تركيز الكالسيوم فى المحاليل المغذية، علما بأن الأصناف ذات المقاومة العالية تتميز بالقدرة العالية على امتصاص الكالسيوم (Yamazaki ٢٠٠١).

لكن ليس من الممكن الحد من إصابة الخيار فى الزراعات المحمية بالبياض الزغبى عن طريق خفض تركيز النيتروجين فى المحاليل المغذية والتحكم فى محتوى الأوراق من العنصر (Tanaka وآخرون ٢٠٠٠).

التحكم فى درجة حرارة المحلول المغذى

يفيد التحكم فى درجة حرارة المحلول المغذى فى الحد من انتشار بعض الأمراض الهامة وقد أمكن بهذه الطريقة الحد من انتشار أعفان جذور السبانخ المتسببة عن الفطريات *Pythium aphanidermatum*، و *P. dissotocum* (Gold & Stanghellini ١٩٨٥)

إضافة المواد الناشرة إلى المحاليل المغذية فى المزارع المائية

تعتمد عديد من المسببات المرضية على الجراثيم السابحة zoospores فى إحداث الإصابة، حيث يعرف حوالى ١٤٣ نوعًا من تلك المسببات المرضية المكونة للجراثيم السابحة، والتى تتباين كثيرًا فى وضعها التقسيمى (جدول (٨-٤).

تشترك تلك المسببات المرضية فى صفة مشتركة وهى إنتاجها لجراثيم غير جنسية وحيدة الخلية متحركة ذات هدب واحد أو هدبين تعرف باسم الجراثيم السابحة، وهى تنتج إما داخل أوعية بها vesicles، وإما فى أكياس اسبورانجية sporangia وبعد انطلاقها من أوعيتها — وفى وجود الرطوبة الحرة — فإنها تسبح لفترة قصيرة تختلف من دقائق الى ساعات إلى أن تتمكن من خلال آلية كيميائية من رصد عائلها المناسب وتعد الجراثيم السابحة هى المسئول الأول عن انتشار المسبب المرضى المنتج لها والتعرف على عائله المناسب

جدول (٨-٤): المسببات المرضية الهامة المنتجة للجراثيم السابحة (عن Stanghellini & Miller ١٩٩٧).

الجنس	العائلة	الرتبة	الصف
Albugo	Albuginaceae	Peronosporales	Oomycetes
Peronophythora	Pythiaceae		
Phytophthora			
Pythium			
Plasmopara	Peronosporaceae		
Pseudoperonospora			
Sclerophthora			
Sclerospora			
Aphanomyces	Saprolegniaceae	Saprolegniales	
Synchytrium	Synchytriaceae	Chytridales	Chytridiomycetes
Olpidium	Olpidiaceae	Spizellomycetales	
Physoderma	Physodermataceae	Blastocladiales	
Plasmodiophora	Plasmodiophoraceae	Plasmodiophorales	Plasmodiophoromycetes
Polymyxa			
Spongospora			

يتبين مما تقدم أن مسببات الأمراض المنتجة للجراثيم السابحة zoospores تحدث أخطر أمراض الجذور فى الزراعات المائية المغلقة، حيث تتسبب الجراثيم السابحة — التى تُحدث الإصابات الأولية — فى الانتشار السريع جدًّا للمرض عن طريق المحلول المغذى الدوّار.

وقد وجد أن المواد البيولوجية الناشرة biosurfacts — مثل الرامنوليبيدات rhamnolipids، والسابونين saponin — كان لها تأثير قوى فى مكافحة أحد تلك المسببات الرضية — وهو *Phytophthora capsici* — فى الفلفل؛ فقد أدت إضافة الرامنوليبيد إلى المحلول المغذى بتركيز ١٥٠ ميكروجرام مادة فعالة/مل، أو السابونين بتركيز ٢٠٠ ميكروجرام مادة فعالة/مل إلى قتل الجراثيم السابحة للفطر، ومنع انتشار

الفطر بنسبة ١٠٠٪. سواء استخدم الصوف الصخرى، أم مخلوط مجهز كبيئة للزراعة وفى غياب المعاملة بأى من المادتين الناشرتين، فإن جميع نباتات المزرعة ماتت فى خلال ٦-٧ أسابيع من عدوى السويقة الجنينية السفلى لنبات واحد بالفطر، وهو النبات الذى كان المصدر الذى حدثت منه الإصابات الثانوية. كذلك فإن حقن الرامنوليبيد فى خط الرى — فى كل رية- أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪ ويعنى ذلك أن الناشرات الحيوية يمكن أن تكون بدائل مناسبة للمواد الناشرة الصناعية وميكروبات المكافحة الحيوية المستخدمة فى مكافحة المسببات المرضية المنتجة للجراثيم السابحة فى نظم لزراعات المائية المغلقة (Nielsen وآخرون ٢٠٠٦)

ولقد استخدمت المواد الناشرة المحضرة صناعيًا synthetic biosurfactants — التى تقلل من التوتر السطحى — فى مكافحة الأمراض التى تنتشر بواسطة الجراثيم السابحة. وكان أول استعمال لهذا الغرض فى مكافحة فيرس العرق الكبير فى الخس الذى ينتقل للخس بواسطة الجراثيم السابحة للفطر *Olpidium brassicae*، الأمر الذى اكتشف دون قصد حين وجد أن بعض المبيدات — مثل benzimidazole — تكافح الفطر. ثم تبين أن المواد الخاملة inert material التى توجد فى هذا المبيدات — وفى عدد كبير غيره — تعد مواد ناشرة، وأنها هى التى تؤثر فى الجراثيم السابحة للفطر وقد استخدمت بعد ذلك مادة ناشرة غير أيونية هى أجرال ٩٠ Agral 90 (إنتاج ICI) فى مكافحة المرض فى المزارع المائية التجارية للخس، ثم ثبتت فاعليته فى مكافحة فيرس بقع الكنتالوب المتحللة melon necrotic spot virus فى الخيار، والذى ينقله نفس الفطر

وقد أعقب ذلك استخدام المواد الناشرة المصنعة فى مكافحة بعض المسببات المرضية لأمراض الجذور، مثل *Pythium aphanidermatum*، و *Phytophthora parasitica*، و *Phytophthora capsici*

يؤدى استعمال تلك المواد الناشرة إلى فقدان الغشاء البلازمى للجراثيم السابحة لنفاذيتها، ومن ثم فقدها لقدرتها على الحركة. ثم موتها (Stanghellini & Miller ١٩٩٧)

وقد أمكن مكافحة الفطر *Olpidium brassicae* الناقل لمرض تحلل الخس الحلقى lettuce ring necrosis disease فى مزارع الغشاء المغذى للخس، وذلك بمعاملة المحلول المغذى بكل من الـ thiophenate-methyl والزنك مجتمعين، علمًا بأن المعاملة بأى منهما منفردًا لم تُعط نفس المستوى من المكافحة (Vanachter ١٩٩٥).

كما أمكن مكافحة الفطر *Phytophthora nicotianae* فى المزارع اللاأرضية للطماطم باستعمال المواد الناشرة الـ non-ionic alcohol alkoxylate (مثل MBA1301، و MBA1303) أدت تلك المركبات إلى موت الجراثيم السابحة كلية وخفض إنتاج الأكياس الجرثومية الاسبورانجية لدى استعمالها بتركيز ٥ ميكروجرام/مل إلا أنها لم تكن مؤثرة على النمو الميسيليومى عندما استعملت بتركيز ١٠٠ ميكروجرام/مل (De Jonghe وآخرون ٢٠٠٧).

المعاملة بالسيليكون

عرفت أهمية السيليكون فى زيادة مقاومة النباتات للأمراض منذ أواخر الستينيات، عندما وجد أنه يفيد فى مكافحة أمراض عصفة الأرز Rice Blast، ولفحة الغمد Sheath Blight فى الأرز، والبياض الدقيقى فى الشعير، والقمح، والخيار.

وفى البداية كان يضاف السيليكون إلى التربة بكميات كبيرة وصلت إلى ٤,٥ طنًا من SiO_2/هكتار لمكافحة البياض الدقيقى فى القمح، بينما تطلبت مقاومة البياض الدقيقى فى الخيار إضافة ٢-٤ أطنان من سيليكات الكالسيوم، أو ٢,٢٥-٤,٥ طنّ من سيليكات البوتاسيوم للهكتار

وتلت ذلك محاولة إضافة السيليكون إلى النباتات بطريقة الرش على النموات الخضرية، حيث استعملت كل من ميتاسيليكات الصوديوم sodium metasilicate بتركيز ٤٤٠ جزءًا فى المليون، وإيثوكسى سيلاتران 1-ethoxysilatran بتركيز ١٨٠ جزءا فى المليون فى مكافحة مرض عصفة الأرز.