylcellulose	HPMC	HPMC-YEG	—
Apple residues	A	—	AC

YEG: Yeast extract (9 g/L) and glucose (20 g/L) liquid culture medium.

CaCl₂: フィルムと架橋することで脱水を防げると予想

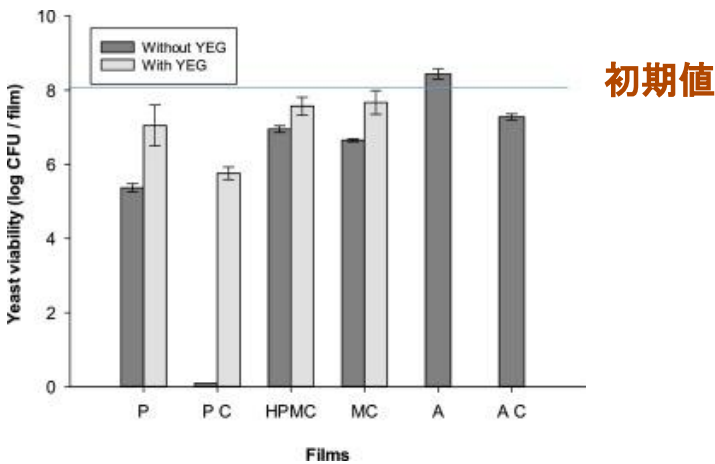


Fig. 1. Changes in the total viable counts of *Metschnikowia pulcherrima* during the film forming dehydration process. Blue line represents the initial concentration of yeasts inoculated in film forming solutions (log CFU/film). Mean values and 95 % LSD intervals (For interpretation of the references to colour in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article).

- ・Aフィルムで初期値よりも増加
- 果実由来のフィルムが *M. pulcherrima* の生存に有利

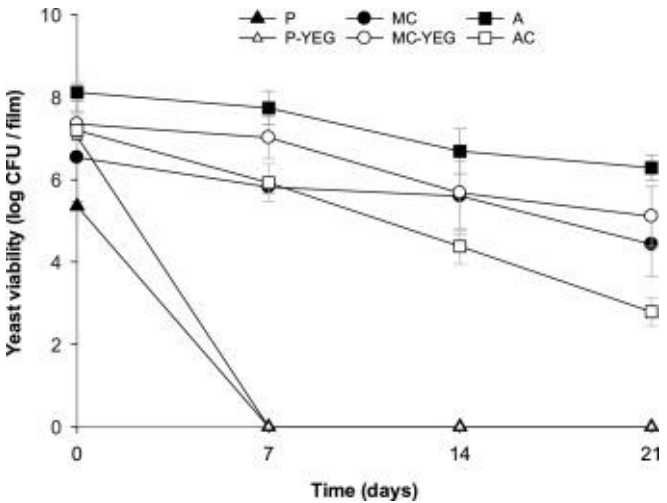


Fig. 2. Viability of *Metschnikowia pulcherrima* in films throughout storage time at 21 °C and 43 % RH. Mean values and 95 % LSD intervals.

- ・A/MC-YEGフィルムで処理後21日後も生菌数が維持
- M. pulcherrima*との併用が期待

異なるバイオフィルムにおける*P. expansum*の生存率 (fig.3-4)

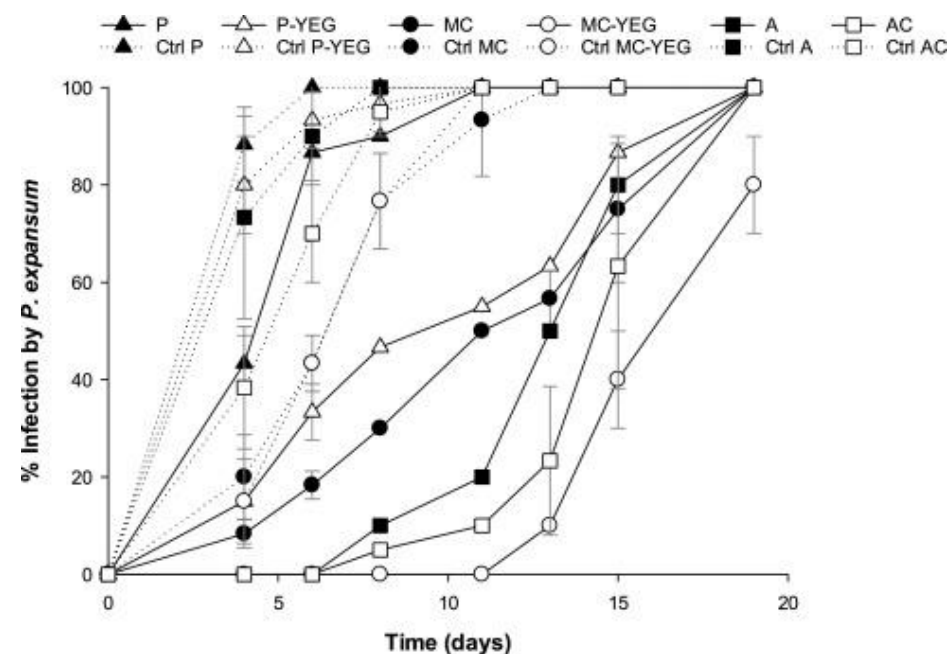


Fig. 3. Biocontrol activity of active and control films placed on the surface of PDA agar plates artificially inoculated with *Penicillium expansum* stored at 21 °C for 19 days. Mean values and 95 % LSD intervals.

control: *M. pulcherrima*なし

- ・ペクチン: リンゴの主成分 / Aフィルムはリンゴ由来
→*P. expansum*の生育も促進されてしまった可能性
- ・*M.pulcherrima*の生存率 (Fig.1-2)と結果が概ね一致

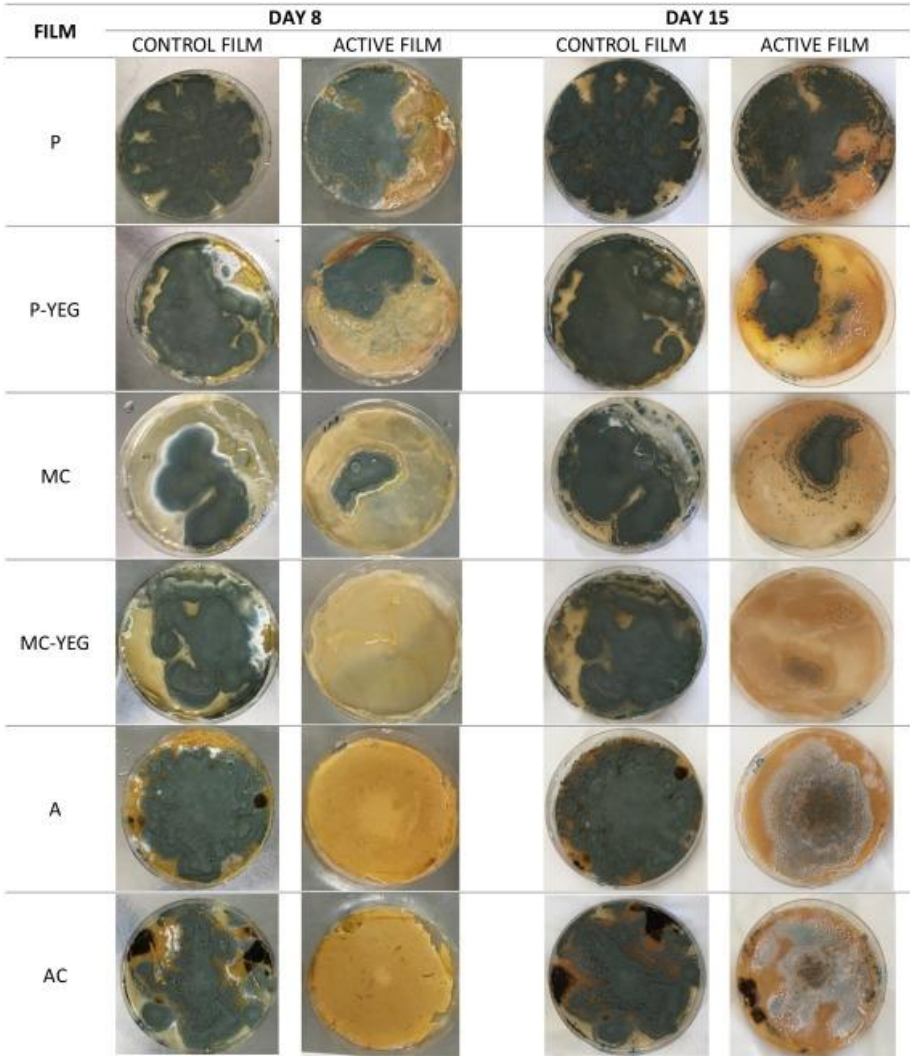


Fig. 4. Visual effect of the biocontrol activity of active and control films placed on the surface of PDA agar plates artificially inoculated with *Penicillium expansum* after incubation at 21 °C for 8 and 15 days.

青かび病防除に対する効果 (fig.5-7)

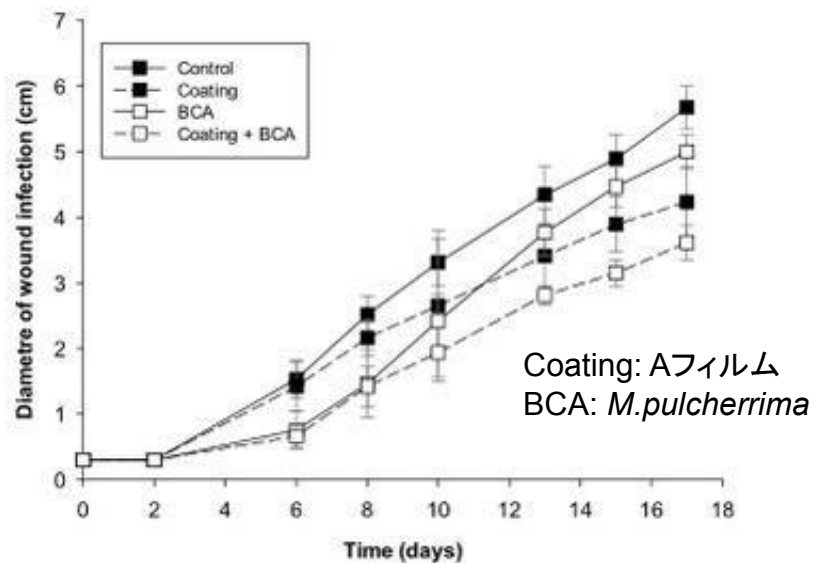


Fig. 5. Biocontrol activity of treatments applied on apples artificially inoculated with *Penicillium expansum* stored at 21 °C for 17 days.

・8日目まではBCA処理とCoating + BCA処理ともに病徴を遅延

・BCA処理のリンゴではCoating + BCA処理のリンゴと比べて酵母の初期量が低かった
→予想よりも効果が見られなかった？

筆者らの主張

***M.pulcherrima*と食用コーティング剤を配合することで安全かつ持続可能な防除法になりうる**

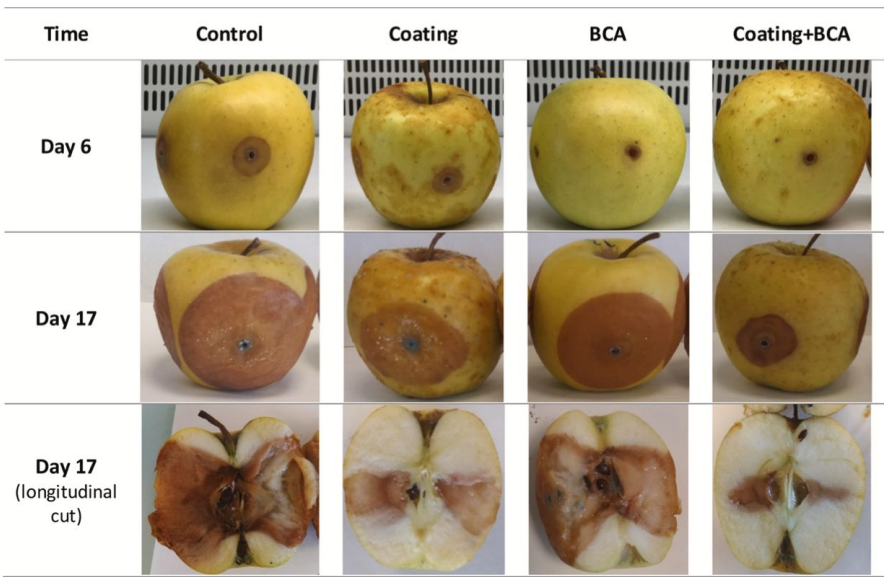


Fig. 6. Visual effect of the application of treatments on apples artificially inoculated with *Penicillium expansum* after incubation at 21 °C for 6 and 17 days.

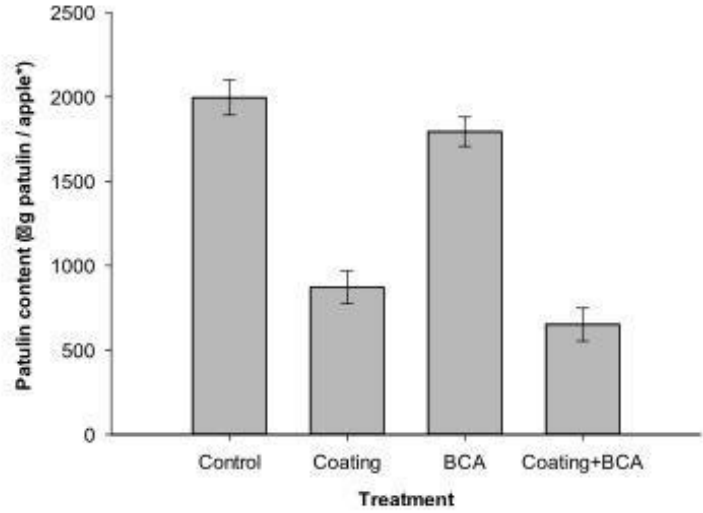


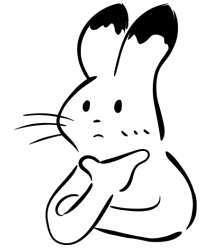
Fig. 7. Patulin accumulation (µg/kg) in apples artificially inoculated with *Penicillium expansum* (in 4 wounds around the equator of the fruit) with different treatments after incubation at 21 °C for 17 days.

微生物殺菌剤を普及させるために

論文内で気になったこと

I) 浸漬させて微生物殺菌剤を使用する方法は**作業コストが高く**農業現場では普及しにくいのでは？

→**スプレー法**など別の手法の検討も必要



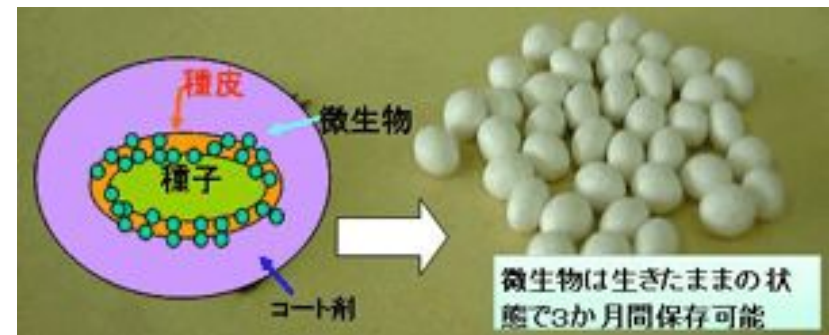
II) Coating, BCAだけで防除効果を検討するのは不十分なのは？

→**化学農薬と比較して**どれくらい効果的なのか検討する必要あり

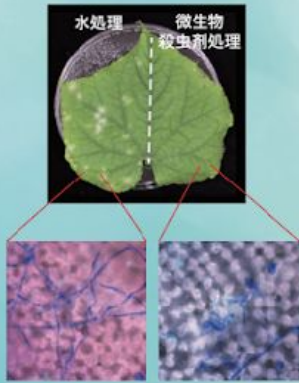
コーティング技術

他に微生物殺菌剤のコーティング技術は？

→**種子へのコーティング技術**

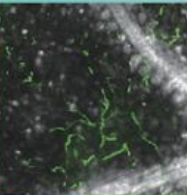


微生物殺虫剤が植物の免疫を誘導



微生物殺虫剤を散布した植物の細胞は、免疫を誘導してうどんこ病菌の感染をブロックすることを解明！

昆虫寄生菌は植物の中でも外でも生存



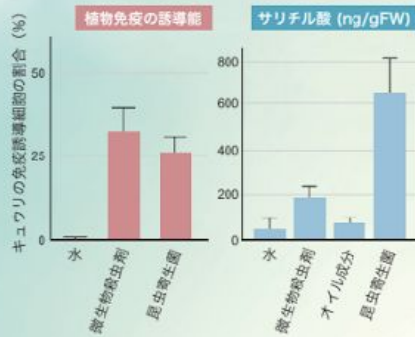
昆虫寄生菌は葉の表面で増殖することができる（植物外生性）



昆虫寄生菌は葉の中にも入って長く生存する（植物内生性）

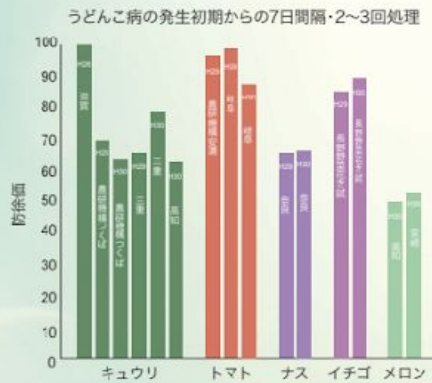
昆虫寄生菌は植物と高い親和性を持ち、植物体の内外で生存を模索！
(Nishi et al., Mycology, 12(1), pp.39-47, 2020)

微生物殺虫剤に含まれる昆虫寄生菌が植物の免疫を誘導



微生物殺虫剤の有効成分である昆虫寄生菌が植物の免疫を誘導する

すべての野菜でうどんこ病を防除できる



開発した微生物殺虫・殺菌剤は野菜類うどんこ病に登録されているため、どの野菜にも使うことができます

本研究は農研機構生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った。
「微生物殺虫・殺菌剤を用いた野菜重要病害のデュアルコントロール技術の確立」コンソーシアム

（本誌掲載の写真・イラストおよび記事の無断転載、複製、複写を禁じます。）

問い合わせ先

摂南大学農学部 (TEL: 072-896-6000)
〒572-0101
大阪府枚方市長尾崎町45-1
<http://www.setsunan.ac.jp/~pp/inobe>



病害虫デュアルコントロール

～ 病原菌と害虫を同時に防除！ ～

化学農薬に対して耐性／抵抗性を示す病原菌や害虫の発生が多くなる中
近い将来、これまでのように化学農薬に依存した防除だけでは成り立たなくなります
我々は「病害虫デュアルコントロール」という新たな方法論を提供するために
病気と害虫の両方に有効な微生物殺虫・殺菌剤を開発しました



化学農薬の使用量（リスク換算）での低減目標の実現に向けた進め方について

- 環境負荷を軽減し持続的な農業生産の確保のためには、化学農薬の使用による外部影響（リスク）の低減が必要。
- 一方で、気候変動等により病害虫のまん延が懸念される中で、化学農薬の使用によるリスクを低減するためには、農業者の皆様が化学農薬のみに依存しない総合的病害虫管理に取り組んでいただく必要。また、この取組を農薬メーカー等様々な関係者の皆様が、それぞれの役割に基づいて農業者の皆様の取組を支えていただくことが重要。
- 総合的病害虫管理では、リスクの低減と生産力向上を両立させる3つの柱として、病害虫が発生しにくい「生産条件」の整備、リスクの低い「防除資材」の選択、リスクの低い「使用方法」の選択を適切に組み合わせることが必要。

化学農薬の使用による外部影響（リスク）の低減と生産力向上を両立させる3つの柱

生産条件（Condition） 生産のベースとして、病害虫が発生しにくい条件を整備できるか。

- **立地条件**
 - ・土壌→健全な土壌
 - ・水 →排水性のよい圃場
 - ・光 →日当たりの良い圃場 等
- **作物条件**
 - ・種子→不良種子、病菌感染種子でない
 - ・苗 →徒長していない 等
- **生産管理条件**（耕種防除を含む）
 - ・土壌診断に基づく施肥管理（徒長しないよう）
 - ・栽植密度管理（密植にならないよう）
 - ・輪作、休耕（病害虫の密度低減）
 - ・カバークロップ、緑肥の活用（土づくり）
- 《イノベーションの推進》
 - ・土壌等のデータに基づく施肥マネジメント技術の開発 等

発生
予察



防除資材（Tool）

防除効果があり、かつリスクの低い資材を選択できるか。

- **物理防除、生物防除**（化学防除以外の防除）
 - 《先進的な取組の推進》
 - ・防虫ネットの活用
 - ・光、紫外線、超音波等の活用
 - ・抵抗性品種の導入
 - ・既存の生物農薬の活用 等
 - 《イノベーションの推進》
 - ・新たな抵抗性品種や生物農薬の開発
 - ・RNA農薬の開発
 - ・バイオスティミュラントの活用
 - ・除草ロボットの開発 等
- **化学防除**
 - 《先進的な取組の推進》
 - ・既登録の農薬において、リスクの高い農薬からリスクのより低い農薬への転換を推進 等
 - 《イノベーションの推進》
 - ・リスクのより低い農薬の開発
 - ・ネオニコチノイド系農薬を含む従来の殺虫剤に代わる新規農薬の開発 等

※重要な病害虫の大発生時においては生産力確保のためのセーフティネットとして緊急的に防除

発生
予察



使用方法（Application）

防除効果があり、かつリスクの低い使用方法を選択できるか。

- **高度な発生予察による病害虫管理**
 - ・ドローンやAI等のスマート技術による予察 等
- **データを活用した病害虫管理**
 - ・GIS（筆ポリゴン等）や経営管理ソフトを活用した病害虫管理 等
- 《イノベーションの推進》
 - ・上記技術の更なる高度化 等
- **施用量の低減を図る技術**
 - ・ドローンやAI等のスマート防除（SSに代わる技術としてのピンポイント防除等） 等
- **飛散の低減を図る技術**
 - ・拡散しにくいノズルの開発
 - ・育苗箱施用
 - ・種子コーティング 等

化学防除関係

農業者が、農業生産現場の状況に応じて総合的病害虫管理の考え方に立ち、生産条件の整備をベースに、防除資材と使用方法を適切に組み合わせた防除に取り組んでいただくことが重要。

○エシカル消費の推進等消費者の行動変容も極めて重要

農林水産省(2021)

本日のまとめ

微生物殺菌剤を取り巻く現状

Strategies combining BCA application to nutrient additives, salts, edible coatings, or physical treatments have been evaluated to improve BCA antagonism activity, **but with only relative success.**

(Abdou et al., 2021)

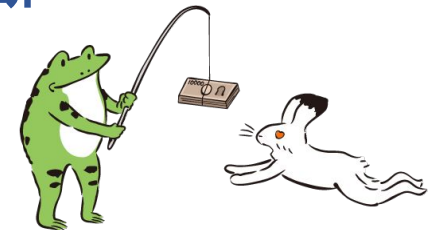
Point

①いかに微生物殺菌剤の効果を上げるか

- 食用コーティング剤に混用
- 付着率の向上

②IPM全体でかかるコストと得られる効果の総合的な判断

- 短期的な利益だけではなく、持続可能かどうか



依然として発展途上の技術ではあるが、使い方次第で実用化は可能

References

Laura Settler-Ramírez, Gracia López-Carballo, Pilar Hernández-Muñoz, Angélique Fontana-Tachon, Caroline Strub, Sabine Schorr-Galindo (2022) Apple-based coatings incorporated with wild apple isolated yeast to reduce *Penicillium expansum* postharvest decay of apples. *Postharvest Biology and Technology* **185**, 111805

須崎 浩一, 伊藤 伝, 兼松 聡子(2008)「リンゴ果実における青かび病の発生と防除」Mycotoxins Vol.58 (2) p.137-141

吉田 重信, 對馬 誠也 (2013)「植物病害に対する微生物農薬の研究開発における課題と展望」化学と生物 51 巻 8 号 p. 541-547

Luis G Hernandez-Montiel, Samir Droby, Pablo Preciado-Rangel, Tomás Rivas-García, Ramsés R González-Estrada, Porfirio Gutiérrez-Martínez, Graciela D Ávila-Quezada (2021) A Sustainable Alternative for Postharvest Disease Management and Phytopathogens Biocontrol in Fruit: Antagonistic Yeasts. *Plants* (**10**) 2641

Mari Kurokawa, Masataka Nakano, Nobutaka Kitahata, Kazuyuki Kuchitsu & Toshiki Furuya (2021) An efficient direct screening system for microorganisms that activate plant immune responses based on plant–microbe interactions using cultured plant cells. *Scientific Reports* (**11**) 7396

Carla Suzuki Altrão, Mana Kaneko, Shigeaki Shiina, Akinobu Kajikawa, Hirosuke Shinohara, Kenji Yokota (2022) Insights on suppression of bacterial leaf spot by *Bacillus* cyclic lipopeptides via induced resistance in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of General Plant Pathology*

農文協編. -- 農山漁村文化協会, 2005.9. -- (原色果樹病虫害百科 / 農文協編 ; 2).

R.R.González-Estrada, E.Carvajal-Millán, J.A.Ragazzo-Sánchez, P.U.Bautista-Rosales, M.Calderón-Santoyo (2017) Control of blue mold decay on Persian lime: Application of covalently cross-linked arabinoxylans bioactive coatings with antagonistic yeast entrapped. *Food Science and Technology* (**85**) p.187-196

References

Laura Settler-Ramírez, Gracia López-Carballo, Pilar Hernández-Muñoz, Angélique Fontana-Tachon, Caroline Strub, Sabine Schorr-Galindo (2021) New Isolated Metschnikowia pulcherrima Strains from Apples for Postharvest Biocontrol of Penicillium expansum and Patulin Accumulation . *Toxins* **13**, 397

B.I.P.Barratt, V.C.Moran, F.Bigler and J.C.van Lenteren (2017) The status of biological control and recommendations for improving uptake for the future. *Biocontrol* (**63**) p.155-167

微生物殺菌剤がなぜ普及しないのか

コスト面

IPMの実施のため、追加資材を投入するとコストが上昇する

例: 軟腐病防除用の農薬

But...このようなデータもあります



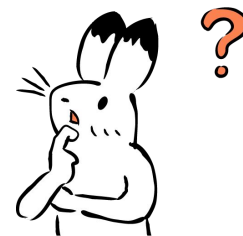
2.5倍
<



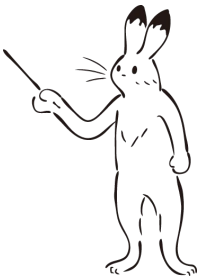
250g: 1,579円

100g: 1,490円

- ・化学農薬 vs 微生物農薬で価格のみを比較するのはナンセンス？
総合的に**コストに見合った防除効果**が得られるかが重要
- ・薬剤抵抗性品種の出現を防ぐ目的で使用した方が良い？



- ①化学農薬との混合利用
- ②自生菌の利用
- ③食用コーティング剤との混合使用



① 化学農薬との混合利用 ※(併用ではない)

-病害防除用の場合だとハチルス・ズブチリス以外の混用事例が見当たらない…
基本的には微生物農薬は化学農薬と散布期間を空けることが推奨されている

製品名	希釈倍率	3日後死亡率(%)			希釈倍率	化学農薬
		ポタニ単用	混用	農薬単用		
ポタニガード	500	84.6	100	72.7	10,000	アドマイヤー 顆粒水和剤
	1,000	33.3	60	50	20,000	
	2,000	7.7	71.4	10	40,000	
ポタニガード	500	84.6	91.7	42.1	2,000	モスビラン 水和剤
	1,000	33.3	96.2	25	4,000	
	2,000	7.7	82.4	11.1	8,000	
ポタニガード	500	84.6	100	42.9	2,000	アクタラ 顆粒水和剤
	1,000	33.3	75	41.1	4,000	
	2,000	7.7	20	33.3	8,000	

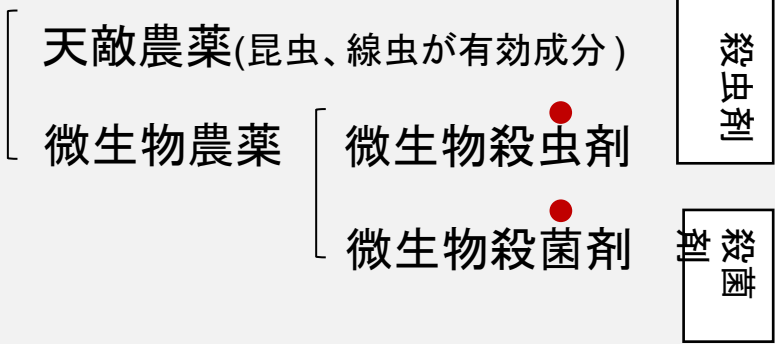
製品名	希釈倍率	3日後死亡率(%)			希釈倍率	化学農薬
		ポタニ単用	混用	農薬単用		
ポタニガード	500	84.6	100	76.5	2,000	スタークル 顆粒水和剤
	1,000	33.3	100	0	4,000	
	2,000	7.7	52.4	0	8,000	
ポタニガード	500	84.6	57.9	77.7	5,000	チェス 水和剤
	1,000	33.3	53.3	36.7	10,000	
	2,000	7.7	40	12.5	20,000	
ポタニガード	500	84.6	100	53.8	2,000	マツチ乳剤
	1,000	33.3	53.8	25	4,000	
	2,000	7.7	33.3	11.1	8,000	

Arysta LifeScienceより一部改変

他の微生物殺菌剤でも広く利用可能な手法が求められる

生物農薬の現状

生物農薬



市場規模は？

	殺虫剤	殺菌剤
数量(kg)	138,103.5	80,419.5
金額(千円)	1,4646.599	797,971

どんな製剤が普及してる？

主要な天敵農薬

- ・カブリダニ類(ハダニ防除)
- ・ナミテントウ(アブラムシ防除)
- ・ヒメハナカメムシ類(アザミウマ防除)

H20 農薬便覧より抜粋

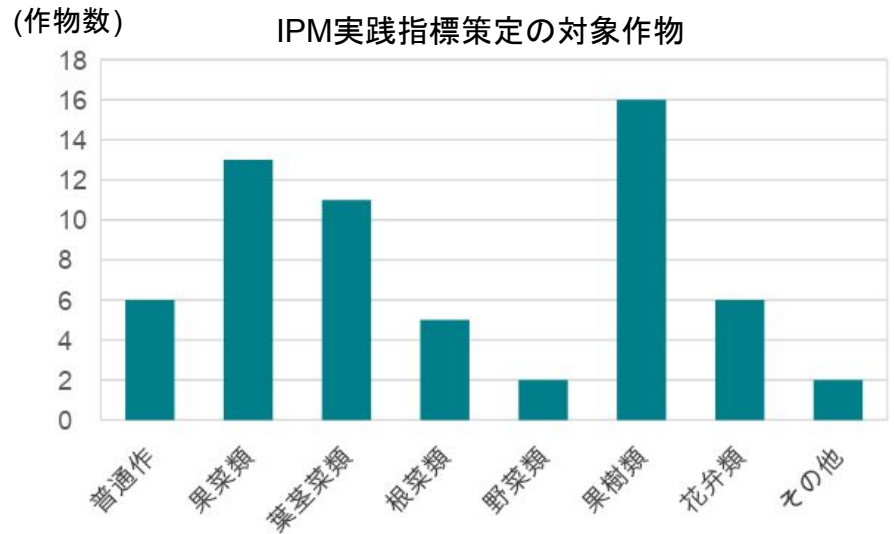
農薬全体の1.2%程度

化学農薬との併用も可能

生物農薬の現状

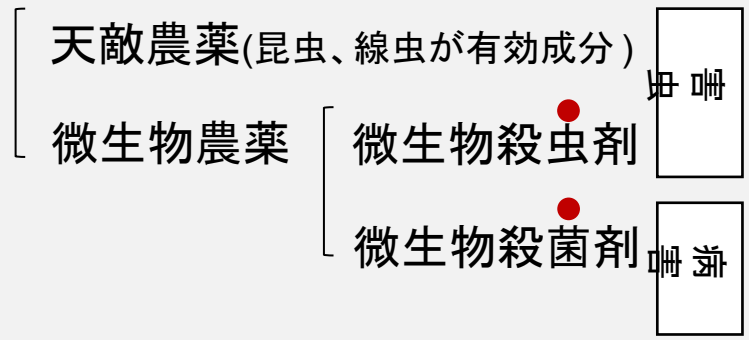


農薬工業会「農薬年度出荷実績」を基に作成



農林水産省消費・安全局植物防疫課

生物農薬



主要な天敵農薬

- ・カブリダニ類(ハダニ防除)
- ・ナミテントウ(アブラムシ防除)
- ・ヒメハナカメムシ類(アザミウマ防除)

化学農薬との併用も可能

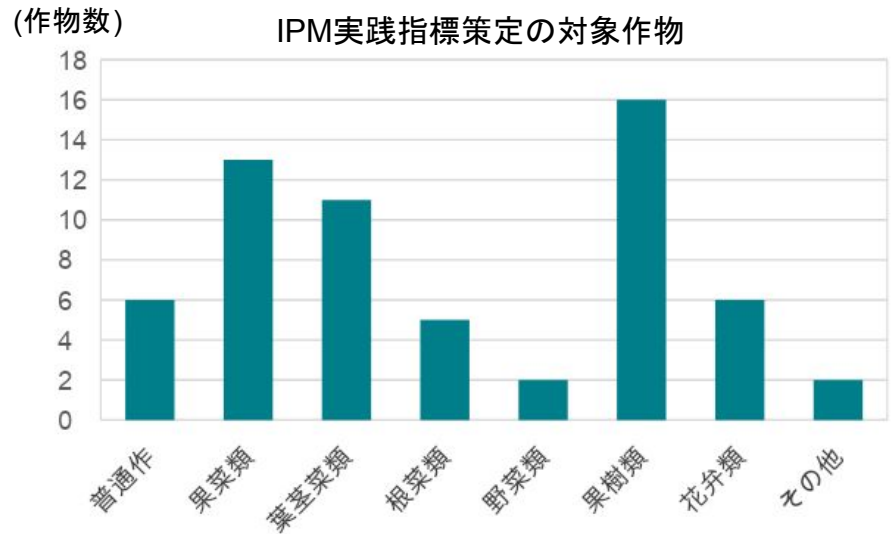
表2 主な生物農薬

分類	用途	薬剤名	成分	対象作物	対象病害虫草
天敵昆虫	殺虫剤	スパイデックス	チリカブリダニ	野菜類(施設栽培)等	ハダニ類
		ククメリス	ククメリスカブリダニ	野菜類(施設栽培)等	アザミウマ類
		スパイカル	ミヤコカブリダニ	野菜類(施設栽培)等	ハダニ類
		エンストリップ	オンシツツヤコバチ	野菜類(施設栽培)等	コナジラミ類
		アフィパール	コレマンアブラバチ	野菜類(施設栽培)	アブラムシ類
		ヒメトップ	イサエアヒメコバチ	野菜類(施設栽培)	ハナモグリバエ類
		コマユバチDS	ハモグリコマユバチ	トマト(施設栽培)等	マメハナモグリバエ
		ナミトップ	ナミテントウ	野菜類(施設栽培)	アブラムシ類
		アフィデント	ショクガタマバエ	野菜類(施設栽培)	アブラムシ類
		トスパック	タイリクヒメハナカメムシ	野菜類(施設栽培)	アザミウマ類
		オリスター	ナミヒメハナカメムシ	ピーマン(施設栽培)	ミカンキロアザミウマ等
		カグタロウ	ヤマトクサカゲロウ	野菜類(施設栽培)	アブラムシ類
天敵線虫	殺虫剤	バイオセーフ	スタイナーネマ・カーボカプサエ	イチゴ等	ハスモンヨトウ等
		バイオトピア	スタイナーネマ・グラセイ	芝等	コガネムシ類幼虫等
B T 剤	殺虫剤	エスマルクDF	バチルスチューリングゲンシス産生毒素	野菜類等	コナガ、アオムシ等
		バシレックス水和剤	//	野菜類等	コナガ、アオムシ等
		ゼンタリー顆粒水和剤	//	野菜類等	コナガ、アオムシ等
		ダイボール水和剤	//	野菜類	コナガ、アオムシ等
		ガードジェットフロアブル	//	野菜類	コナガ、アオムシ等
		チューリサイド水和剤	//	アブラナ科野菜等	コナガ、アオムシ等
		トアローフロアブルCT	//	野菜類等	コナガ、アオムシ等
天敵微生物	殺虫剤	バイオリサ・カミキリ	ポーベリア・ブロンニアティ	野菜類等	カミキリムシ類等
		ボタニガードES	ポーベリア・バシアーナ	野菜類	アザミウマ類等
		バストリア水和剤	バスターリア・ベネトランス	野菜類等	ネコブセンチュウ
		パータレック	パーティシリウム・レカニ	野菜類(施設栽培)	アブラムシ類
拮抗微生物	殺菌剤	バイオキーパー水和剤	非病原性エルビニア・カロトボーラ	野菜類等	軟腐病
		ボトキラー水和剤	バチルスズブチリス	野菜類等	灰色かび病等
		インプレッション水和剤	バチルスズブチリス	野菜類等	うどんこ病等
		エコホープ	トリコデルマ・アトロビリデ	イネ	ばか菌病等
		エコホープドライ	トリコデルマ・アトロビリデ	イネ	ばか菌病等
		モミゲンキ水和剤	シュードモナスCAB-02	イネ	苗立枯細菌病等
生物由来	除草剤	キャンベリコ液剤	ザントモナス キャンベストリス	日本芝(コウライシ)等	スズメノカタビラ

生物農薬の現状

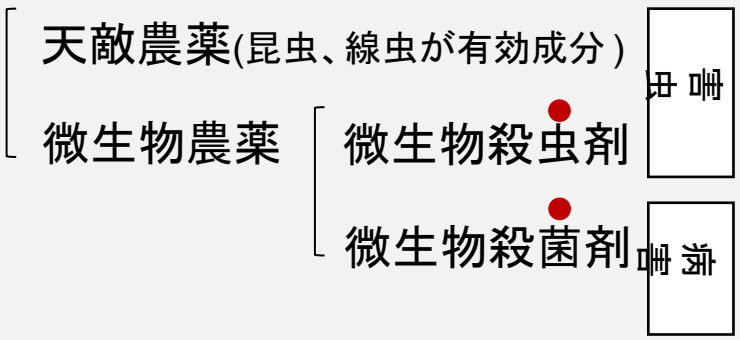


農薬工業会「農薬年度出荷実績」を基に作成

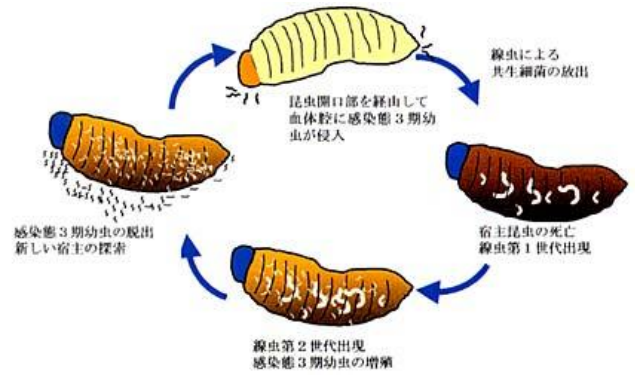


農林水産省消費・安全局植物防疫課

生物農薬



ミヤコカブリダニがハダニ類を捕食



解決策を考える前に...

①リンゴの他の微生物農薬は使えないのか？

病虫害雑草名	農薬種類名	屋号抜き商品名
ケムシ類	BT水和剤	デルフィン顆粒水和剤 ファイブスター顆粒水和剤 チューンアップ顆粒水和剤
ヒメボクドウ	スタイナーネマカーボカプサエ剤	バイオセーフ
ハマキムシ類	BT水和剤	バシレックス水和剤 チューリサイド水和剤 デルフィン顆粒水和剤 ファイブスター顆粒水和剤 家庭園芸用バシレックス水和剤
リンゴコカクモンハマキ	チャハマキ顆粒病ウイルス リンゴコカクモンハマキ顆粒病ウイルス水和剤	ハマキ天敵
シャクトリムシ類	BT水和剤	デルフィン顆粒水和剤 ファイブスター顆粒水和剤 チューンアップ顆粒水和剤
ヒメシロモンドクガ	BT水和剤	トアロー水和剤CT バシレックス水和剤 チューリサイド水和剤 家庭園芸用バシレックス水和剤
アメリカシロヒトリ	BT水和剤	バシレックス水和剤 チューリサイド水和剤 家庭園芸用 バシレックス水和剤

リンゴの微生物農薬は害虫防除用に限られているのが現状

2021年10月1日現在 JPP-NET調べ

②他の果樹の青かび病防除の微生物農薬は使えないのか？

生物農薬 適用作物病害虫一覧(リンゴ)

病害虫雑草名	農薬種類名	屋号抜き商品名
ケムシ類	<u>BT水和剤</u>	デルフィン顆粒水和剤 ファイブスター顆粒水和剤 チューンアップ顆粒水和剤
ヒメボクワ	スタイナーネマ カーボカプサイ剤	バイオセーフ
ハマキムシ類	<u>BT水和剤</u>	バシレックス水和剤 チューリサイト水和剤 デルフィン顆粒水和剤 ファイブスター顆粒水和剤 家庭園芸用バシレックス水和剤
リンゴコカクモンハマキ	チャハマキ顆粒病ウイルス リンゴコカクモンハマキ顆粒病ウイルス 水和剤	ハマキ天敵
シャクトリムシ類	<u>BT水和剤</u>	デルフィン顆粒水和剤 ファイブスター顆粒水和剤 チューンアップ顆粒水和剤
ヒメシロモンツグ	<u>BT水和剤</u>	トアロー水和剤CT バシレックス水和剤 チューリサイト水和剤 家庭園芸用バシレックス水和剤
アメリカシロヒトリ	<u>BT水和剤</u>	バシレックス水和剤 チューリサイト水和剤 家庭園芸用 バシレックス水和剤

2021年10月1日現在 JPP-NET調べ

リンゴの微生物農薬は害虫防除用に限られているのが現状

微生物殺菌剤がなぜ普及しないのか

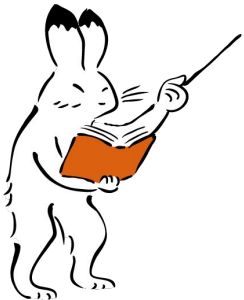
コスト面

IPMの実施のため、追加資材を投入するとコストが上昇する

- ・化学農薬vs微生物農薬で価格を比較するのはナンセンス
総合的にコストに見合った防除効果が得られるかが重要
- ・薬剤抵抗性品種の出現を防ぐ目的で使用した方が良い？

効果の安定性

化学農薬に比べ、防除効果が病害の発生程度や処理の環境条件に大きく左右される(特に解放系)



安定性が担保された微生物農薬の利用が必須！

Biocontrol by antimicrobial coating and biopolymer

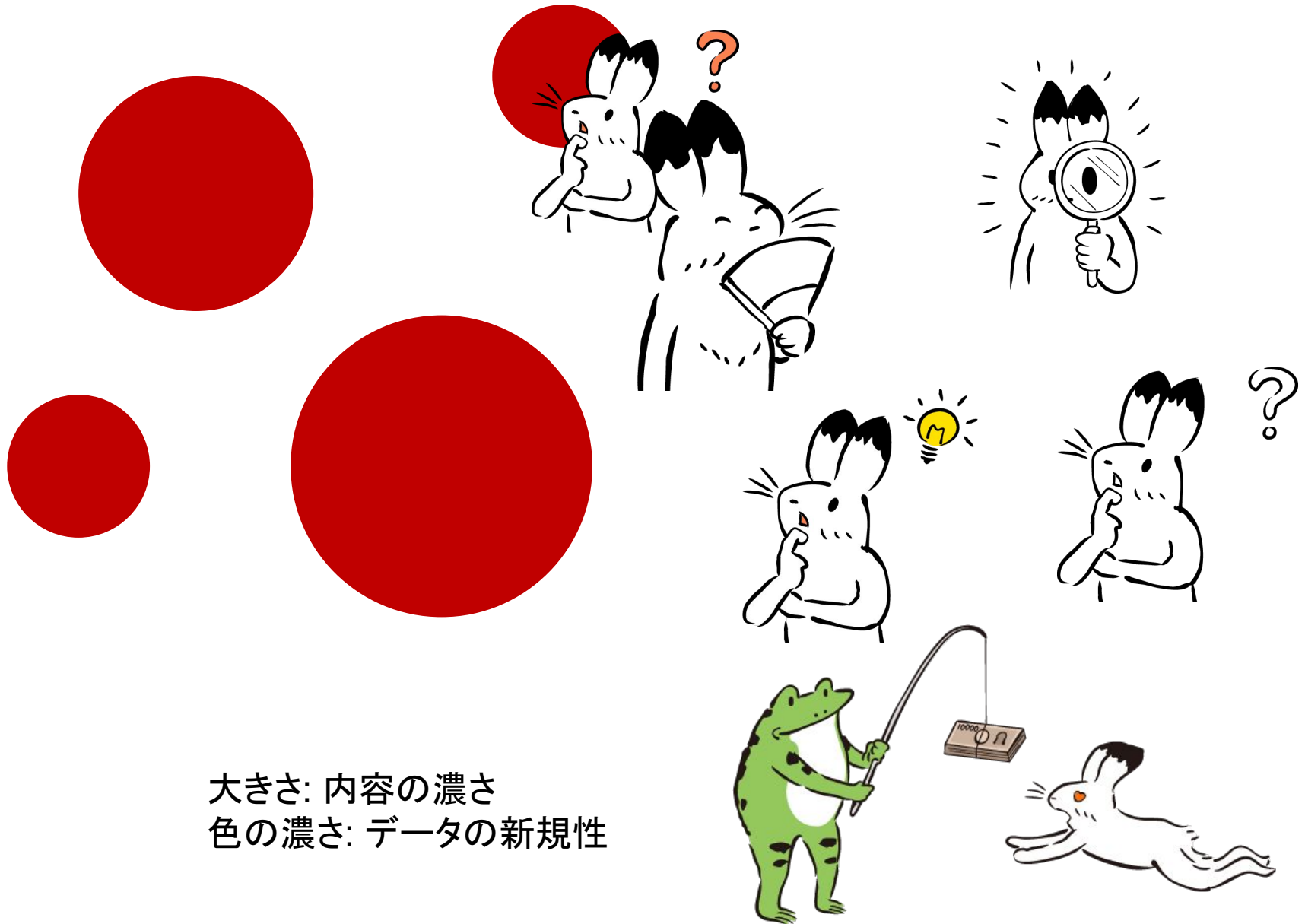
~微生物と食品ロスを用いた生物的防除の進展~

なぜ微生物農薬は普及しないのか？

~現状と今後の展望~

M2 Shinichiro
Ishigaki

イメージ



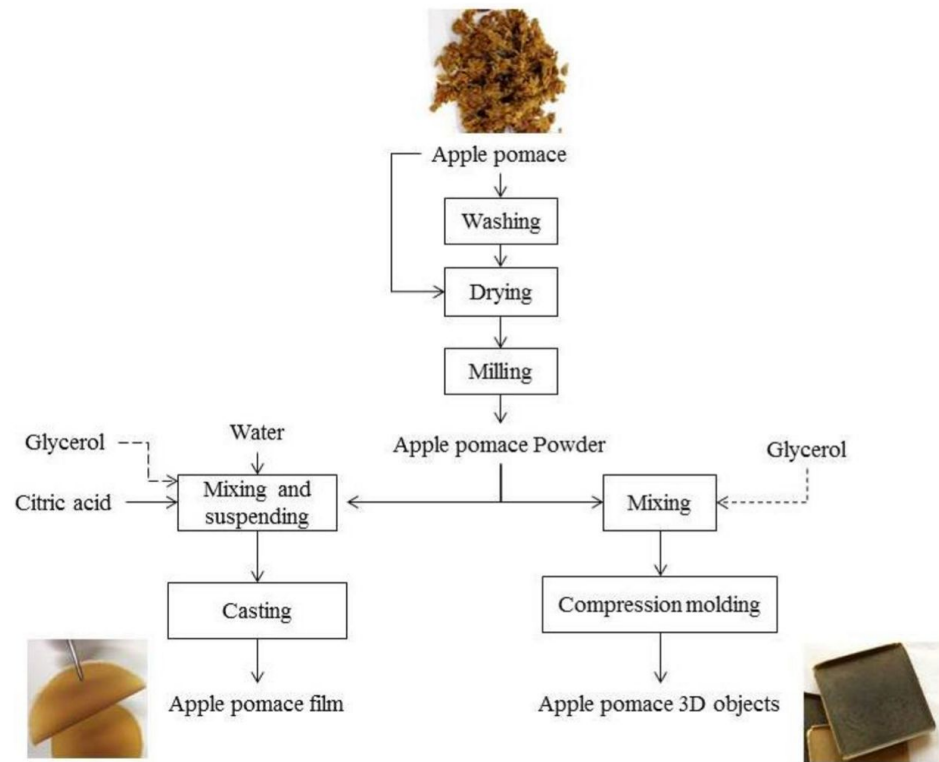


Figure 1. Flowchart of the methods used for production of bio-based films and 3D objects from apple pomace.

生物農薬の現状

IPM実践指標策定の対象作物

作物数

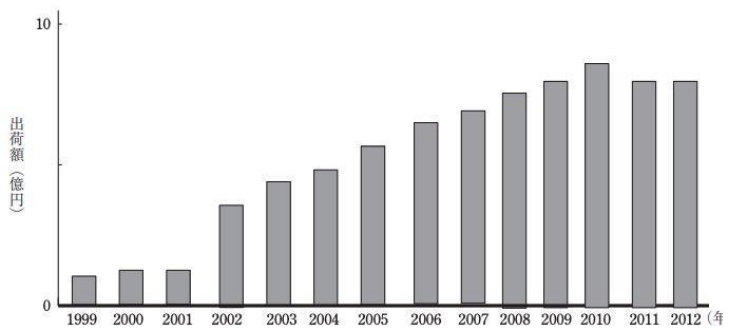
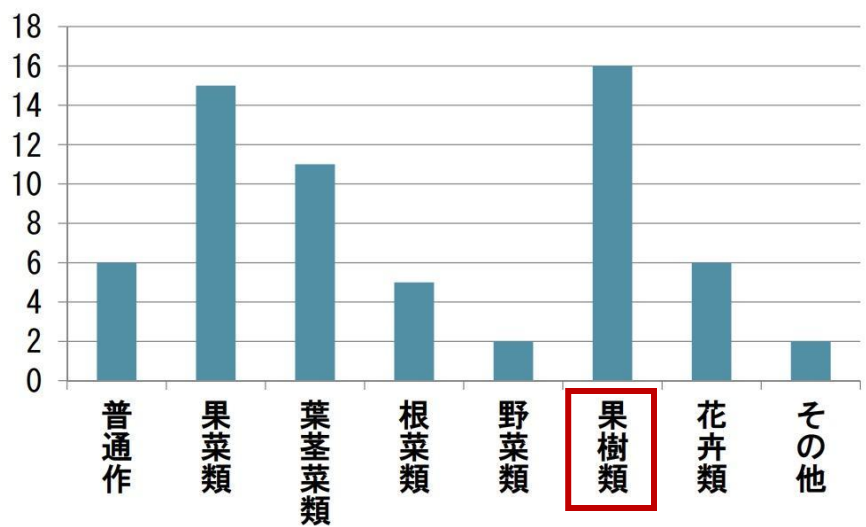


図-1 微生物殺菌剤の出荷額 (1999～2012年度)

植物防疫 第68巻第5号(2014年)

出荷額が8.5億円で高止まりの傾向

農林水産省消費・安全局植物防疫課

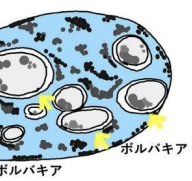
■研究内容・研究成果について

本研究は、害虫の防除において昆虫の約半数に感染しているボルバキアという細胞内共生微生物に目を付け、ボルバキア間のコミュニケーションを増強させることで、化学交信を攪乱させ、ボルバキアの密度を増加させることができ、それにより害虫死亡率を増加させることに成功しました。

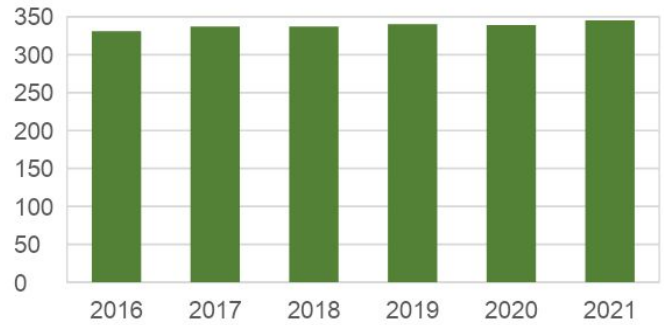
■今後の展望と社会への還元について

本研究で得られた研究成果は、特に害虫防除法の一つである不妊虫放飼法の際に有効であると考えています。また、ボルバキアは他の昆虫へ移植可能であり、他の様々な農業害虫、衛生害虫に対しても同様の効果が期待されます。

なお、本研究成果は、2022年1月24日に、アメリカ昆虫学会の発行する国際雑誌「Journal of



(十億円) 国内農薬出荷額



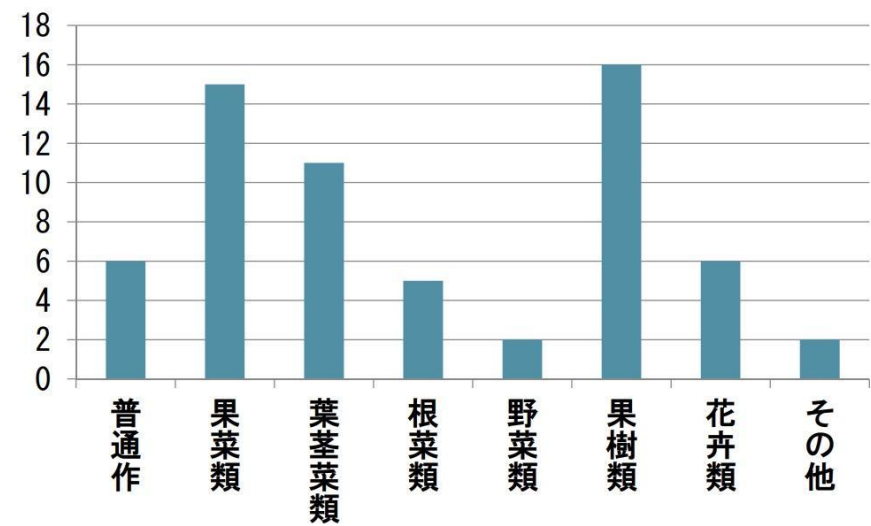
(農薬年度)

農薬工業会「農薬年度出荷実績」を基に作成

微生物殺菌剤の現状

IPM実践指標策定の対象作物

作物数



農林水産省消費・安全局植物防疫課

主要な微生物殺菌剤

一般名	有効成分	主な用途
タフブロック	タラロマイセス フラバス	水稻種子消毒剤
エコホープDJ	トリコデルマ アトロビリデ	水稻種子消毒剤
ボトキラー水和剤	バチルス ズブチリス	灰色かび病・うどんこ病防除剤
バイオキーパー水和剤	エルビニア カロト ポーラ	バレイシヨの軟腐病防除剤

生物農薬

- 天敵農薬(昆虫、線虫が有効成分)
- 微生物農薬

プレスリリース
(研究成果) イネもみ枯細菌病の発症を抑える微生物をイネから発見

- 微生物農薬など、効果的な防除技術の開発に貢献 -

農研機構

情報公開日:2021年3月 3日 (水曜日)

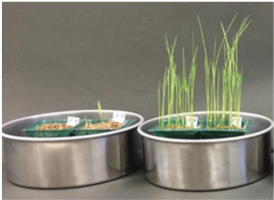
ポイント

農研機構は、イネもみ枯細菌病¹⁾の発症を抑える4種の微生物(細菌)を、イネから発見しました。4種の細菌は「善玉菌」として働き、イネに常在する微生物の全体バランス(微生物叢²⁾)を変化させることにより、もみ枯細菌病の発症を抑えていると推定されました。本成果は、微生物農薬の開発など、決定的な防除方法のないもみ枯細菌病に対する効果的な防除技術の開発に役立つとともに、もみ枯細菌病の発症メカニズムの解明につながると期待されます。

概要

イネもみ枯細菌病は、イネもみ枯細菌病菌の感染により引き起こされ発病量が収量減に直結するイネの重要病害です。地球温暖化の進展に伴い世界的に発生拡大が危惧されており、我が国でも西日本を中心に多発し問題となっています。抵抗性品種が存在せず、現在は殺菌剤等で防除していますが、殺菌剤のきかない原因細菌の出現が問題となっています。また本病害は、原因細菌が感染しても必ずしも病徴が出ないので感染に気づきにくく、感染の拡大を引き起こしがちで対策の難しいことが特徴です。

農研機構は、本病害の発生を抑える4種の有用微生物(RSB)³⁾(シュドモナス属細菌3種及びステノトロフォモナス属細菌1種)を、もみ枯細菌病に感染したイネの幼苗から発見しました。これらを組み合わせて使用することで、効果的にもみ枯細菌病による幼苗の枯死を抑えることに成功しました(写真)。



発見した細菌をもみ枯細菌病菌と同時にイネに与えると、イネの内生微生物⁴⁾叢が変化していることがわかりました。4種の細菌(「善玉菌」)として働き、イネの微生物叢を変化させることに成功しました。もみ枯細菌病の発症

4有効成分で出荷額全体(8.5億円)の9割以上を占める

青かび病防除に対する効果 (fig.5-7)

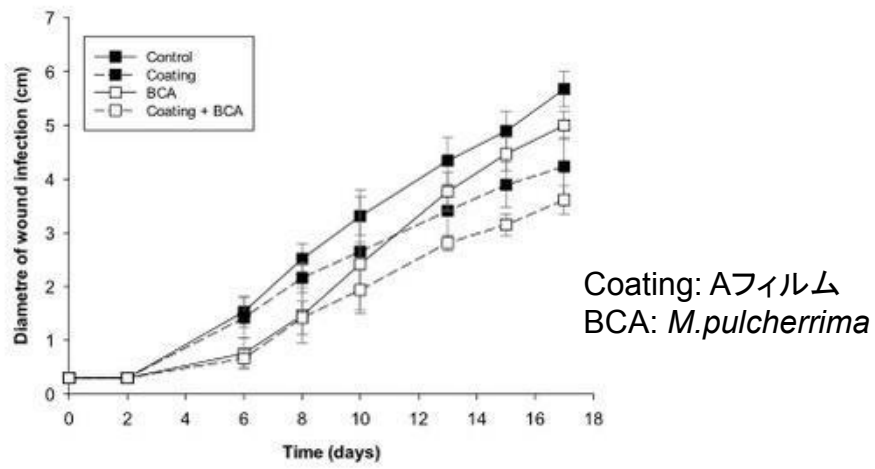


Fig. 5. Biocontrol activity of treatments applied on apples artificially inoculated with *Penicillium expansum* stored at 21 °C for 17 days.

- ・8日目まではBCA処理とCoating +BCA処理ともに病徴を遅延
- ・BCA処理のリンゴではCoating +BCA処理のリンゴと比べて酵母の初期量が低かった
→予想よりも効果が見られなかった？

コーティング剤を併用すれば微生物農薬としての効果が持続

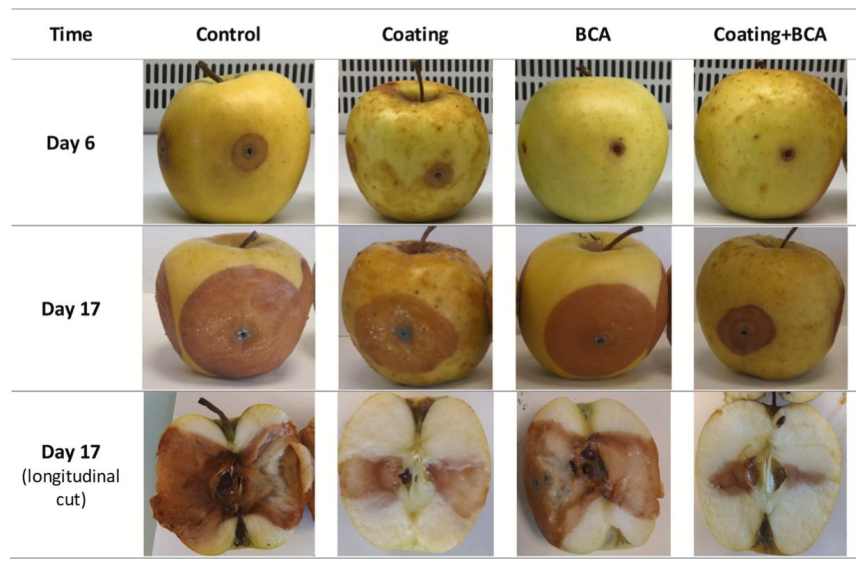


Fig. 6. Visual effect of the application of treatments on apples artificially inoculated with *Penicillium expansum* after incubation at 21 °C for 6 and 17 days.

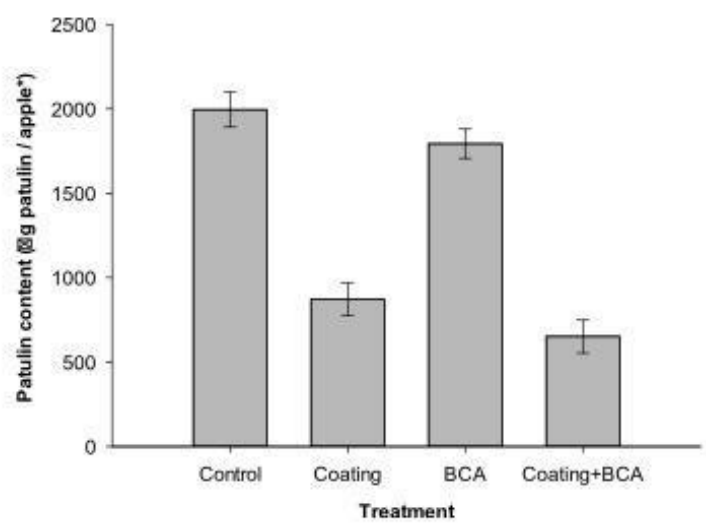
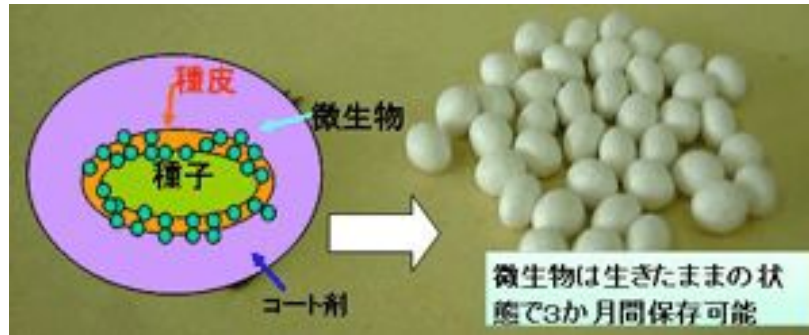


Fig. 7. Patulin accumulation (µg/kg) in apples artificially inoculated with *Penicillium expansum* (in 4 wounds around the equator of the fruit) with different treatments after incubation at 21 °C for 17 days.

微生物殺菌剤を普及させるために

他に微生物殺菌剤のコーティング技術はある？

→既に種子へのコーティング技術は確立されている



兵庫農技セ・サカタのタネ

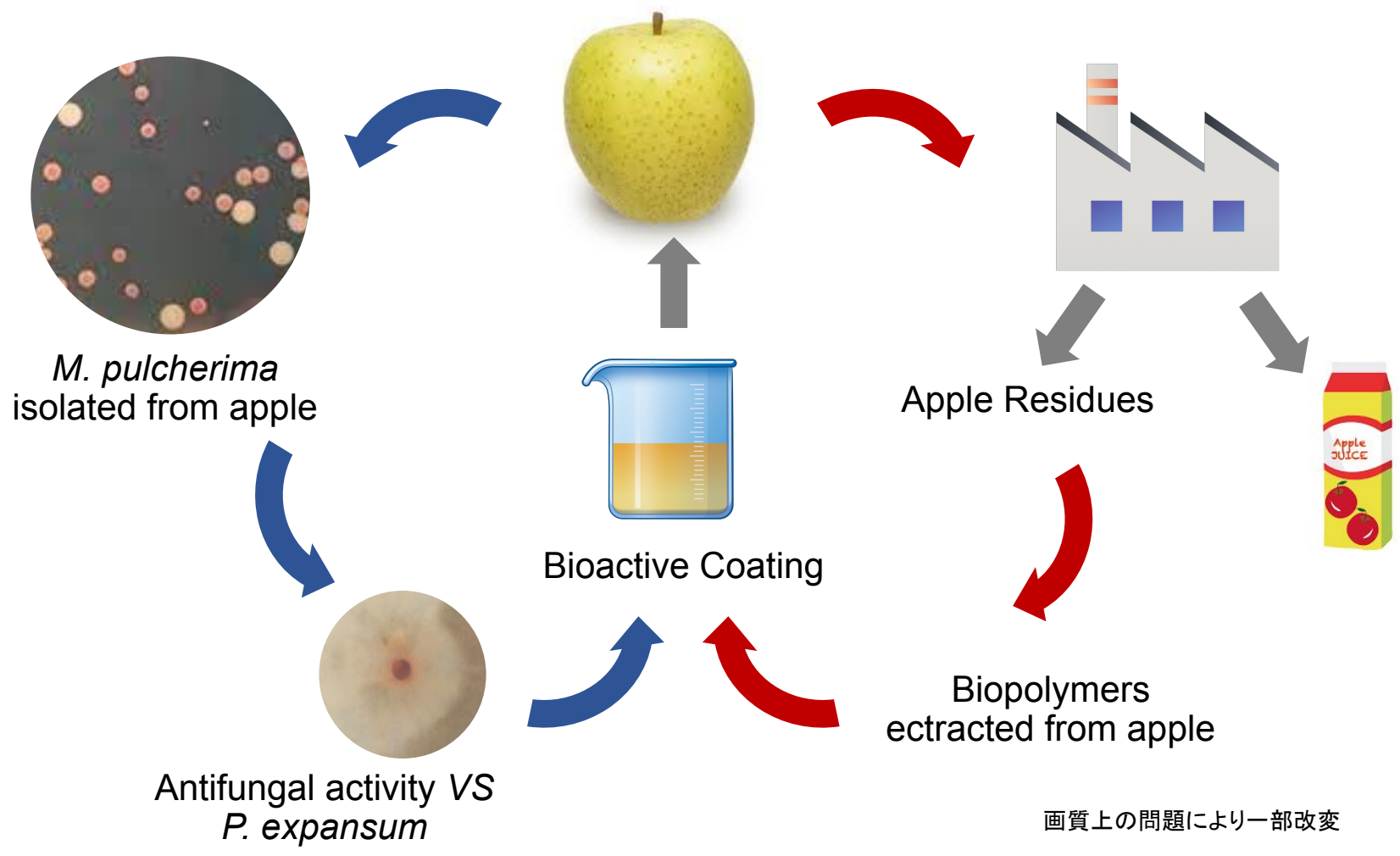
化学農薬とは異なり作用点が不明

→科学的根拠に基づく実用的な微生物農薬の開発

実験のイメージ

Biocontrol Agent

Polymer Coating

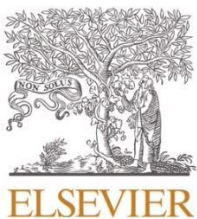


本日の内容

異なるバイオフィルムを用いた*M.pulcherrima*の有効性を評価

- *M. pulcherrima*の生存率
- in vitroにおける*P. expansum*の生存率
- 青かび病防除への有効性

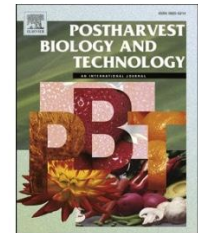
Postharvest Biology and Technology 185 (2022) 111805



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Postharvest Biology and Technology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/postharvbio

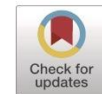


Apple-based coatings incorporated with wild apple isolated yeast to reduce *Penicillium expansum* postharvest decay of apples

Laura Settier-Ramírez^{a,b,*}, Gracia López-Carballo^a, Pilar Hernández-Muñoz^a,
Angélique Fontana-Tachon^b, Caroline Strub^{b,*}, Sabine Schorr-Galindo^b

^a Packaging Lab, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, IATA-CSIC, Av. Agustín Escardino 7, 46980, Paterna, Spain

^b Qualisud, Univ Montpellier, Avignon Université, CIRAD, Institut Agro, IRD, Université de La Réunion, Montpellier, France



ポストハーベスト病害:リンゴの場合

リンゴ青かび病

- ・原因菌: *Penicillium expansum*
- ・輸送および貯蔵中に発生し、果実を腐敗させる
- ・*P. expansum*が生産するパツリンには神経毒性あり



防除方法

- ・栽培環境から罹病果を除去 / 果実に傷を付けない
- ・CA貯蔵(O_2 , CO_2 濃度を1.5~2.5%に維持)
- ・**化学農薬**の使用(ベンズイミダゾール系殺菌剤)

リンゴ青かび病防除の登録農薬は日本にはない
カンキツの青かび病(*P. italicum*)には存在する

ベンレート, トップジンM, ベフラン, ベフトップジン

国内ではマイナーだが、海外ではリンゴの主要病害の一つ

みどりの食料システム（具体的な取組）

～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～

調達

1. 資材・エネルギー調達における脱輸入・脱炭素化・環境負荷軽減の推進

- (1) 持続可能な資材やエネルギーの調達
- (2) 地域・未利用資源の一層の活用に向けた取組
- (3) 資源のリユース・リサイクルに向けた体制構築・技術開発

～期待される取組・技術～

- 地産地消型エネルギーシステムの構築
- 改質リグニン等を活用した高機能材料の開発
- 食品残渣・汚泥等からの肥料成分の回収・活用
- 新たなタンパク資源（昆虫等）の利活用拡大等

消費

4. 環境にやさしい持続可能な消費の拡大や食育の推進

- (1) 食品ロスの削減など持続可能な消費の拡大
- (2) 消費者と生産者の交流を通じた相互理解の促進
- (3) 栄養バランスに優れた日本型食生活の総合的推進
- (4) 建築の木造化、暮らしの木質化の推進
- (5) 持続可能な水産物の消費拡大

～期待される取組・技術～

- 外見重視の見直し等、持続性を重視した消費の拡大
- 国産品に対する評価向上を通じた輸出拡大
- 健康寿命の延伸に向けた食品開発・食生活の推進

等

2. イノベーション等による持続的生産体制の構築

- (1) 高い生産性と両立する持続的生産体系への転換
- (2) 機械の電化・水素化等、資材のグリーン化
- (3) 地球にやさしいスーパー品種等の開発・普及
- (4) 農地・森林・海洋への炭素の長期・大量貯蔵
- (5) 労働安全性・労働生産性の向上と生産者のすそ野の拡大
- (6) 水産資源の適切な管理

～期待される取組・技術～

- スマート技術によるピンポイント農薬散布、次世代総合的病害虫管理、土壌・生育データに基づく施肥管理
- 農林業機械・漁船の電化等、脱プラ生産資材の開発
- バイオ炭の農地投入技術
- エリートツリー等の開発・普及、人工林資源の循環利用の確立
- 海藻類によるCO₂固定化（ブルーカーボン）の推進等

- ✓ 雇用の増大
- ✓ 地域所得の向上
- ✓ 豊かな食生活の実現

3. ムリ・ムダのない持続可能な加工・流通システムの確立

- (1) 持続可能な輸入食料・輸入原材料への切替えや環境活動の促進
- (2) データ・AIの活用等による加工・流通の合理化・適正化
- (3) 長期保存、長期輸送に対応した包装資材の開発
- (4) 脱炭素化、健康・環境に配慮した食品産業の競争力強化

～期待される取組・技術～

- 電子タグ（RFID）等の技術を活用した商品・物流情報のデータ連携
- 需給予測システム、マッチングによる食品ロス削減
- 非接触で人手不足にも対応した自動配送陳列

等

生産

加工・流通