

微生物農薬を用いた野菜類の 微小害虫とうどんこ病を対象とした デュアルコントロール技術マニュアル

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（JPJ007097）

「微生物殺虫・殺菌剤を用いた野菜重要病害虫のデュアルコントロール技術の確立」

イノベ事業 020280 コンソーシアム

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構、学校法人 常翔学園摂南大学、三重県農業研究所、三重県中央農業改良普及センター、奈良県農業研究開発センター、奈良県南部農林振興事務所、岐阜県農業技術センター、宮城県農業・園芸総合研究所、アリストライフサイエンス株式会社、ヤマホ工業株式会社

免責事項

- ・本マニュアルを利用することによって生じたあらゆる損害等については、当コンソーシアム参画機関は一切責任を負いません。
- ・本マニュアルに記載された技術の利用により、本記載通りの結果が得られることを保証したものではありません。
- ・本マニュアルに記載された病害虫の発生や技術の効果は、圃場条件、栽培管理、気象条件等により変動します。
- ・本マニュアルに記載された資材は、製品ラベル等に記載された取扱注意事項・使用方法に従ってご使用下さい。

「微生物殺虫・殺菌剤を用いた野菜重要病害虫のデュアルコントロール技術の確立」

イノベ事業 020280 コンソーシアム

はじめに

2017～2019 年度に行われた農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「微生物殺虫剤を用いた野菜重要病害虫のデュアルコントロール技術の開発」において、当時、野菜や果樹の微小害虫等を対象に農薬登録されていた微生物農薬ボタニガード ES について、野菜類の重要病害であるうどんこ病も抑制する効果が見いだされました。その研究成果等により 2019 年 11 月に、農薬の適用拡大が行われ、野菜類のうどんこ病にも使用可能となりました。それを受け、2020～2022 年度には、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「微生物・殺虫殺菌剤を用いた野菜類重要病害虫のデュアルコントロール技術の確立」において、微生物農薬ボタニガード ES の効果的な使用方法に関する研究が行われました。本マニュアルでは、それらの研究成果をもとに、ボタニガード ES の特徴と使用法に加えて、実践的な検証事例を紹介します。

無防除で農作物を栽培した場合の病害虫による被害は、全く被害がないとして推定される生産金額全体の 34%に上るとされています。その被害全体の内の 65%が、防除によって回復されていると推定されます（※1）。現在、病害虫防除の主たる手段として用いられている化学合成農薬に対し一部の植物病原菌や害虫において抵抗性が発達してきており、防除効果が低下する事例がしばしば認められていることから、農薬抵抗性の発達を遅らせる管理技術などの対策が求められています。

一方、今回紹介するボタニガード ES を含めた微生物農薬では、その成分となる微生物は環境中から分離されたものであり、環境に対する負荷が小さく、その病害虫抑制の作用機作から抵抗性病害虫の発生の可能性も低いとされています（※2）。今後、このような微生物農薬を活用していくことは、2022 年に農林水産省によって策定され、2030 年に化学合成農薬使用量（リスク換算）の 10%低減、2050 年に半減を目指すとした「みどりの食料システム戦略」、さらには農業分野における SDGs 実現のためにも、非常に有用と考えます。

本マニュアルが、農業生産の現場で活用され、環境に配慮した病害虫防除に資することを期待しています。

上記の農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「微生物殺虫剤を用いた野菜重要病害虫のデュアルコントロール技術の開発」の成果等について紹介する特設ホームページが摂南大学から公開されています。

<https://www.setsunan.ac.jp/~pp/inobe>



「微生物殺虫・殺菌剤を用いた野菜重要病害虫のデュアルコントロール技術の確立」

イノベ事業 02028C コンソーシアム

代表：農業・食品産業技術総合研究機構

窪田昌春

※1：日本植物防疫協会（2024）農薬概説 2024、日本植物防疫協会

※2：日本生物防除協議会 <http://www.biocontrol.jp/index.html>

目 次

1. 共通事項

1-1. デュアルコントロールとは	1
1-2. 微生物農薬ボタニガード ES について	2
1-3. ボタニガード ES の野菜類うどんこ病の防除効果	3
1-4. なぜ害虫に効くのか？	4
1-5. なぜうどんこ病に効くのか？	5
1-6. 殺菌剤耐性うどんこ病菌に対するボタニガード ES の効果	8
1-7. 殺虫剤抵抗性微小害虫に対するボタニガード ES の効果	9
1-8. ボタニガード ES と化学農薬との混用	10

2. 施設栽培トマトにおけるデュアルコントロール

2-1. 三重県のトマト栽培におけるボタニガード ES を用いた防除体系	14
2-2. 対象となる病害虫	16
2-3. ボタニガード ES の利用のポイント	19
2-4. 現地実証事例	23
2-5. 今後の課題など	25

3. 施設栽培イチゴにおけるデュアルコントロール

3-1. 奈良県のイチゴ栽培におけるボタニガード ES を用いた防除体系	27
3-2. 対象となる病害虫	29
3-3. ボタニガード ES の利用のポイント	31

引用文献	37
------	----

問い合わせ先等	38
---------	----

1. 共通事項

1-1. デュアルコントロールとは

微生物農薬であるボタニガード ES の成分菌である糸状菌の一種ボーベリア バシアーナ (*Beauveria bassiana*) GHA 株は、元々は昆虫寄生菌として昆虫類やハダニ類に寄生することが知られており、野菜類などのコナジラミ類、アザミウマ類などの害虫を防除対象として国内では 2002 年に農薬登録されていました。このボタニガード ES はその後、野菜類の重要病害であるうどんこ病の発病を抑えることがわかり、1 つの微生物農薬によって病害虫が同時に防除（デュアルコントロール）できる可能性が広がりました（図 1）。デュアルコントロールにより、病害と害虫対策のための農薬散布回数と農薬の種類を減らすことができ、省力化と環境負荷低減が期待できます。

本マニュアルでは、ボタニガード ES を用い、適用作物となっている野菜類のうちトマトとイチゴを対象として、うどんこ病と、コナジラミ類、ハダニ類を中心とした微小害虫のデュアルコントロール技術を紹介します。



図 1 野菜類におけるボタニガード ES の対象病害虫（飯田（2022）図 1 を引用）

1-2. 微生物農薬ボタニガード ES について

ボタニガード ES（農薬登録番号 20956 号）は、有効成分である *Beauveria bassiana* GHA 株の分生子を 1.6×10^{10} 個/ml 含有する乳剤タイプの微生物農薬です。

本種を含む昆虫寄生菌の作用機作は、昆虫体表面に付着した昆虫寄生菌の胞子が発芽して菌糸が昆虫体内に侵入し、その後菌糸は体内で伸長・増殖し、菌から分泌される物質によって昆虫の体を分解し最終的に致死させるものです。ボタニガード ES は表 1 に記載している幅広い作物の害虫に対して有効です。加えて 2019 年 11 月、野菜類のうどんこ病も適用表に加えられ、病害虫同時防除が可能となりました（表 1）。

ボタニガード ES の散布（1,000 倍希釈液散布）によりうどんこ病とデュアルコントロールできる害虫は幅広く、野菜類ではアザミウマ類、アブラムシ類、ハダニ類、コナジラミ類、コナガを対象に、シソではチャノホコリダニ、マデイラコナカイガラムシ、シソサビダニを対象にデュアルコントロールできます（表 1）。

表 1 2025 年 9 月時点における適用表（野菜部分のみを抜粋）

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用時期	使用液量	使用方法
野菜類	うどんこ病	1,000 倍	発病前～発病初期	100～300L/10a	散布
	アザミウマ類		発生初期		
	アブラムシ類				
	ハダニ類				
	コナジラミ類				
コナガ	500 倍				
キャベツ		アオムシ			
レタス		オオタバコガ			
トマト、ミニトマト	コナジラミ類	1,000～2,000 倍	発生初期	100～300L/10a	散布
シソ	チャノホコリダニ マデイラコナカイガラムシ シソサビダニ	1,000 倍			

（アリスタライフサイエンス株式会社 HP（https://arystalifescience.jp/catalog/p_botaniguard.php）より）

天敵製剤や微生物農薬等を組み合わせた総合防除（IPM）体系におけるボタニガード ES 利用は非常に有効です。また、化学合成農薬に抵抗性が発達した難防除害虫に対しても安定した効果を発揮します。そのため、防除プログラム中で効果の高い切り札的な殺虫剤の多用を避けられるため、有効薬剤への抵抗性発達を遅らせることができます。

また、ボタニガード ES は使用回数に制限はなく、栽培期間を通じて収穫間際までの使用が可能です。さらに有機 JAS 規格にも適合しているため、有機農業も含めた化学合成農薬を低減した栽培に利用できるメリットがあります。ただし、5～7 日間隔での 5 回以上の連続散布では薬害が生じる可能性があります。

1-3. ボタニガード ES の野菜類うどんこ病の防除効果

本剤の 1,000 倍希釈液散布による各種作物におけるうどんこ病の防除効果を図 2 に示しました。これらの結果を受けて 2019 年 11 月 20 日に農薬の適用拡大が行われ、野菜類のうどんこ病にも使用可能となりました（図 1、表 1）。

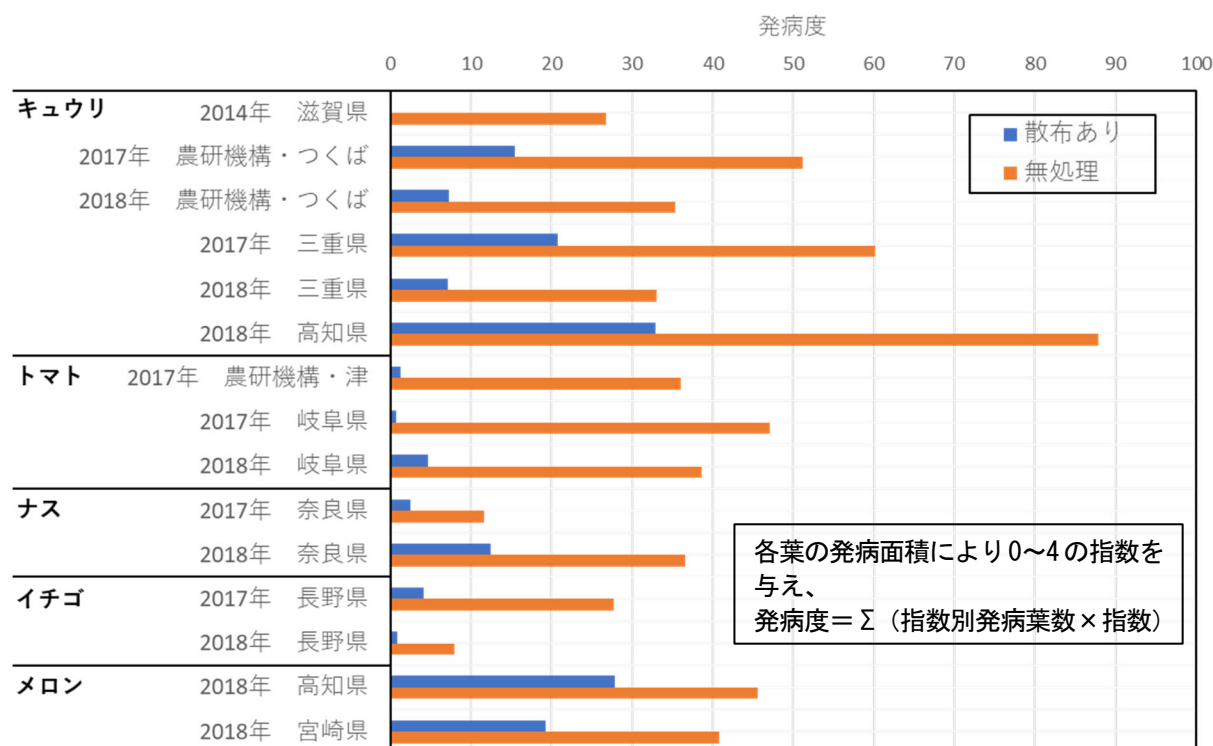


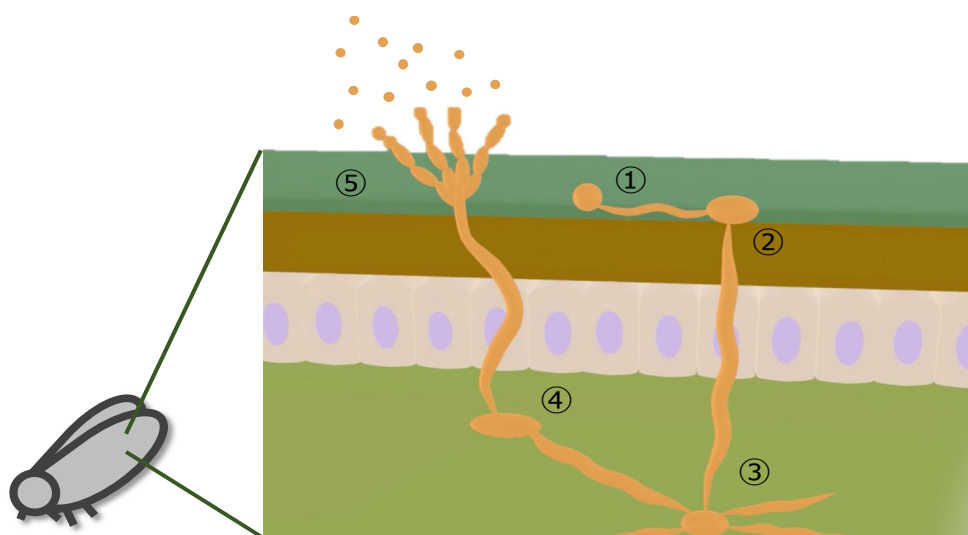
図 2 ボタニガード ES 1,000 倍希釈液のうどんこ病防除効果（窪田ら（2021）図 1 を改編）

うどんこ病に対する薬効試験では、「発病前～発病初期」に散布を開始し、少なくとも 1 週間間隔で 2～3 回処理を行うことで高い防除効果が確認されています（図 2）。一方、発病初期（初発）を確認できずに、うどんこ病が既に発生している圃場ではボタニガード ES 1,000 倍希釈液散布を開始しても期待する以上の防除効果は得られません。作用機作（局所的抵抗性誘導）を理解したうえで、できる限り予防散布を心がけて使用して下さい。

1-4. なぜ害虫に効くのか？

ボタニガード ES に含まれる昆虫病原寄生菌

微生物農薬であるボタニガード ES には、かび（糸状菌）の仲間である *Beauveria bassiana* が含まれています（図 3）。この微生物は古くは僵病菌（きょうびょうきん）などと呼ばれ、自然界に広く存在する昆虫寄生菌として知られています。害虫の体内に侵入すると中で繁殖し、死に至らしめますが、哺乳類や鳥類の体温では増殖しないため安全性が高いとされています。近年問題となっている化学合成殺虫剤が効きにくい抵抗性害虫に対しても殺虫効果があることから、持続的に使用できる農薬として期待されています。



- ① まず *Beauveria bassiana* の胞子が虫体の表面に付着します。
- ② 次に胞子が発芽し、物理的および酵素的な力によって虫体の表皮細胞から侵入します。
- ③ 侵入後、体内で菌糸を広げることにより、害虫を死に至らしめます。
- ④ 宿主の死後、再び体外に出ます。
- ⑤ 次世代の胞子を形成することで、次の宿主に移っていきます。



*B. bassiana*が感染したノブフラムシ類
(アリスタライフサイエンス社提供)

幅広い害虫に寄生する *Beauveria bassiana*

Beauveria bassiana は、コナジラミ類、アザミウマ類、アブラムシ類、ダニ類など幅広い害虫に寄生することが知られています。

新たな化学合成農薬の開発が難しくなる中、次世代に向けた安定的な害虫防除において昆虫寄生菌を含む微生物農薬の重要性が高まっています。

図 3 ボタニガード ES の殺虫効果の作用機作

1-5. なぜうどんこ病に効くのか？

うどんこ病は糸状菌の一種であり、農作物を含む多くの植物において発生する世界的にも重要な病害です。本病に感染し発病すると、葉や茎の上に粉をかけたような症状が現れ、光合成の阻害などにより植物にダメージを与え、激しい場合には全体が枯死することもあります（図4）。



図4 キュウリのうどんこ病感染葉（摂南大学提供）

うどんこ病菌は葉から内部に侵入する

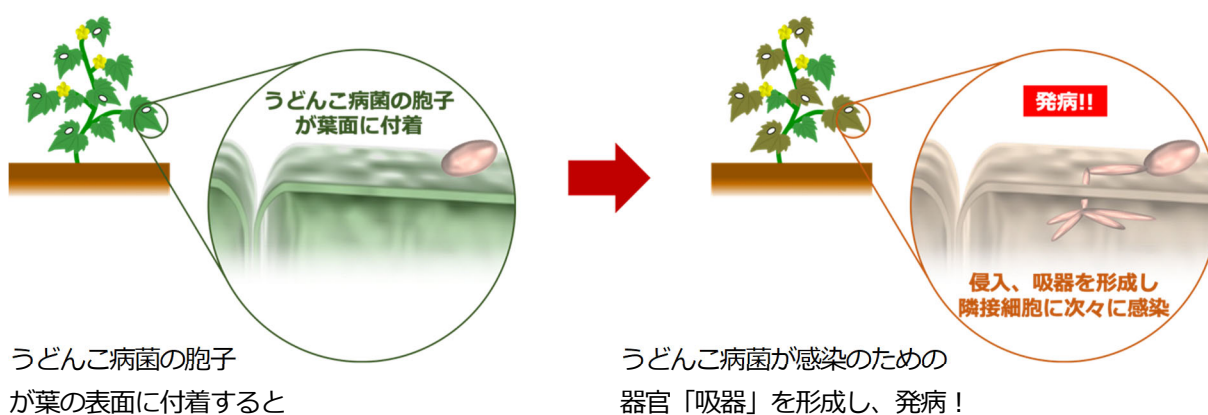


図5 うどんこ病菌の感染

うどんこ病菌の胞子が植物の表面に付着すると、菌糸を伸ばして植物の中に侵入し、植物内の栄養を吸い取るための「吸器」と呼ばれる器官を形成します。その後、隣接する細胞に次々に菌糸を伸ばして、栄養を搾取し続けることで増殖します。その結果、寄生された植物は衰弱し、ひどい場合は枯死します（図5）。

ボタニガード ES に含まれる油がうどんこ病の発芽を阻害

ボタニガード ES は鉱物油を含んだ乳剤であり、油成分がうどんこ病菌の孢子発芽を阻害することが知られていました。実際に、本剤を 1,000 倍に希釈した濃度の油成分を処理したところ、うどんこ病菌孢子の約半分は発芽することができず、植物に侵入・寄生できませんでした（図 6 左、図 7）。

ボタニガード ES を散布しておくとか…

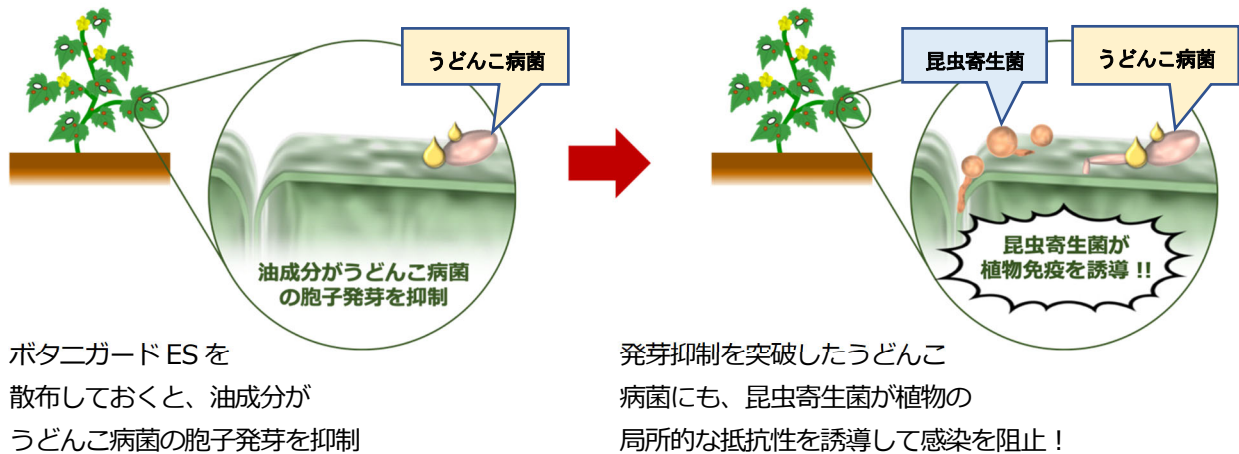
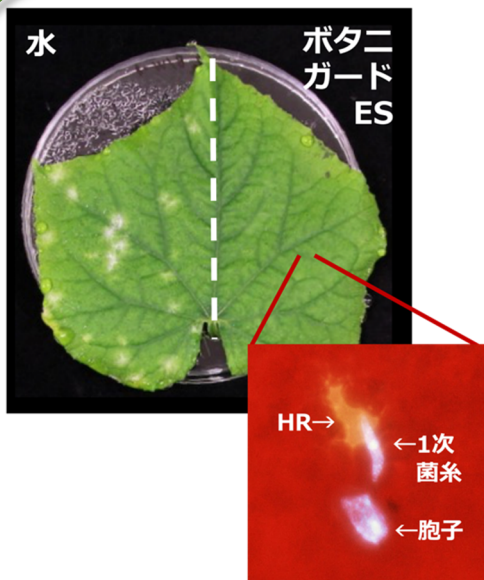


図 6 ボタニガード ES によるうどんこ病の抑制

昆虫寄生菌が植物と協力して病気を防ぐ

昆虫寄生菌 *Beauveria bassiana* の中には、植物体の内外に生息する能力を持つ菌株が存在することが知られていました。我々の研究グループでは、ボタニガード ES に含まれる *Beauveria bassiana* の GHA 株が、トマトやキュウリの表面に生息し、また管理作業などでついたわずかな傷口から、内部にも侵入して定着することを明らかにしました。さらに、この昆虫寄生菌は植物に害を与えずに、植物の局所的な抵抗性を誘導してうどんこ病の侵入を阻止することを発見しました（図 6 右、図 7）。

このように油成分による発芽阻害を突破した残りのうどんこ病菌も、昆虫寄生菌が植物と協力して抑えることで、ボタニガード ES が殺菌剤としても機能することを明らかにしました。



もっと詳しく！

昆虫寄生菌による病害防除メカニズム

ボタニガード ES に含まれる *Beauveria bassiana* GHA 株は高湿度条件下で、キュウリやトマトの葉面上で菌糸伸長や胞子形成することで増殖でき、またわずかな傷口から内部に侵入するなど、植物体と高い親和性を示しました。

本研究で GHA 株が、植物ホルモンのひとつサリチル酸の蓄積とともに、細胞死を伴う抵抗性 (HR) を局所的に誘導し、うどんこ病に対する防除効果が発揮されることも明らかとなりました（左図）。

そのためボタニガード ES に含まれる油による発芽阻害でうどんこ病菌の侵入・寄生が抑制されるのに加え、昆虫寄生菌が植物の免疫を活性化することが明らかとなりました。

図 7 ボタニガード ES によるうどんこ病抑制の作用機作（写真は Iida *et al.* (2023) Figure 2 を改編）

1-6. 殺菌剤耐性うどんこ病菌に対するボタニガード ES の効果

植物の病原菌では、化学合成農薬に対して抵抗性（耐性）を示す菌（耐性菌）が多数発生しています。耐性菌は、農薬が作用する病原菌の生理・代謝を司る遺伝子に変異することによって発生します。うどんこ病菌も含めた、胞子をたくさん作る病原菌では変異した菌株が発生する可能性が高くなります。

このような耐性菌となったうどんこ病菌に対しても、ボタニガード ES が有効であることを確認しました（図 8、表 2）。

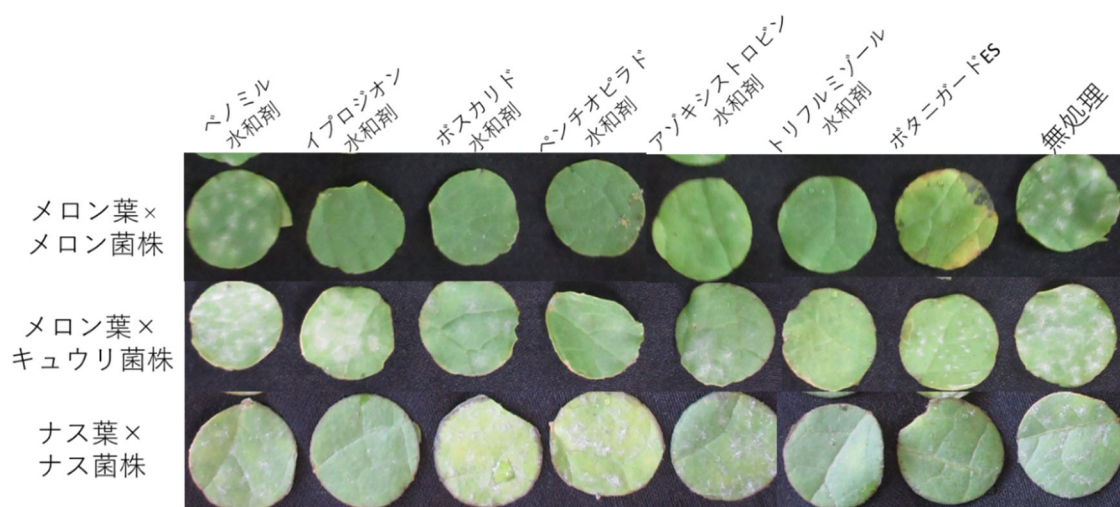


図 8 農薬処理後の各作物のリーフディスクにおける農薬耐性うどんこ病菌による白色粉状の発病例（窪田・竹山（2021）第 1 図を改編）

表 2 農薬耐性うどんこ病菌に対する農薬処理の防除効果（防除価：無処理に対する発病抑制の割合%）（窪田・竹山（2021）第 2 表を改編）

菌株	ボタニ ガードES	ベノミル 水和剤	イプロジオン 水和剤	ボスカリド 水和剤	ペンチオピラド 水和剤	アゾキシストロビン 水和剤	トリフルミゾール 水和剤
メロン	90.9	4.6	36.4	72.8	81.8	45.5	86.4
キュウリ	80.6	0	16.7	61.2	80.6	69.4	91.7
ナス	95.4	11.6	73.1	3.9	26.9	3.9	100

メロンまたはナスの葉に各農薬を処理した後に、メロン、キュウリまたはナスから採集したうどんこ病菌を接種して現れた病斑面積を、下記の発病指数で評価して防除価を算出しました。キュウリのうどんこ病菌はメロンにも感染します。黄色枠のうどんこ病菌株と農薬の組み合わせでは、当農薬に対するうどんこ病菌の耐性が認められました。

発病指数（0：発病なし，1：うどんこ病菌叢がリーフディスクの面積の 5%未満，2：5～25%未満，3：25～50%未満，4：50%以上）を与え，処理ごとに，

発病度＝ Σ （指数別発病リーフディスク数×指数）÷（調査リーフディスク数×4）×100

防除価＝ $\{1 - (\text{処理区発病度平均} \div \text{無処理区発病度平均})\} \times 100$

1-7. 殺虫剤抵抗性微小害虫に対するボタニガード ES の効果

微小害虫では化学合成農薬抵抗性の個体群が発生しています。三重県でもタバココナジラミに対して効果のある殺虫剤が減少しており、トマトのコナジラミ類に登録のある薬剤のうち、複数の薬剤でタバココナジラミバイオタイプQ成虫に対する感受性の低下、すなわち抵抗性が認められました（図9）。しかし、ボタニガードESは、複数の化学合成農薬に感受性が低下したタバココナジラミバイオタイプQに対しても、高い殺虫効果を示しました（図10）。

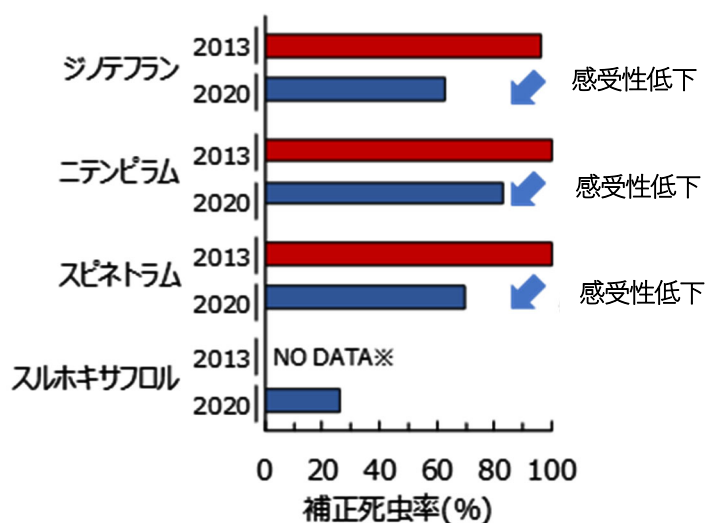


図9 2013年および2020年におけるタバココナジラミ成虫の化学合成農薬感受性の比較（佐々木ら（2022）第3表を改変）

2013年に三重県木曽岬町のトマトから採集した個体群および2020年に桑名市のトマトから採集した個体群。感受性検定は、インゲン葉の葉片浸漬法を用い薬剤供試5日後の補正死虫率を算出。※スルホキサフロルはトマトのコナジラミ類への登録が2013年以降のためデータなし。

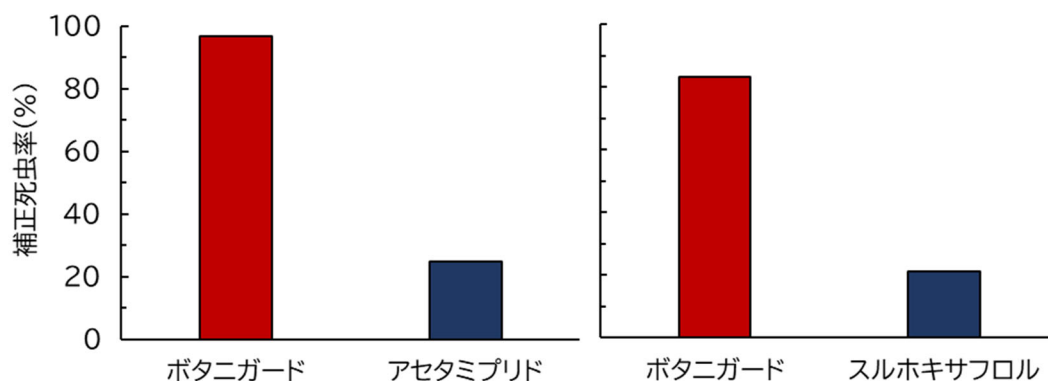


図10 タバココナジラミバイオタイプQに対するボタニガードESの防除効果（室内試験）

供試虫：2020年に木曽岬町のトマトから採集したタバココナジラミバイオタイプQ 2～3齢幼虫、供試薬剤：ボタニガードES（1,000倍希釈）、アセタミプリド水溶剤（2,000倍希釈）、スルホキサフロル水和剤（1,000倍希釈）、方法：本種2～3齢幼虫が寄生したタバコ本葉を用いた葉片浸漬法により検定。薬剤供試7日後の補正死虫率を算出した。

1-8. ボタニガード ES と化学農薬との混用

ボタニガード ES は野菜類のうどんこ病と微小害虫類を対象とした農薬登録がとられています。環境条件等により当剤の効果が弱かった際や適用外の病害虫の防除には、化学合成農薬を散布する必要があります。そのときに、当剤の効果を妨げずに、使用できる化学合成農薬について調査しました。表 3 には、殺虫剤・殺ダニ剤、表 4 には殺菌剤との混用可能性を示しました。

ボタニガード ES と化学合成農薬を混用してキュウリの葉に接種し、1 週後にボタニガード ES の成分菌の生存率を調査し、10%以下となった農薬を「×」、10~20%となったものを「△」、20%より高いものを「○」としました。また、ボタニガード ES 製剤ではなく、成分菌のみをとり出して化学合成農薬と混用した場合に、生存率が 10%以下となったものも「△」としています。

注 意

- ・表中の結果は、ボタニガード ES の成分菌の生存について記したものであり、各化学合成農薬の対象病害虫に対する防除効果や、薬害の有無を記したものではありません。
- ・表中の結果はあくまでも目安であり、気象条件（温度、降雨、紫外線量など）で変化します。このため本表を参照して生じた如何なる損害についても、本研究コンソーシアムおよびアリスタライフサイエンス株式会社は責任を負いません。

表3 ボタニガードESの殺虫剤・殺ダニ剤との混用可能性

成分	商品名	IRAC コード	<i>B. bassiana</i> GHA株との 混用可能性
脂肪酸グリセリド	サンクリスタル乳剤	気門封鎖	○
還元澱粉糖化物	エコピタ液剤	気門封鎖	○
ナタネ油	ハッパ乳剤	気門封鎖	○
オレイン酸ナトリウム	オレート液剤	気門封鎖	○
プロピレングリコールモノ脂肪酸エステル	アカリタッチ乳剤	気門封鎖	○
機械油	ハーベストオイル	気門封鎖	○
調合油	サフオイル乳剤	気門封鎖	○
ソルビタン脂肪酸エステル	ムシラップ	気門封鎖	○
ポリグセリン脂肪酸エステル	フーモン	気門封鎖	○
ヒドロキシプロピルデンプン	粘着くん液剤	気門封鎖	○
MEP	スミチオン乳剤	1B	○
マラソン	マラソン乳剤	1B	○
プロチオホス	トクチオン乳剤	1B	○
アセフェート	オルトラン水和剤	1B	○
ペルメトリン	アディオン乳剤	3A	○
ビフェントリン	テルスターフロアブル	3A	○
エトフェンプロックス	トレボン乳剤	3A	○
チアメトキサム	アクタラ顆粒水溶剤	4A	○
ニテンピラム	ベストガード水溶剤	4A	△
クロチアニジン	ダントツ水溶剤	4A	△
ジノテフラン	スタークル顆粒水溶剤	4A	○
スルホキサフロル	トランスフォームフロアブル	4C	○
スピノサド	スピノエース顆粒水和剤	5	○
スピネトラム	ディアナSC	5	○
エマメクチン安息香酸塩	アフーム乳剤	6	○
ミルベマクチン	コロマイト乳剤	6	○
ピメトロジン	チェス顆粒水和剤	9B	○
ピリフルキナゾン	コルト顆粒水和剤	9B	○
ヘキサゾクス	ニッソラン水和剤	10A	○
エトキサゾール	バロックフロアブル	10B	○
テトラジホン	テデオ乳剤	12D	○
テフルベンズロン	ノーモルト乳剤	15B	△
ルフェヌロン	マッチ乳剤	15B	△
フルフェノクスロン	カスケード乳剤	15B	○
ノバルロン	カウンター乳剤	15B	△
アプロフェジン	アプロード水和剤	16	○
シロマジン	トリガード液剤	17	○
メトキシフェノジン	ファルコンフロアブル	18	○
クロマフェノジド	マトリックフロアブル	18	○
テブフェノジド	ロムダンフロアブル	18	○
アセキノシル	カネマイトフロアブル	20B	○
ビフェナゼート	マイトコーネフロアブル	20D	○
フェンピロキシメート	ダニトロンフロアブル	21A	○
ピリミジフェン	マイトクリーン	21A	○
インドキサカルブ	トルネードエースDF	22A	○
メタフルミゾン	アクセルフロアブル	22B	○
スピロメシフェン	クリアザールフロアブル	23	○
スピロテトラマト	モベントフロアブル	23	○
シエノピラフェン	スターマイトフロアブル	25A	○
シフルメトフェン	ダニサラバフロアブル	25A	○
ピフルブミド	ダニコングフロアブル	25B	○
シアントラニリプロール	ベネビアOD	28	○
フルベンジアミド	フェニックス顆粒水和剤	28	○
フロニカミド	ウララDF	29	○
ピリダリル	プレオフロアブル	UN	○
フルキサメタミド	グレーシア乳剤	30	○

表4 ポタニガードESの殺菌剤との混用可能性

成分	商品名	<i>B. bassiana</i> GHA株との 混用可能性
メタラキシルM	-	△
ベノミル	ベンレート水和剤	△
ジエトフェンカルブ	-	○
エタボキサム	エトフィンフロアブル	○
ペンチオピラド	アフエットフロアブル	○
ボスカリド	カンタスドライフロアブル	○
フルトラニル	-	○
アゾキシストロビン	アミスター20フロアブル	○
アミスルブロム	-	△
シアゾファミド	ランマンフロアブル	○
フルアジナム	フロンサイド水和剤	△
メパニピリム	フルピカフロアブル	○
カスガマイシン	-	○
オキシテトラサイクリン	マイコシールド	○
フルジオキシニル	セイビアーフロアブル20	△
イプロジオン	ロブラール水和剤	○
トルクロホスメチル	リゾレックス水和剤	○
プロモカルブ塩酸塩	プレビクールN液剤	○
トリフルミゾール	トリフミン水和剤	△
ミクロブタニル	ラリー水和剤	△
シメコナゾール	サンリット水和剤	△
フェンキサミド	パスワード顆粒水和剤	△
フェンピラザミン	ピクシオDF	○
バリダマイシン	バリダシン液剤	○
ポリオキシン複合体	ポリオキシンAL水溶剤	△
ジメトモルフ	フェスティバル水和剤	○
マンジプロバミド	レーバスフロアブル	△
ホセチル	アリエッティ水和剤	○
シモキサニル	-	△
ピリオフェノン	プロパティフロアブル	△
フルチアニル	-	△
塩基性硫酸銅	Zボルドー	△
硫黄	クムラス	○
マンゼブ	ジマングアイセン水和剤	×
チウラム	-	×
プロピネブ	アントラコール顆粒水和剤	×
キャブタン	オーソサイド水和剤80	×
クロロタロニル	ダコニール1000	×
イミノクタジンアルベシル酸塩	ベルコート水和剤	○
キノキサリン	モレスタン水和剤	△
炭酸水素カリウム	カリグリーン	×
炭酸水素ナトリウム	ハーモメイト水溶剤	△

2. 施設栽培トマトにおけるデュアルコントロール

実施時期

長期抑制裁培（8月定植から翌年6～7月）の10～11月と4月以降。＜参照 P14-15
三重県のトマト栽培におけるボタニガード ES を用いた防除体系＞

殺虫・殺菌剤ボタニガード ES の散布

1週間間隔で3回以上、1,000倍希釈液を散布します。農薬容器のラベルに記載された使用方法、注意に従ってください。＜参照 P19-20＞

ボタニガード ES の利用のポイント

ポイント 1（参照 P19-20）：

コナジラミ類とうどんこ病の少発生時期から1週間間隔で3回以上散布しましょう。
＜参照 P16-18 問題となる病害虫＞

ポイント 2（参照 P20）：

葉裏にも十分量かかるように丁寧に散布しましょう。

ポイント 3（参照 P21）：

薬液が乾きやすい天候の日・時間帯に散布を行ってください。

ポイント 4（参照 P22）：

コナジラミ類の発生が増えた場合は、化学合成農薬と混用しましょう。

その他

・ボタニガード ES は、気温が高い時期は薬害リスクが高く、また、コナジラミ類の成虫に対する効果が低いため、施設への同成虫の侵入が多い7～9月（育苗期～定植期）の単独使用を控えましょう。

・他の病害虫が発生した場合には、適切な農薬を散布して防除して下さい。

2-1. 三重県のトマト栽培におけるボタニガード ES を用いた防除体系



図 11 三重県の作型におけるボタニガード ES による病虫害防除（川上ら（2022）から引用）

<本体系の考え方>

トマト栽培において、コナジラミ類を極少発生とし、トマト黄化葉巻病やトマト黄化病を蔓延させないことが必要です（図 11）。本体系のねらいは、現在継続的に多発生状態にあるコナジラミ類を少発生状態に抑え、かつ、うどんこ病を効率的に同時防除することです。三重県内のトマト栽培では、化学合成農薬の利用を中心とした防除が基本となっています。今後も持続的に栽培を行うには、病虫害の薬剤抵抗性の発達を回避し、環境負荷を低減することが必要です。そこで、IPM の考えに基づき、化学合成農薬をボタニガード ES に代替する防除体系を目標とします。しかし、コナジラミ類媒介ウイルス病の多発地域で化学合成農薬をボタニガード ES に代替することは、非常にリスクが高いため、まずは化学合成農薬による慣行防除にボタニガード ES を追加する体系を実施し、多発生状態にあるコナジラミ類の密度を抑えるために利用します。その後、コナジラミ類の密度が下がり、ウイルス病による被害のリスクが小さくなってきたら化学合成農薬をボタニガード ES に代替していきます。

具体的には、

- うどんこ病に対しては、発生が多くなる 10～11 月、4 月以降にボタニガード ES を 1 週間間隔で散布しましょう。
- ボタニガード ES の防除効果を得るためには、葉裏に付着することが必要であるため、ムラのないように丁寧に散布しましょう。
- コナジラミ類に対しては、以下の通り総合的な対策を行きましょう。

- ① 施設開口部に目合い0.4mm以下の防虫ネットを展張し、コナジラミ類の侵入を防止しましょう。
- ② 育苗期～定植～収穫開始まで：気温の高い時期は、ボタニガードESによる薬害のリスクが大きいため使用は控えましょう。
- ③ 収穫期：コナジラミ類が増え始める10～11月および4～5月にボタニガードESを1週間間隔で3～4回散布しましょう。発生状況に応じて化学合成農薬と混用散布を検討しましょう。
- ④ 収穫終了後：次作への病害虫の持ち込みを最小限にするため、蒸しこみ処理を行いましょう。

＜ボタニガードES散布の目安＞

- コナジラミ類：成虫の黄色粘着板（10×20cm）への誘殺数が、1週間あたり1頭以下の時期に散布を開始しましょう。
- うどんこ病：発病前～発病株率20%以下の少発生時期から予防的に散布しましょう。

2-2. 対象となる病害虫

タバココナジラミ (*Bemisia tabaci*)

成虫が約 0.8mm の微小害虫です (図 12)。野外では、成虫は 4～11 月まで見られ、夏期に発生が多くなります。低温に弱いため、降霜地帯では野外越冬できませんが、施設栽培では周年で発生します。

成虫および幼虫が葉を吸汁し、多発するとすす病や着色異常を引き起こします。また、**トマト黄化葉巻病**の病原ウイルス (トマト黄化葉巻ウイルス tomato yellow leaf curl virus) や**トマト黄化病**の病原ウイルス (トマト退緑ウイルス tomato chlorosis virus) を媒介し、問題となっています。

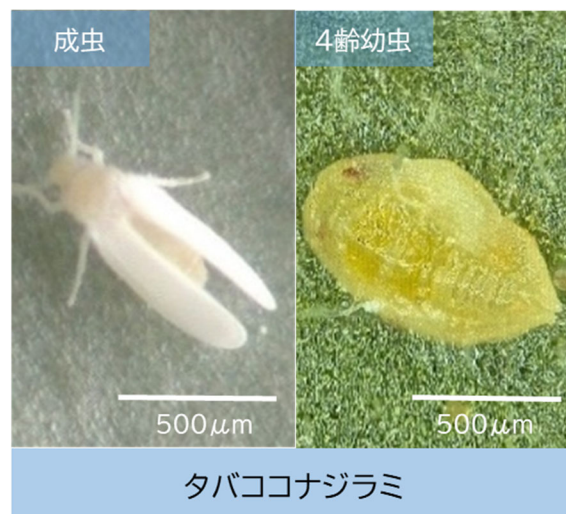


図 12 タバココナジラミ (三重県農業研究所提供)

トマト黄化葉巻病は、発病初期には新葉の葉縁や葉脈間が黄化します (図 13)。葉の奇形が生じ、発病が進むと株全体が萎縮します。発病前に着果した果実は正常に発育しますが、発病後は開花しても着果しないことが多く、減収につながります。



図 13 トマト黄化葉巻病 (三重県農業研究所提供)

トマト黄化病は下位葉から中位葉へと症状が進展し、発病初期には葉の葉脈間が退緑黄化し、斑状の黄化葉となります（図14）。症状が進展すると、葉脈に沿った部分を残して葉全体が黄化します。発病株は、症状の進展に伴う生育抑制により、収量が減少すると言われています。



図14 トマト黄化病（三重県農業研究所提供）

これらの病害の発生を防止するには、ウイルスを保毒したタバココナジラミの侵入と増殖を防ぐことが最も重要です。しかし、タバココナジラミでは、化学合成農薬に対する薬剤抵抗性の発達が問題となっており防除が難しくなっています。

＜トマト黄化葉巻病とトマト黄化病の防除の基本＞

- ・施設への侵入を防ぐため、施設開口部へ防虫ネット（0.4mm以下）を張りましょう。
- ・ウイルス病発病株は伝染源となるため、見つけ次第除去し、適切に処理しましょう。
- ・コナジラミ類の増殖源となる施設周辺の雑草や野良生えトマトを除去しましょう。
- ・栽培終了後は、太陽熱を利用した密閉処理や、農薬による古株枯死を行い、コナジラミ類を施設外に移出させないようにしましょう。
- ・トマト黄化葉巻病については、抵抗性品種の作付けも検討しましょう。ただし、抵抗性として販売されている品種であってもウイルスに感染して伝染源になるので防除は徹底しましょう。

トマトうどんこ病 (*Pseudoidium neolycopersici*、他)

トマトうどんこ病は主に葉が侵され、多発すると葉柄、果柄、へタ等にも発生します。原因となる病原菌は、複数ありますが、いずれも発病した植物上に胞子を形成し、それが伝染源となります。最も発生が多い *Pseudoidium neolycopersici* によるうどんこ病では、葉の表面にうどん粉をふりかけたような白いかびが密生します(図15)。

Leveillula taurica によるうどんこ病では、葉の裏面が多少紅色を帯びた褐色になり、表面は黄色に変色します。葉の表面に生じるかびは非常に少ないのが特徴です。病原菌の発芽適温は、20～25℃で、乾燥条件下で発生しやすくなります。近年の環境制御型施設栽培の増加に伴い本病の発生が増加しており、トマト施設栽培における重要病害となっています。初発段階であれば、比較的防除しやすいものの発病葉数が増加すると防除が難しくなるため、発生初期の防除対策が重要です。



図15 *Pseudoidium neolycopersici* によるうどんこ病 (三重県農業研究所提供)

<トマトうどんこ病防除の基本>

- ・初発段階であれば薬剤防除によって発病を抑制することが可能です。発病葉数が増加して防除が難しくなる前に予防的な散布を心がけましょう。
- ・被害残渣の処分を徹底し、圃場に伝染源を残さないようにしましょう。
- ・密植を避け、葉掻き等をこまめに行い、風通りを良くするよう栽培管理に気を付けましょう。
- ・うどんこ病は化学合成農薬耐性菌の発生リスクが高いとされています。化学合成農薬の多用は避け、耐性菌リスクの低い薬剤による防除を心がけましょう。

2-3. ボタニガード ES の利用のポイント

ポイント1：

コナジラミ類とうどんこ病の少発生時期から 1 週間間隔で 3 回以上散布しましょう。

- ✓ 対象とするコナジラミ類とうどんこ病の、発生前～少発生時期に行ってください。
目安として、コナジラミ類は、成虫の黄色粘着板（10×20cm）への誘殺数が 1 週間あたり 1 頭以下、うどんこ病は発病前～発病株率 20%以下の少発生時期です。
- ✓ コナジラミ類の生育ステージによって *Beauveria bassiana* への感染力が異なり、卵と 4 齢幼虫、成虫に対する効果は期待できません。また、散布時の温湿度条件が効果発現に影響するため、1 週間間隔で複数回散布しましょう（図 16）。
- ✓ うどんこ病に対するボタニガード ES の誘導抵抗性の持続は約 7 日間です。
- ✓ 以上のことから、ボタニガード ES を効果的に使用するために、タバココナジラミ、うどんこ病の発生前～少発生時から 1 週間間隔で 3 回以上散布しましょう。

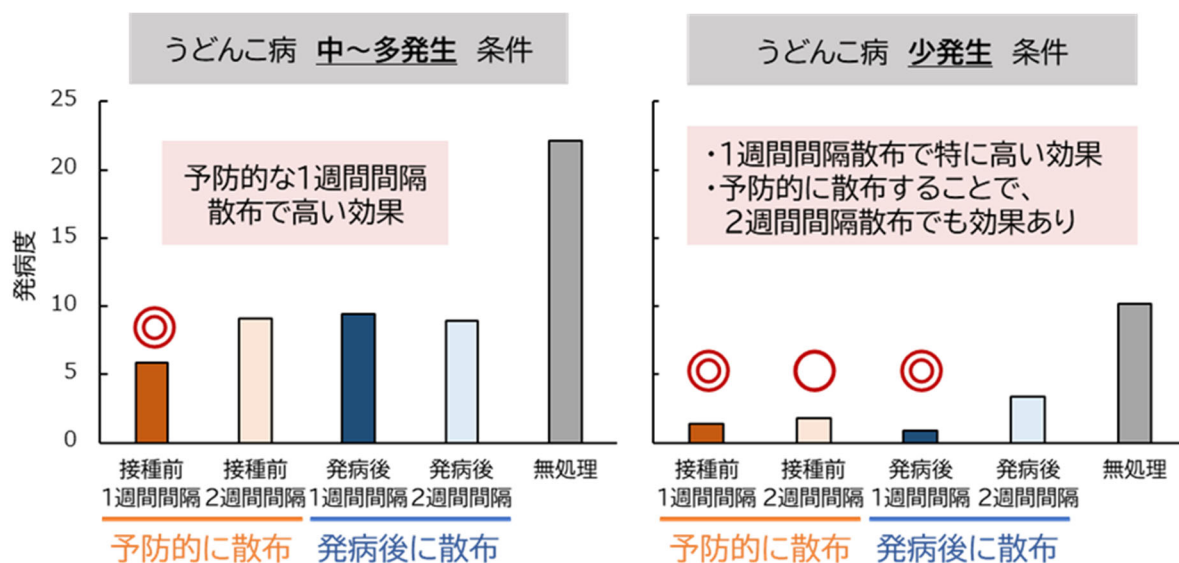


図 16 散布タイミングと散布間隔の違いによるボタニガード ES のトマトうどんこ病防除効果への影響（2020 年度試験）

試験場所：所内ガラス温室 品種：CF 桃太郎ファイト 定植：10/19 うどんこ病接種日：10/29

【接種前 1 週間間隔区】うどんこ病接種の 7～9 日前から 1 週間間隔で 9 回散布。

【接種前 2 週間間隔区】うどんこ病接種の 7～9 日前から 2 週間間隔で 5 回散布。

【発病後 1 週間間隔区】うどんこ病接種の 14 日後から 1 週間間隔で 6 回散布。

【発病後 2 週間間隔区】うどんこ病接種の 14 日後から 2 週間間隔で 3 回散布。

調査日：【中～多発生】うどんこ病接種 55 日後 【少発生】うどんこ病接種 48 日後

＜試験結果＞

- うどんこ病少発生条件下では、発病前に予防的に1～2週間間隔で散布、または発病後に1週間間隔散布で発病度は低く抑制されました。
- 中～多発生条件では、接種前（発生前）から1週間間隔散布で発病が抑制されました。
- 予防的に1週間間隔で複数回散布することで防除効果が期待できます。

ポイント2：

葉裏にも十分量かかるように丁寧に散布しましょう。

- ✓ コナジラミ類幼虫は葉裏に生息しているため、葉裏にボタニガードESがかかからないと殺虫効果は期待できません。
- ✓ うどんこ病に対して抵抗性を誘導しやすくなるように、十分量をトマト葉に処理しましょう。

ポイント3：

薬液が乾きやすい天候の日・時間帯に散布を行ってください。

- ✓ ボタニガードESの薬液が乾かずに植物体上にとどまると、ガクや葉に黒点が生じる薬害が発生することがあります（図17）。また、トマト果実に薬害が生じることもあります。
- ✓ 夕方や降雨日など、散布後の処理薬液が乾きにくい条件では、薬害が発生しやすいため散布を避けましょう。
- ✓ ボタニガードESの散布量が過剰な場合、葉の窪みなどに薬液がとどまることで薬害が発生しやすくなるため、適正量の散布に努めましょう。

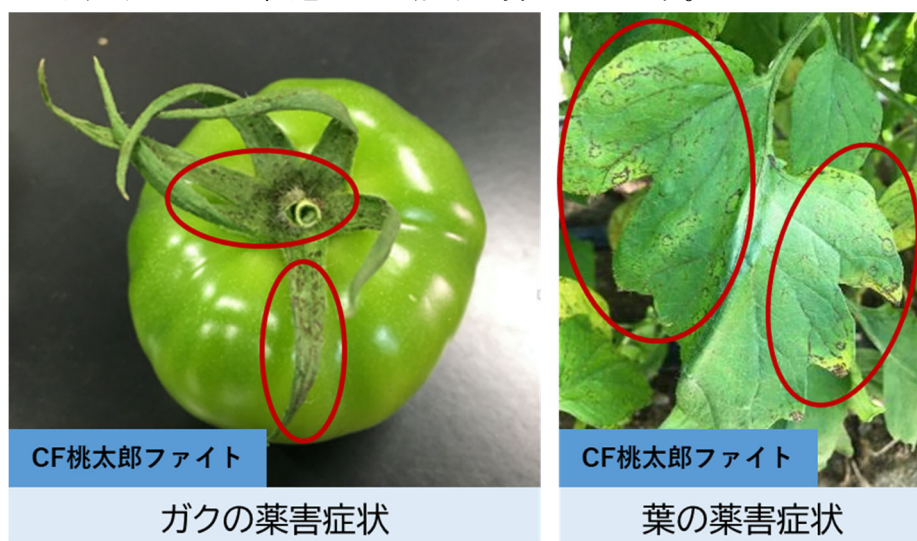


図17 ボタニガードESによる薬害（三重県農業研究所提供）

<薬害発生事例>

低温期（12～2月中旬頃）に夕方や降雨日などの条件で散布した場合に薬害が生じる事例を確認しています。

ポイント4：

コナジラミ類の発生が増えた場合は、化学合成農薬と混用しましょう。

- ✓ ボタニガード ES を化学合成農薬と混用することで、タバココナジラミに対する防除効果が高まります（図 18）。
- ✓ タバココナジラミが中発生程度の場合にも、ボタニガード ES と化学合成農薬との混用散布を行うことで防除効果が期待できます。
- ✓ ただし、タバココナジラミの補正死虫率が 50% 以下の感受性が顕著に低下している化学合成農薬については、混用しても実用的な効果が期待できません。

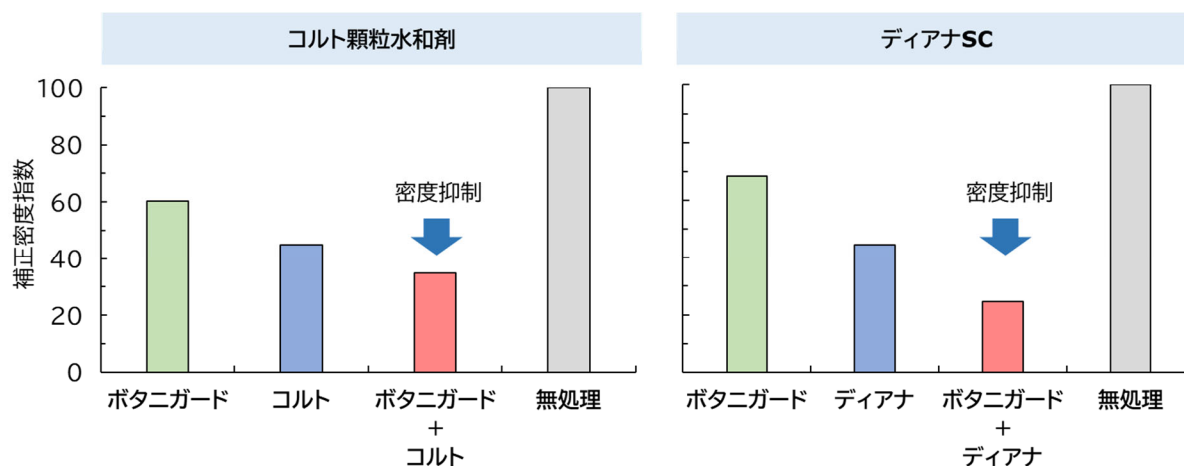


図 18 ボタニガード ES と化学合成殺虫剤との混用による防除効果向上の事例（川上ら（2022）詳細版図 2 を改変）

2022 年度 現地圃場試験 供試虫：タバココナジラミ バイオタイプ Q 木曽岬個体群 品種：CF ハウス桃太郎、処理方法：ボタニガード ES 1,000 倍希釈液、化学剤は登録濃度に希釈液散布。250L/10a 相当量を 1 回散布。コルト顆粒水和剤散布 7 日後、ディアナ SC 散布 3 日後の幼虫数の補正密度指数を算出。

<試験結果>

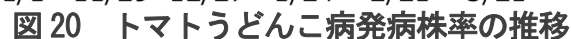
- コルト顆粒水和剤またはディアナ SC については、ボタニガード ES を混用することで、単剤での処理よりも防除効果が向上しました。
- ベストガード水溶剤やモスピラン顆粒水溶剤についてもボタニガード ES と混用することで単剤での処理よりもタバココナジラミの密度が抑制されました（データ略）。

抑制長期栽培トマトで、10～11月および3月以降にボタニガードESを慣行防除に追加散布し、コナジラミ類とトマトうどんこ病に対する防除効果を検証しました。

慣行区	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽		▽		▽		
実証区	▽	▽	▽	▽	▼	▼	▼	▽	▽	▽	▽	▽	▼	▼	▽		▼	▼	▼	▼



慣行区	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽
実証区	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽



実証概要

- ・調査時期：2021年9月～2022年6月
- ・場所：三重県木曽岬町現地圃場（8連棟ビニルハウス、20a）
- ・栽培概要：品種：りんか409 定植：8月上～中旬
- ・調査方法：コナジラミ類：黄色粘着板（10×10cm）を10枚設置し、1枚あたりの成虫誘殺数を計数。トマトうどんこ病：全株見取り調査

＜試験結果＞

- コナジラミ類は両区で10月中旬から密度が増加しましたが、ボタニガードESの3回目散布後、慣行区と比べて早期に密度が抑えられました。また、5月以降、両区でコナジラミ類の発生が増加しましたが、実証区では慣行区よりも低密度で推移しました（図19）。
- トマトうどんこ病は、5月以降、実証区で発病株が増えましたが、多発には至りませんでした（図20）。

以上から、コナジラミ類とトマトうどんこ病いずれも、発生極初期からボタニガードESを散布することで、被害を抑制することができると考えられます。

2-5. 今後の課題など

デュアルコントロールの優位性

- コナジラミ類とトマトうどんこ病のデュアルコントロールが可能となることにより、化学合成農薬の使用回数を削減できます。
- 散布回数に制限がないため、栽培期間を通じて予防的に複数回にわたって散布でき、防除適期を逃しにくくなります。ただし、5～7日間隔での5回以上の連続散布では薬害が生じる可能性があります。
- 化学合成農薬抵抗性のコナジラミ類が発生している地域でも導入できます。
- 化学合成農薬耐性菌によるトマトうどんこ病が発生している地域でも導入できます。

デュアルコントロールの弱点

- ボタニガードESと混用可能な殺菌剤（特に、灰色かび病に登録のあるもの）に限られるため、灰色かび病発病時期である4～5月の殺菌剤の選択肢が限られます。
- ボタニガードESはコナジラミ類の成虫に対する効果が小さいため、トマト黄化葉巻病やトマト黄化病の感染対策が難しいことが課題です。
- ボタニガードESの効果を十分に発揮させるためには、複数回散布が必要となります。

今後の課題

- 薬剤散布の省力化のために、常温煙霧処理などの技術の検討が必要です。
- 慣行防除にボタニガードESを追加する防除体系での実証のため、薬剤費は増額しました。収量は環境要因による影響が大きく、本試験ではコスト評価できませんでした。今後は、病害虫の発生状況に応じて化学合成農薬と代替する防除体系を構築し、コストも併せて検証する必要があります。

3. 施設栽培イチゴにおけるデュアルコントロール

実施時期

3～4月と定植後の10月。＜参照 P27-28 奈良県のイチゴ栽培におけるボタニガード ES を用いた防除体系＞

殺虫・殺菌剤ボタニガード ES の散布

1週間間隔で1,000倍希釈液を散布します。農薬容器のラベルに記載された使用方法、注意に従ってください。＜参照 P31＞

ボタニガード ES の利用のポイント

ポイント1（参照 P31）：

うどんこ病に対しては、予防散布として1週間間隔で使用しましょう。

ポイント2（参照 P32-33）：

葉のうどんこ病に対して、発生前～少発生条件で使用しましょう。

ポイント3（参照 P34）：

果実のうどんこ病に対しては、防除効果が低くなります。

ポイント4（参照 P35）：

ナミハダニに対して、気門封鎖剤と同等の防除効果があります。

ポイント5（参照 P36）：

天敵チリカブリダニ、ミヤコカブリダニの生存に影響しないため、天敵を併用できます。

その他

・他の病害虫が発生した場合には、適切な農薬を散布して防除して下さい。

3-1. 奈良県のイチゴ栽培におけるボタニガード ES を用いた防除体系

ボタニガード ES を使用する利点は、イチゴうどんこ病菌とハダニ類を同時防除できることです。そのために注意が必要となるのは以下の 3 点です。

- ・うどんこ病の発病程度が少、または未発生時に、予防的に 1 週間間隔で散布しましょう。
- ・イチゴ果実に対する防除効果は低いため、開花期までの使用としましょう。
- ・有効成分菌である *Beauveria bassiana* に影響があるアントラコール顆粒水和剤、ジマンダイセン水和剤との混用は避けましょう。

これらを考慮して既存の防除体系にボタニガード ES を取り入れやすい時期を表 5 に示します。

炭疽病の防除が 7 日から 10 日間隔で行われる 5 月上旬～9 月上旬には、うどんこ病も同時防除できるため、ボタニガード ES の導入は不適です。この時期の基幹剤であるベルクト水和剤がうどんこ病に対して効果があり、アントラコール顆粒水和剤とジマンダイセン水和剤はボタニガード ES の成分菌である *Beauveria bassiana* に悪影響があり混用できないためです。

そのため、使用できる時期は炭疽病の防除が本格化する前の 3、4 月および定植後の 10 月となります。3、4 月の防除は本圃からのうどんこ病菌の持ち込み対策、10 月は開花前のうどんこ病を完全になくすことを目的とします。

表5 ポタニガードES を取り入れた防除体系の例

育苗

月	旬等	薬剤名
3	下	モレスタン水和剤→ポタニガードES
4	上	
	中	ジーファイン水和剤→ポタニガードES
	下	
5	上	ベルクート水和剤
	中	アントラコール顆粒水和剤
	下	ジマンダイセン水和剤
6	上	ベルクート水和剤
	中	アントラコール顆粒水和剤
	下	ジマンダイセン水和剤 パレード20フロアブル
7	上	ベルクート水和剤
	2週目	アントラコール顆粒水和剤
	3週目	ジマンダイセン水和剤
	4週目	アントラコール顆粒水和剤
8	1週目	ベルクート水和剤
	2週目	ジマンダイセン水和剤 ラリー乳剤
	3週目	アントラコール顆粒水和剤
	4週目	ジマンダイセン水和剤 サンヨール
9	1週目	ベルクート水和剤
	2週目	ジマンダイセン水和剤
	定植前日	ゲッター水和剤

本圃

月	旬等	薬剤名
9	3週目	セイビアー20フロアブル
	4週目	パンチョTF顆粒水和剤
10	1週目	サンクリスタル乳剤→ポタニガードES
	2週目	パレード20フロアブル
	3週目	スピノエース顆粒水和剤、マイトコーネフロアブル
	4週目	チリカブリダニ製剤、ミヤコカブリダニ製剤
11	2週目	ショウチノスケフロアブル
12	2週目	オルフィンフロアブル
1	2週目	サンヨール
2	2週目	ラリー乳剤
3	2週目	スクレアフロアブル
4	2週目	パンチョTF顆粒水和剤

太字はうどんこ病を対象としていることを示す

3-2. 対象となる病害虫

イチゴうどんこ病 (*Podosphaera aphanis*)

イチゴうどんこ病は、葉、果実、果梗、がくに発生し、白色の粉状の菌叢を生じます(図21)。発病適温は20～22℃であり、育苗期の高温期である7月後半から8月後半には病勢は衰退します。宿主範囲は、栽培植物ではイチゴのみです。越夏はイチゴ葉上で行われます。主に用いられる殺菌剤の系統は、DMI 剤、QoI 剤、SDHI 剤、多作用点接触阻害剤です。DMI 剤に対する耐性菌の発生が報告されています。



図21 イチゴうどんこ病(奈良県農業研究開発センター提供)

左：果実の病徴、中央：葉の病徴、右：分生子と分生子柄

<イチゴうどんこ病防除の基本>

育苗期の防除により、本圃に感染株を持ち込まないことが重要です。病勢が衰退する8月中に完全に発病をなくすことが目標となります。本圃では、薬剤がかかりやすい定植直後に防除を行います。イチゴ果実に発病すると防除が困難となるため、開花期までに1週間間隔で2～3回の薬剤散布を行い、花、果実への感染を防ぎます。開花後は、発病の状況をよく観察し、月に1回程度の防除を行ないます。果実で発病した際は、発病果の除去、葉搔きを行なった後に治療効果の高い薬剤を散布します。3～6月は本圃からの育苗圃への病原菌の持ち込みに注意します。管理を行う順番や管理する人を限定すること等で対応します。

ナミハダニ黄緑型 (*Tetranychus urticae*)

ナミハダニ黄緑型成虫の体長は0.5mm程度です。俗に「白ダニ」と呼ばれ、雌成虫は黄白色の体表に黒色の斑点が2つ確認できます(図22)。多発すると茎葉が白い吐糸に覆われ、草勢が低下して収量が減少します。1世代の日数は、15℃では約36日、30℃では7日であり、高温期では被害の拡大が早くなります。本種は野菜、花き、果樹など、様々な農作物を加害する広食性の害虫であり、イチゴでは苗を介して持ち込まれることが多くなります。殺虫剤に対する感受性の低下が顕著であり、化学合成農薬のみによる防除は困難です。



図22 ナミハダニ黄緑型(奈良県農業研究開発センター提供)

左：雌成虫、中央：成虫と卵、右：被害葉

<ナミハダニ防除の基本>

育苗圃では、薬剤感受性低下リスクの低い気門封鎖剤を中心とした防除を行います。育苗時に使用される炭疽病を対象とした殺菌剤は、天敵製剤への影響が大きいものが多いため、天敵製剤による育苗圃での防除は困難です。本圃では、チリカブリダニ(スパイデックスなど)、ミヤコカブリダニ製剤(スパイカルEXなど)を中心とした防除体系が有効です。農薬による防除を行う場合は薬剤散布前に葉搔きを行うことで、防除効率を上げることができます。ただし、天敵製剤の放飼後2週間以内は葉搔きや薬剤散布を控えます。人を介した移動のリスクを下げるため、発生が多いハウスでの作業は最後に行ないます。ナミハダニは栽培作物以外の雑草にも寄生するため、施設内部や周辺部の雑草の除草を行ないます。また、圃場内に目的外の作物を持ち込むことは控えましょう。

3-3. ボタニガード ES の利用のポイント

ポイント1：

うどんこ病に対しては、予防散布として1週間間隔で使用しましょう。

散布時期別での防除効果は、うどんこ病菌の接種当日の処理が最も高くなりますが、接種1週間前および接種1週間後処理においても防除価40～50程度の効果があります(図23)。防除効果が得られるのは、病原菌の感染の前後1週間程度と考えられるので、安定した効果を得るには1週間間隔での散布が適切です。

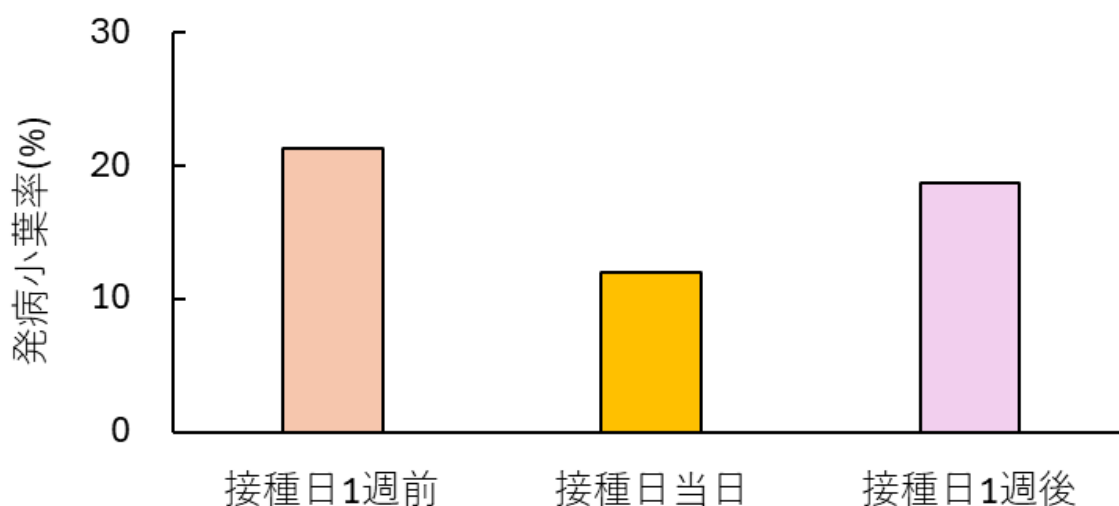


図23 散布時期別のイチゴうどんこ病(葉)に対するボタニガードESの防除効果 (Asano *et al.* (2025) Table 4の一部を改編)

散布時期はイチゴうどんこ病菌の接種日を起点する。接種11日後に発病小葉率を調査した。括弧内の数字は防除価を示す。

ポイント2：

葉のうどんこ病に対して、発生前～少発生条件で使用しましょう。

うどんこ病が少発生の条件（無処理区の発病小葉率が20%未満）では、全ての試験で防除価70以上の高い効果を示します（表6）。中および多発条件では効果が安定しないため、表7を参考に他の殺菌剤の防除に切り替えましょう。

表6 発病程度別のイチゴうどんこ病（葉）に対するボタニガードESの防除効果(Asano *et al.* (2025) Table 1の一部を改編)

発病程度	調査年月日	ボタニガードES		無処理
		発病小葉率	防除価	発病小葉率
少発生	2022年5月31日	2.2	70.4	7.5
	2019年5月10日	1	88.2	8.5
	2021年7月12日	0	100	15
中発生	2020年4月20日	31.9	28.1	44.4
	2019年11月1日	18.9	53.4	40.6
	2020年12月21日	12.2	74.7	48.3
	2020年7月16日	2.2	94.4	39.7
多発生	2021年5月6日	100	0	58.3
	2021年5月6日	33.3	46.9	62.8
	2020年6月8日	31.3	54.4	68.5

太字は防除価70以上を示す

ボタニガードESを約1週間間隔で散布し、最終散布の6～14日後に、発病小葉率を調査した。

発病程度の、少発生は無処理の発病小葉率が20%未満、中発生は20%以上50%未満、多発生は50%以上とした。

表 7 発病程度別のイチゴうどんこ病（葉）に対する殺菌剤の防除効果

薬剤	発生程度 ^a			薬剤の系統
	少	中	多	
ボタニガードES	○ ^b	△	×	微生物
インプレッション水和剤		△		微生物
トリフミン水和剤	○			DMI
パンチョTF顆粒水和剤	○	○	○	DMI、フェニルアセトアミド
パレード20フロアブル	○	○	○	SDHI
オルフィンフロアブル	○	○		
アフエットフロアブル	○	○		
カナメフロアブル		○		
ネクスターフロアブル	△			
ケンジャフロアブル	△			
シグナムWDG		○		SDHI、DMAI
スクレアフロアブル		○		Qol
アミスター20フロアブル		△	△	
プロパティフロアブル		○		アニルフェニルケトン
フルピカフロアブル	△			AP
ゲッター水和剤	○			MBC
サンヨール	○	○	○	無機化合物
ジーファイン		○		無機化合物、不明
ベルクート水和剤	○			ビスグアニジン
モレスタン水和剤	△			キノキサリン
ポリオキシシンAL水和剤	△			ポリオキシシン
サンクリスタル乳剤	○	△	△	不明
ムシラップ		△	×	不明
カリグリーン		△		不明

^a 発生程度は、少：無処理区の発病小葉率が20%未満、中：20～50%、多：50%以上

^b 防除効果は、○：防除価80以上、△：60～80、×：60未満

ポイント3：

イチゴ果実のうどんこ病に対しては、防除効果が低くなります。

少・多発生条件の2試験（品種：古都華）で、ボタニガードESのイチゴ果実のうどんこ病に対する防除価が低くなりました（図24）。一部の化学合成農薬（殺菌剤）でも、薬剤耐性により防除効果が認められないものがありました。ボタニガードESの果実でのうどんこ病に対する防除効果は、葉と比較すると弱いので、開花後は他の殺菌剤での防除を行ないましょう。

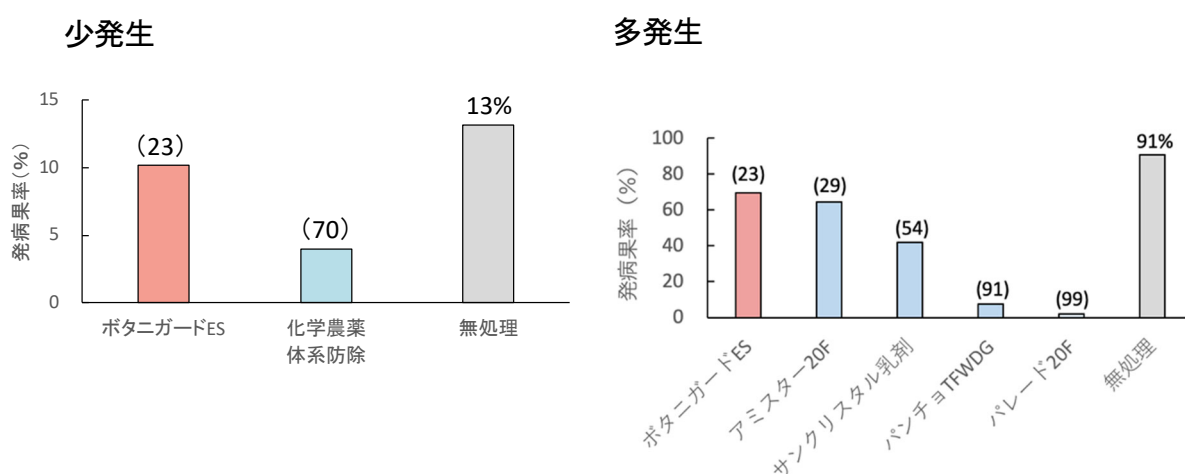


図24 イチゴうどんこ病（果実）に対するボタニガードESの防除効果 (Asano *et al.* (2025) Table 7の一部を改編)

括弧内の数字は防除価を示す。品種：古都華。

化学合成農薬体系防除：パンチョ TF 顆粒水和剤、ベルコート水和剤、アミスター20フロアブル、ラリー乳剤、フルピカフロアブル、プロパティフロアブル

ポイント4：

ナミハダニに対して、気門封鎖剤と同等の防除効果があります。

ボタニガードESは、気門封鎖剤であるムシラップと同等の効果を示します（表8、表9）。2つの試験で、ボタニガードES処理区とムシラップ処理区の虫数は同様の推移を示しました。散布後にハダニ類が動かないことが確認できれば、追加の防除は不要です。

表8 ナミハダニ黄緑型に対するボタニガードESの防除効果試験例1

処理	調査項目	6月15日	6月18日	6月22日	6月29日
		1回目散布 直前	1回目散布 3日後	2回目散布 直前	2回目散布 7日後
ボタニガードES (1,000倍)	虫数合計 (補正密度指数)	67	0 (0)	0 (0)	0 (0)
ムシラップ (500倍)	虫数合計 (補正密度指数)	78	9 (9)	0 (0)	0 (0)
無処理	虫数合計	73	97	95	34

1区20株について30小葉を調査。3反復。

薬剤散布：2021年6月15日、22日

表9 ナミハダニ黄緑型に対するボタニガードESの防除効果試験例2

処理	調査項目	8月16日	8月19日	8月23日	8月26日	8月30日	9月2日	9月6日
		1回目散布 直前	1回目散布 3日後	2回目散布 直前	2回目散布 3日後	3回目散布 直前	3回目散布 3日後	3回目散布 7日後
ボタニガードES (1,000倍)	虫数合計 (補正密度指数)	47	60 (66)	64 (80)	75 (72)	49 (67)	60 (86)	33 (37)
ムシラップ (500倍)	虫数合計 (補正密度指数)	34	62 (95)	54 (93)	62 (83)	42 (79)	20 (40)	23 (36)
無処理	虫数合計	81	156	138	179	127	120	152

1区20株について30小葉を調査。3反復。

薬剤散布：2021年8月16日、23日、30日

ポイント5：

天敵チリカブリダニ、ミヤコカブリダニの生存に影響しないため、天敵を併用できます。

ボタニガードESの散布後、ハダニ類に対する天敵製剤であるチリカブリダニ、ミヤコカブリダニの生存率は90%以上を示しました（図25、図26）。このことからこれらの天敵製剤と併用することができます。

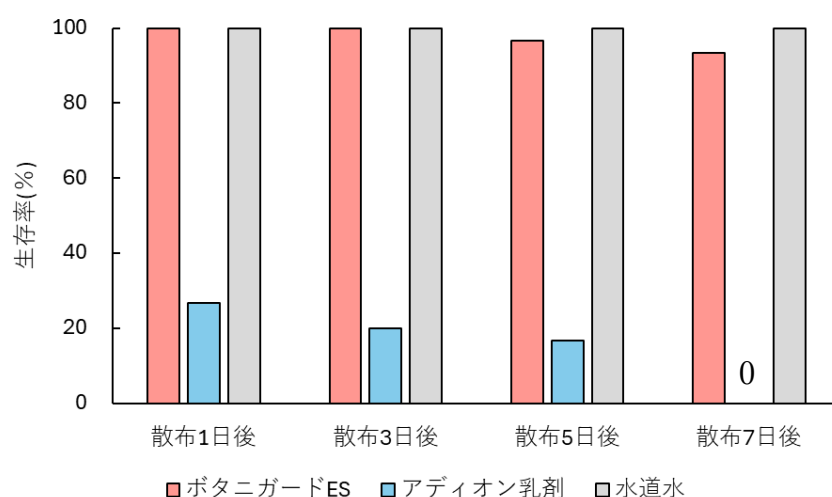


図25 ボタニガードESのチリカブリダニに対する影響

インゲンマメのリーフディスク上で評価。雌成虫を使用。アディオオン乳剤の散布7日後以降の生存率は0%

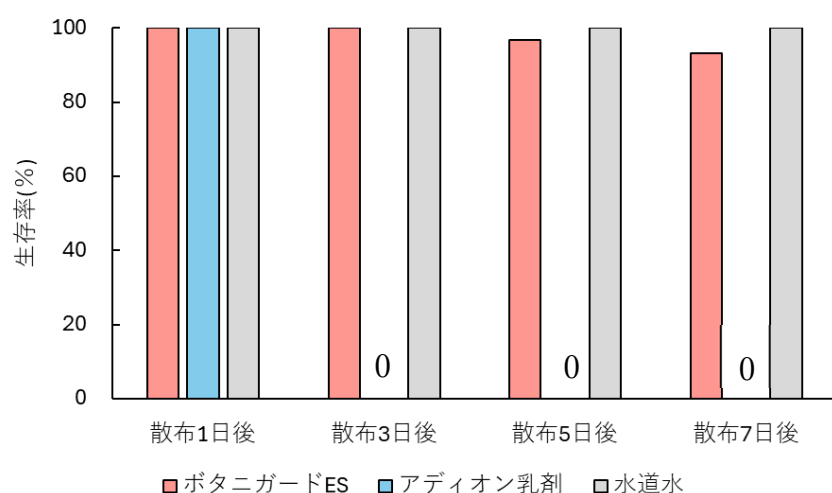


図26 ボタニガードESのミヤコカブリダニに対する影響

インゲンマメのリーフディスク上で評価。雌成虫を使用。アディオオン乳剤の散布3日後以降の生存率は0%

引用文献

- Asano S, Hirayama Y, Yoshida K, Katsuma M, Hori K, Iida Y, Yamanaka S, Kubota M. (2025) Efficacy of a *Beauveria bassiana*-based biofungicide against strawberry powdery mildew caused by *Podosphaera aphanis* under various conditions and its potential mode of action. *Journal of Phytopathology* 173: e70100.
- 飯田祐一郎 (2022) 微生物殺虫剤ボタニガード ES の病害防除における作用機作. 第 16 回 日本植物病理学会バイオコントロール研究会要旨集 pp. 9-13.
- Iida Y, Higashi Y, Nishi O, Kouda M, Maeda K, Yoshida K, Asano S, Kawakami T, Nakajima K, Kuroda K, Tanaka C, Sasaki A, Kamiya K, Yamagishi N, Fujinaga M, Terami F, Yamanaka S, Kubota M (2023) Entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*-based bioinsecticide suppresses severity of powdery mildews of vegetables by inducing the plant defense responses. *Frontiers in Plant Science* 10: 1211825.
- 川上拓・佐々木彩乃・中嶋香織・田中千晴・村田つばさ・西野実 (2022) ボーベリアバシアーナ乳剤を利用したトマトのうどんこ病とタバココナジラミ同時防除. <https://www.pref.mie.lg.jp/common/content/001090375.pdf>、<https://www.pref.mie.lg.jp/common/content/001090384.pdf>.
- 窪田昌春・竹山さわな (2023) 2020 年 10～11 月に茨城県つくば市で発生したメロン、キュウリ、ナスうどんこ病菌の殺菌剤耐性. 関東東山病害虫研究会報 68: 1-4.
- 窪田昌春・寺見文宏・飯田祐一郎・山中聡・関口実里・中嶋香織・川上拓・黒田克利・芳田侃大・浅野峻介・神谷克巳・山岸菜穂・藤永真史 (2021) 微生物殺虫剤ボーベリア・バシアーナ乳剤の野菜類うどんこ病防除効果. 農研機構普及成果情報 https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/nivfs/2020/20_070.html.
- 佐々木彩乃・西野実・田中千晴 (2022) 三重県におけるタバココナジラミバイオタイプ Q 成虫に対する主要殺虫剤の殺虫効果. 関西病虫害研究会報 64: 151-154.

本資料は、「私的使用」または「引用」など著作権法上認められた場合を除き、無断で転載、複製、放送、販売などの利用をすることはできません。内容に関するお問い合わせは、下記のお問い合わせフォームをお願いします。

○本マニュアルに関するお問い合わせ（農研機構メールフォーム）：

<https://www.naro.go.jp/inquiry/index.html>

上記のお問い合わせフォームの「技術についてのお問い合わせ」からお問い合わせください。

※「お問い合わせ内容」欄に、本マニュアル名を含めてお問い合わせ内容をご記入ください。