

Broad bean true mosaic virus
(ソラマメ トゥルーモザイクウイルス) に関する
病害虫リスクアナリシス報告書

令和 7 年 1 月 21 日

農林水産省横浜植物防疫所

主な改訂履歴及び内容

令和 4 年 1 月 6 日 作成

令和 7 年 1 月 21 日 検出及び同定手法（遺伝子診断法）の追加

目次

はじめに.....	1
I リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報（有害植物）	1
1. 学名及び分類	1
2. 地理的分布	1
3. 宿主植物及びその日本国内での分布	2
4. 感染部位及びその症状	2
5. 移動分散方法	3
6. 生態.....	3
7. 媒介性又は被媒介性.....	3
8. 被害の程度	4
9. 防除.....	4
10. 診断、検出及び同定	4
11. 日本における輸入検疫措置.....	5
12. 諸外国における輸入検疫措置	5
II 病害虫リスクアナリシスの結果	6
第1 開始（ステージ1）	6
1. 開始	6
2. 対象となる有害動植物.....	6
3. 対象となる経路.....	6
4. 対象となる地域.....	6
5. 開始の結論.....	6
第2 病害虫リスク評価（ステージ2）	7
1. 有害動植物の類別	7
2. 農業生産等への影響の評価	7
3. 入り込みの可能性の評価.....	9
4. BBTMV の病害虫リスク評価の結論.....	12
第3 病害虫リスク管理（ステージ3）	13
1. BBTMV に対するリスク管理措置の選択肢の検討.....	13
2. 経路ごとの BBTMV に対するリスク管理措置の選択肢の検討.....	15
別紙1 Broad bean true mosaic virus の発生国等の根拠	18
別紙2 Broad bean true mosaic virus の宿主植物の根拠.....	19
別紙3 Broad bean true mosaic virus の宿主植物に関連する経路の年間輸入検査量 （貨物、郵便物及び携帯品）	20
参考 種子の検定を実施する場合の粒数の考え方について	21
引用文献.....	23

はじめに

Broad bean true mosaic virus (BBTMV) (= *Comovirus fabae*) は、1953 年に初めてドイツのソラマメで報告された後、中華人民共和国、中東、欧州及びアフリカで発生が確認されている。BBTMV に感染したソラマメの葉は斑紋やモザイク症状を生じ、収量が減少する。また、BBTMV はゾウムシ科等のベクターにより伝搬される他、種子伝染することが報告されている (Kumari and Makkouk, 2007; Nito et al., 2024; Quantz, 1953; Sutic et al., 1999)。

日本では BBTMV は植物防疫法施行規則（農林省, 1950a）別表 1 に規定されている検疫有害植物であり、同施行規則別表 1 の 2 に規定されている国又は地域から輸入される宿主植物の栽植用種子及び生植物（種子及び果実を除く。）については、栽培地検査又は適切な血清学的診断法による検査が必要とされている。

今般、BBTMV の新たな検出方法が開発されたことから、改めて BBTMV のリスク評価を実施し、現行の検疫措置の有効性を検討するため、病害虫リスクアナリシスを実施した。

I リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報（有害植物）

1. 学名及び分類

（1）学名 (ICTV, 2024)

Comovirus fabae

※近年、ICTV による命名ルールの見直しがあり、分類学上は二名法による記載が正式なものとされているが、本報告書においては従来名称である broad bean true mosaic virus (BBTMV) を使用することとする。

（2）英名、和名等

英名 : broad bean true mosaic virus (BBTMV)

和名 : ソラマメトゥルーモザイクウイルス

（3）分類 (ICTV, 2024)

種類 : ウイルス

科 : *Secoviridae*

属 : *Comovirus*

（4）シノニム (CABI, 2024)

broad bean true mosaic comovirus

broad bean true mosaic virus (BBTMV)

echtes Ackerbohnenmosaic virus

echtes Ackerbohnenmosaik virus

vicia virus 1

vicia virus variant

（5）系統等

病原性が異なる系統の存在が示唆されている (Gibbs and Paul, 1970)。

2. 地理的分布

（1）国又は地域（詳細は別紙 1 参照）

アジア：中華人民共和国

中東：シリア、レバノン

欧州：イタリア、英国、オーストリア、ドイツ、ハンガリー、ポーランド

アフリカ：エジプト、エチオピア、スーダン、チュニジア、南スーダン、モロッコ

(2) 生物地理区

BBTMV は、旧北区、東洋区及びエチオピア区の3区に分布する。

3. 宿主植物及びその日本国内での分布

(1) 宿主植物（詳細は別紙2参照）

ア 種子伝染が確認されている植物

マメ科：ソラマメ (*Vicia faba*)

イ 種子伝染が確認されていない植物

マメ科：エンドウ (*Pisum sativum*)

※ *Vicia sativa* 及びヘアリーベッチ (*V. villosa*) においても種子伝染が確認されている (Mali et al., 2003) が、自然感染に関する情報が確認できないため、宿主植物とはみなさない。

(2) 日本国内における宿主植物の分布及び栽培状況

ソラマメ：山形県及び富山県を除く 45 都道府県で栽培。

エンドウ：47 都道府県で栽培。

4. 感染部位及びその症状

BBTMV の感染部位は、葉、茎、根、花及び種子を含む植物全体 (Khatab et al., 2012)。

ソラマメでは、葉にモザイクや斑紋の症状を呈する。冷涼な気候では症状が激しくなり、しばしば新梢（しんしょう）の壊死が見られるが、高温条件下では症状が弱まるか消失する (FAO, 1990; Gibbs and Paul, 1970)。小葉は徐々に巻いて奇形化し、節間が著しく短縮し生育不良となる。また、着莢（ちやくきょう）数や種子数が減少し、さやの変形や種子にえそ斑点が生じることもある。症状の重症度は植物の生育ステージや品種の感受性、ウイルス株の病原性によって差異がある (Gallitelli et al., 1978; Koike et al., 2007; Sutic et al., 1999)。一部の品種 (Nadwislanski 及び Major) では、成長した植物に接種すると症状の発現率が幼植物に比べてそれぞれ 50%、72%に低下することが報告されている (Blaszczyk et al., 1985b)。なお、ソラマメでは BBTMV に対する抵抗性に関わる遺伝子型が存在するとされている (Kumari and Makkouk, 2007)。

また、BBTMV の種子伝染はソラマメ属 (*Vicia*) に限られ、伝染率には品種間差がある。また、種子及びその種子から生育した幼植物が感染していても、幼植物に症状が現れない品種 (Astar, Inovec, Liber 及び Omar) もある (Khatab et al., 2012; Mali et al., 2003)。

BBTMV は、ソラマメにおける症状の類似性、種子伝染性、ウイルス粒子の類似性等から broad bean stain virus (BBSV：日本未発生) と混同されやすく、症状による両ウイルスの区別は困難である (Gibbs and Paul, 1970)。また、両ウイルスが重複感染することも報告されている (Cockbain et al., 1975)。

エンドウでは、植物全体に症状が現れると、激しい退緑モザイク症状を呈し、場合によっては部分的に壊死が見られる。葉はゆがみ、生育不良となり、わい化する（Gibbs and Paul, 1970; Sutic et al., 1999）。

5. 移動分散方法

（１）自然分散

BBTMV は、ゾウムシ科等のベクターによる伝搬が知られている（Cockbain et al., 1982; Kumari and Makkouk, 2007）。なお、詳細は「7. 媒介性又は非媒介性」を参照。

（２）人為分散

BBTMV は、種子伝染することが知られており、種子伝染率は1～28%と報告されている（Kumari and Makkouk, 2007; Mali et al., 2003; Sutic et al., 1999）。なお、種子伝染が報告されているのはソラマメ属に限られる（Khatab et al., 2012）。また、栽培初期に感染させた場合の種子伝染率は0～10%：平均3.3%との報告がある（Gibbs et al., 1968）。ただし、開花後に感染した場合は種子に感染することはまれである（Kumari and Van Leur, 2011）。なお、*V. sativa* 及びヘアリーベッチでもそれぞれ3～13%、15%の割合で種子伝染することが確認されているが、自然感染に関する情報が確認できない（Mali et al., 2003）。

BBTMV の種子伝搬率には品種間差があり、種子及びその種子から生育した幼植物が感染していても幼植物に症状が現れない品種もあることから、血清学的手法による検出を行う必要がある（Mali et al., 2003）。

その他、汁液により伝染する（Gibbs and Paul, 1970）。

6. 生態

（１）中間宿主及びその必要性

情報なし。

（２）伝染環

情報なし。

（３）植物残さ中での生存

情報なし。

（４）耐久生存態

情報なし。

7. 媒介性又は被媒介性

BBTMV のベクターによる伝搬が知られている。ベクターとしては、ホソクチゾウムシ科（*Apion aethiops* 及び *A. vorax*（いずれも日本未発生））、ゾウムシ科（*Sitona* spp. 及びアカアシチビコフキゾウムシ（*S. lineatus*：日本既発生））及びマメクロアブラムシ（*Aphis fabae*：日本既発生）によって媒介されることが報告されているが、*A. vorax* が高頻度で伝搬することが知られている（Cockbain et al., 1975; Kumari and Makkouk, 2007）。*A. vorax* 及びアカアシチビコフキゾウムシは飛翔するとの報告があり（Cockbain et al., 1982）、飛翔距離はアカアシチビコフキゾウムシで12.2m とされている（CABI, 2019）。感染植物から数百メートル離れていれば、ベクターによる

伝搬は起こらない (Cockbain et al., 1975)。

BBTMV のベクターによる伝搬様式の詳細は不明であるが、*A. vorax* は感染葉を数分間摂食しただけでウイルスを獲得し、感染植物に4日間置いておくと、続く8日後もウイルスを保持することが確認されている。磨碎した保毒虫からウイルスが検出される一方で、保毒虫の体液からは検出されないことから、ウイルスは口器又は摂食時の逆流物に存在すると考えられている (Cockbain et al., 1975)。

8. 被害の程度

エジプトでは、BBTMV の感染によりソラマメの収量が健全植物と比較して 11.25%減少した報告がある (Kumari and Makkouk, 2007)。

ソラマメでは、BBTMV の感染時期によって、収量の損失に差があるとされ、生育初期に感染すると、種子収量が 30~76%減少する可能性がある (Sutic et al, 1999)。開花前に感染すると、50%を超える収量損失を引き起こすが、開花後に感染すると収量と種子への影響が小さくなる可能性があると報告されている。BBTMV による減収の主な要因は、さや内の種子数が減少することによる (Jones, 1978)。エンドウの温室内の実験では、BBTMV に感染すると著しく生育を阻害し、種子収量が 70%以上損なわれることが報告されている (Blaszcak et al., 1985a)。

9. 防除

(1) 耕種的防除法

健全種子を使用する (Jones, 1978)。また、感受性の低い品種が存在するとの報告がある (Blaszcak et al., 1985b)。

(2) 生物学的防除法

殺虫剤によるベクターの防除も効果的である。また、農業的被害を最小限にするためには、ベクターがいない地域で健全な種子を用いて栽培することが推奨される (Jones, 1978)。

10. 診断、検出及び同定

(1) 診断

葉等に生じた症状を観察する。ソラマメでは BBSV による症状と非常に類似しているため、症状による両ウイルスの区別は困難である。ただし、エンドウでは BBTMV と BBSV で差がみられ、一般的に、BBSV の場合はエンドウに感染すると株全体の軽度な斑点と壊死が見られる。また、血清学的に両者は区別することができる (PaDIL, 2018)。

生物検定の指標植物として、ソラマメ及びエンドウが利用されている (FAO, 1990)。

(2) 検出及び同定

血清学的検出法として ELISA 法 (中でも DAS-ELISA 法が一般的) があり、海外ではキットが発売されている。他にも、TBIA (tissue blot immunoassay) 法、DBIA (dot-blot immunoassay) 法等の検出法が報告されている。また、DAS-ELISA 法のキットは日本でも購入可能で、葉に加え、茎、芽、種子、根等の組織も供試可能である (Creative Diagnostics, 2024; Khatab et al., 2012; Mali et al., 2003; Nano Diagnostics, 2024)。

遺伝子学的検出法については、BBTMV の種特異的プライマーを用いた RT-PCR 法及びインターカレーター法によるリアルタイム RT-PCR 法により検出が可能であるとの報告がある (Nito et al., 2024)。また、BBTMV の全塩基配列は解読されており (Petrzik, 2010)、BBTMV が属する *Comovirus* 属と *Fabavirus* 属のウイルスを検出可能なプライマーを使用した RT-PCR

法を行った後、塩基配列（シーケンス）解析を行うことによって同定が可能であるとの報告がある（Ye et al., 2015）。

1 1. 日本における輸入検疫措置

BBTMV は、植物防疫法施行規則別表 1 に規定されている検疫有害植物であり、同施行規則 1 の 2 に規定されている国又は地域から輸入される宿主植物の栽植用種子及び生植物（種子及び果実を除く。）については、以下のいずれかの措置を実施し、BBTMV に感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記することを要求している（農林省, 1950a; 農林水産省, 1998）。

（1）種子について、

- ア 採種用の親植物についてベクターの防除が十分に行われたほ場で栽培され、生育最盛期に栽培地検査を行って BBTMV の発生がないことを確認すること。
- イ 採種用の親植物又は種子について、ELISA 法等の適切な血清学的診断法による検定を行って BBTMV に侵されていないことを確認すること。

（2）生植物について

- ア ベクターの防除が十分に行われたほ場で栽培され、生育最盛期に栽培地検査を行って BBTMV の発生がないことを確認すること。
- イ 生育期間中又は輸出前までに、同一の荷口単位から無作為に抽出した植物及び病徴の疑われる植物について、ELISA 法等の適切な血清学的診断法による検定を行って BBTMV に侵されていないことを確認すること。

1 2. 諸外国における輸入検疫措置

（1）ニュージーランド（MPI, 2024）

ソラマメ属の栽植用種子に対して、BBTMV、BBSV、*Pea early-browning virus* 等複数のウイルスの無発生の地域又は生産地の設定を要求している。

（2）オーストラリア（BICON, 2024）

ソラマメ属の栽植用種子を隔離栽培検査の対象としており、当該検査において BBTMV、BBSV、*Broad bean mottle bromovirus*、*Pea early browning tobravirus* を対象とした ELISA 法、PCR 法、TBIA 法のいずれかによる検定を実施している。

（3）インド（DAC & FW, 2020）

栽植用ソラマメ及びヘアリーベッチの種子について、BBTMV 等が存在していないことを検査証明書に追記することを求めている。

Ⅱ 病害虫リスクアナリシスの結果

第1 開始（ステージ1）

1. 開始

Broad bean true mosaic virus（BBTMV）に対するリスク評価を行い、現行の検疫措置の有効性を評価するため、病害虫リスクアナリシスを実施する。

2. 対象となる有害動植物

BBTMV を対象とする。

3. 対象となる経路

リスクアナリシス対象の病害虫の生物学的情報の「2. 地理的分布」に示す「国又は地域」からの「3. 宿主植物及びその日本国内での分布」に示す「宿主植物」であって、「4. 感染部位及びその症状」に示す「感染部位」を含む植物を対象とする。

4. 対象となる地域

日本全域を対象とする。

5. 開始の結論

BBTMV を開始点とし、その発生地域から輸入される植物を経路とした日本全域を対象とする病害虫リスクアナリシスを開始する。

第2 病害虫リスク評価（ステージ2）

1. 有害動植物の類別

ステージ1で特定された有害動植物について、国内における発生及び公的防除の有無、定着及びまん延の潜在性並びに経済的影響を及ぼす潜在性について調査し、検疫有害動植物となる潜在性を有するかを検討する。なお、以下の（1）から（3）の評価項目の判断基準を満たしていないことが判明した時点で評価を中止できるものとする。

（1）有害動植物の国内での発生の有無及び公的防除の有無等

Broad bean true mosaic virus（BBTMV）は国内未発生である。

（2）定着及びまん延の潜在性

BBTMVの宿主植物であるエンドウは47都府県で栽培されていること、また、発生国でベクターになる報告のある種が国内に存在することから、もしBBTMVが国内に入り込んだ場合、定着及びまん延するおそれがある。

（3）経済的影響を及ぼす潜在性

BBTMVは、生育初期に感染すると、ソラマメの種子収量が30～76%減少した報告がある。したがって、もしBBTMVが国内に入り込み、定着及びまん延した場合、経済的影響を及ぼすおそれがある。

（4）評価にあたっての不確実性

特にない。

（5）有害動植物の類別の結論

BBTMVの宿主植物であるエンドウは国内で広く栽培されていること、種子伝染やゾウムシ科等のベクターによる伝搬が知られており、発生国でベクターになる報告のある種が国内に存在することから、BBTMVが国内に入り込み、定着及びまん延する潜在性がある。また、BBTMVは発生国において経済的被害の報告があることから、国内においても経済的影響を及ぼすことは否定できない。

したがって、BBTMVは、検疫有害動植物となる潜在性を有することから、引き続き「2. 農業生産等への影響の評価」で評価を行う。

2. 農業生産等への影響の評価

（1）定着の可能性の評価

ア リスクアナリシスを実施する地域における潜在的検疫有害動植物の生存の可能性

（ア）潜在的検疫有害動植物の生存の可能性

BBTMVの宿主植物はリスクアナリシスの対象地域である日本全域で栽培されており、種子伝染する。リスクアナリシスの対象地域内において感染することができる植物及びその部位が周年で存在することから、BBTMVが入り込んだ場合、我が国で生活環を維持できると考える。

（イ）リスクアナリシスを実施する地域における中間宿主の利用可能性

中間宿主が必須との情報は得られていない。

（ウ）潜在的検疫有害動植物の繁殖戦略

BBTMV は有害植物であるため、評価基準に基づき 5 点と評価した。

イ リスクアナリシスを実施する地域における寄主又は宿主植物の利用可能性及び環境の好適性

(ア) 寄主又は宿主植物の利用可能性及び環境の好適性

BBTMV の宿主植物であるエンドウは 47 都道府県で栽培されていることから、評価基準に基づき 5 点と評価した。

(イ) 潜在的検疫有害動植物の寄主又は宿主範囲の広さ

BBTMV が宿主とする植物の科は、マメ科のみが知られている。

(ウ) 有害動植物の侵入歴

BBTMV は旧北区、東洋区及びエチオピア区の 3 区に分布する。よって、評価基準に基づき 3 点と評価した。

ウ 定着の可能性の評価結果

評価した項目の評価点の平均から、定着の可能性の評価点は 5 点満点中の 4.3 点（小数第二位を四捨五入）となった。

(2) まん延の可能性の評価

ア 自然分散（自然条件における潜在的検疫有害動植物の分散）

(ア) ベクター以外による伝搬

a 移動距離

BBTMV は種子伝染することが知られていることから、評価基準に基づき 2 点と評価した。

b 伝染環数

BBTMV は種子伝染が知られており、年に複数回の伝染環を持つと考えられることから、評価基準に基づき 5 点と評価した。

(イ) ベクターによる伝搬

a ベクターの移動距離

BBTMV のベクターは短距離飛翔することから、評価基準に基づき 3 点と評価した。

b 伝搬様式

BBTMV のベクターの伝搬様式に関して情報は無いが、ウイルス獲得後 8 日間保持したとの報告があることから、評価基準に基づき 3 点と評価した。

イ 人為分散

(ア) 農作物を介した分散

BBTMV の宿主植物であるエンドウは 47 都道府県で栽培されていることから、評価基準に基づき 5 点と評価した。

(イ) 非農作物を介した分散

BBTMV は、非農作物を介した分散は知られていない。よって、本項目は評価しない。

ウ まん延の可能性の評価結果

評価した項目の評価点の平均から、まん延の可能性の評価点は 5 点満点中の 4 点となった。

(3) 経済的重要性の評価

ア 直接的影響

(ア) 影響を受ける農作物又は森林資源

宿主植物であるエンドウ及びソラマメの農産物産出額は、241.2 億円となる。よって、評価基準に基づき2点と評価した。

(イ) 生産への影響

BBTMV の宿主植物であるエンドウとソラマメは、生産農業所得統計の対象植物である。商品部位であるさやや種子に症状が現れ、70%を超える減収が報告されていることから、評価基準に基づき4点と評価した。

(ウ) 防除の困難さ

BBTMV に対する公的防除の情報は得られなかった。

(エ) 直接的影響の評価結果

上記2項目の評価点の積は8点となり、評価基準に基づき直接的影響の評価点は2点となった。

イ 間接的影響

(ア) 農作物の政策上の重要性

BBTMV の宿主植物であるエンドウ及びソラマメは、「農業保険法」及び「同法施行令」並びに「野菜生産出荷安定法施行令」で定める品目に該当しない。よって、本項目は評価しない。

(イ) 輸出への影響

ニュージーランドがソラマメの種子に対してBBTMV を対象とした無発生地域又は生産地の設定を要求していることから、評価基準に基づき1点と評価した。

ウ 経済的重要性の評価結果

直接的影響の評価点と間接的影響の評価点の和から、経済的重要性の評価点は5点満点中の3点となった。

(4) 評価における不確実性

特になし。

(5) 農業生産等への影響評価の結論（病虫害固有のリスク）

定着及びまん延の可能性並びに経済的重要性の3項目の評価点の積は52点（小数第二位を四捨五入）となり、BBTMV の農業生産等への影響の評価を「中程度」と結論付けた。

3. 入り込みの可能性の評価

項目	評価における判断の根拠等
(1) 感染部位	種子を含む植物全体
(2) 国内に入り込む可能性のある経路	経路は〔栽植用植物〕、〔栽植用種子〕、〔消費生植物〕及び〔消費乾燥植物類〕と考えられる。

	用途	部位	経路となる可能性
	ア 栽植用植物	植物全体	○
	イ 栽植用種子 (ソラマメ)	種子	○
	ウ 消費生植物	さや	○
	エ 消費乾燥植物類	植物全体	○
(3) 宿主植物の輸入検査量	別紙3 参照		

※本来の用途ではない目的に利用されることが想定される場合は、その想定される用途の評価結果を適用する（例えば、消費用途の植物が栽培用として利用される場合など）。

(4) 入り込みの可能性の評価

ア 栽植用植物

(ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）

ウイルス等の有害植物に感染している栽植用植物は、当該有害植物が通常輸送中問題なく活性を維持する可能性が高い。よって、評価基準に基づき5点と評価した。

(イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ

ウイルス等の有害植物のため、評価基準に基づき5点と評価した。

(ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性

栽植用植物は、直接栽培施設、ほ場等へ持ち込まれる。よって、評価基準に基づき5点と評価した。

(エ) 輸入品目からの自然分散の可能性

栽植用植物は、栽植用として利用されることで入り込みが完了することから、評価基準に基づき5点と評価した。

(オ) 評価における不確実性

特にない。

栽植用植物の入り込みの可能性の評価の結論

評価を行った項目の評価点の平均値は5点であり、BBTMV の栽植用植物を経路とした場合の入り込みの可能性の評価を「高い」と結論付けた。

イ 栽植用種子（ソラマメ）

(ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）

ウイルス等の有害植物に感染している栽植用種子は、当該有害植物が通常輸送中問題なく活性を維持する可能性が高い。よって、評価基準に基づき5点と評価した。

(イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ

ウイルス等の有害植物のため、評価基準に基づき5点と評価した。

(ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性

栽植用種子は、直接栽培施設、ほ場等へ持ち込まれる。よって、評価基準に基づき5点と評価した。

(エ) 輸入品目からの自然分散の可能性

栽植用種子は、栽植用として利用されることで入り込みが完了することから、評価基準

- に基づき5点と評価した。
- (オ) 評価における不確実性
特にない。

栽植用種子の入り込みの可能性の評価の結論

評価を行った項目の評価点の平均値は5点であり、BBTMV の栽植用種子を経路とした場合の入り込みの可能性の評価を「高い」と結論付けた。

ウ 消費生植物

- (ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）
原産地で BBTMV の活性に影響を与える加工処理等は実施されていない。よって、評価基準に基づき5点と評価した。
- (イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ
ウイルス等の有害植物のため、評価基準に基づき5点と評価した。
- (ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性
BBTMV の宿主植物であるエンドウは47 都道府県で栽培されている。よって、評価基準に基づき4点と評価した。
- (エ) 輸入品目からの自然分散の可能性
BBTMV に感染した植物が輸入された場合、当該植物から国内に存在する宿主植物への自然分散の方法は、ベクターによる分散が考えられる。しかし、消費生植物は輸入後短期間のうちに消費され廃棄されることから、ベクターが飛散し、健全植物へ感染させる可能性は極めて低く、無視できると判断した。よって、評価基準に基づき「評価中止」となる。
- (オ) 評価における不確実性
特にない。

消費生植物の入り込みの可能性の評価の結論

BBTMV の消費生植物を経路とした場合の入り込みの可能性の評価は、「無視できる」と結論付けた。

エ 消費乾燥植物類

- (ア) 輸送中の生き残りの可能性（加工処理に耐えて生き残る可能性）
乾燥植物であり、原産地で BBTMV の活性に影響を与える加工処理等がなされているといえる。また、BBTMV が乾燥に強いなどの情報はない。よって、本項目は評価しない。
- (イ) 潜在的検疫有害動植物の個体の見えにくさ
ウイルス等の有害植物のため、評価基準に基づき5点と評価した。
- (ウ) 輸入品目からの人為的な移動による分散の可能性
消費乾燥植物類（豆類）及び消費乾燥植物類（穀類・豆類以外）であることから、評価基準に基づき4点と評価した。
- (エ) 輸入品目からの自然分散の可能性
BBTMV に感染した植物が輸入された場合、当該植物から国内に存在する宿主植物への自然分散の方法は、ベクターによる分散が考えられる。消費乾燥植物類は輸入後短期間のう

ちに消費され廃棄されることから、ベクターが飛散し、健全植物へ感染させ自然分散する可能性は極めて低く、無視できると判断した。よって、評価基準に基づき「評価中止」となる。

(オ) 評価における不確実性
特になし。

消費乾燥植物類の入り込みの可能性の評価の結論

BBTMV の消費乾燥植物類を経路とした場合の入り込みの可能性の評価は、「無視できる」と結論付けた。

4. BBTMV の病害虫リスク評価の結論

BBTMV は検疫有害植物であり、栽植用植物及び栽植用種子（ソラマメ）を経路として入り込む可能性があるとして評価した。

農業生産等への影響評価の結論 (病害虫固有のリスク)	入り込みの可能性の評価		病害虫リスク評価の結論
	用途	結論	
中程度	ア 栽植用植物	高い	中程度 (入り込みの可能性が高い)
	イ 栽植用種子 (ソラマメ)	高い	中程度 (入り込みの可能性が高い)
	ウ 消費生植物	無視できる	無視できる
	エ 消費乾燥植物類	無視できる	無視できる

第3 病害虫リスク管理（ステージ3）

病害虫リスク評価の結果、broad bean true mosaic virus（BBTMV）はリスク管理措置が必要な検疫有害植物であると判断されたことから、ステージ3において、発生国からの宿主植物の輸入に伴う BBTMV の入り込みのリスクを低減するための適切な管理措置について検討する。

1. BBTMV に対するリスク管理措置の選択肢の検討

選択肢	方法	有効性及び実行可能性の検討	実施主体 (時期)	有効性	実行 可能性
①病害虫無発生地域、生産地又は生産用地の設定及び維持	ISPM 4 (FAO, 2024) 又は 10 (FAO, 2017) に基づき設定及び維持する。	〔有効性〕 ●ISPM に基づき輸出国植物防疫機関が設定、管理及び維持する病害虫無発生地域、生産地又は生産用地であって、BBTMV の感染がないことを確認した種子を利用すること及びベクターの管理ができれば、リスクを十分に低減することができるため、有効である。 〔実行可能性〕 ●輸出国において適切に管理（ベクターの管理を含む。）されることが必要であるが、実行可能と考えられる。	輸出国 (輸出前)	○	○
②システムズアプローチ	ISPM 14 (FAO, 2021a) に基づき実施する。	複数の管理措置を組合せであるシステムズアプローチの有効性及び実行可能性については、具体的に提案される管理措置の内容を検討する必要がある。	輸出国 (輸出前)	—	—
③栽培地検査	栽培期間中に生育場所において植物の症状を観察する。	〔有効性〕 ●栽培期間中に症状を明瞭に現す場合は有効である。 ●BBTMV は、ソラマメでは、葉に斑紋症状等が現れ、さやの変形や種子にえそ斑点が生じることもある。また、エンドウでは、退緑モザイク症状を呈し、生育不良となる。 ●なお、ソラマメでは、高温	輸出国 (栽培中)	○	○

		条件下では症状が弱まるか消失し、幼植物に症状が現れない品種もあることから、検査時期を考慮する必要がある。 〔実行可能性〕 ●輸出国においてベクターの適切な防除が実施されるとともに、適切な検査が行われる必要があるが、実行可能と考えられる。			
④精密検定	遺伝子診断法又は血清学的診断法を実施する。	〔有効性〕 ●BBTMV の特異的プライマーを用いた遺伝子診断法（RT-PCR 及び RT-qPCR）によってより検出が可能である。 ●ELISA 法等の血清学的診断法により BBTMV を検出が可能であり、診断キットが市販されているため、有効である。 ●これらの診断法では、葉に加え、茎、芽、種子、根等の組織も供試可能である。 〔実行可能性〕 ●輸出入国において検定施設や検査機器を有するとともに、ポジティブコントロール、試薬等が必要であるが、実行可能と考えられる。	輸出国 (輸出前) 輸入国 (輸入時)	○ ○	○ ○
⑤検査証明書への追記	輸出国での目視検査の結果、BBTMV に感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。	〔有効性〕 ●輸出検査時に症状を明瞭に現す場合は有効である。 ●ソラマメの種子ではえそ斑点を生じることもあるが、症状が現れない品種もあり効果は限定的である。また、エンドウでは、種子伝染は報告されていない。	輸出国 (輸出時)	▽	○

		〔実行可能性〕 ●輸出国において適切な検査が行われることが必要であるが、実行可能と考えられる。			
⑥輸出入検査（目視検査）	植物の症状等を確認する。	〔有効性〕 ●輸出入検査時に症状を明瞭に現す場合は有効である。 ●ソラマメの種子ではえそ斑点を生じることもあるが、症状が現れない品種もあり効果は限定的である。また、エンドウでは、種子伝搬は報告されていない。 〔実行可能性〕 ●輸出入国において通常実施されている検査であり、実行可能である。	輸出国（輸出時） ▽ 輸入国（輸入時） ▽	▽ ▽	○ ○

- 有効性 ○：効果が高い
▽：限定条件下で効果がある
×：効果なし
－：検討しない
- 実行可能性 ○：実行可能
▽：限定条件下で実行可能
×：実行困難
－：検討しない

2. 経路ごとのBBTMVに対するリスク管理措置の選択肢の検討

（1）栽植用植物

ア 検討結果

栽植用植物では宿主となるソラマメ及びエンドウが対象となる。

病害虫無発生地域、生産地又は生産用地の設定及び維持（選択肢①）は、BBTMVの入り込みのリスクに対して有効な管理措置である。しかしながら、病害虫無発生地域等の設定及び維持においては、BBTMVのベクターであるホソクチゾウムシ科（*Apion aethiops*及び*A. vorax*）、ゾウムシ科（*Sitona* spp.及びアカアシチビコフキゾウムシ）及びマメクロアブラムシに対する管理が必要である。また、病害虫無発生地域等の設定及び維持（選択肢②）は、宿主植物の栽培環境、病害虫管理等を含む各種要因に影響を受けるため、個別案件ごとに具体的な内容を輸出国植物防疫機関が示し、日本がその許諾を判断する必要がある。

栽培地検査（選択肢③）は、ソラマメでは、高温条件下では症状が弱まるか消失し、幼植物に症状が現れない品種もあることから、検査時期を考慮することができれば、有効な管理措置である。また、ベクターによる新たな侵入を防止するための防除も組み合わせる必要が

ある。

精密検定（選択肢④）は、特異的プライマーを使用したRT-PCR法等の遺伝子診断法又はELISA法等の血清学的診断法により葉、茎、芽、種子、根等の組織からBBTMVの検出が可能であるため、輸出前又は輸入時の精密検定は有効な管理措置である。

イ リスク管理措置の特定

栽植用植物に対する管理措置として、BBTMV の入り込みのリスクを低減させることが可能であり、かつ必要以上に貿易制限的でないことを考慮し、以下を特定した。なお、以下のいずれかの管理措置を実施する必要がある。

- 輸出国（栽培中）において、ベクターの防除が十分に行われたほ場で栽培され、生育最盛期に栽培地検査を行い、BBTMV の発生がないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。
- 輸出国（輸出前）において、荷口全体（同一の荷口単位）の植物を対象に輸入植物検疫規程（農林省, 1950b）別表第 1 の 6 項 2 号の規定に基づく検査量相当について目視検査を行い、RT-PCR 法等の適切な遺伝子診断法又は ELISA 法等の血清学的診断法による検定を行い、BBTMV に感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。
- 輸入国（輸入時）において、輸入植物検疫規程（農林省, 1950b）別表第 1 の 6 項 2 号の規定に基づく検査量について目視検査を行い、RT-PCR 法等の適切な遺伝子診断法又は ELISA 法等の血清学的診断法による検定を行い、BBTMV に感染していないことを確認する。

輸入植物検疫規程（農林省, 1950b）別表第 1 の 6 項 2 号

検査荷口の大きさ		検査する数量
1,000 本未満		30%以上
1,000 本以上	1,841 本未満	300 本以上
1,841 本以上	4,601 本未満	400 本以上
4,601 本以上	9,201 本未満	500 本以上
9,201 本以上	24,001 本未満	600 本以上
24,001 本以上		800 本以上

(2) 栽植用種子（ソラマメ）

ア 検討結果

栽植用種子ではソラマメが対象となる。病害虫リスク評価において栽植用種子が経路として入り込む可能性があるとは評価されたが、種子伝染の報告がないエンドウの種子については検討対象から除外した。

病害虫無発生地域、生産地又は生産用地の設定及び維持（選択肢①）、栽培地検査（選択肢③）並びに精密検定（選択肢④）は、栽植用種子において有効な管理措置である。

イ リスク管理措置の特定

栽植用種子に対する管理措置として、BBTMV の入り込みのリスクを低減させることが可能であり、かつ必要以上に貿易制限的でないことを考慮し、以下を特定した。なお、以下の

いずれかの管理措置を実施する必要がある。

- 輸出国（栽培中）において、採種用親植物についてベクターの防除が十分に行われた場で栽培され、生育最盛期に栽培地検査を行い、BBTMV の発生がないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。
- 輸出国（輸出前）において、採種用親植物又は種子について RT-PCR 法等の適切な遺伝子診断法又は ELISA 法等の血清学的診断法による検定を行い、BBTMV に感染していないことを確認し、その旨を検査証明書に追記する。
- 輸入国（輸入時）において、種子について RT-PCR 法等の遺伝子診断法又は ELISA 法等の血清学的診断法による適切な検定を行い、BBTMV に感染していないことを確認する。

なお、種子について検定を行う場合は、国際種子検査協会（ISTA）が定める国際種子検査規程（International Rules for Seed Testing）の抽出方法（ISTA, 2024）に準拠した方法で同一の荷口単位から無作為に抽出した規定の種子数について検定を行う。規定の種子数については、BBTMV に関し、検定粒数や感染種子率に係る情報を記載した文献はないことから、現時点では、99%の検出確率で 0.1%の汚染種子を検出可能なサンプルサイズとして、通常ロットの場合（同一の荷口当たりの種子数が 46,000 粒以上）は、ロット当たり一律 4,600 粒、小ロットの場合（同一の荷口当たりの種子数が 46,000 粒未満）は、その種子数の 10%とする（種子検定に係る詳細は参考参照）。また、検定実施におけるサブサンプルの最大値については、BBTMV における調査報告はないものの、同属の BBSV における血清学的診断法のサブサンプル数の調査が報告されている（Makkouk et al., 1987）ため、その結果に基づき、BBTMV についても暫定的に 100 粒とする（種子検定に係る詳細は参考参照）。

Broad bean true mosaic virus の発生国等の根拠

国又は地域	ステータス	根拠文献	備考
アジア			
中華人民共和国	発生	Ding and Li, 1985; Kumari and Makkouk, 2007	
中東			
シリア	発生	Kumari and Makkouk, 2007	
レバノン	発生	Kumari and Makkouk, 2007	
欧州			
イタリア	発生	Gallitelli et al., 1978	
英国	発生	CABI, 2024; Jones, 1978	
オーストリア	発生	CABI, 2024; Wodlcka, 1984	
ドイツ	発生	Quantz, 1953; Schmidt et al., 1979	
ハンガリー	発生	CABI, 2024; Simay and Beczner, 1993	
ポーランド	発生	Blaszczyk, 1974	
アフリカ			
エジプト	発生	Kumari and Makkouk, 2007	
エチオピア	発生	Kumari and Makkouk, 2007	
スーダン	発生	Kumari and Makkouk, 2007	
チュニジア	発生	Kumari and Makkouk, 2007	
南スーダン	発生	Kumari and Makkouk, 2007	
モロッコ	発生	Kumari and Makkouk, 2007	

Broad bean true mosaic virus の宿主植物の根拠

科名	学名	シノニム	和名		英名	根拠文献	備考
			属名	種名			
マメ科 (Leguminosae)	<i>Pisum sativum</i>	<i>Pisum arvense</i>	エンドウ属	エンドウ	pea	Chatzivassiliou., 2021; Gibbs and Paul, 1970; Schmidt et al., 1979	種子伝搬の情報なし
マメ科 (Leguminosae)	<i>Vicia faba</i>		ソラマメ属	ソラマメ	broad bean	Gibbs and Paul, 1970; Jones, 1978	種子伝搬する

※以下の植物については、宿主植物としての根拠が明確でないため、継続調査とする。

科名	学名	シノニム	和名		英名	根拠文献	備考
			属名	種名			
マメ科 (Leguminosae)	<i>Vicia sativa</i>		ソラマメ属		common vetch	Mali et al., 2003	種子伝搬する
マメ科 (Leguminosae)	<i>Vicia villosa</i>		ソラマメ属	ヘアリーベッチ	hairy vetch	Mali et al., 2003	種子伝搬する

Broad bean true mosaic virus の宿主植物に関連する経路の年間輸入検査量
(発生国からの貨物、郵便物及び携帯品)

(1) 栽植用植物

単位 (数量) : 本

※ 2021 年～2023 年で輸入検査実績はない。

(2) 栽植用種子

単位 (数量) : kg

植物名	生産国	2021		2022		2023	
		件数	数量	件数	数量	件数	数量
Vicia faba(ソラマメ)	イタリヤ	1	30	5	421	4	67
	中国	6	5,336	7	6,219	4	2,643

種子の検定を実施する場合の粒数の考え方について

1 検査用主試料の抽出方法（1次抽出）

国際種子検査協会（ISTA）が定める国際種子検査規程の抽出方法（ISTA Rules 2024 Chapter 2: Sampling）（ISTA, 2024）に準拠した方法で同一の荷口単位から無作為に検査用の主試料を抽出し、その中から、以下の検定用試料として規定の数量を抽出する。

2 検定用試料の抽出方法（2次抽出）

検定用試料については、ISTAの抽出方法に準拠した方法で、ISPM 31「Methodologies for sampling of consignments」（FAO, 2021b）を根拠とした、以下のポアソン分布に基づく抽出量の計算式（山村, 2011）に基づいた抽出理論による検定数量について抽出する（小ロットについては下記（2）参照。）。

$$n = - \frac{\log_e (1 - \beta)}{p}$$

n : 抽出量

β : 検出確率（信頼度）

p : 限界不良植物率（不良率の上限）

本式では、病害虫の付いた植物を不良植物とし、不良植物率が p 以上の荷口が国内へ入ってくるリスクを、 n 個検査することにより、 $1-\beta$ 以下に制御する。

（1）通常ロットの種子検定対象の2次抽出量（ n ）の基本的な考え方

個々の病原体の具体的な種子検定粒数の根拠とできる技術的情報がない場合は、国際種子連盟（International Seed Federation（ISF））等の検定プロトコル等の国内外の検定方法の諸情報等を総合的に考慮し、種子検定のための2次抽出量（ n ）は、ウイルス・ウイロイドについては、限界不良植物率（＝ロットにおいて検出しようとする最低感染種子率）（ p ）の暫定値として0.001（＝0.1%＝荷口1000粒／ロット中、感染種子1粒）、検出確率（ β ）は99%を採用し、上記ポアソン分布の式を用いて4,606粒／ロット要することとする。

	検出確率 (β)	限界不良植物率 (p) (暫定値)	2次抽出量 (n) → 検定用の 主試料／ロット当たり
ウイルス・ ウイロイド	99%	0.001	約4,600粒

<broad bean true mosaic virus（BBTMV）についての検定用抽出量の検討詳細>

BBTMVの検定粒数や限界不良植物率（ p ）に係る情報を記載した文献はないことから、現時点では、上記で算出した検定粒数の約4,600粒／ロットは妥当と考える。

よって、BBTMVの場合の検定のための数量は、下記（2）で示す同一の荷口当たりの種子数が少ない場合（小ロット）以外は、その同一の荷口当たりの種子数に関わりなく一

律に約 4,600 粒／ロットとする。

(2) 小ロットの種子検定対象の抽出量の基本的な考え方

小ロット（同一の荷口当たりの種子数が少量の場合。例えば、規定の検定数量を確保する場合が困難な場合）の 2 次抽出量については、次の考え方に基づくこととする。

なお、小ロットの範囲とは、上記（1）で計算した 2 次抽出量の値が、検出対象の同一の荷口当たりの種子の数量（検査荷口の大きさ（母集団））の 10% となるまでの値の範囲とする。

限界不良植物率 (p) (暫定値)	小ロットの範囲
ウイルス・ウィロイド (0.001)	約 46,000 粒未満

よって、BBTMV の宿主植物の種子については、小ロットの場合、ロット当たりの数量が約 46,000 粒未満の場合、10% 抽出することとする。

引用文献

- BICON (2024) Import Conditions *Vicia* spp. seed for sowing. (online), available from <<https://bicon.agriculture.gov.au/BiconWeb4.0/>>, (accessed 2024-07-19).
- Blaszczyk, W (1974) Patogenicznosc, szkodliwosc i niektore inne wlasciwosci wirusa wlasciwej mozaiki bobiku. Roczniki Nauk Rolniczych. Seria E, Ochrona-Roslin 4: 121-137.
- Blaszczyk, W., E. Wydra and M. Andrzejewska (1985a) Podatnosc i reakcja 10 odmian grochu na wirusy mosaikowego podwijania lisci grochu (PSbMV), wlasciwej mozaiki bobiku (BBTMV) i ich kompleks. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria E 15: 9-22.
- Blaszczyk, W., Ellmann-Watail-sik, G. and Lesiak-Jerzyk, R. (1985b) Susceptibility of pea, horse bean and bean to viruses in dependence on the age of the inoculated plants. Acta Agrobotanica 38: 159-172.
- CABI (2024) Broad bean true mosaic virus. Crop protection Compendium. (online), available from <<https://www.cabi.org/cpc/>>, (Last modified 2024-08-26).
- CABI (2019) *Sitona lineatus*. Crop Protection Compendium. (online), available from <<https://www.cabi.org/cpc/datasheet/50230>>, (Last modified 2019-11-20).
- Chatzivassiliou, E. K. (2021) An annotated list of Legume-infecting viruses in the light of metagenomics. Plants 10: 1413.
- Cockbain, A. J., S. M. Cook and R. Bowen (1975) Transmission of broad bean stain virus and Echte Ackerbohnenmosaik-Virus to field beans (*Vicia faba*) by weevils. Annals of Applied Biology 81: 331-339.
- Cockbain, A. J., E. Bowen and P. W. Bartlett (1982) Observations on the biology and ecology of *Apion vorax* (Coleoptera: Apionidae), a vector of broad bean stain and broad bean true mosaic viruses. Annals of Applied Biology 101: 449-457.
- Creative Diagnostics (2024) broad bean true mosaic virus (BBTMV) ELISA Kit. (online), available from <<https://www.creative-diagnostics.com/BBTMV-EIA-Kit-256106-468.htm>>, (accessed 2024-07-17).
- DAC & FW (2020) India (2003) Plant quarantine (regulation of import into India) order, 2003 (Update and consolidated version).
- Ding, S and Y. Li (1985) On seed-borne *Broad bean true mosaic virus* in China. Acta Phytopathologica Sinica 15: 205-211.
- FAO (1990) *Broad bean true mosaic virus*. FAO/IBPGR Technical Guidelines for the Safe Movement of Legume Germplasm. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome/International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- FAO (2017) International Standard for Phytosanitary Measures 10 (ISPM 10), Requirements for the establishment of pest free places of production and pest free production sites, (online), available from <<https://www.ippc.int/en/publications/610/>>, (accessed 2024-06-13).
- FAO (2021a) International Standard for Phytosanitary Measures 14 (ISPM 14), The use of integrated measures in a systems approach for pest risk management, (online), available from <<https://www.ippc.int/en/publications/607/>>, (accessed 2024-06-13).
- FAO (2021b) ISPM 31 Methodologies for sampling of consignments. (online), available from <<http://www.fao.org/3/cb2570en/cb2570en.pdf>>, (accessed 2024-07-17).
- FAO (2024) International Standard for Phytosanitary Measures 4 (ISPM 4), Requirements for the establishment of pest free areas, (online), available from <<https://www.ippc.int/en/publications/614/>>, (accessed 2024-06-13).

- Gallitelli, D., C. Vovlas and M. Russo (1978) Virus diseases of vegetable crops in Apulia. XXIV. True mosaic of Broad bean. *Phytopathologia Mediterranea* 17: 165-169.
- Gibbs, A. J. and H. L. Paul (1970) Ectes ackerbohnenmosaik-virus. In *Descriptions of Plant Viruses*. No. 20. Commonwealth Mycological Institute, Kew, UK.
- Gibbs, A. J., G. Giussani-Belli and H. G. Smith (1968) Broad bean stain and true bean mosaic viruses. *Annals of Applied Biology* 61: 99-107.
- ICTV (2024) *Broad bean true mosaic virus*. International Committee on Taxonomy. (online), available from <<https://talk.ictvonline.org/>>, (Last accessed 2024-08-26).
- ISTA (2024) ISTA Rules 2024 Chapter 2: Sampling. (online), available from <<https://www.seedtest.org/en/international-rules-for-seed-testing/chapter-2-sampling-product-1009.html>>, (accessed 2024-07-17).
- Jones, A. T. (1978) Incidence, field spread, seed transmission and effects of *broad bean stain virus* and Ectes Ackerbohnenmosaik-Virus in *Vicia faba* in eastern Scotland. *Annals of Applied Biology* 88: 137-144.
- Khatab, E. A. H., N. Z. Salwa and A. A. Amal (2012) Purification, serology and prevalence of Broad bean true mosaic Comovirus (BBTMV), *International Journal of Virology* 8: 224-233.
- Koike, S. T., P. Gladders and A. O. Paulus (2007) Broad bean stain, broad bean true mosaic. In *Vegetable Diseases A Color Handbook*. P. 29. Academic Press, Burlington, USA.
- Kumari, S. G. and K. M. Makkouk (2007) Virus diseases of faba bean (*Vicia faba* L.) in Asia and Africa. *Plant Viruses* 1: 93-105.
- Kumari, S. G. and J. A. G. Van Leur (2011) Viral diseases infecting faba bean (*Vicia faba* L.). *Grain Legumes* 56: 24-26.
- Makkouk, K. M., L. Bos, O. I. Azzam, L. Katul and A. Rizkallah (1987) Broad bean stain virus: identification, detectability with ELISA in faba bean leaves and seeds, occurrence in West Asia and North Africa, and possible wild hosts. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 93: 97-106. Submitted version available from <<https://eprints.qut.edu.au/39787/>>, (accessed 2021-01-07).
- Mali, V. R., Z. Subr and O. Kudela (2003) Seed transmission of Como and Potyvirus in fababean and vetch cultivars introduced into Slovakia. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 38: 87-97.
- MPI (2024) Seeds for Sowing 155.02.05 (online), available from <<https://www.mpi.govt.nz/import/plants-flowers-seeds-plant-growing-products/seeds-for-sowing/requirement-documents-for-importing-seeds-for-sowing/>>, (last modified 2024-02-09).
- Nano Diagnostics (2024) Broad Bean True Mosaic Virus (BBTMV)-DAS ELISA. (online), available from <<https://www.nanodiaincs.com/products/goods/?id=551419407578959872&cate=26>>, (accessed 2024-07-17).
- Nito, F., H. Oya, T. Matsuura and H. Yanagisawa (2024) Advancing broad bean true mosaic virus detection using conventional RT-PCR and real-time RT-PCR with novel primer set design. *Journal of Virological Methods* 327: 114946.
- 農林省 (1950a) 植物防疫法施行規則 (昭和 25 年農林省令第 73 号) .
- 農林省 (1950b) 輸入植物検疫規程 (昭和 25 年農林省告示第 206 号) .
- 農林水産省 (1998) 輸出国における検疫措置を必要とする植物に係る輸入検疫実施要領 (平成 10 年 3 月 30 日付け 10 農産第 2122 号農産園芸局長通知) .
- PaDIL (Pests and Diseases Image Library) (2018) Diagnostic methods for Broad bean stain virus

- BBSV. Plant biosecurity toolbox (online), available from <<http://pbt.padil.gov.au/index.php?q=node/22&pbtID=154>>, (accessed 2018-08-13).
- Petrzik, K. (2010). Complete genome sequence of broad bean true mosaic virus. *Archives of virology*, 155(7), 1179-1181.
- Quantz, L., 1953. Studies on a seed-transmissible mosaic virus of (*Vicia faba*.). *Phytopathol. Zeit* 20, 421–448. (Abstr.).
- Schmidt, H. E., E. Karl, H. B. Shumidt, R. Fritzsche, J. Richter and M. Musil (1979) Diagnostisch-analytische untersuchungen uber virosen der gattung *Pisum* L. in der DDR. *Nachrichtenbl. Pflanzenschutz DDR* 33: 102-103.
- Simay, E. I., and L. Beczner (1993) Survey of viruses affecting faba bean in Hungary. *FABIS Newsletter* 32: 39-43. (Abstr.).
- Sutic, D. D., R. E. Ford and M. T. Tasic (1999) Broad bean true mosaic comovirus (BBTMV). In *Handbook of Plant Virus Diseases*. P.196. CRC Press, New York, USA.
- Wodlcka (1984) The virus diseases of horse bean (*Vicia faba*). *Pflanzenarzt* 37(10):158-159. (Abstr.).
- 山村光司 (2011) 農学と統計学. 計量生物学 32, Special Issue, S 19–S 34. (online), available from <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjb/32/Special_Issue/32_Special_Issue_S19/_pdf/-char/ja>, (accessed 2024-07-18).
- Ye, Z., F. Liao, M. Guo, Z. Fang, Q. Chen, H. Chen, S. Lin and Y. Lin (2015) A universal RT-PCR method for the simultaneous detection of the viruses in genera *Comovirus* and *Fabavirus*. *Scientia Agricultura Sinica* 48: 1527-1537.