البياض الزغبي في العنب – دراسة مرجعية

Downy Mildew of Grape - Review

إعداد

أ.د.شحاته حله شحاتة أ.د.إبراهيم صادق عليوة

قسم أمراض النبات - كلية الزراعة – جامعة عين شمس

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

استلام البحث: ٣ / ٣ /٢٠٢١ قبول النشر: ٢٥ / ٣ / ٢٠٢١

المستخلص:

يُزرع العنب (*Vitis* spp.) في جميع أنحاء العالم ، وتعتبر زراعة الكروم واحدة من الصناعات البستانية الرئيسية في العالم. يعتبر مرض البياض الزغبى واحد من أخطر الأمراض لجميع أصناف العنب الأوروبى *Vitis vinifera* والعديد من أصناف الهجن البينية لجنس *Vitis*. وهذا المرض مدمر لكرمات العنب في جميع مناطق زراعة العنب في العالم حيثما تهطل الأمطار في الربيع والصيف عند درجات حرارة أعلى من 11 درجة مئوية. ويمكن للبياض الزغبى أن يدمر بسهولة من 50 إلى 75٪ من المحصول في موسم واحد عندما يكون الطقس مناسبًا ولا يتم توفير حماية مناسبة ضد المرض . تم جمع المسبب المرضى ، *Plasmopara viticola* ، ودراسته لأول مرة في شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1834. وهو كائن بيضى Oomycete متباين الجسد (الثالوس) يتطلب نوعين من الميسليوم P1 و P2 لحدوث التكاثر الجنسى، إجبارى التطفل ، وخيوطه الميسليومية غير مقسمة. يحدث تكاثره اللاجنسي عن طريق تكوين الأكياس الاسبورانجية التي تخرج من خلال ثغور وعديسات الأنسجة المصابة. الأكياس الاسبورانجية ينطلق منها جراثيم هدبية سابحة يمكنها أن تخترق الأنسجة السليمة عبر الثغور. وعندما تصل الأوراق إلى مرحلة الشيخوخة يحدث التكاثر الجنسي من خلال اندماج الجاميطات المذكرة بالجاميطات المؤنثة داخل أنسجة العائل. ينتج عن التكاثر الجنسي الجراثيم البيضية، وهي الطور الساكن والذى يحافظ على بقاء الممرض على قيد الحياة. يعتبر شمال شرق أمريكا هو الموطن الأصلي للممرض *P. viticola* ، وأدت الممارسات الزراعية الخاطئة إلى انتشار كارثي للممرض فقد انتشر إلى أوروبا وبلدان أخرى مختلفة على عقل العنب الأمريكي المستوردة لاستخدامها كأصول جذرية مقاومة

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

لحشرة من الفللوكسرا. تستعرض وتوضح هذه المقالة المرجعية المعارف الحالية والتاريخية لأصل المرض وأعراضه ووسائل انتشاره بالإضافة إلى دورة المرض ووبائيته. كما أن المعارف الحالية والتاريخية لإدارة وسائل السيطرة على المرض التى تشتمل على الممارسات الزراعية والمقاومة الوراثية والمكافحة الكيميائية بالتفصيل قد نوقشت.
الكلمات المفتاحية: Plasmopara viticola ، الممارسات الزراعية، الأصناف المقاومة، المكافحة الكيميائية

Abstract:

The grapevine (Vitis spp.) has been cultivated all over the world and viticulture is one of the major horticultural industries of the world. Downy mildew is one of the most severe diseases of all cultivars of grapes in the species Vitis vinifera and many Vitis intraspecific hybrid cultivars. The disease is highly destructive of grapevines in all grape-growing areas of the world where there is spring and summer rainfall at temperatures above 11°C. When the weather is favorable and no protection against the disease is provided, downy mildew can easily destroy 50 to 75% of the crop in one season. The pathogen, Plasmopara viticola, was first collected and studied in the north-eastern USA in 1834. It is a heterothallic oomycete, obligate parasite and its mycelium is aseptate. Asexual reproduction occurs by the formation of sporangia which are produced through the stomata of infected organs. Sporangia release zoospores, which can penetrate the healthy tissues via the stomata. As the leaves senesce, sexual reproduction occurs through the fusion of antheridia and oogonia within the host tissue. The resulting sexual spore is an oospore, which is the survival and resting stage of the pathogen. Wrong agricultural practices have led to catastrophic dispersal of P. viticola, which is native to north-eastern America, and it is generally accepted that the pathogen spread to Europe and other different countries on American

grapes imported for use as rootstocks resistant to phylloxera. This article review traces and demonstrates the current and historical knowledge of the disease origin, symptoms, means of dispersal as well as disease cycle and epidemiology. Also, current and historical knowledge of disease management includes cultural practices, genetic resistance and chemical control in detail have been discussed.

Keywords: Plasmopara viticola, Cultural practices, Resistant Cultivars, Chemical control

مقدمة: Introduction

يعد العنب واحد من أكثر محاصيل الفاكهة التى تزرع في العالم حيث تزيد المساحة المنزرعة به عن 7.5 مليون هكتار **(OIV, 2018)** و لزراعته أهمية كبيرة في أوروبا ، أمريكا الشمالية والجنوبية ، جنوب أفريقيا ، أستراليا ، مصر والعديد من الدول العربية. يتم إستخدام العنب في إنتاج النبيذ، البراندي ، أو المشروبات غير المخمرة ويتم تناوله طازجا أو مجففا كالزبيب.

جُمعت عينات من الكرمات المصابة بمرض البياض الزغبى وتم دراستها للمرة الأولى بواسطة العالم **Schweinitz** عام **1834** فى الشمال الشرقى من الولايات المتحدة ، ثم بدأ المرض فى الإنتشار حتى صار مدمرًا للغاية في جميع مناطق زراعة العنب في العالم حيثما توجد أمطار ربيعية وصيفية أثناء موسم النمو الخضرى لكروم العنب عند درجات حرارة أعلى من 11 درجة مئوية (مثل أوروبا ، جنوب أفريقيا ، البرازيل ، الأرجنتين، الجزء الشرقي من أمريكا الشمالية ، وشرق أستراليا ، نيوزيلندا ، الصين ، الهند واليابان) حيث أن الفطر الممرض يهاجم كل الأجزاء الخضراء من الكرمة. سجل المرض فى مصر عام 1922 وينتشر المرض بالعراق فى المناطق ذات الرطوبة المرتفعة والحرارة المنخفضة كما يوجد المرض أيضا فى اليمن ، السعودية ، الأردن ، سوريا ، لبنان ، فلسطين ، ليبيا ، وتونس ، الجزائر والمغرب (**العروسى وسالم 1997 ؛ Anon., 2018**). ويمكن أن تصل خسائر المحصول بسهولة في بعض السنوات إلى 50-75 ٪ إذا لم يتم مكافحة المرض خلال فترة الطقس الملائم لحدوثه وإنتشاره (**Agrios, 2005**). يمكن أن تؤدي العدوى المبكرة للعناقيد الصغيرة إلى خسارة كبيرة في المحصول. من ناحية أخرى، فإن غياب الأمطار فى الربيع والصيف كما فى مناخ شمال شيلى و وسط كاليفورنيا و جنوب مصر و غرب استراليا وأفغانستان يؤدى إلى الحد كثيرا من إنتشار المرض وخطورته الشديدة (**Wilcox *et al.*, 2015**). وكذلك يؤدى

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

ارتفاع درجة الحرارة خلال الربيع فى مناطق إنتاج العنب منخفضة الرطوبة النسبية إلى الحد من إنتشار المرض. يُحدث المسبب المرضى خسارة مباشرة فى المحصول بتسببه فى عفن النورات الزهرية والعناقيد. بينما تنتج الخسائر غير المباشرة عن تساقط أوراق العنب قبل الأوان بسبب إصابة الأوراق. ويعتبر تساقط أوراق العنب قبل الأوان premature defoliation من المشاكل الخطيرة حيث يهيىء كرمات العنب predisposes the vine لأضرار الشتاء مما يؤدى إلى تأخير نضج الثمار وقلة تفتح البراعم فى الموسم الجديد.

وفي محاولة للسيطرة على حشرة منّ الفللوكسرا Phylloxera التى تتغذى على جذور العنب تم إستيراد اصول عنب جذرية rootstocks مقاومة لمنّ الفللوكسرا إلى أوروبا من أمريكا الشمالية في عام 1878. في نفس الوقت، تم تسرب العامل الممرض للبياض الزغبى فى العنب بدون قصد إلى فرنسا وتم ملاحظته لأول مرة فى فرنسا فى سبتمبر عام 1878 (**Viala,1893**) ، على الأرجح دخل الممرض كجراثيم بيضية داخل اصول العنب الجذرية المستوردة، وانتشر على نطاق واسع في جميع أنحاء أوروبا وسبب خسائر فادحة للعنب الأوروبي، *Vitis vinifera* ، حيث أنه أكثر قابلية للإصابة بالمرض بالمقارنة مع أصناف العنب الأمريكية المزروعة وهجن العنب الفرنسية التي أُنتجت بالتهجين مع الأنواع الأمريكية (*V. labrusca* X *V. vinifera* hybrids) حيث أن هجن العنب الفرنسية إلى حد ما متوسطة القابلية لحدوث الإصابة intermediate in susceptibility (**Boso *et al.*, 2014**). كذلك يهاجم هذا المسبب المرضى جميع الأنواع الشائعة من الأعناب المنزرعة والبرّية (*Vitis* spp.). ويهاجم أيضًا عددًا من الأجناس المرتبطة بجنس *Vitis* في عائلة *Vitaceae* ، ولكن الإصابه فى العوائل البرية ليست معنوية لنمو وظهور المرض كما بالأصناف المزروعة (**Renfro & Bhat, 1981**).

في عام **1885** ، استخدم العالم **Millardet** لأول مرة مزيج بوردو للسيطرة على البياض الزغبى. ويقال إن أحد المزارعين قام بتطبيق هذا الخليط من كبريتات النحاس والجير الحى لإنتاج بقايا كيميائية على العنب على طول الطريق لردع السارقين من المارة. أدت اختبارات Millardet الشاملة إلى تطوير مزيج Bordeaux كأول مادة كيميائية تستخدم على نطاق واسع لحماية النباتات من الإصابات الفطرية. وقد تمت ترجمة وصفه لهذا العمل إلى اللغة الإنجليزية على أنها من كلاسيكيات أمراض النبات Phytopathological Classic ، وتم ذكره في المراجع. لقد نُصب تمثال ميلارديت في المتنزه العام في بوردو للتعبير عن امتنان الشعب الفرنسي لاكتشافه المهم الذى يعتبر بداية عصر المكافحة الكيميائية للأمراض النباتية. وبقى خليط بوردو مبيد فطرى مهم حتى اليوم. ومما يشير إلى أهمية هذا

المرض، هو نشر مايزيد عن 3000 ورقة علمية عنه خلال الفترة من 1910 - 2010 (**Gessler *et al.*, 2011**).

الأعراض : Symptoms

يهاجم الممرض جميع الأجزاء الخضراء التى تحمل ثغور من كرمة العنب، و عادة ما تظهر الأعراض الأولية للبياض الزغبى على الأوراق بعد 5 إلى 7 أيام بعد الإصابة. وتبدو الإصابة على الأوراق الصغيرة فى شكل بقع صفراء دائرية نصف شفافة translucent لامعة زيتية المظهر oily-appearance تظهر على السطح العلوى للورقة. وتحاط هذه البقع الزيتية فى بداية تكونها على الأوراق الصغيرة بهالة بنية شيكولاتية chocolate-brown halo هذه الهالة تتلاشى مع اكتمال نمو البقع. البقع تكون صفراء في أصناف العنب الأبيض ولونها محمر في بعض أصناف العنب الأحمر (على سبيل المثال الصنفان Ruby Red، Ruby Cabernet).

بعد الليالي الدافئة (18-22°م أثناء الليل) ذات الرطوبة العالية، يظهر نمو زغبى أبيض إلى رمادى ناعم وكثيف (الحوامل والأكياس الاسبورانجية) على السطح السفلي من الأوراق وغيرها من أجزاء النبات المصابة، وفي حالة العدوى الشديدة يُغطى السطح السفلي بالكامل للورقة بالنمو الفطري. ويسمى المرض بالبياض الزغبى نسبة لوجود هذا النمو الفطرى الزغبى. وفي ظل هذه الظروف المناخية المواتية ، يمكن أن تتلاحم عدة بقع زيتية مع بعضها لتغطي معظم سطح الورقة وتكون غير منتظمة الشكل. ومع تقدم عمر الإصابة تجف البقع ذات المظهر الزيتى وتموت أنسجتها متحولة تدريجيا إلى اللون البنى المحمر ثم إلى اللون البنى الداكن بدءًا من مركزها وإنتهاءًا بكل البقعة وتصبح البقعة الميته هشة سهلة التهشم. في أواخر الصيف وأوائل الخريف، تتحدد البقع على الأوراق القديمة بين العروق لتشكيل بقع صغيرة ذات زوايا (زاويّة) ، يكون لون البقع صفراء إلى بنية محمرة والتي تتحد لتشكل نمطًا يشبه التبرقش mottling ، وعلى السطح السفلى يحدث التجرثم في المقام الأول على حواف البقع. و إذا كان موسم النمو حار وجاف فإن عدد قليل فقط من الأوراق القديمة قد تظهر عليه الأعراض. وغالبا ما تكون إصابة الأوراق ذات أهمية كبيرة كمصدر للقاح الذى يصيب الحبات، كذلك اللقاح الذى يكمن داخل الأوراق الميتة المتساقطة خلال الشتاء ليبدأ نشاطه فى الربيع التالى. وغالبا ما تؤدى الإصابة الشديدة إلى سقوط الأوراق بعد تحولها إلى اللون البنى، فإذا سقطت الأوراق قبل إكتمال نمو العناقيد يقل تراكم السكريات فى الثمار وتتعرض العناقيد غير الناضجة لأشعة الشمس المباشرة ويقل تحمل البراعم لبرودة الشتاء ويقل نمو البراعم وتفتحها في الموسم التالي.

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

تظهر الأعراض على الأفرخ والمحاليق على شكل بقع مائية منخفضة لامعة، يظهر عليها نمو زغبى كثيف أبيض نتيجة لوجود الحوامل والأكياس الاسبورانجية. عندما تصاب الأفرخ الحديثة young shoots ، أو أعناق الأوراق petioles ، أو المحاليق tendrils ، أو سيقان العنقود cluster stems، فإنها غالباً ما تصبح مشوهة وسميكة أو مجعدة. هذه الأفرخ والمحاليق المصابة تتحول إلى اللون البني وتموت.

من ناحية أخرى، إذا أصيبت النورات الزهرية الصغيرة مبكرا تموت الأزهار بالكامل وتتحول إلى اللون البنى ثم تجف وتسقط. إذا اصيبت حبات العنب الصغيرة جدا (قطر أقل من 3 مم) سوف تموت أيضا. أما الحبات الصغيرة التى قطرها ما بين 3 و 5 مم فتكون قابلة للإصابة بشدة وإذا أصيبت يظهر عليها عفن رمادى اللون وتكون مغطاة بزغب لبّادى نتيجة تكشف الحوامل والأكياس الاسبورانجية للمسبب المرضى، وعادة تتوقف الثمار الصغيرة عن إستمرار النمو وتصبح جافة داكنة اللون وتتحول الأجزاء المصابة من عناقيد الثمار الصغيرة إلى اللون البني وتذبل وتموت بسرعة.

أما حبات العنب التى يزيد قطرها عن 5 مم فتظهر مقاومة لحدوث العدوى بالممرض فلا يتطور عليها إصابات جديدة ولا يظهر عليها جراثيم، لكن فى الثمار التى أصيبت وهى مازالت صغيرة يستمر الممرض في النمو داخل الأنسجة السليمة فى حبات العنب المصابة من المناطق المصابة سابقا. أى أن الثمار مكتملة النمو التى أصيبت فى بداية تكشفها تكون حاملة بداخلها للمسبب المرضى حتى وإن لم يتكشف عليها خارجيا الحوامل والأكياس الاسبورانجية للمسبب المرضى حتى عند توفر الظروف المثالية له. ومع هذا فإن جميع أجزاء المحور الأساسى لعنقود العنب rachis تكون قابلة للإصابة بالمرض لمدة شهرين بعد التزهير.

وبالرغم من أن قابلية الثمار للإصابة تقل بتقدمها فى العمر، فقد تنتشر الإصابة من محور العنقود وتفرعاته إلى الثمار الكبيرة فيظهر عليها عفن بنى بدون جراثيم (مرحلة العفن البنى). وفى أصناف العنب البيضاء يتحول لون الثمار الكبيرة المصابة بالبياض الزغبى إلى لون رمادى مخضر معتم، أما ثمار الأصناف الداكنة فتتحول إلى لون أحمر قرنفلي. وعند نضج ثمار العنب تبقى الثمار المصابة صلبة بينما تصبح الثمار السليمة طرية. وغالبا ما تسقط الثمار المصابة بسهولة تاركه ساق سوداء جافة محترقة. من ناحية أخرى ، قد تنخفض قوة الكرمة المصابة في الموسم التالي لأن الإصابة بالبياض الزغبى وتساقط الأوراق الناشىء عنها يستنزف احتياطي الكربوهيدرات بالكرمة المصابة وكذلك قد ينخفض حملها الثمرى نتيجة إنخفاض تفتح البراعم في الموسم التالي للإصابة.

على الجانب الآخر، فإن التأكد من نشاط البياض الزغبى يتم عن طريق "اختبار الكيس". وللقيام بهذا الاختبار ، نقوم بوضع الأوراق التى يظهر عليها البقع الزيتية أو الثمار المشتبه بإصابتها فى كيس بلاستيك مرطب (غير مبلل) ويُغلق بإحكام ثم يُحضّن في مكان دافئ (15 - 25 °م)، ومظلم طوال الليل. بعد ذلك تفحص الأجزاء النباتية للبحث عن النموات الزغبية البيضاء أسفل البقع الزيتية المشتبه بها أو على الأفرخ مع العلم بأن الممرض لن يتجرثم على حبات العنب مكتملة النمو لكنه يتجرثم على الثمار الصغيرة أقل من 5 ملليمتر فى القطر وعلى أعناق الثمار pedicels فتظهر عليها الأكياس الاسبورانجية إذا كانت مصابة. (**الزيات وأخرون 2000؛ Agrios, 2005؛ Ash, 2017 و Anon., 2018**)

المسبب: CausaI organism

يسبب مرض البياض الزغبى فى العنب شبيه الفطر *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt. ex de Bary) Berl. & de Toni وهو متطفل إجبارى داخلى يمتص غذاءه من خلايا نسيج العائل الحي بواسطة ممصاته الكروية.

Domain: Eukaryota
Kingdom: Chromista
Phylum: Oomycota
Class: Oomycetes
Order: Peronosporales
Family: Peronosporaceae
Genus: *Plasmopara*
Species: *viticola*

كما أُستعرض من قِبل **Viala (1893)** و **Gregory (1915)** ، فإن شبيه الفطر *P. viticola* تم جمعه لأول مرة ودراسته في عام **1834** بواسطة العالم **Schweinitz** الذي أطلق عليه اسم *Botrytis cana* (**Schweinitz, 1837**). في وقت لاحق، فى عام **1848** وصف **Berkeley & Curtis** هذا الكائن الحي the organism باسم *Botrytis viticola*. ثم فى عام **1863** نقل **de Bary** الممرض إلى جنس جديد ووصفه بأنه *Peronospora viticola*. فى عام **1888** أعاد **Berlese & de Toni** وصف و تعريف الممرض باسم *Plasmopara viticola* بعد أن فصل **Schröter** عام **1886** الجنس *Peronospora* إلى جنسين هما *Peronospora* و *Plasmopara*.

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

وقد إقترح عدد من الباحثين (**Procenko, 1946** ؛ **Savulescu &** **Savulescu, 1952**؛ و **Golovina, 1955**) التمييز بين الأشكال النوعية special forms لشبيه الفطر *P. viticola* على أساس الصفات المورفولوجية أو المدى العوائلى host range ، لكن الباحثين (**Grunzel, 1960** و **Rafaila *et* *al*., 1968**) خلصوا فى الستينيات إلا أنه لا يوجد دليل يؤكد هذه الأسس التصنيفية.

من ناحية أخرى، نشر **Rouxe**l وزملاؤه **2014** بناء على دراسة تتابع النيوكليوتيدات أنه على الرغم من أن شبيه الفطر *P. viticola* يقع تحت تصنيف نوع واحد one species ، إلا أن *P. viticola* يتكون من خمسة أشكال نوعية (أنماط مختصة) هى formae speciales:

P. viticola f. sp. *vinifera*,	*P. viticola* f. sp. *aestivalis*,
P. viticola f. sp. *riparia*,	*P. viticola* f. sp. *Vulpina*a *P. viticola* f. sp. *quinquefolia*,

تم تحديد التوزيع الجغرافي والمدى العوائلى للأنماط المختصة الخمسة من خلال تحليل الفاصل الداخلى القابل للنسخ فى الحمض النووى internal DNA transcribed spacer polymorphism (ITS) لعدد 896 عزلة من *P. viticola*. ثلاثة من هذه السلالات تصيب كروم العنب المنزرعة في أمريكا الشمالية ، يقتصر أحدها على الأنواع الهجينة بين أنواع جنس *Vitis* "*Vitis* interspecific *Vitis* hybrids" وتوجد في الجزء الشمالي من شرق أمريكا الشمالية ، وتهاجم السلالة الثانية أنواع العنب *V. vinifera* و *V. labrusca* ، وتوجد السلالة الثالثة التى يبدو أنها أقل إنتشارا في الأجزاء الجنوبية من شرق أمريكا الشمالية (Rouxel et al 2014). ويبدو أن *P. viticola* في أوروبا يتكون من سلالتين جغرافيتين ومتميزتين وراثياً تتوطن فى مناطق شرق وغرب أوروبا، أحدهما وهو *P. viticola* f. sp. *aestivalis* كان سائدا بنسبة 83%.

شبيه الفطر *P. viticola* ينمو فى المسافات البينيه بين الخلايا intercellular على هيئة هيفات رفيعة عديمة اللون colourless غير مقسمة aseptate hyphae قطرها 7- 12 ميكرومتر طبقا للوصف المنشور من المعهد الدولى للفطريات International Mycological Institute **(Hall, 1989)**. من ناحية أخرى ذكر **Agrios (2005)** أن قطر هيفاته 1- 60 ميكرومتر لأن هيفاته تأخذ شكل فراغات المسافات البينية للأنسجة المصابة لذلك هى غير منتظمة الشكل وهى ترسل إلى الخلايا ممصات كروية rounded vesicular (globular)

haustoria قطرها 4- 10 ميكرومتر وفى الغالب تنغمسembedded in الممصات فى الأغشية الخلوية بأنسجة الورقة.

ويتكاثر شبيه الفطر *P. viticola* لا جنسيا عن طريق تكوين أكياس أسبورانجية Sporangia بيضاوية ovoid أو ليمونية lemon-shaped، شفافة (عديمة اللون) hyaline، أبعادها (17- 25) بمتوسط 20 × (10-16) بمتوسط 14 ميكرومتر ، وأحيانا لها حامل قصير short pedicel، الأكياس أسبورانجية تنبت فى الماء (رطوبة حرة) منتجة من 1-6 جرثومة تصل إلى 10 جراثيم سابحة ذات هدبين biflagellate zoospores. وتحمل هذه الأكياس على حوامل اسبورانجية Sporangiophores، شجيرية arborescent، 130-250 (تصل فى بعض العزلات إلى 700) × 11-14 ميكرومتر، ذات تفرعات أحادية monopodial branching في الثلث العلوي upper third بزوايا قائمة right angles على المحور الرئيسي main axis الذى يستدق عند قاعدته base tapering إلى نقطة مخروطية a conical point، التفرعات تحيط بالمحور الرئيسى فى أربع أو ست محيطات (4-6 أفرع) وأطوالها 35-45 ميكرومتر ، وغالبًا يحمل الفرع الرئيسى مدارين أو ثلاثة من التفرعات الثانوية (2-3 فروع ثانوية)، طول التفرع الثانوى 15-20 ميكرومتر، جميعها تحتوي على 3-4 أطراف مستدقة طولها 10 ميكرومتر وعرضها 6 ميكرومتر عند القاعدة تنحرف بزاوية قائمة وتتكون على كل قمة من هذه الأطراف كيس اسبورانجى واحد مفرد. والحوامل الاسبورانجية تخرج على السطح السفلى للأوراق وعلى السوق والمحاليق من خلال الثغور أو نادرا عن طريق الإندفاع المباشر خلال البشرة pushing directly through the epidermis وتخرج على الثمار الصغيرة من خلال العديسات through lenticels ويخرج من الثغر الواحد من أربعة إلى ستة حوامل أو أكثر قد تصل فى بعض الأحيان طبقا ل **Agrios 1988**، إلى 20 حامل اسبورانجى من ثغر واحد .

الجراثيم الهدبية أبعادها 6-8 × 4-5 ميكرومتر ، كلوية الشكل ، وحيدة الخلية، غالبا ما تسبح فى الماء عن طريق سوطين جانبين lateral two flagella مختلفى الإتجاه وغير متساوية فى الطول الذى يختلف من 27 إلى 33 ميكرومتر، وتتحرر هذه الجراثيم من جانب الكيس الأسبورانجى فى الاتجاه العكسى لمنطقة اتصاله بالحامل ، إما عن طريق الحلمة via a papilla، أو مباشرة عن طريق إختراق الجدار direct penetration of the sporangium wall.

ويتكاثر شبيه الفطر *P. viticola* جنسيا عن طريق الجراثيم البيضية Oospores وهى الطور الساكن الذى يحافظ على بقاء الممرض فى الظروف غير الملائمة ومصدر للتباين الوراثى source of genetic variation. وتتكون

الجراثيم البيضية داخل أنسجة الأعضاء النباتية المصابة مثل الأوراق أو الثمار. والجراثيم البيضية كروية spherical، يتراوح قطرها 28-40 ميكرومتر قد يصل قطرها طبقا ل **Lafon & Clerjeau 1988** إلى 120 ميكرومتر، تحتوي نواتها على 14-16 كروموسوم وتكون الجرثومة البيضية مغطاة بغشاءين داخليين وجدار خارجي مُغلظ ومُجعّد من عضو التأنيث. تنبت الجراثيم البيضية عندما تتحسن الظروف البيئية فى الربيع التالى فى وجود الماء الحر منتجة أنبوبة إنبات واحدة، وأحيانا أنبوبتى إنبات رفيعتين مختلفتى الأطوال قطر الأنبوبة الواحدة 2 - 3 ميكرومتر ، وتنتهى أنبوبة الإنبات بكيس أسبورانجى كبير كمثرى الشكل pyriform sporangium أبعاده 25 × 35-40 ميكرومتر والذى ينتج 8-20 جرثومة سابحة وقد يصل عددها إلى 60 جرثومة هدبية سابحة. هنا يجب ملاحظة التباين و الإختلاف بين الأكياس الاسبورانجية المتكونة على الحوامل الاسبورانجية الخارجة من الثغور والعديسات وتلك الناتجة من إنبات الجراثيم البيضية بعد فترة السكون من حيث الحجم وعدد الجراثيم الهدبية المتحررة من الكيس الاسبورانجى (**Anon., 2018**).

دورة المرض ووبائيته: Disease Cycle and Epidemiology

في عام 1880 ، حدد Millardet الجراثيم البيضية لشبيه الفطر *P. viticola* في أوراق العنب الأوروبى (**Millardet, 1883**)، وتبعه **Pichi** عام **1890** برسومات الجاميطات المؤنثة oogonia و الجاميطات المذكرة antheridia. فى عام **1913** وصف العالمان **Ravaz & Verge** و كذلك **Gregory 1915** دورة الحياة الكاملة لهذا المسبب بتفصيل كبير ، إسهام هؤلاء العلماء فى ذلك التوقيت جدير تمامًا بالملاحظة والإشادة.

شبيه الفطر *P. viticola* متطفل إجبارى (حيوى التغذية biotrophic) على نباتات العنب له دورة جنسية واحدة أثناء فترة التشتية (السكون الشتوى لكرمات العنب) وعدة دورات لاجنسية خلال موسم نمو العنب. يقضى الممرض عادة فترة السكون الشتوى (التشتية) كجراثيم بيضية ساكنة في داخل أنسجة الأوراق المتساقطة وأنسجة العائل الأخرى المصابة بالموسم السابق والموجودة على أرضية مزارع كروم العنب. والجراثيم البيضية بعضُها يتحرر من الأنسجة المصابة المتحللة إلى سطح التربة. شبيه الفطر *P. viticola* متباين الجسد (الثالوس) heterothallic يتطلب نوعين من الميسليوم P1 و P2 لحدوث التزاوج (**Wong *et al.*, 2001**). عضو التذكير antheridium الصولجانى الشكل (40 – 50 x 20 – 25 ميكرومتر) يخصب عضو التأنيث oogonium الكروى الشكل (قطره حوالى 30 ميكرومتر) عند نهاية موسم النمو ليبدأ تكوين الجراثيم البيضية oospore الجنسية.

من ناحية أخرى، في المناخ المعتدل كما في ولاية كاليفورنيا ، لوحظ أن المُمْرِض يقضى فترة التشتية كميسليوم فى البراعم buds والقصبات canes المصابة **(Barrett, 1939)** وفي الأوراق المصابة التى مازالت متبقية على الكرمات. وتوجد الجراثيم البيضية بكثرة فى الطبقات السطحية من التربة الرطبة، ووجد أن درجة الحرارة لا تؤثر على حيوية هذه الجراثيم بشكل ملحوظ.

تنبت الجراثيم البيضية معمليا على درجات حرارة من 13-33 °م ودرجة حرارة مثلى 25°م، أما فى ظروف المزرعة وفي الربيع بعد فترة قصيرة من تفتح البراعم تنبت الجراثيم البيضية عندما تكون درجات الحرارة بالتربة من 12-13 °م (أحيانا 11 °م) وتكون التربة أيضا مبتلة wetted (التربة المبتلة 10 ملم (10 لتر/ متر مربع) من الأمطار على الأقل خلال 24 ساعة قبل إنبات الجراثيم البيضية). تنبت الجراثيم البيضية بتكوين أنبوبة إنبات تنتهي بكيس اسبورانجى كبير macrosporangium، وإلى حد كبير تنتشر الأكياس الاسبورانجية عن طريق التيارات الهوائية الرطبة. تعتمد سرعة إنبات الجراثيم البيضية على درجة الحرارة (**Ronzon-Tran Manh Sung & Clerjeau, 1988**). ويمكن أن يحدث الإنبات وتكوين الكيس الاسبورانجى الكبير في أقل من 24 ساعة فى التربة المبتلة (**Gregory, 1915; Ronzon-Tran Manh Sung & Clerjeau, 1988**). عند البلل ، يُنتج الكيس الاسبورانجى الكبير في المتوسط 8- 20 (**Hall, 1989**) وحتى 60 جرثومة هدبية سابحة (**Ronzon-Tran Manh Sung & Clerjeau, 1988**). وعند عشرين درجة مئوية تنطلق الجراثيم الهدبية السابحة من الكيس الاسبورانجى الكبير بعد 30 دقيقة أو أكثر (**Ronzon-Tran Manh Sung & Clerjeau, 1988**). تنتشر disperse الجراثيم السابحة وتتساقط على أنسجة العائل خاصة على أوراق العنب القريبة من سطح التربة بواسطة رذاذ المطر rain splash ولكن تحت ظروف نظم التدعيم المرتفعة كالتكعيبة على سبيل المثال لا يلعب رذاذ المطر المرتد من سطح التربة دورا كبيرا فى إصابة الأجزاء السفلية من الكرمات .

تتطلب الجراثيم الهدبية السابحة بلل على سطح العائل لإصابته ، لقد أظهرت الدراسة الوبائية التى أجراها **Grunzel (1963)** أنه يجب أن تظل الأوراق مبتلة لمدة 3 ساعات عند 12- 15 درجة مئوية أو ساعة ونصف إلى ساعتين عند 18- 20 درجة مئوية لحدوث الإصابة بالأوراق. على نفس المنوال أوضح **Galet (1977)** أن الأمطار تلعب دورًا رئيسيًا وحاسمًا في تطور البياض الزغبى إلا أن هطول الأمطار الغزيرة والثقيلة لها تأثير سلبي على تطور الإصابة حيث يؤدي إلى تدفق كبير للمياه من على سطح الأوراق مما ينتج عنه إزالة removing لقاح *P.*

viticola بشكل فعال من على الكرمات. وتحدث العدوى فقط من خلال الثغور النشطة التى توجد فقط على الأنسجة الخضراء (**Gregory, 1914**). الأكياس الاسبورانجية الكبيرة والجراثيم الهدبية السابحة تجف بسهولة، فهى تموت خلال ساعتين إلى ثلاث ساعات من تعرضها إلى أشعة الشمس القوية فى ظل رطوبة نسبية منخفضة، لذلك تحدث أغلب الإصابات بعد تحرر الجراثيم السابحة مباشرة وغالبا تتم عملية العدوى فى الصباح الباكر. من ناحية اخرى، فإن هذه الجراثيم السابحة قد تبقى حية على سطح الأوراق لفترة أطول من 24 ساعة تحت ظروف الطقس البارد ذو الرطوبة العالية.

كذلك من المهم ملاحظه أن العدوى الأولية لا تحدث إلا إذا كانت درجة الحرارة الصغرى للهواء الجوي المحيط بالكرمة لا تقل عن 10 درجات مئوية ، وسقوط ما لا يقل عن 10 ملم من المطر في الـ 48 ساعة السابقة للعدوى، كما أن هذه الإصابات الأوليه تنجح على أوراق كرمات العنب التي وصلت لمساحه من 6 إلى 8 سم^{2} وبالتبعية تكون أطوال الأفرخ shoots الحاملة لهذه الأوراق قد بلغت حوالي 10 سم طولا للفرخ الواحد.

تسبح الجراثيم الهدبية على سطح العائل (من عدة دقائق إلى حوالى 30 دقيقة) ثم تفقد أهدابها loose their flagella وتصبح كروية الشكل وتتحوصل encyst وتتجمّع بالقرب من الثغور في مجموعات من 2 إلى 5 ، (عند الإصابة الأولية) و فى خلال ربع ساعة تكون كل جرثومة أنبوبة إنبات واحدة تقوم بإختراق الثغور. تتضخم أنبوبة الإنبات في تجويف غرفة الثغر substomatal cavity لتكوين حويصلة substomatal vesicle ينشأ منها هيفا واحدة تستمر فى النمو بين الخلايا intercellularly، لملء المسافات البينية بين خلايا الميزوفيل mesophyll cells بالورقة وتتخذ شكلا غير منتظم. وفي خلال أقل من ثلاث ساعات ونصف يتكوّن أول ممص كروى rounded vesicular haustorium عندما تتلامس هيفات الممرض بخلايا العائل. و تتكون ممصات haustoria إضافية عندما يتفرع الميسليوم خلال through أنسجة العائل متطفلا على خلايا الميزوفيل (**Langcake & Lovell, 1980**; **Kortekamp *et al.*, 1998**).

تعتمد فترة الحضانة The incubation period (الفترة بين حدوث الإصابة "إختراق هيفات الفطر للثغور" وأول ظهور للأعراض "إنتاج الحوامل الاسبورانجية") على درجة الحرارة وتتراوح فترة الحضانة من 4 إلى 21 يومًا بمتوسط 7- 10 أيام على حسب درجات الحرارة والرطوبة والعضو المصاب من العائل ودرجة مقاومة العائل (**Rossi *et al.*, 2013**). أقصر فترة حضانة تكون عند إصابة الأوراق الصغيرة فى العمر وعند درجات الحرارة المثلى للمرض من 19- 24

درجة مئوية (**Muller & Sleumer, 1934**; **Rafaila *et al.*, 1968**). كما أنه عند متوسط درجة حرارة 12 °م أو أقل تمتد فترة الحضانة إلى 14 يوم أو أكثر. وعادة ما تظهر الأكياس الاسبورانجية قبل يوم واحد من ظهور البقع ذات المظهر الزيتى oilspots فى الظروف المواتية.

يمكن أن يبدأ المُمْرِض في التجرثم عند الوصول إلى تجويف ثغرى خالي من الممرض (**Langcake & Lovell, 1980; Kortekamp *et al.*, 1998**). فتخرج الحوامل الاسبورانجية حاملة الأكياس الاسبورانجية من خلال الفتحات الطبيعية بالأجزاء المصابة (الأوراق والثمار الصغيرة وأعناقها) أثناء الليالي الدافئة الرطبة. يتطلب تجرثم (تكشف الأكياس الاسبورانجية خارج الثغور) شبيه الفطر *P. viticola* على الأقل 95- 100٪ رطوبة نسبية ودرجات حرارة أعلى من 12 درجة مئوية (تحدث ذروة التجرثم عند 20 درجة مئوية) وما لا يقل عن 4 ساعات من الظلام (**Blaeser & Weltzien, 1978; Lalancette *et al.*, 1988; Hill, 1989**). وعادة ما تتكون الأكياس الاسبورانجية أثناء الليل ، فالضوء يثبط تجرثم *P. viticola* (**Brook, 1979; Magarey & Butler, 1998**). وينفصل الكيس الأسبورانجى عن الحامل الأسبورانجى عن طريق تحلل جدار مستعرض من الكالوز callose. وتظل الأكياس الاسبورانجية sporangia حية لمدة 4- 8 أيام في الرطوبة النسبية العالية ودرجات الحرارة أقل من حوالي 22 درجة مئوية، وتبقى حية 1- 2 يوم في ظروف أكثر حرارة وجفافا (**Zachos, 1959; Blaeser & Weltzien, 1978**; **Kast & Stark-Urnau, 1999**).

تحدث الدورات اللاجنسية من العدوى (الإصابة الثانوية) بشكل متكرر طوال موسم النمو إذا كانت الظروف الجوية مواتية. فعند البلل تنفصل الأكياس الاسبورانجية sporaniga من الحوامل الاسبورانجية sporangiophores و تنبت فتتحرر الجراثيم الهدبية السابحة التي تنتشر عبر المطر المثار بالرياح windblown rain أو بالرياح إلى أنسجة عائل جديد (**Blaeser & Weltzien, 1978**). يتم تحرّر الجراثيم الهدبية السابحة بعد 30 إلى 180 دقيقة من البلل التام للأكياس الاسبورانجية (**Langcake & Lovell, 1980; Kast & Stark-Urnau, 1999**) بينما تحتاج الأكياس الاسبورانجية 6- 8 ساعات للإنبات فى الطقس الأقل رطوبة (**Dubos, 2000**). ويحدث تحرّر الجراثيم الهدبية السابحة فى درجات حرارة تتراوح بين 3—30 °م ودرجات حرارة مثلى بين 22- 25 °م (**Galet, 1977**). تسبح وتتجمع الجراثيم الهدبية بالقرب من الثغور في مجموعات قد تصل إلى 10 جراثيم، ربما بسبب الإشارات الكيميائية (**Royle & Thomas, 1973**). فى حالة العدوى الصناعية فى غرف النمو growth chamber تتطلب

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

الإصابة الثانوية بالممرض *P. viticola* بلل على أسطح النبات ودرجات حرارة تتراوح بين 6°م و 30 °م ، و يمكن عند 20 درجة مئوية أن تحدث العدوى في ساعتين من البلل السطحى ، ويتطلب حدوث الإصابة ساعات أكثر من البلل السطحى في درجات الحرارة غير المثلى (**Blaeser & Weltzien, 1977; Lalancette *et al.*, 1988**). عملية الاختراق وإستعمار colonization الأنسجة الداخلية للورقة هي نفسها كما هو موضح في الإصابة الأولية لكن في الأوراق القديمة يحد النسيج الوعائي Vascular tissue نمو الممرض ويدفعه للنمو في المناطق بين العروق interveinal areas (**Langcake & Lovell, 1980**). والوقت اللازم من العدوى حتى ظهور أول الأعراض (فترة الحضانة) فى الظروف المثالية هو أربعة أيام، وتختلف هذه الفترة بإختلاف عمر الورقة والصنف والحرارة والرطوبة. في حالة عدم وجود فرصة للتجرثم مثل إرتفاع درجات الحرارة بشكل كبير، تحافظ البقع على قدرتها لإنتاج الجراثيم لمدة 22- 24 يومًا على الأقل والبقع الفردية تعيد التجرثم عدة مرات في وجود الظروف المواتية، ويمكن لها أن تحتفظ بإمكانيات التجرثم لمدة شهرين أوثلاثة أشهر (**Zachos, 1959; Hill, 1989; Kennelly *et al.*, 2007**) . علاوة على ذلك، نشر **Caffi** وزملاؤه (**2013**) أن الأكياس الاسبورانجية تنتج بمعدل مرتفع لأول 4 أيام من ظهور الأعراض ثم بمعدل أقل حتى يتوقف إنتاجها.

على الجانب الآخر، لاحظ **Blaeser & Weltzien (1978)** إنتشار الأكياس الاسيورانجية فقط في المطر المثار بالرياح wind-blown rain ، وليس في الهواء. كما لاحظ **Zachos (1959)** ارتفاع معدل موت الأكياس الاسبورانجية في ظروف الجفاف مما يؤدى إلى منع إنتشار الأكياس الاسبورانجية بالهواء. ومع ذلك ، هناك بعض الأدلة على انتشار الأكياس الاسبورانجية لمسافات طويلة (500-600 كم) في التيارات الهوائية الإقليمية (**Szoke *et al.*, 1998**). ومع ذلك ، فقد وجد أن كل العوامل التى تؤدى إلى زيادة الرطوبة فى التربة والجو والنبات العائل تؤدى إلى زيادة الإصابة بمرض البياض الزغبى ، ولذلك فإن المطر هو العامل الرئيسى الأهم المشجع لظهور المرض بشكل وبائى، وتلعب الحراره دورا أقل أهمية عن طريق الإبطاء أو الإسراع فى تقدم المرض. وقد وجد أن درجة الحرارة المثلى لتقدم الفطر حوالى 24°م أما درجة الحرارة الصغرى ودرجة الحرارة العليا لنشاط الفطر فهى 10، 30 °م. لقد وجد أيضا أن مرض البياض الزغبى يكون وبائيا عندما يكون الشتاء رطبا يتبعه ربيع ممطر وصيف دافىء تتخلله الأمطار كل 8 - 15 يوم. هذه الظروف تساعد على استمرار حيوية الجراثيم البيضية وإنباتها فى الربيع، كما

أنها تسمح بتقدم المرض وإنتشاره فى مزارع العنب. كما وجد أن تتابع فترات المطر يؤدى إلى تشجيع إنتاج أفرخ صغيرة قابلة للإصابة.

المكافحة: Control

تختلف شدة المرض بدرجة كبيرة طبقا للظروف الجوية ، لذلك يجب أن تكون المكافحة صارمة في المناطق ذات المناخ الرطب مثل شرق شمال الولايات المتحدة وأجزاء من أوروبا والمناطق الرطبة المنزرعة بكروم العنب حول سواحل حوض البحر المتوسط، وخلال المواسم الرطبة غير المعتادة في الأماكن الجافة مثل كاليفورنيا أو أستراليا وأجزاء من مصر والجزائر والمغرب. وتشتمل عناصر المكافحة المتكاملة integrated disease management مايلى:

1- الممارسات الزراعية: Cultural practices

من الناحية التاريخية ، أدت الممارسات الزراعية إلى إنتشار كارثى لشبيه الفطر *P. viticola* من موطنه الأصلى شمال شرق الولايات المتحدة الأمريكية. فمن المسلم به عمومًا أن المُمْرِض انتقل إلى أوروبا على عقل عنب أمريكي مستورد لاستخدامه كأصول جذرية مقاومة لحشرة منّ الفللوكسرا (**Viennot-Bourgin, 1981**). لقد تم ملاحظة البياض الزغبى لأول مرة في فرنسا في سبتمبر 1878 **(Viala, 1893)**.

وحاليا تشمل استراتيجيات المكافحة منع انتشار المسبّب *P. viticola* محمولا فى الأجزاء النباتية إلى مناطق جديدة، بالمعالجة الحرارية للعقل قبل إستخدامها ، وحماية النباتات الناتجة من زراعة الأنسجة الخالية من الأمراض disease-free tissue culture plantlets من التعرض لإصابات جديدة، وتجنب نقل التربة وبقايا الأوراق التي قد تحمل بداخلها الجراثيم البيضية الساكنة **(Emmett *et al.*, 1992)**. من ناحية أخرى، ليس محتملا أن تؤدي الممارسات الزراعية وحدها إلى مكافحة فعالة للمرض خاصة في ظل الظروف المواتية للبياض الزغبى (**Lafon & Clerjeau, 1988**).

ومع ذلك ، فإن الممارسات الزراعية المناسبة تستطيع أن تؤثر بدرجة كبيرة في تطور المرض، فمثلا عند إنشاء مزارع العنب يجب اختيار موقع جيد الصرف ، وإختيار نظام للري مناسب لخفض الرطوبة حول الكرمات ولايشجع على توزيع لقاح الممرض، وإختيار نظام للتدعيم training system يساعد على رفع المجموع الخضرى لإرتفاع مناسب عن سطح الأرض للحد من مخاطر المرض حيث أن تربية الكرمات منخفضة للغاية تجعلها أكثر قابلية للإصابة من خلال خلق مناخ دقيق microclimate حول الكرمات مناسب للعدوى وإنتاج اللقاح. وبما أن الرطوبة تشجع تطور البياض الزغبى، فيجب إنشاء مزرعة العنب في مواقع ذات حركة هواء

جيدة. كذلك يجب زراعة الكرمات في صفوف تستفيد من الدوران الطبيعى لتيارات الهواء للمساعدة على تقليل رطوبة الأوراق وسرعة جفافها وتجنب مسافات الزراعة الضيقة. من ناحية أخرى، فإن الاستخدام المفرط للأسمدة النيتروجينية يعزز النمو العصارى (الغض) ويزيد من حدوث المرض (**Anon., 2019 a**) كذلك أظهر **Delas & Soyer (1988)** أن التوازن بين النيتروجين والفوسفور يلعب دورًا حيويًا في قابلية كروم العنب للإصابة بالبياض الزغبى. الكرمات التي تفتقر إلى النيتروجين أو الفوسفور تكون أقل قابلية للإصابة بالبياض الزغبى.

تعمل الرطوبة العالية والفترات الممتدة لبلل الأوراق على تشجيع نمو البياض الزغبى ، وبالتالي فإن التقنيات التي تهدف إلى تشجيع دوران الهواء وتقليل البلل السطحي للمجموع الخضرى للكرمات قد تقلل من تطور المرض (Palti & Rotem, 1981). التقليم pruning الجيد المناسب ونظم التدعيم Trellising systems الجيدة والمناسبة التي تقلل من كثافة المجموع الخضرى مثل طريقة جيبل Gable system و طريقة الجيبل المفتوحة open Gable تقلل مستويات البياض الزغبى (Wearing *et al.*, 1999). وحيثما أمكن ، ينبغي استخدام الري بالتنقيط drip irrigation بدلا من الري بالرش العلوي overhead irrigation حيث يقلل ذلك أيضا من المرض (Emmett *et al.*, 1992). يمكن خفض كمية اللقاح الذى يعبر ساكنا فى الشتاء overwintering inoculum والعدوى الأولية عن طريق الحرث لدفن الجراثيم البيضية الموجودة في بقايا الأوراق ، وتجنب ري التربة لفترات طويلة وتحسين الصرف فى التربة من أجل منع إنبات الجراثيم البيضية (Palti & Rotem, 1981). إلا أن أى من هذه الوسائل وحدها لن تكون كافية للسيطرة الفعالة على البياض الزغبى في مزارع كروم العنب.

2- الأصناف المقاومة: Resistant Crop Cultivars

تعتبر جميع أصناف العنب الأوروبى (*Vitis vinifera*) قابلة للإصابة بالبياض الزغبى susceptable ، على الرغم من أن بعض الأصناف مثل Chardonnay ، Pinot Noir و Sultana تعتبر شديدة القابلية للإصابة highly susceptable عن الأصناف Cabernet Sauvignon و Semillon. ويُظهر العديد من أنواع العنب فى أمريكا الشمالية (على سبيل المثال *V. labrusca* و *V. aestivalis*) مقاومة للبياض الزغبى وتكون أقل قابلية للإصابة less susceptable، على الرغم من أن أصناف Niagara و Catawba من العنب *V. labrusca* شديدة القابلية للإصابة. بينما تكون أنواع العنب *V. cordifolia* ، *V. rotundifolia* و *V. rupestris* نسبيا مقاومة relatively resistant وقد أنتجت الهجن البينية Interspecific hybrids بين أصناف وسلالات من *V. vinifera*

وسلالات أنواع أمريكا الشمالية أصناف ذات نوعية جيدة من عنب النبيذ وأكثر مقاومة للبياض الزغبى. ومع ذلك ، فإن مستهلكي النبيذ يفضلون أنواع النبيذ المعروفة عن الأنواع الأقل شهرة والتى أحيانا تعود إلى الهجن البينية.

من ناحية أخرى ، فإن التربية لمقاومة البياض الزغبى جارى تنفيذها منذ ثلاثينيات القرن العشرين **(Matthews, 1981)**. وقد تم تحديد أنواع العنب البرية الأمريكية والأجناس المرتبطة بها التى يمكن أن تكون مصادر محتملة للمقاومة. تشتمل آليات المقاومة المفترضة Putative resistance mechanisms على بعض الخصائص مثل وجود الشعيرات الكثيفة على السطح السفلى للأوراق ، ظهور فرط الحساسية التى يتحكم فيها جين مفرد single-gene hypersensitive response **(Matthews, 1981)** وإنتاج المواد الكيميائية الدفاعية بما في ذلك إنزيم البيروكسيديز peroxidase ، الفينيفرين viniferin، الرسفيراترول resveratrol و الفلافونويدز flavonoids (**Langcake, 1981**; **Dai *et al.*, 1995; Kortekamp *et al.*, 1998**) .

وجد **Dercks** و **Creasy (1989)** أنه يمكن وصف أربع مجموعات من أنواع وأصناف العنب ، فيما يتعلق بالعلاقة بين إمكانية إنتاجها للفيتوالكسينات phytoalexins كإستجابة للإشعة فوق البنفسجية ومقاومتها لشبيه الفطر *P. viticola* ، المجموعة الأولى: إنتاجها للفيتوالكسينات مرتفع ومقاومتها للبياض الزغبى مرتفعة مثل الأصناف (Castor, Pollux, *V. riparia*). المجموعة الثانية: إنتاجها للفيتوالكسينات متوسط ومقاومتها للبياض الزغبى متوسطة مثل الأنواع (*V. rupestris* و *V. andersonii*). المجموعة الثالثة: إنتاجها للفيتوالكسينات متوسط إلى منخفض وقابلة للإصابة بالبياض الزغبى مثل الأعناب (Mliller Thurgau ، Chardonnay، Riesling، *V. treleasei*) المجموعة الرابعة: إنتاجها للفيتوالكسينات منخفض و مقاومة للبياض الزغبى مثل الأنواع (*V. cinerea* ، *V. champini*). يشير وجود الأنماط الوراثية من الأعناب التي تنتمي إلى المجموعة الرابعة إلى أن المقاومة، في بعض الحالات ، قد ترتبط بعوامل أخرى غير إنتاج الفيتوالكسينات. ومع ذلك، باستثناء مجموعة واحدة من *Vitis* spp. والتى أظهرت مقاومة بالرغم من عدم قدرتها على تجميع تركيزات عالية من الفيتوالكسينات ، كانت المقاومة ترتبط بشكل إيجابي مع القدرة على بناء الفيتوالكسينات الرسفيراترول resveratrol و الفينيفرين viniferin بعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية. وأشارت النتائج أيضا أن resveratrol أكثر أهمية للتأثير على شبيه الفطر *P. viticola* عن viniferin **(Dercks & Creasy, 1989)** .

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

كذلك تم الربط بين المقاومة الأصيلة ضد *P. viticola* والمستويات العالية للمركبات المضادة للميكروبات الموجودة بالأوراق قبل حدوث الإصابة، مثل الأينوزيتول inositol و حمض الكافيين caffeic acid ، في الأوراق غير المصابة من أصناف العنب المقاومة (**Figueiredo *et al.*, 2008**).

حاليا هناك أصناف مقاومة للبياض الزغبى **(Creasy & Creasy, 2018)** وهى ناجحة فى صد العدوى fending off infection تماما أو بمساعدة قليلة من المكافحة الكيميائية. فالأصناف الأمريكية وبعض الهجن مع العنب الأوروبى *V. vinifera* تنمو جيدا بدون مكافحة كيميائية ضد البياض الزغبى مثل أصناف النبيذ 'Catawba' ، 'Marechal Foch' و 'Chambourcin' ، وقد ذكر الباحثون Delmas وزملاؤه 2016 أن ثلاثة أصناف مقاومة تم تطويرها مؤخرًا هى 'Regent' ، 'Prior' و 'Bronner' أظهرت إصابات أقل بالبياض الزغبى عن الصنف 'Cabernet Sauvignon' وبالرغم من أن هذا واعد للغاية ، إلا أنه توجد علامات على أن شبيه الفطر قد يتغلب على هذه المقاومة.

على الجانب الآخر، هناك العديد من البرامج البحثية النشطة لتعديل أصناف *V. vinifera* وراثيا genetically modifying *V. vinifera* cultivars لتشمل مقاومة الأمراض. فقد بدأت محاولات الهندسة الوراثية للعنب genetically engineer grapevine للتحول الوراثى genetic transformation بإستخدام بكتريا *Agrobacterium* في أواخر الثمانينات من القرن العشرين **(Baribault *et al.*, 1989)** ومؤخرًا بإستخدام قاذف الجين ' gene gun' (**Kikkert *et al.*, 1996**). ومازال البحث مستمرًا حتى الآن في إدخال الجينات لمقاومة البياض الزغبى وممرضات العنب الأخرى **(Reisch *et al.*, 1996)**.

3- المكافحة الكيميائية : Chemical Control

مما لاشك فيه أن المكافحة الكيميائية أحد أهم إجراءات المكافحة منذ أواخر القرن التاسع عشر، بعد الاكتشاف الكلاسيكي لمزيج بوردو (كبريتات النحاس مع الجير) بواسطة **Millardet** في عام **1885.** والمكافحة الكيميائية تعتبر الوسيلة الرئيسية لمكافحة مرض البياض الزغبى فى أصناف كروم العنب عالية القابلية للإصابة، ففى الوقت الراهن، لا توجد مصادر مناسبة للمقاومة في الأصناف المقبولة تجاريا والتى لها قابلية عالية للإصابة والتى تنمو فى مناطق ينتشر فيها المرض بدرجة كبيرة.

وهناك العديد من المواد الكيميائية متاحة للإستخدام قبل حدوث الإصابة أو بعد حدوثها. وبصفة عامة فى المناطق والبلاد ذات الأمطار الربيعية والصيفية الكثيفة يُنصح بأن تكون المعاملة الأولى قبل حدوث الإصابة عند تفتح البراعم فى بعض

الأماكن أو عندما يبلغ طول الأفرخ الجديدة 10 سم فى أماكن أخرى، ومعاملة عند الإزهار الكامل لحماية النورات الزهرية ويستمر الرش كل 7- 10 أيام حتى يصل حجم حبات العنب إلى حجم بذرة البازلاء. ولبقية الموسم يكون الرش معتمدا على جدول زمني روتينى (عادة كل 10- 14 يوما) للحفاظ على الحماية المستمرة للكروم. وبدلاً من الجدول الزمنى الروتينى ، يمكن استخدام المبيدات الوقائية بشكل غير منتظم عن طريق الرش في أقرب وقت ممكن قدر الإمكان بناء على التنبؤ بالظواهر الجوية المؤاتية لحدوث الإصابة بشبيه الفطر *P. viticola*. وتكرار الرش فى هذه الحالة تحدده الظروف الجوية السائدة.

على الجانب الآخر يفضل أن تستند جداول الرش إلى مخاطر المرض كما تحددها الظروف المناخية المحلية و/ أو نماذج التنبؤ الإقليمية. فأفضل إستخدام للمبيدات الفطرية الوقائية والعلاجية أن يكون مقرونا ببرنامج تنبؤ forecasting program ، والذي يقيِّم احتمالية حدوث الإصابة من بيانات المناخ الدقيق micro-climate data داخل المجموع الخضرى بالكرمة . يوجد عدد من نماذج التنبؤ التى تعتمد على الحاسب الآلى computer-based forecasting models، مثل Australian D-Model **(Magarey *et al.*, 1991)** ، ونموذج DMCast في الولايات المتحدة **(Park *et al.*, 1997)** و نموذج POM model فى فرنسا **(Tran Manh Sung *et al.*,1990)** ، ونموذج UCSC الآلي المعقد في إيطاليا **(Rossi *et al.*, 2008)**. تستخدم معظم نماذج التنبؤ بالبياض الزغبى فى العنب العديد من البيانات منها توقيت نضج الجراثيم البيضية، درجات الحرارة، معدل هطول الأمطار، الرطوبة النسبية، بلل الأوراق، إنتاج وإنتشار الأكياس الاسبورانجية Production and dispersal of sporangia مرحلة النمو للكرمات vine growth stage وقابلية الأصناف للإصابة varietal susceptibility . لقد أدت نماذج التنبؤ إلى إنخفاض عدد الرشات بمقدار من 1- 6 رشات بالمبيدات سنويا مع حدوث مستوى مكافحة مماثل لبرنامج المعاملات القياسية بالمبيدات، لذلك يمكن تحقيق مكافحة فعالة للبياض الزغبى باستخدام نموذج التنبؤ مع عدد أقل من الرشات بالمبيدات مقارنة بجداول الرش القياسية **(Madden *et al.*, 2000)**. كما أدت نماذج التنبؤ إلى إنخفاض عدد الرشات إلى النصف على الأقل فى مقاطعة بوردو بفرنسا **(Chen *et al.*, 2020)**.

على أى حال، تصنف المبيدات الفطرية المستخدمة لمكافحة البياض الزغبى في الغالب على حسب قدرتها فى إختراق penetration السطوح النباتية وحركتها الجهازية systemic translocation في النبات والتى تحدد ما إذا كان يمكن

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

استخدام المبيد للفطرى بشكل وقائي (للحماية قبل حدوث الإصابة) أو بشكل علاجى (للعلاج بعد حدوث الإصابة).

وتعتبر كيماويات الملامسه غير الجهازيه (جدول 1) مثل مركبات النحاس copper-based products والداى ثيوكربامات Dithiocarbamates وفثاليميدز phthalimides مفيده للوقاية من المرض، و يجب المعاملة بها قبل أو خلال بدء حدوث الإصابة بواسطة الجراثيم الهدبية . وهى لها تأثير سام على المواقع الخلوية فى الفطر، كما أنها تتميز بأنها لا تؤدى إلى تكوين سلالات مقاومة من الفطر، وهذه المركبات تعطى حماية للأعضاء النباتية التى تغطيها لفترة تتراوح بين 7- 10 أيام وقد تصل إلى 14 يوم على حسب ضغط المرض.

أما المبيدات الفطرية العلاجية سواء الجهازية systemic أو شبه الجهازية Semi-systemic ذات القدرة على إختراق السطوح النباتية (جدول 1) التى تستخدم بعد حدوث الإصابة فيكون لها القدرة إما على قتل الممرض النشط في البقع الزيتية أو الحد بشكل كبير من تجرثمه كما أنها تؤدى أيضا إلى علاج المرض فى حال استخدامها خلال يومين أو ثلاثة من حدوث الإصابة. تشمل مبيدات الفطريات العلاجية التى تستخدم بعد حدوث الإصابة المستخدمة فى الوقت الحالى كل من مجموعة phosphonate (مثل phosphorus acid) و phenylamides (مثل metalaxyl، mefenoxam) و quinone outside inhibitors (QoI) مثل (azoxystrobin) و carboxylic acid amides (CAA) مثل (mandipropamid و dimethomorph). وتقوم هذه المركبات باختراق النباتات وتتميز بثلاثة مميزات أساسية :

أ) - أن هذه المركبات الفعالة لا تغسل بواسطة مياه الأمطار.

ب) - أنها مر كبات علاجية.

ج) - يكون النمو الخضرى الناتج بعد المعاملة بمركبات phosphonate و phenylamides لعدة أيام غير قابل للإصابة حيث أنها عالية الجهازية تتحرك إلى أعلى فى نسيج الخشب وبعضها إلى أعلى و إلى أسفل فى نسيجى الخشب واللحاء فى النبات.

ويتم رش هذه المركبات على فترات، على أن تكون الفترة ما بين كل رشة والأخرى 14 يوم. من ناحية أخرى تشتمل مجموعة مبيدات الفينيل أميد phenylamides على عده مركبات منها (بينالاكسيل Benalaxyl ، Benalaxyl-M (Keralaxyl) ، ميتالاكسيل Metalaxyl ، Metalaxyl-M (Mefenoxam) ، أوكساديكسل oxadixyl) وهى فعالة جدا ولكنها متخصصة لمكافحة الكائنات البيضية Oomycota . وقد وجد أن إستعمال هذه المركبات يؤدى إلى إنتاج سلالات من شبيه

الفطر مقاومة لتلك المجموعة من المبيدات، وقد تم التوصل إلى هذه السلالات المقاومة منذ عام 1981 فى فرنسا وجنوب أفريقيا وسويسرا وأورجواى، كذلك تم النشر عن مقاومة الممرض لمبيدات مجموعة QoI و مجموعة CAA ، في أستراليا ، اليابان ، فرنسا ، والولايات المتحدة (**Fungicide Resistance Action Committee (FRAC), 2013**). ووفقا لذلك ، من أجل خفض خطر المقاومة ضد المبيدات الفطرية ، فإنه غالبا يتم بيع المركبات العلاجية للبياض الزغبى ذات طبيعة الفعل المحددة والمتخصصة مخلوطة مع أحد المبيدات الوقائية المذكورة سابقا على ألا يزيد عدد الرشات عن 3- 4 مرات سنويا، ونتيجة لبيع منتجاتها المخلوطة مع المبيدات الوقائية فهى لها فاعلية قبل وبعد حدوث الإصابة. وعلى الرغم من توفر بعض المبيدات الفطرية الجديدة الآن ، إلا أنه لا تزال هناك حاجة إلى الحذر وإتباع الإستراتيجيات التى تمنع تطور مقاومة الممرض لهذه المبيدات.

عموما يختلف موعد بداية المعاملة بالمبيدات طبقا للمناخ السائد فى كل منطقة فالمرض يظهر مبكرا خلال الموسم فى الأماكن الرطبة ذات الأمطار الربيعية والصيفية المتكررة ويظهر متأخرا فى الأماكن شبه الجافة فمثلا يظهر المرض فى مصر متأخرا وتوصى وزارة الزراعة فى مصر بالرش الوقائى بدءًا من منتصف شهر يونيو 3- 4 رشات بالمبيدات الوقائية بفاصل زمنى 14 يوم على أن يتم الرش بالمبيدات العلاجية فى حالة ظهور الإصابة **(غبريال وأخرون، 2004).** ومع ذلك تظهر الإصابة مبكرة فى بعض الأعوام التى تتسم بالربيع كثيف الأمطار حيث لوحظ فى السنوات الأخيرة ظهور بعض الإصابات بالبياض الزغبى على العنب فى مصر وقت التزهير وبداية العقد وحتى قطر حبات ٣-٤ مم. من ناحية أخرى، يجب مراقبة المرض إذا ما تم استخدام إستراتيجية المعاملة الكيميائية بعد حدوث الإصابة. ولإستكشاف مزرعة العنب بحثًا عن البياض الزغبى ، يجب أن يمشي الملاحظ ببطء على طول خط الكرمات بحثًا عن البقع زيتية على 200 كرمة على الأقل. ووجود أكثر من 2 بقعة زيتية oilspot لكل 50 كرمة يعتبر خطرا على الكرمات تستتبعه المعاملات العلاجية فورا.

جدول 1: المبيدات االوقائية والعلاجية المستخدمة فى مكافحة البياض الزغبى فى العنب

FRAC Group (Code)	Group Name اسم المجموعة طبقا للكود	Chemical Group المجموعة الكيميائية	Common Name of Active ingredients الأسم الشائع للمواد الفعالة	Efficacy الفاعلية#
المبيدات الوقائية (أ)				
M1(ب)	Inorganic Copper	Inorganic Copper	Copper (different salts) أملاح مختلفة للنحاس	+++

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

++	Propineb تم إلغاء تسجيله بمصر يناير 2020	Dithiocarbamates	Dithiocarbamates	M3(ج)
++	Mancozeb			
++	(ب)Captan	Phthalimides	Phthalimides	M4
المبيدات العلاجية (ه)				
++++	Metalaxyl-M (Mefenoxam) + Azoxystrobin	Acylalanines + Methoxy-acrylates	PhenylAmides (و) + Quinone Outside Inhibitors (QOI)	11/4
++++	Metalaxyl + Dimethomorph	Acylalanines + Cinnamic acid amides	PhenylAmides + Carboxylic Acid Amides (CAA)	40/4
+++	Metalaxyl + Copper oxychloride	Acylalanines + Inorganic Copper	PhenylAmides + Copper	M1/4
+++	Metalaxyl + Copper hydroxide	Acylalanines + Inorganic Copper		
+++	Benalaxyl + Copper oxychloride	Acylalanines + Inorganic Copper		
++++	Mefenoxam + Copper	Acylalanines + Inorganic Copper		
+++	Benalaxyl + Mancozeb	Acylalanines + Dithiocarbamate	PhenylAmides + Dithiocarbamate	M3/4
+++	Metalaxyl + Mancozeb	Acylalanines + Dithiocarbamate		
++++	Metalaxyl-M (Mefenoxam)+Mancozeb	Acylalanines + Dithiocarbamate		
++++	(ح) Azoxystrobin	Methoxy-Acrylates	Quinone outside Inhibitors (QoI)	(ز)11
++ : +++	(ط)Kresoxim-methyl	Oximino-acetates		
+++	Azoxystrobin + Difenoconazole	Methoxy-Acrylates + Triazoles	(QoI) + DeMethylation Inhibitors (DMI)	3/11
++++	(ى)(Pyraclostrobin + Boscalid)	Methoxy-Carbamates + Pyridine-Carboxamides	(QoI) + Succinate dehydrogenase inhibitors (SDHI)	7/11
++++	Azoxystrobin + Dimethomorph	Methoxy-Acrylates + Cinnamic acid amides	QoI+ Carboxylic Acid Amides (CAA)	40/11
++++	Dimethomorph + Pyraclostrobin			
+++	(ك) Cyazofamid	Cyano-imidazole	QiI - fungicides (Quinone inside Inhibitors)	21
++++	Cymoxanil + (ل)	-Cyanoacetamide	-Cyanoacetamide	11/27

	Famoxadone	oxime + Oxazolidine-diones	oxime + QoI	
+++	Cymoxanil + Bordeaux mixture	-Cyanoacetamide + Copper oxime	-Cyanoacetamide + Copper oxime	M1/27
+++	Cymoxanil + Copper oxychloride			
+++	Cymoxanil + Mancozeb	-Cyanoacetamide + oxime Dithiocarbamate	-Cyanoacetamide + oxime Dithiocarbamate	M3/27
+++	(م)Phosphorus acid	phosphorous acid and salts	Phosphonates	P7 (33)
++++	(س) Mandipropamid	Mandelic acid amides	Carboxylic Acid Amides (CAA-fungicides)	(ن) 40
+++	(ع) Dimethomorph	Cinnamic acid amides		
+++	Dimethomorph + Copper oxychloride	Cinnamic acid amides + Inorganic Copper	Carboxylic Acid Amides (CAA)+ Copper	M1/40
+++	dimethomorph + Mancozeb	Cinnamic acid amides + Dithiocarbamate	Carboxylic Acid Amides (CAA) + Dithiocarbamate	M3/40
++++	(ف) Fluopicolide	Pyridinylmethyl-benzamides	Benzamides	43

Anon., 2019 b.

(أ) يقتصر نشاطها على سطح الأنسجة المرشوشة وهى فعالة فقط عندما تستخدم قبل حدوث الإصابة ، وعلى الرغم من أن تطور المقاومة لها لا يمثل خطرًا ، إلا أن الانجراف تحت الأمطار الغزيرة يكون كذلك. وبالتالي ، قد يحتاج المزارعون إلى إعادة الرش بشكل متكرر خاصة في السنوات ذات الأمطار المتكررة بدرجة كبيرة، وينبغى التغطية بالمبيد بشكل كامل حتى نحصل على نتائج طيبة.

(ب) تتم الوقاية من البياض الزغبى بشكل أساسي عن طريق المبيدات الفطرية المحتوية على النحاس (مثل خليط بوردو Bordeaux mixture ، هيدروكسيد النحاس Copper hydroxide ، أوكسي كلورو النحاس Copper oxychloride). يعتبر النحاس سامًا للنباتات ، ولكن إضافة الجير تقلل من تلك السمية ، ومن ثم يتم تكوين خليط بوردو. بعض أصناف العنب أكثر حساسية للنحاس من غيرها، والمعاملة بمركبات النحاس في درجات الحرارة العالية (أعلى من 35°م) من المرجح أن تسبب سمية نباتية phytotoxicity على الكرمات (Pertot et al 2006). يؤدي تلف الأوراق من خلال هذا الضرر إلى تقليل التمثيل الضوئي photosynthesis وانخفاض جودة حبات العنب. كان خليط بوردو دائمًا أكثر فاعلية

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

من أوكسي كلورو النحاس الأقل ثباتًا وأكسيد النحاس copper oxide الذى يستخدم حتى الآن ببغض الدول الأوروبية **(Gessler *et al.*, 2011)**. إلا أن مركبات النحاس الأخرى (أكسيد النحاس ، أوكسي كلورو النحاس) كانت أقل سمية للنبات وتسبب أضرار أقل للبراعم الصغيرة. و مركبات النحاس غير العضوية غير جهازية. لقد تم استخدام المبيدات الفطرية المحتوية على النحاس لسنوات عديدة في بعض مزارع الكروم ، مما أدى إلى ارتفاع تركيز النحاس في طبقة التربة السطحية **(Pietrzak & McPhail, 2004)**. وفي دراسة فرنسية ، وجد أن بعض أنواع تربة مزارع الكروم تحتوي على ما يصل إلى 1500 ملجم من النحاس / كجم من التربة **(Flores-Vélez *et al.*, 1996)** ، وهي أعلى بكثير جدا من تلك التي تعتبر طبيعية **(Pietrzak & McPhail, 2004)**. وذلك له انعكاسات على نمو نباتات ضحلة التجذير إذا تمت إزالة الكرم وزرعت كرمات جديدة أو نباتات أخرى مكانها. ولايجب أن تقل درجة حموضة (pH) محلول رش مركبات النحاس عن 6.5 .

(ج) ربما كان النجاح لمبيدات الدايثيوكربامات مرتبطًا بتطوير مركبات جديدة مستقرة (ثابتة) منخفضة التكاليف والغياب شبه الكامل لأي سمية نباتية ، والتي غالبًا ما كانت مشكلة عند استخدام مركبات النحاس (الحروق في الأوراق في أواخر الصيف والثقوب المصاحبة لها ، وفي حالة أوكسي كلورو النحاس قد يظهر الشحوب chlorosis الذي يبدأ من حواف أوراق العنب إلى داخل النصل، وحدوث الخشونة الفلينية russeting على سطح حبات العنب) **(Gessler *et al.*, 2011)**. لكن مع مرور الوقت ، أصبحت عيوب بعض المبيدات الفطرية غير النحاسية والتي تعمل بالملامسة واضحة: مثلا زيادة تعداد الاكاروسات، التى تبين أن مخاليط النحاس - مانيب (Maneb) والنحاس- مانيب – زينب (Zineb) عززت الضرر الناشىء عن حلم العنب الدودي *Eriophyes vitis*. واعتُبر في البداية أن مخلوط النحاس المانكوزيب (Mancozeb) أقل إشكالية ، لكن الآراء تغيرت لاحقًا ، على الأرجح بسبب تأثير خليط النحاس المانكوزيب كمبيد أكاروسى، والذي يؤثر أيضًا على الأكاروسات المفترسة النافعة. مركبات الداى ثيوكربامات غير جهازية. من ناحية أخرى ، قد لا تقبل بعض المصانع الغذائية وبعض المستوردين الثمار من الكرمات المعاملة بـ Mancozeb بعد الإزهار أو قد يكون لديهم قيود خاصة على استخدامه مثل فترات الأمان Preharvest interval (PHI) الطويلة التى تصل إلى 66 يوم قبل الحصاد بأمريكا وشيلى ، 40-60 يوم فى المجر ورومانيا وبلغاريا ، 56 يوم بالمانيا، 30 يوم بفرنسا، 28 يوم بأسبانيا وايطاليا ، 7-28 يوم بمصر حسب توصيات وزارة الزراعة 2020 بالرغم من أنه أكثر مبيدات هذه المجموعة فاعلية ضد البياض الزغبى ومصرح بإستخدامه فى كل الدول الأوروبية (يونيو 2020) وهو شديد السمية

للأسماك واللافقريات المائية ، ومتوسط السمية للطيور وديدان الأرض وسميته لنحل العسل منخفضة.

(د) من الأساليب الجيدة لاستخدام Mancozeb و Captan لمكافحة البياض الزغبى استخدام Mancozeb في وقت مبكر من الموسم ثم التبديل بعد ذلك إلى Captan نظرا لطول فترة الأمان PHI البالغة 66 يومًا لمبيد Mancozeb. بينما الفاصل الزمني من المعاملة الأخيرة حتى الحصاد (فترة الأمان PHI) لمبيد Captan على ثمار العنب هو 10 أيام. وتتم المعاملة بالكابتان من مرحلة الإزهار فصاعدا على فترات من 10-14 يوم ولايجب أن يرش المركب أكثر من 5 رشات خلال الموسم. من ناحية اخرى، تفرض قيود على إعادة دخول العمال للبساتين المعاملة (فترة التحريم (Restricted entry interval (R.E.I.) لمدة أربعة أيام ما لم يكن مرتديا الملابس الواقية. ومع ذلك فإن بعض مصانع تصنيع الأعناب لا تسمح باستخدام مبيد Captan في أي وقت على كرمات العنب التى تستلم ثمارها بالرغم من أن المبيد مسجل للإستخدام فى جميع دول الإتحاد الأوروبى ماعدا فنلندا ، الدنمارك ، السويد ومالطه (ديسمبر 2020).

(هـ) المبيدات العلاجية هى المبيدات التى لها القدرة على إختراق penetration السطوح النباتية ولها القدرة على قتل المسبب المرضى بعد إصابته للأنسجة النباتية.

(و) مبيدات مجموعة PhenylAmides (PA – fungicides) ذات فاعلية متخصصة وقائية وعلاجية طويلة الأمد (ممتدة التأثير) لمكافحة الكائنات البيضية Oomycota . لقد وُجد أن المركب metalaxyl من المجموعة الكيميائية Acylalanine الذى أنتجته شركة Ciba-Geigy ذو فاعلية ممتازة ضد *P. viticola* بفضل خلائطه الفريدة (فهو لآيستخدم منفردا من أجل منع وإبطاء ظهورالسلالات المقاومة من الممرضات) والإنتقال القوي من أسفل إلى أعلى acropetal translocation خلال أوعية الخشب في النباتات. كذلك الحركة من أحد سطحى الورقة إلى السطح الآخر Translaminar movement هو إنتقال أساسى لهذه المجموعة. و مركب metalaxyl له نشاط وقائي ممتاز ضد البياض الزغبى فى العنب ، فهو يوفر على الأقل أسبوعين من الحماية، وفي بعض الاختبارات في ولاية أوهايو، يوفر ما يصل إلى ثلاثة أسابيع من الحماية. وكان أكثر فاعلية من المركبات التي تنتمى إلى dithiocarbamates في التجارب الحقلية ، وكانت معاملاته العلاجية فعالة حتى اليوم الخامس من إحداث العدوى ، مما أدى إلى تأخير تطور الأعراض بحوالي 12 يومًا وتقليل التجرثم بدرجة كبيرة. المعاملات التي تم إجراؤها عند ظهور

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

البقع لأول مرة أو لاحقًا كان لها تأثير استئصالى جزئي partial eradicant effect **(Gessler *et al.*, 2011)**. ويسمح إنتشار المبيد جهازيا إلى أعلى ascending systemic distribution والمستوى العالي من الفاعلية ضد *P. viticola* داخل النباتات بحماية الأفرخ الجديدة. ونظرًا لأن المركب يُمتص بسرعة بواسطة الأجزاء الخضراء من الكرمة ، يكون تأثير الظروف الجوية على المركب فى حده الأدنى **(Urech & Schwinn, 1978)**. لقد ثبت أن metalaxyl يقدم مكافحة جيدة للبياض الزغبى في الظروف البيئية المختلفة **(Vial et al., 1978 ؛ Wicks, 1980 ؛ Marais & Tromp, 1981)**. ولايجب أن ترش مركبات هذه المجموعة أكثر من ٤ رشات خلال الموسم. ويفضل استخدام تركيبة Mefenoxam + Mancozeb على الأصناف الحساسة للنحاس. وعلى الرغم من أن Metalaxyl-M (Mefenoxam) فعال للغاية ، إلا أن توصيات الإستخدام على البطاقات الإستدلالية الحالية الملصقة على عبوة المبيد التجارى فى الولايات المتحدة تقيد توقيت إستخدامه على العنب. فلا يمكن استخدام Mefenoxam MZ خلال 66 يومًا قبل الحصاد. وتكون هذه الفترة PHI بالنسبة للمركب Mefenoxam Copper 42 يومًا (يمكن المعاملة به حتى 42 يومًا قبل الحصاد). واستنادًا إلى فترة الأمان PHI البالغة 42 و 66 يومًا ، سيكون استخدام Mefenoxam محدودًا في مكافحة البياض الزغبى فى العنب في أواخر الموسم بعد الحصاد وفى فترة الإزهار وقبل الإزهار فى المناخات الممطرة.

(ز) مجموعة مبيدات ستروبيلورين (QoI) Strobilurin fungicides Quinone outside Inhibitors (المشتقة من مادة طبيعية يفرزها فطرعيش الغراب *Oudemansiella mucida* الذى ينمو على الأخشاب) هى مبيدات مخترقة للسطوح النباتية Penetrating fungicide ولها قدرة جهازية محدودة locally systemic تم إختبارها بهدف مكافحة البياض الزغبى والبياض الدقيقي على كرمات العنب في نفس الوقت (**Reuveni, 2001**). وفي حين أن مركبات الستروبيلورين (azoxystrobin، pyraclostrobin، kresoxim-methyl، trifloxystrobin) تتمتع جميعها بنشاط جيد إلى ممتاز ضد مرض البياض الدقيقى ، إلا أنها تختلف اختلافًا كبيرًا في فعاليتها ضد البياض الزغبى. فالمبيدات azoxystrobin و pyraclostrobin لها فاعلية ممتازة وهي الأكثر فاعلية في مكافحة البياض الزغبى. بينما يعتبر kresoxim-methyl متوسط الفاعلية بينما trifloxystrobin ضعيف التأثير ولم يتم تسجيله لمكافحة البياض الزغبى.

(ح) تبدأ المعاملات فى الظروف الملائمة للمرض قبل تطوره وتستمر طوال الموسم كل 10- 14 يومًا. لا يستخدم أكثر من معاملتين متتابعتين على الأوراق من

مبيد azoxystrobin أو أى مبيد أخر من المجموعة 11 قبل التبديل مع مبيد فطري لاينتمى إلى المجموعة 11. هذا المبيد سام بدرجة كبيرة extremely phytotoxic لبعض أصناف التفاح، لذلك يجب توخي الحذر الشديد لتجنب إنجراف محلول الرش. ولا تستخدم معدات الرش التي سوف يتم استخدامها في رش أشجار التفاح لأن حتى الكميات الضئيلة من هذا المبيد يمكن أن تسبب سمية نباتية غير مقبولة لبعض أصناف التفاح . كذلك لايجب الرش بهذه المجموعة من المبيدات (QoI) أكثر من 4 رشات فى العام، ولايجب المعاملة بمبيد azoxystrobin خلال 14 يوم قبل الحصاد (PHI = 14 يوم).

(ط) يمكن بدء الرش بالمبيد عند تفتح البراعم ويعاد الرش بفترة تتراوح من 7 إلى 10 أيام. على عنب النبيذ وعنب المائدة ، لا يستخدم أكثر من 4 معاملات من kresoxim-methyl في الموسم ، ولا يجب إجراء أكثر من معاملتين متتاليين من kresoxim-methyl ، حيث يجب أن تتم المعاملة بمبيد kresoxim-methyl بالتناوب مع مبيدات فطرية من مجموعات أخرى لاتنتمى إلى المجموعة 11 ولايجب المعاملة به خلال 14 يوم قبل الحصاد (PHI = 14 يوم).

(ى) لمكافحة البياض الزغبى فى العنب فى البلاد التى يظهر فيها المرض مبكرا ، تتم المعاملة بهذا المبيد اعتبارًا من مرحلة ما قبل الإزهار قبل ظهور المرض وتكرر المعاملة بالمبيد بعد 10 أيام على الأقل إلى 14 يومًا. لا يستخدم أكثر من 5 معاملات من المبيد المخلوط pyraclostrobin + Boscalid أو أى مبيدات أخرى من المجموعة (11) أو المجموعة (7) في الموسم ، ولا يجب إجراء أكثر من معاملتين متتاليين من المبيد المخلوط pyraclostrobin + Boscalid ، كما يجب أن تتم المعاملة بالمبيد المخلوط pyraclostrobin + Boscalid بالتناوب مع مبيدات فطرية من مجموعات أخرى لاتنتمى إلى المجموعة 11 أو المجموعة (7) ولايجب المعاملة به خلال 14 يوم قبل الحصاد (PHI = 14 يوم). كذلك لايستخدم المبيد المخلوط pyraclostrobin + Boscalid على صنف Concord أو Noiret بسبب أضراره على المجموع الخضرى كما أن أضرار المجموع الخضرى ممكن أن تحدث على أصناف العنب Worden, Fredonia, Niagara, Steuben, Rougeon أو بعض الأصناف ذات الصلة بها حيث لم يتم اختبار جميع الأصناف بدقة.

(ك) المبيد Cyazofamid فعال ضد الكائنات البيضية ومسجل على العنب فى بعض الولايات الأمريكية وغير مسجل على العنب بجمهورية مصر العربية.

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

(ل) المركب Cymoxanil فعال ضد الكائنات البيضية، وهو مبيد وقائى (عن طريق خصائصه القوية فى تثبيط التجرثم)، وعلاجى (له قدرة علاجية مناسبة وتأثيرات جهازية محدودة local systemic effects) للإستخدام على المجموع الخضرى. وهو يخترق النبات بسرعة وعندما يدخل النبات، فإنه لا يمكن غسله بواسطة المطر، إلا أنه يتحلل بسرعة كبيرة داخل النبات، مما يؤدي إلى عدم وجود فعالية طويلة الأمد، لذلك يستخدم أساسا في الخلط والمزج مع المبيدات المؤثرة على الكائنات البيضية الأخرى لتحسين فاعلية متبقياته كذلك هو يكافح المرض خلال فترة الحضانة ويمنع ظهور الضرر على المحصول وهو قادر على السيطرة على الإصابة بعد حدوثها Kickback activity ب 72 ساعة.

تبدأ المعاملة بالمبيد المخلوط Cymoxanil + Famoxadone عندما يبلغ طول الأفرخ الأولى 10 سم. تُكرر المعاملة بعد 10 إلى 14 يومًا. تقل الفترة إلى (7-10 أيام) عندما تكون الظروف مواتية جدًا لتطور المرض. لا يستخدم أكثر من 5 معاملات من المبيد المخلوط Cymoxanil + Famoxadone لكل موسم ولايجب المعاملة به خلال 28 يوم قبل الحصاد (PHI = 28 يوم).

(م) الفوسفونات phosphonates ، وهى عبارة عن أملاح حمض الفوسفوروز (الفوسفونيك) phosphorous (phosphonic) acid - H_3PO_3 لا يمكن اعتبارها مبيدات للفطريات الحقيقية لأنها لا تقتل الفطريات بشكل مباشر. والفوسفونات جهازية حقيقية عند المعاملة بها على الأوراق ، يمكن أن تنتقل إلى الأجزاء السفلية خلال اللحاء وتنتقل إلى الأجزاء العلوية خلال الخشب. من ناحية أخرى ، توفر هذه المواد الكيميائية حماية جيدة ضد الكائنات البيضية ومنها *P. viticola* **(Magarey *et al.*, 1990; Magarey *et al.*, 1991)** وللفوسفونات تأثيرات وقائية بالإضافة إلى فاعلية علاجية كبيرة بعد الإصابة. عند استخدامها وحتى مدة تصل إلى 13 يومًا بعد العدوى، فقد ثبت أنها تخفض من التجرثم **(Wicks *et al.*, 1991)**. والفوسفونات أملاح حمض الفوسفوروز (الفوسفونيك) مواد ممتازة لأي شخص يريد منتجًا ناجحًا وأقل سمية لزراعات العنب: فيمكن الدخول إلى البستان المعامل بدون ملابس واقية بعد ٤ ساعات من المعاملة (Restricted entry interval (REI) =4hr) ، وتأثيرها البيئي ضئيل. وتعتبر الفوسفونات مبيدات جيدة جدًا وموثوق بها ضد البياض الزغبى على العنب وعلى بعض المحاصيل الأخرى هذا لأنها سامة لهذه المجموعة الضيقة من المسببات المرضية ؛ من ناحية أخرى ، فإن الفوسفونات ليست سامة للفطريات الحقيقية المسببة للأمراض الأخرى فى العنب ، ومكافحتها لهذه الأمراض الفطرية غير منتظمة في أحسن الأحوال وعادة ما تكون غائبة تماما. فإذا تمكنت من السيطرة على مرض

فطرى آخر باستخدام الرش بالفوسفونات ، فكر في الأمر على أنه مكافأة غير متوقعة. وبشكل عام تقدم الفوسفونات نشاطًا وقائيًا مهمًا ضد البياض الزغبى فى العنب ولكنه محدود (3 أيام على الأقل، وأحيانًا تصل إلى 8 أيام) ، اعتمادًا على المعدل المستخدم فى محلول الرش، بالإضافة إلى الظروف الخاصة (الطقس ، الصنف) وأي الأوراق يتم تقييمها. في بعض الأحيان تنخفض الحماية في الأوراق القديمة بشكل ملحوظ بعد 3 أيام، لا سيما عند المعدل المنخفض المستخدم فى محلول الرش ، حيث يتم إنتقال الفوسفونات من الأماكن المعاملة إلى الأوراق والجذور الأصغر سنًا. وتُظهر الفوسفونات فاعلية علاجية ممتازة ضد العدوى الجديدة kick-back. عندما تتم المعاملة بها بعد 3 أو 4 أيام من عدوى الأوراق ، وتظهر القليل من البقع سواء عند إستخدام المعدل المنخفض أو المرتفع فى محلول الرش، وتم تثبيط إنتاج الجراثيم من هذه البقع القليلة بشكل كبير. وعند المعاملة بعد 6 أيام من العدوى، استمر ظهور البقع الصغيرة والتي اتسعت بعد ذلك ولكن إنتاج الأكياس الاسبورانجية من البقع المتسعة تم تثبيطها بشكل كبير. كانت المكافحة أفضل عند استخدام المعدل الأعلى من محلول الرش وعند تكرار المعاملة بعد 5 أيام (الانتظار لمدة 7 أيام لتكرار المعاملة، من المحتمل أن يكون جيدًا أيضًا). من ناحية أخرى لم تستئصل الفوسفونات العدوى الراسخة عند المعاملة بها على البقع النشطة ذات التجرثم العالى ، لكنها خفضت من إنتاج الأكياس الاسبورانجية بنسبة 80٪ تقريبًا. من الواضح أن الخفض فى إنتاج الجراثيم سيحد من احتمالية انتشار المرض. ومثلما هو الحال مع مبيدات الفطريات الجهازية الأخرى ، يمكن للممرض تطوير مقاومة ضد الفوسفونات إذا أتيحت له الفرصة. على الرغم من أن المقاومة المفاجئة والكاملة للفوسفونات لم تحدث بعد أكثر من خمسة عشر عاما من الاستخدام الواسع ، إلا أن هناك أدلة على أنها قد تفقد بعض فعاليتها بمرور الوقت. تبدأ المعاملات عند تفتح البراعم وتكرر المعاملات الإضافية طوال الموسم. تستخدم معدلات أعلى حسب شدة المرض وكثافة المجموع الخضرى. و بسبب حساسية الأصناف يجب اختبار حساسية الصنف قبل الاستخدام.

(ن) جميع مبيدات مجموعة Carboxylic Acid Amides (CAA) فعالة بشكل خاص ضد أمراض المجموع الخضرى المتسببة عن كائنات رتبة Peronosporales ، وهى رتبة داخل Oomycota ، وهى تتضمن بعض مسببات الأمراض النباتية المدمرة مثل *Phytophthora infestans* مسبب اللفحة المتأخرة على البطاطس والطماطم ، *P. viticola* مسبب البياض الزغبى على العنب ، و *Pseudoperonospora cubensis* مسبب البياض الزغبي بالخيار . أمّا جنس *Pythium* بأكمله ، بالإضافة إلى جميع مسببات الأمراض الفطرية خارج رتبة Peronosporales ، غير حساسة للمبيدات الفطرية التابعة لمجموعة Carboxylic

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445

Acid Amides (**Blum & Gisi,2012; Blum *et al.*, 2012**). عادة تعمل مبيدات CAA الفطرية عن طريق تثبيط إنتاج الأكياس الاسبورانجية وتثبيط إنبات الجراثيم المتحوصلة cystospores والإنبات المباشر للأكياس الاسبورانجية sporangia (ولكنها لاتؤثر على تحرر وحركة الجراثيم الهدبية السابحة zoospore) وتؤثر أيضًا على نمو أنابيب الإنبات والميسيليوم ، وبالتالي تمنع إصابة أنسجة العائل. وتتداخل مبيدات CAA مع الترسبات والبناء الحيوي للسليلوز interference with cell wall deposition and cellulose biosynthesis بجدار الخلية الفطرية. بعد المعاملة على المجموع الخضرى ، وُجد أن مبيدات CAA تُظهر - إلى جانب فاعليتها الوقائية القوية - أيضًا فاعلية علاجيَّة وبعض الفاعلية الاستئصالية ، اعتمادًا على كمية المبيد الفطري الذي تم إمتصاصه بالورقة وكيف يتم توزيعه بناءً على حركة المبيد بين سطحى الورقة translaminar movement.

(س) تم اكتشاف النشاط المضاد للفطريات لأميدات حمض الماندليك mandelic acid amides(mandelamides) لأول مرة ضد المسببات المرضية للإنسان فى الثمانينات. وخلال أوائل التسعينيات ، وُجد أن الهيكل (البناء) الكيميائى العام ل mandelamides كان فعالا ضد الممرضات النباتية خاصة التابعة لرتبة Peronosporales. والمركب Mandipropamid وهو من المجموعة الكيميائية mandelic acid amides سجل أولا في النمسا في عام 2005 ومنذ ذلك الحين تم إطلاقه في العديد من البلدان المختلفة ، سواء كمنتج منفرد أو في مخاليط تحت الأسماء التجارية Revus و Pergado **(González-RodrÍguez *et al.*, 2011)**. يرتبط المركب Mandipropamid بسرعة وبشكل محكم بطبقة الشمع على سطح الورقة ، مما يوفر حاجزًا سريعًا طويل الأمد ضد العدوى **(González-RodrÍguez *et al.*, 2011)**. كما أنه يوفر فاعلية وقائيَّة قويَّة وفاعلية فى الإنتقال بين سطحى الأوراق translaminar activity ويوفر أيضًا مكافحة قويَّة لكل من *P. infestans* و *P. viticola* ، تحت ضغط مرضى شديد (**Huggenberger *et al.*, 2005**). يوفر Mandipropamid مكافحة ممتازة كمبيد وقائى للبياض الزغبى فى العنب ، وله بعض الفاعلية بعد حدوث العدوى بسبب خاصية إختراق الأنسجة penetrating fungicide وإنتقاله محدود بين سطحى الورقة translaminar movement، وربما بعض الفاعلية كمضاد للتجرثم some antisporulant activity ، مع خطر معتدل لتطور مقاومة الممرض له . و Mandipropamid مبيد فطري جديد يستخدم في العنب ، لا يستخدم أكثر من ثلاث معاملات من المبيد أو أى مبيدات أخرى من المجموعة (40) في الموسم ، ولا يجب إجراء أكثر من معاملتين متتاليين من المبيد أو من نفس المجموعة (40). ويمكن الدخول إلى البستان المعامل

بعد 4 ساعات (REI=4hr) ولايجب المعاملة به خلال 14 يوم قبل الحصاد (PHI = 14 يوم). ولاينبغى أن يكون الرش بهذا المبيد منفردا أخر رشة فى الموسم. تبدأ المعاملات فى الظروف الملائمة للمرض قبل ظهور أول علامات المرض وتكرر المعاملة بعد 10- 14 يومًا وتقل الفترة الزمنية بين المعاملتين خلال فترات النمو السريع أو عندما تكون الظروف البيئية أكثر ملائمة لتطور المرض.

(ع) المركب داى ميثومورف dimethomorph يتبع المجموعة الكيميائية لأميدات حمض السينامايك cinnamic acid amides وهو المركب الأول فى مجموعة Carboxylic Acid Amides (CAA) الذى طرح بالأسواق عام 1988 **(Albert *et al.*, 1988)** . والمركب له فاعلية وقائية جيدة ، بالإضافة إلى فاعلية علاجية ومضادة للتجرثم antisporulant activities **(Lamberth, 2016)**. ومركب داى ميثومورف dimethomorph ينتقل في الخشب، ويعاد توزيعه في الأوراق، وكذلك ينفذ من السطح العلوي إلى السطح السفلي للورقة ولكن لا يمكن أن ينتقل في اللحاء أو ينتقل من الجذور إلى الأوراق بكميات كافية لمكافحة الأمراض على المجموع الخضرى **(Wang *et al.*, 2009)**. لا يستخدم هذا المركب مع المحصول المعد للتجفيف (الزبيب). وتبدأ المعاملات به عندما تكون الظروف مواتية للعدوى وتكرر المعاملة بالمبيد بعد 7 إلى 14 يومًا ولكن قبل ظهور علامات المرض وتطبق الفترة الزمنية الأقل بين المعاملتين خلال فترات النمو السريع أو عندما تكون الظروف البيئية أكثر ملائمة لتطور المرض. لا يستخدم أكثر من ثلاث معاملات من المبيد أو أى مبيدات أخرى من المجموعة (40) في الموسم ، ولا يجب إجراء أكثر من معاملتين متتاليين من المبيد أو من نفس المجموعة (40). إذا استمر المرض في التقدم بعد العلاج بهذا المنتج ، فلا يتم زيادة معدل الاستخدام. ويُوقف استخدام هذا المنتج ، ويتم الإنتقال إلى مبيد فطري آخر من مجموعة أخرى له طريقة عمل مختلفة .

(ف) يُظهر Fluopicolide ، الذي ينتمي إلى فئة كيميائية جديدة من المبيدات الفطرية ، فعالية عاليَّة ضد مجموعة واسعة من Oomycetes ، مثل *P. infestans* و *P. viticola* وأنواع مختلفة من *Pythium*. لا يُظهر المركب أي مقاومة مشتركة مع المبيدات الفطرية الأخرى المضادة للكائنات البيضية ويمكن أن يثبط تطور السلالات من الكائنات البيضية المقاومة لمبيدات phenylAmides و strobilurins أو Carboxylic Acid Amides. أدت هذه النتائج إلى اقتراح أن فلوبيكوليد Fluopicolide له طريقة فعل جديدة new mode of action. بالإضافة إلى ذلك ، يؤثر الفلوبيكوليد على عدة مراحل من دورة حياة الكائنات البيضية المختلفة التي تمت دراستها ، مثل تحرر وحركة الجراثيم الهدبية السابحة ، وإنبات الجراثيم المتحوصلة ، ونمو الميسليوم ، والتجرثم. أظهرت الدراسات

البيوكيميائية المفصلة أن فلوبيكوليد لا يثبط التنفس ، وليس له تأثير مباشر على تكوين (تركيب) الأغشية ، ولا يغير بشكل واضح بلمرة توبولين tubulin polymerization أو محتويات الخلية من توبولين. لكنه من المحتمل أنه يقلل إرتباط خيوط spectrin شبه البروتينية Delocalisation of spectrin-like proteins المترابطة والموجودة في سيتوبلازم الخلايا والمكونة للهيكل الخلوي **(Toquin, 2019)**

عند المعاملة بالفلوبيكوليد ، على الجراثيم الهدبية السابحة لـ *P. infestans* بتركيز 1 جزء فى المليون فقط ، تسبب في توقف الجراثيم الهدبية السابحة عن السباحة في غضون دقيقة واحدة ؛ بعد ذلك تتضخم الجراثيم السابحة وتنفجر في غضون بضع دقائق. في المختبر ، ثبط الفلوبيكوليد بشدة النمو الميسليومى لـ *P. infestans* ، حيث لوحظ تثبيط بنسبة 80 ٪ عند تركيز منخفض يصل إلى 0.1 جزء فى المليون على مدى من أربعة إلى سبعة أيام. كما لوحظت أعراض مميزة على الميسليوم المعامل، حيث أشار صبغ الهيفات المعاملة بصبغة أزرق التريبان trypan blue إلى تسرب (نضح) المحتويات الخلوية وأكد ذلك أن فلوبيكوليد حث على تحلل االميسليوم. من ناحية أخرى، تسمح الخصائص الفيزيائية والكيميائية للفلوبيكوليد بإعادة توزيعه بسهولة عبر نسيج الخشب (acropetal systemic fungicide) وينتقل داخل أنسجة الورقة مُظهرا الحركة من أحد سطحى الورقة إلى السطح الآخر translaminar movement. تبدأ المعاملة بالمبيد على المجموع الخضرى من بداية الإزهار فى المناطق ذات الأمطار الربيعية والرطبة والتى يظهر فيها المرض مبكرا أو عندما تكون الظروف البيئية مواتية للمرض ولكن قبل تطور المرض وتكرر المعاملة بعد 7- 14 يوم، يستخدم المعدل المنخفض والفاصل الزمني الأطول كمعاملات وقائية ويستخدم المعدل الأعلى والفاصل الزمني الأقصر في حالة وجود المرض. لا يستخدم أكثر من أربع معاملات من المبيد أو أى مبيد أخر من المجموعة (43) في الموسم ، ولا يجب إجراء أكثر من معاملتين متتاليين من المبيد أو من نفس المجموعة (43). لا يسمح للعمال بالدخول إلى المناطق المعاملة لمدة 12 ساعة (REI=12 hours) ولا يسمح للعمال بالتقليم اليدوى أو الخف أو التربيط لمدة 8 أيام بعد المعاملة بالمبيد ولايجب المعاملة بالمبيد خلال 21 يوم قبل الحصاد (PHI=21 days).

المراجع العربية

حسين محمد العروسى، محمود أحمد سالم، 1997 . أمراض أشجار الفاكهة. دار المعارف، القاهرة. 594 صفحة.

غبريال فرج غبريال، محمد سعفان، حسين عبد القوى، 2004. زراعة وإنتاج العنب. نشرة رقم 2004/849 ، الإدارة المركزية للإرشاد الزراعى ، مركز البحوث الزراعية ، وزارة الزراعة وإستصلاح الأراضى، جمهورية مصر العربية. 167 صفحة.

محمد محمود الزيات، صالح ابراهيم القعيط، هانى عبد الرحمن ظفران، فهد محمد عبدين، 2000 . أهم أمراض أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق فى المملكة العربية السعودية وطرق الوقاية منها ومكافحتها. منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، وزارة الزراعة والمياه- المملكة العربية السعودية، 207 صفحة.

المراجع الأجنبية

Agrios, G. (1988). Plant Pathology, 3rd Edition. Academic Press, San Diego, California, pp. 315-320.

Agrios, G. (2005). Plant Pathology, 5th Edition. Elsevier Academic Press, Amsterdam, pp. 428-433.

Albert, G.; Curtze, J. and Drandarevski, C. A. (1988). Dimethomorph (CME 151), a novel curative fungicide. In: Proceedings of an International Conference, Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases, 16–19 November 1988. Brighton, UK, Vol. 1, 17–24.

Anon. (2018). *Plasmopara viticola* (grapevine downy mildew), In: Invasive Species Compendium. CAB International. 26 p. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918

Anon. (2019 a). State of play: pests and diseases in viticulture, and management recommendations. In: EIP-AGRI Focus Group, Diseases and Pests in Viticulture, pp. 7-20. https://www.innovarurale.it/sites/default/files/2019-06/17h00-pei-agri-sergiu.pdf

Anon. (2019 b). How to select and use crop protection products in an integrated vineyard pest management program (June, 2019). https://doubleavineyards.com/news/2019/06/24/how-to-select-and-use-crop-protection-products-in-an-integrated-vineyard-pest-management-program/

Ash, G. (2017). Downy mildew of grape. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-1112-01. https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/oomycete/pdlessons/Pages/DownyMildewGrape.aspx

Baribault, T.J.; Skene, K.G.M. and Scott, N.S. (1989). Genetic transformation of grapevine cells. Plant Cell Reports, 8:137-140.

Barrett, J.T. (1939). Overwintering mycelium of *Plasmopara viticola* (B & C) Berl. & DeT. in the California wild grape, Vitis californica Benth. Phytopathology, 29:822-823.

Berkeley, J.M. and Curtis, M.A. (1848). In: Rav. Fungi Carol. Exsic. Fasc. v. n. 90. (c.f. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Berlese, A.N. and de Toni, J.B. (1888). In: Saccardo, Sylloge fungorum Vol. VII, 239. (c.f. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Blaeser, M. and Weltzein, H. (1977). Investigation of the infection of grapevine with *Plasmopara viticola* in relation to leaf wetness. Meded. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 42:967-976.

Blaeser, M. and Weltzein, H. (1978). The significance of sporulation, dispersal, and germination of sporangia of *Plasmopara viticola*. Zeitschrift fur Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 85:155-161.

Blum, M.; Gisi, U. (2012). Insights into the molecular mechanism of tolerance to carboxylic acid amide (CAA) fungicides in *Pythium aphanidermatum*. Pest Manag. Sci., 68: 1171–1183.

Blum, M.; Gamper, H.A.; Waldner, M.; Sierotzki, H. and Gisi, U. (2012). The cellulose synthase 3 (CesA3) gene of oomycetes: structure, phylogeny and influence on sensitivity to carboxylic acid amide (CAA) fungicides. Fungal Biol, 116:529–542

Boso, S., Alonso-Villaverde, V., Gago, P., Santiago, J. L. and Martínez, M. C. (2014). Susceptibility to downy mildew (*Plasmopara viticola*) of different Vitis varieties. *Crop Prot.*, 63: 26–35.

Brook, P.J., (1979). Effect of light on sporulation of *Plasmopara viticola*. New Zealand Journal of Botany, 17: 135–138.

Caffi, T.; Gilardi, G.; Monchiero, M. and Rossi, V. (2013). Production and release of asexual sporangia in *Plasmopara viticola*. Phytopathology, 103: 64-73.

Chen, M.; Brun, F.; Raynal, M. and Makowski, D. (2020). Forecasting severe grape downy mildew attacks using machine learning. PLoS ONE 15(3): e0230254. https://doi.org/10.1371/journal. pone.0230254

Creasy, G.L. and Creasy, L.L. (2018). Grapes, Crop Production Science in Horticulture. 2nd edition, CABI: Wallingford, UK; 396 p.

Dai G.H.; Andary, C.; Mondolot-Cosson, L. and Boubals, D. (1995). Histochemical studies on the interaction between three species of grapevine, *Vitis vinifera*, *V. rupestris* and *V. rotundifolia* and the downy mildew fungus, *Plasmopara*

viticola. Physiological and Molecular Plant Pathology, 46:177-188.

de Bary, A.(1863). Developpement de quelques champignons parasites. Ann. Sc. Nat, Series 4. (c.f. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Delmas, C.E.L.; Fabre, F.; Jolivet, J.; Mazet, I.D.; Richart Cervera; S., Delière, L. and Delmotte, F. (2016) Adaptation of a plant pathogen to partial host resistance: selection for greater aggressiveness in grapevine downy mildew. Evolutionary Applications, 9: 709–725.

Dercks, W. and Creasy, L.L. (1989). The significance of stilbene phytoalexins in the *Plasmopara viticola*- grapevine interaction. Physiological and Molecular Plant Pathology, 34: 189–202.

Dubos, B. (2000). Cryptogramic diseases of vine: Wood and green tissue diseases caused by fungi. **Editions Féret** Publisher, Bordeaux, 161 p.

Emmett, R.W.; Wicks, T.J. and Magarey, P.A. (1992). Downy mildew of grapes. Plant diseases of international importance. Volume III. Diseases of fruit crops [edited by Kumar, J.; Chaube, H.S.; Singh, U.S. and Mukhopadhyay, A.N.] Englewood Cliffs, USA; Prentice Hall, pp. 90-128.

Figueiredo, A.; Fortes, A.M.; Ferreira, S.; Sebastiana, M.; Choi, Y.H.; Sousa, L.; Acioli-Santos, B.; Pessoa, F., Verpoorte, R. and Pais, M.S. (2008). Transcriptional and metabolic profiling of grape (*Vitis vinifera* L.) leaves unravel possible innate resistance against pathogenic fungi. Journal of Experimental Botany, 59: 3371–3381.

FRAC. (2013). FRAC List of plant pathogenic organisms resistant to disease control agents.

http://www.frac.info/docs/defaultsource/publications/list-of-resistant-plant-pathogens/list-of

Galet, P. (1977). Les Maladies et les parasites de la vigne. Champignos et les vines. Vol.1, Paysan la Midi, Montpellier, France, pp 871. (c.f. Thind, T. S.; Arora, J. K.; Mohan, C. and Raj Prem.(2004). Epidemiology of Powdery Mildew, Downy Mildew and Anthracnose Diseases of Grapevine. In: Volume I, Diseases of Fruits and Vegetables, S.A.M.H. Naqvi (ed.), Kluwer Academic Publishers, pp. 621-638).

Gessler, C.; Pertot, I. and Perazzolli, M. (2011). *Plasmopara viticola*: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. Phytopathologia Mediterranea, 50: 3-44.

Golovina, N. P. (1955). Comparatio speciminum *Plasmopara viticola* Berl. et de Toni e regionibus variis. Bot. Mat. J. Acad. Nauk SSSR, 10:138-144. (c.f.https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

González-RodrÍguez, R.M.; Cancho-Grande, B. and Simal-Gándara, J. (2011). Decay of fungicide residues during vinification of white grapes harvested after the application of some new active substances against downy mildew. *Food Chem*, 125: 549–560.

Gregory, C.T. (1914). Studies on *Plasmopara viticola*. Phytopathology, 4:399.

Gregory, C.T. (1915). Studies on *Plasmopara viticola* (downey mildew of grapes). Proceedings of the International Congress of Viticulture, San Francisco, USA: pp. 126-150.

Grunzel, H., (1960). Studies on the biological differentiation of downy mildew of vines (*Peronospora viticola* de Bary). Phytopathologische Zeitschrift, 39:149-194.

Grunzel, H. (1963). Investigation on the vialblity of sporangia and zoospores of *Plasmopara viticola*. Abst. No. 2789. Review of Applied Mycology, 43: 1969.

Hall, G. (1989). *Plasmopara viticola*. CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 980. Wallingford, UK: CAB International.

Hill G. K. (1989). Effect of temperature on sporulation efficiency of oilspots caused by *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt. ex de Bary) Berl. & de Toni in vineyards. Viticulture and Enological Sciences, 44:86-90.

Huggenberger, F.; Lamberth, C.; Iwanzik, W. and Knauf-Beiter, G. (2005). Mandipropamid, a new fungicide against oomycete pathogens. Proceeding of the BCPC International Congress, Glasgow, Alton, UK, pp. 87- 92.

Kast, W. K. and Stark-Urnau, M. (1999). Survival of sporangia from *Plasmopara viticola*, the downy mildew of grapevine. Vitis, 38(4):185-186.

Kennelly, M.M.; Gadoury, D. M.; Wilcox, W. F.; Magarey, P. A. and Seem, R.C. (2007). Primary Infection, Lesion Productivity, and Survival of Sporangia in the Grapevine Downy Mildew Pathogen *Plasmopara viticola*. Phytopathology, 97: 512-522.

Kikkert, J.R.; Hebert-Soule, D.; Wallace, P.G.; Striem, M.J. and Reisch, B.I. (1996). Transgenic plantlets of 'Chancellor' grapevine (*Vitis* sp.) from biolistic transformation of embryogenic cell suspensions. Plant Cell Reports, 15:311-316.

Kortekamp, A.; Wind, R. and Zyprian, E. (1998). Investigation of the interaction of *Plasmopara viticola* with susceptible and resistant grapevine cultivars. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 105:475-488.

Lafon, R. and Clerjeau, M. (1988). Downy mildew. In: Pearson, R.C. and Goheen, A.C., eds. Compendium of Grape Diseases. St. Paul, USA: APS Press, pp. 11-13.

Lalancette, N.; Ellis, M.A. and Madden, L.V. (1988). Development of an infection efficiency model for *Plasmopara viticola* on American grape based on temperature and duration of leaf wetness. Phytopathology, 78:794-800.

Lamberth, C. (2016). Carboxylic Acid Amide Fungicides for the Control of Downy Mildew Diseases. In: Bioactive Carboxylic Compound Classes: Pharmaceuticals and Agrochemicals (ed. C. Lamberth and J. Dinges), pp. 395–403. Wiley-VCH, Weinheim.

Langcake, P. (1981). Disease resistance of *Vitis* spp. and the production of the stress metabolites resveratrol, epsilon-viniferin, alpha-viniferin and pterostilbene. Physiological Plant Pathology, 18:213-226.

Langcake, P. and Lovell, P.A. (1980). Light and electron microscopical studies of the infection of *Vitis* spp. by *Plasmopara viticola*, the downy mildew pathogen. Vitis, 19:321-337.

Madden, L. V.; Ellis, M. A.; Lalancette, N.; Hughes, G. and Wilson, L. L. (2000). Evaluation of a disease warning system for downy mildew of grape. Plant Disease, 84: 549-554.

Magarey, P.A. and Butler, A.M. (1998). Can downy mildew be controlled by interrupting the dark requirement for

sporulation. In: Magarey, P.A.; Thiele, S.A.; Tschirpig, K.L.; Emmett, R.W.; Clake, K. and Magarey, R.D., eds. Proceedings of the Third International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew. Loxton, South Australia: SARDI Research Report Series, No. 22: 17.

Magarey, P.A., Wicks, T.J. and Wachtel, M.F. (1990). Phosphonic (phosphorous) acid controls *Plasmopara viticola* the cause of downy mildew of grapevines. Australasian Plant Pathology, 19: 126–127.

Magarey, P.A.; Wachtel, M.F.; Weir, P.C. and Seem, R.C., (1991). A computer-based simulator for rational management of grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). Plant Protection Quarterly, 6:29-33.

Marais P.G. and Tromp, A. (1981). Metaxanine, a systemic fungicide against *Plasmopara viticola* on wine grapes: disease control, residues and effect on fermentation and wine quality. South African Journal for Enology and Viticulture, 2: 67–70.

Matthews, P. (1981). Breeding for resistance to downy mildews. In: Spencer, D., ed. The Downy Mildews. New York, USA: Academic Press, pp. 255-287.

Millardet, A. (1883). Adress to the Society on oospore infection work. Societée Sciences Bordeaux Bul, 2: 24–27. (c.f. Gessler, C.; Pertot, I. and Perazzolli, M. 2011. Phytopathologia Mediterranea, 50: 3-44.)

Millardet, P.M.A. (1885). The discovery of Boreaux mixture, translated into English by F.J. Schneiderhan in Phytopathological Classics No.3, 1933. American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN.

Muller, K. and Sleumer, S. (1934). Investigation of the biology and control of Peronospora disease of grapevines, with

special consideration of the incubation calendar method. Landwirtschaftliche Jahrbucher, 79:509-576.

Nicholas, P., Magarey, P., Wachtel, M. (1994). Diseases and Pests. Winetitles Cowandilla Australia. 106 p.

OIV, L'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (2018). State of the vitiviniculture world market. OIV, paris, 14 p.

Palti, J. and Rotem, J. (1981). Control of downy mildews by cultural practices. In: Spencer, D. M., ed. The Downy Mildews, London, UK: Academic Press, pp. 289-304.

Park, E.W.; Seem, R.C.; Gadoury, D.M. and Pearson, R.C. (1997). DMCast: a prediction model for grape downy mildew development. Viticulture and Enological Sciences, 52:182-189.

Pertot, I.; El Bilali, H.; Simeone, V.; Vecchione, A. and Zulini, L. (2006). Efficacy evaluation and phytotoxicity assessment of copper peptidate on seven grapevine varieties and identification of the potential factors that induced copper damages on leaves. Integrated Protection in Viticulture, IOBC/WPRS Bulletin, Bulletin OILB srop, Vol. 29 (11):57-60.

Pichi, P. (1890). Una nuova forma di Peronospora nel peduncolo dei giovani grappoli Nuova Rassegna di Viticoltura ed Enologia. Conegliano, 15–19. (c.f. Gessler, C.; Pertot, I. and Perazzolli, M. 2011. Phytopathologia Mediterranea, 50: 3-44.)

Pietrzak, U. and McPhail, D. C. (2004). Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. Geoderma, 122: (2–4), 151–166.

Procenko, A., (1946). Novii vozbuditel mildiu na Amurskom vinograde. Vinod. Vinograd. SSSR, 7-8:30-32. (c.f.

https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Rafaila, C.; Sevcenco, V. and David, Z. (1968). Contributions to the biology of *Plasmopara viticola*. Phytopathologische Zeitschrift, 63:328- 336.

Ravaz, L. and Verge, G. (1913). La germination des spores d'hiver de Plasmopara viticola. Compte rendues de Academie des Science, 156: 800–802. (c.f. Gessler, C.; Pertot, I. and Perazzolli, M. 2011. Phytopathologia Mediterranea, 50: 3-44.)

Reisch, B.I.; Striem, M.J. and Howell-Martens, M. (1996). Genetic engineering of elite grape cultivars: A progress report. American Journal of Enology and Viticulture, 47:229-230.

Renfro, B.L. and Bhat, S. S. (1981). Role of wild hosts in downy mildew diseases. In: Spencer, D.M., ed. The Downy Mildews. London, UK: Academic Press, pp. 107-119.

Reuveni, M. (2001). Activity of trifloxystrobin against powdery and downy mildew diseases of grapevines. Canadian Journal of Plant Pathology, 23: 52–59.

Ronzon-Tran Manh Sung, C. and Clerjeau, M. (1988). Techniques for formation, maturation, and germination of *Plasmopara viticola* oospores under controlled conditions. Plant Disease, 72:938-941.

Rosi, V.; Caffi, T. and Gobbin, D. (2013). Contribution of molecular studies to botanical epidemiology and disease modelling: grapevine downy mildew as a case-study. European Journal of Plant Pathology, 135: 641-54.

Rosi, V.; Caffi, T.; Giosuè, S. and Bugiani, R. (2008). A mechanistic model simulating primary infections of downy mildew in grapevine. Ecological Modelling, 212: 480-491.

Royle, D. J. and Thomas, G. G. (1973). Factors affecting zoospore responses towards stomata in hop downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*) including some comparisons with grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). Physiological Plant Pathology, 3:405-417.

Rouxel, M.; Mestre, P.; Baudoin, A.; Carisse, O.; Delière, L.; Ellis, M. A.; Gadoury, D.; Lu, J.; Nita, M.; Richard-Cervera, S.; Schilder, A.; Wise, A. and Delmotte, F. (2014). Geographic distribution of cryptic species of *Plasmopara viticola* causing downy mildew on wild and cultivated grape in eastern North America. Phytopathology, 104:692-701.

Savlescu, T., Savulescu, O., (1952). Studiul morfologic, biologic, si sistematic al genurilor *Sclerospora*, *Basidiophora*, *Plasmopara* si *Perenoplasmopara*. Bul. Sti. Acad. Rep. Pop. Rom., 3: 327-457. (c.f. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Schröter, J., (1886). Kryptogamen Flora von Schlesien. Pilze. (c.f. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Schweinitz, L.D., (1837). In: Synopsis Fungorum. Am. Boreal. 2663, no. 25. (c.f. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Soyer, J.P. and Delas, J. (1988). Fertilization rationnelle qualite de la production et prevention contral les parasites. INRA – VITI. Actualities sur la protection raisonnel des vignoable de qualities: 19-23. (c.f. Thind, T. S.; Arora, J. K.; Mohan, C. and Raj Prem.2004. Epidemiology of Powdery Mildew, Downy Mildew and Anthracnose Diseases of Grapevine. In:

Volume I, Diseases of Fruits and Vegetables, S.A.M.H. Naqvi (ed.), Kluwer Academic Publishers, pp. 621-638).

Szoke, L.; Vanek, G.; Szabo, L. and Baglyas, F., (1998). Experience on the GALATI-VITIS grape plant protection forecasting computer program and its role in the integrated viticulture management. In: Magarey, P.A.; Thiele, S.A.; Tschirpig, K.L.; Emmett, R.W.; Clake, K. and Magarey, R.D., eds. Proceedings of the Third International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew. Loxton, South Australia: SARDI Research Report Series, No. 22: 54.

Toquin, V.; Latorse, M. and Beffa, R. (2019). Fluopicolide: A New Anti-oomycete Fungicide. In: Modern Crop Protection Compounds (eds. Jeschke, P.; Witschel, M.; Krämer, W. and Schirmer, U.), Wiley-VCH, Weinheim, Germany, pp. 871-878.

Tran Manh Sung, C.; Strizyk, C. and Clerjeau, M. (1990). Simulation of the date of maturity of *Plasmopara viticola* oospores to predict the severity of primary infections in grapevine. Plant Disease, 74: 120-124.

Urech P.A. and Schwinn, F.I. (1978). Properties of a new chemical family active against Peronosporales and of CGA 48 988 in particular. Phytiatrie-Phytopharmacie, 27: 239–247.

Vial, J.; Trespeuch, J. and Sylvestre, M. (1978). Field trials of CGA 48 988 (Acylon) for the control of grapevine mildew. Phytiatrie-Phytopharmacie 27: 249–261.

Viala P, (1893). Les Maladies de la Vigne. Montpellier, France. (c.f. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Viennot -Bourgin, G. (1981). History and importance of downy mildews. In: Spencer, D.M., ed. The Downy Mildews. London, UK: Academic Press, pp. 1-15.

Wang, H. C.; Zhou, M. G.; Wang, J. X.; Chen, C. J.; Li, H.X. and Sun, H.Y. (2009). Biological mode of action of dimethomorph on *Pseudoperonospora cubensis* and its systemic activity in cucumber. Agricultural Sciences in China, 8: 172–181.

Wearing, L.P.; McFadden-Smith, W.; Fisher, K.H. and Hall, R. (1999). Grapevine canopy density affects the development of fungal diseases. Phytopathology, 89: S83.

Wicks T., (1980). The control of *Plasmopara viticola* by fungicides applied after infection. Australasian Plant Pathology, 9: 2–3.

Wicks, T. J.; Magarey, P.A.; Wachtel, M. F. and Frensham, A. B. (1991). Effect of postinfection application of phosphorous (phosphonic) acid on the incidence and sporulation of *Plasmopara viticola* on grapevine. Plant Disease, 75: 40–43.

Wilcox, W.F.; Gubler, W.D. and Uyemoto, J.K. (2015). Compendium of grape diseases, disorders, and pests. Second edition. St. Paul, MN, APS Press. pp. 46–51.

Wong, F.P.; Burr, H.N. and Wilcox, W.F. (2001). Heterothallism in *Plasmopara viticola.* Plant Pathology, 50:427-432.

Zachos, D.G. (1959). Recherches sur la biologie et l'epidemiology du mildiou de la vigne en Grece. Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki. (c.f. https://www.cabi.org/isc/datasheet/41918#DAB14C0F-8EDC-4A35-AFE1-D728965EE286)

Doi: 10.21608/asajs.2021.159445