تثبيط فطر البياض الدقيقى أقل ما يمكن فى وجود الأشعة فوق البنفسجية UV-A أو الأشعة الزرقاء، وذلك مقارنة بالوضع فى النباتات التى تعرضت – فقط – لـ ١٦ ساعة من الإضاءة اليومية الطبيعية + إضاءة من لمبات الصوديوم ذات الضغط العالى التى تُنتج إشعاع ذات مدى عريض من الموجات الضوئية مع ذروة فى منطقة الضوء الأصفر إلى البرتقالى. ولقد أحدث التعريض اليومى للـ UV-B بجرعة: واحد W/م^{٢} – بدءًا من يوم العدوى بالفطر – خفضًا جوهريًّا فى شدة الإصابة بالمرض إلى ١٥٪، مقارنة بشدة إصابة بلغت ١٠٠٪ فى نباتات الكنترول. وبلغ أقصى تثبيط للمرض عندما كان التعريض للـ UV-B لمدة ١٥ دقيقة، حيث كانت الإصابة ١,١٪ فقط، إلاّ إنه كان الضرورى تقليص فترة التعريض إلى ٥–١٠ دقائق لتجنب أضرار الأشعة على النباتات. ولم يكن لتعريض النباتات للأشعة فوق البنفسجية لمدة يومين قبل عدواها بالفطر أى تأثير – سلبى أو إيجابى – على شدة الإصابة. ولقد ثبطت الأشعة فوق البنفسجية إنبات الجراثيم، والإصابة، واتساع البقع المرضية، وتجرثم الفطر. ويُستفاد مما تقدم إمكان مكافحة فطر البياض الدقيقى فى الخيار بتعريض النباتات للأشعة فوق البنفسجية UV-B، وزيادة فاعلية المعاملة بالتعريض فى الوقت ذاته للضوء الأحمر، وخاصة إجراء المعاملة ليلاً، حيث يمكن تجنب التأثير السلبى للضوء الأزرق والـ UV-A على كفاءة المعاملة. ويبدو أن الـ UV-B تُحدث تأثيرها مباشرة على الفطر، ولا تستحث مقاومة فى النبات ضده (Suthaparan وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة الحيوية

بدأ توفر الأعداء الطبيعية لمكافحة الآفات فى زراعات الخضر فى البيوت المحمية بأوروبا فى ستينيات القرن الماضى، وحدث تغير من سيادة المكافحة بالمبيدات إلى مكافحة متكاملة متقدمة للآفات، وذلك فى خلال ٢٠ عامًا بعد ذلك. وحاليًّا.. يقوم المزارعون حول العالم بإدخال ملايين الأعداء الطبيعية فى البيوت المحمية لمكافحة الآفات. ويتوفر تجاريًّا نحو ١٠٠ نوع من الكائنات المفيدة المستخدمة فى مكافحة جميع الآفات الحشرية والأكاروسية الهامة. وفى شمال أوروبا تُحَلُّ معظم – إم لم تكن كل – المشاكل الحشرية دونما استخدام للمبيدات الحشرية.

أما تطوير المكافحة البيولوجية للأمراض فقد بدأت متأخرة، وإن كانت قد تسارعت وتيرتها؛ وذلك لأجل الوصول بها إلى نفس مستوى نجاح المكافحة الحيوية للآفات الحشرية والأكاروسية.

ويسعى مربو النبات – حاليًا – ليس فقط إلى إنتاج أصناف مقاومة للأمراض والآفات، ولكن أيضًا لأجل إنتاج أصناف قادرة على جذب الأعداء الحيوية إليها بعد تعرضها للإصابة بالآفات، وإنتاج أصناف يمكن أن تُهيئ "بيئة عمل" working environment أكثر مناسبة للكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية (Van Lenteren ٢٠٠٠).

إن المكافحة الحيوية للأمراض والآفات تحتل موقعًا متميزًا فى الزراعات المحمية، بالنظر إلى إمكان التحكم فى موقع المكافحة مكانيًّا وبيئيًّا. هذا بالإضافة إلى كونها أقل تكلفة وأكثر مناسبة لمحاصيل الصوبات التى قد تُحصد ثمارها يوميًّا؛ الأمر الذى يستحيل معه معاملتها بالمبيدات.

مكافحة مسببات الأمراض

تتنوع كثيرًا الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية لمسببات الأمراض، كما يلى:

المنتجات المستخدمة فى المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة

إن أهم المنتجات المستخدمة فى هذا الشأن، ما يلى:

١- منتجات تحتوى على الفطر *Coniothyrium minitans*:

يقوم هذا المتطفل بإتلاف الأجسام الحجرية للفطرين *Sclerotinia sclerotiorum*، و *S. minor*، وهو يسوق كحبيبات قابلة للبلل تحت الاسم التجارى Contans.

٢- منتجات تحتوى على الفطر *Gliocladium virens* (= *Trichoderma virens*):

عزل هذا الفطر فى أواخر ثمانينات القرن الماضى من تربة بولاية ميرلاند الأمريكية. ثم تبين أنه يتواجد فى التربة فى جميع أنحاء العالم، وقد استخدم فى مكافحة الفطرين

Pythium ultimum، و *Rhizoctonia solani* فى مخاليط الزراعات اللاأرضية، وهو يسوق تحت الاسم التجارى SoilGard.

٣- الفطر *Trichoderma harzianum* السلالة (T-22):

أُنتجت هذه السلالة فى أواخر ثمانينات القرن الماضى بطريقة إندماج البروتوبلاست بين كل من T-95 (وهى سلالة من *T. harzianum* عُزلت من تربة من كولومبيا وتعد منافسًا قويًا على استعمار المحيط الجذرى النباتى)، و T-12 (وهى – كذلك – سلالة من *T. harzianum* عزلت من نيويورك). ويمكن لهذه السلالة (T-22) التى تعد منافسًا قويًا بالمحيط الجذرى استعمار كل أجزاء المجموع الجذرى والبقاء لفترة طويلة عند استعمالها فى معاملة الجذور أو التربة سقيًا أو كحبيبات، وهو يُسوق تحت الاسم التجارى RootShield كحبيبات، وكذلك الاسم PlantShield كمعلق مائى يحتوى على كونيديات الفطر.

ولقد أظهرت المنتجات التجارية للفطر قدرة على مكافحة عفن التاج والجذور الفيوزارى فى الطماطم، والفطريات *R. solani*، و *Catharanthus* sp.، و *Pythium* spp. فى عدد من نباتات الزينة. وتتساوى قوة المكافحة التى يوفرها الفطر مع تلك التى تُحدثها المبيدات الفطرية.

ويقوم الفطر *T. harzianum* بفعله من خلال عدة آليات، منها التطفل الفطرى mycoparasition عن طريق إنتاج إنزيمات الشيتينات chitinases، والـ β-1-3-glucanases، والـ β-1-4-glucanases، ومضادات الحيوية antibiotics، والتنافس competition، وإذابة المغذيات النباتية غير العضوية، وحث المقاومة، وتثبيط نشاط إنزيمات المسببات الممرضة ذات الأهمية فى التطفل المرضى لها.

حققت هذه السلالة ومنتجاتها التجارية انتشارًا واسعًا، ومن بين السلالات الأخرى للفطر ذاته كلاً من: T-35 (أو Trichodex) من إسرائيل، و Binab T من السويد، و Supresivit من جمهورية التشيك.

٤- الاستربتوميسيت *Streptomyces griseovirids* (السلالة: K61).

يُسوق هذا الاستربتوميسيت تحت الاسم التجارى Mycostop، وكان قد عزل ابتداءً من الاسفاجنم، واستُخدم فى المكافحة الحيوية للذبول الفيوزارى للقرنفل. كذلك يُفيد هذا المنتج فى مكافحة الفطر *Pythium aphanidermatum*.

٥- الفطر *Gliocladium catenulatum* (السلالة J1446):

عُزلت هذه السلالة من التربة بأحد الحقول فى فنلندة، وهى المكون الفعال فى المنتج التجارى Primastop. ومن بين الفطريات التى ينجح هذا الفطر فى مكافحتها: تساقط البادرات، وأعفان البذور، وأعفان الجذور، وأمراض الذبول. ويسوق المنتج التجارى كمسحوق قابل للبلل يمكن استخدامه فى معاملة التربة والجذور والنموات الخضرية، ويُستخدم – خاصة – فى معاملة مخاليط الزراعة لمكافحة فطريات الذبول الطرى: *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani*. وقد تبين من بعض الدراسات أن فاعلية *G. catenulatum* فى المكافحة كانت مماثلة لفاعلية المبيدين الفطريين propamocarb، و tolclofos.

٦- السلالة غير المرضة Fo47 من الفطر *Fusarium oxysporum*:

عُزلت هذه السلالة من تربة مثبطة للفيوزاريم بفرنسا، وهى فعالة ضد أمراض الذبول الفيوزارى فى عدد من النباتات، منها الطماطم والقرنفل، وضد مرض عفن التاج والجذور الفيوزارى فى الطماطم. ومن بين آليات فعل هذه السلالة: المنافسة على الكربون. والمنافسة المباشرة مع السلالات المرضة، وحث المقاومة بالعائل.

٧- البكتيريا *Bacillus subtilis* var. *amyloliquefaciens* (السلالة FZB24):

تأتى بعض الأنواع البكتيرية التابعة للجنس *Bacillus* الثانية فى الترتيب من حيث الاستخدام فى المكافحة الحيوية بعد البكتيريا التابعة للجنس *Pseudomonas*، وذلك من بين كل الأجناس البكتيرية. وتسوق البكتيريا *Bacillus subtilis* تحت الاسم التجارى Kodiak، وتستخدم فى معاملة البذور وكإضافة للتربة. كذلك أُنتج المستحضر

BioYield الذى يحتوى على نوعى البكتيريا *Bacillus amyloliquefaciens*، و *B. subtilis* لأجل استخدامه فى الزراعات المحمية.

ومن بين سلالات *B. subtilis* التى اختبرت لمكافحة الفطرين *Pythium aphanidermatum*، و *Phytophthora nicotianae* فى الطماطم والخيار بالزراعات المحمية، كانت أفضلها السلالتين FZB13، و FZB44، كما حفزت السلالة FZB-G نمو نباتات الطماطم. وأنتجت السلالتان FZB C، و FZB G مضادات حيوية من الببتيدات الفعالة ضد الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Paulitz & Bélanger ٢٠٠١).

المنتجات المستخدمة فى المكافحة الحيوية لأمراض النموات الخضرية

إن من أهم المنتجات المستخدمة لهذا الغرض، ما يلى:

١- الفطر *Ampelomyces quisqualis*:

يُعد الفطر *A. quisqualis* أول فطر عُرف بتطفله على فطريات البياض الدقيقى، وهو مضاد لأنواع من الرتب الفطرية: Erysiphales، و Mucorales، و Perisporiales. ولقد وجد أن *A. quisqualis* يستعمر الهيفات والجراثيم الكونيدية وحواملها conidiophores لعوائله.

لا يكون هذ الفطر فعّالاً فى المكافحة إلا فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جدًّا؛ ولذا.. اقترح الرش بالماء — عند المعاملة بالفطر — كوسيلة لرفع الرطوبة النسبية، إلا أن عملية الرش تلك تقلل — فى حد ذاتها — من شدة نشاط الفطر *S. fuliginea*. ويعد الفطر *A. quisqualis* متحملاً لبعض المبيدات الفطرية، مما يسمح باستخدامه ضمن برنامج المكافحة المتكاملة ضد البياض الدقيقى عندما تكون الرطوبة النسبية عالية. وتحت ظروف الحقل اقتُرح استخدام مخلوط من *A. quisqualis* مع ٢٪ زيت بارافين لمكافحة البياض الدقيقى.

وقد أُنتج التحضير AQ-10 الذى يحتوى على الفطر *A. quisqualis* فى صورة حبيبيات قابلة للانتشار فى الماء على اعتبار كونه سلالة جديدة يمكن أن تعمل فى ظروف

الرطوبة النسبية المنخفضة، وهو مسجل للاستخدام مع عديد من محاصيل الخضر والفاكهة، ويوصى بأن يستعمل معه مادة ناشرة للماء للتغلب على احتياجات الفطر للرطوبة.

٢- الفطر *Trichoderma harzianum* (السلالة T-39):

طُورت السلالة T-39 من الفطر *T. harzianum* فى إسرائيل واستخدمت فى إنتاج المستحضر التجارى TRICHODEX، وهو فعّال ضد الفطر *Botrytis cinerea*، ويستخدم فى مكافحته. وهو يعمل من خلال منافسته الفطر الممرض على الغذاء وإعاقته لقدرته على إنتاج الإنزيمات المحللة، كما يمنع اختراق الفطر الممرض لأنسجة العائل وتحليله لها.

٣- البكتيريا *Bacillus subtilis* (السلالة QST713):

يُعد المنتج التجارى Serenade أفضل تحضيرات هذه السلالة البكتيرية، وهو فعّال ضد أكثر من ٤٠ مرضًا نباتيًّا، من بينها العفن الرمادى (*B. cinerea*)، وتساقط البادرات (*P. ultimum*، و *R. solani*)، والبياض الدقيقى. وتعمل البكتيريا من خلال عدة آليات منها: التنافس، والتطفل، والتضادية الحيوية، وحث المقاومة الجهازية (Paulitz & Bélanger ٢٠٠١).

ومن بين الدراسات التى أجريت فى مجال المكافحة الحيوية للفطريات، ما يلى:

- أدت المعاملة بمستخلصات كومبوست كلا من سبلة الماشية وسبلة الخيل إلى مكافحة الفطر *Pseudoperonospora cubensis* — مسبب مرض البياض الزغبى فى الخيار — بشكل جيد تحت ظروف الزراعات المحمية (Ma وآخرون ١٩٩٦).
- أمكن مكافحة فطريات البياض الدقيقى بالفطر المتطفل *Ampelomyces quisqualis* الذى يُنتج جراثيم كونيدية لزجة يمكن أن تنتشر مع رذاذ الماء، وكذلك بجراثيم الفطر المضاد *Sporothrix* spp. الشبيه بالخميرة. يعد كلا الكائنين فعالاً ضد الفطر *Sphaerotheca fuliginea* المسبب للبياض الدقيقى فى القرعيات فى الرطوبة

العالية. ويعنى ذلك ضرورة توفير رطوبة عالية مع تعريض النباتات لرذاذ من الماء على فترات للمساعدة على انتشار جراثيم الكائنات المستعملة فى المكافحة الحيوية، ولكن يراعى ألا تتبقى أغشية مائية على النباتات لفترات طويلة؛ لكى لا تساعد على انتشار مسببات مرضية أخرى خطيرة؛ مثل الفطر *Botrytis cinerea*.

- ومن الفطريات الأخرى التى تُضاد فطريات البياض الدقيقى كل من: *Tilletiopsi* spp.، و *Stephanoascus* (عن Jarvis ١٩٨٩).

- حقق استعمال الفطر *Gliocladium roseum* نجاحًا كبيرًا فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى الفراولة، حيث ثبطت عزلاته نمو الفطر *B. cinerea* بنسبة ٩٨٪ فى اختبارات على مختلف الأجزاء النباتية (الأوراق، والبتلات، والأسدية الزهرية) المفصولة عن النبات وغير المفصولة، وكان أكثر كفاءة عن غيره من الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية. مثل: *Trichoderma viride* ، و *Alternaria alternata*، و *Myrothecium verrucaria*، و *Penicillium* spp.، كما كان أكثر كفاءة عن المبيد الفطرى القياسى كابتان. وفى دراسة أخرى حقق استخدام الفطر *G. roseum* تثبيطًا للعفن الرمادى تراوح بين ٧٩٪، و٩٣٪ فى أسدية أزهار الفراولة، وبين ٤٨٪، و ٧٦٪ فى ثمارها، وقد تماثل فى تلك الكفاءة مع الكائنات الرئيسية المستخدمة فى مكافحة الفطر *B. cinerea* بيولوجيًّا أو كان أكفأ منها. وظهرت كفاءة هذا الفطر فى مكافحة العفن الرمادى حتى فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جدًّا فى البيوت المحمية البلاستيكية. كما أظهر فاعلية كبيرة فى المكافحة ليس فقط فى أزهار وثمار الفراولة، وإنما فى نمواتها الخضرية كذلك، وهى التى تعد المصدر الرئيسى للإصابة بالفطر تحت ظروف الحقل، وتراوحت كفاءته فى تثبيط إنتاج الفطر *B. cinerea* لجراثيمه بين ٩٠٪، و ١٠٠٪ وتشابه فى ذلك مع كفاءة أقوى المبيدات المستعملة فى مكافحة الفطر، وهى الكلوروثالونيل chlorothalonil.

- وقد جرت محاولات ناجحة لاستعمال نحل العسل فى نقل الفطر *G. roseum* إلى أزهار الفراولة، قامت فيها الحشرة بنقل الفطر بكفاءة إلى الأزهار أثناء زيارتها لها،

واستخدم لأجل ذلك مسحوق من الفطر وضع فى موزع للقاح الفطرى على خلية النحل (عن Sutton وآخرين ١٩٩٧).

- بينما أدت عدوى نباتات الطماطم فى مزرعة لا أرضية بالفطر *Phytophthora nicotianae* إلى خفض جوهرى فى الوزن الجاف للنموات الهوائية والجذرية، فإن معاملة المزرعة بالبكتيريا *Bacillus subtilis* ثبطت النمو الفطرى وأحدثت زيادة جوهرية فى محصول الطماطم مقارنة بمحصول نباتات الكنترول التى لم تعامل بالبكتيريا (Grosch & Grote ١٩٩٨).

- أفاد فى المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى فى الفراولة عدوى التربة بكائنين دقيقين، هما: B501 من البكتيريا *Bacillus* spp.، والعزلة S506 من الاستربتوميسس *Streptomyces* spp.، مع المحافظة على تواجدهما فى التربة بتركيز مرتفع حتى بداية الإزهار، وهى المرحلة التى تبدأ عندها أعراض الذبول فى الظهور على نباتات الفراولة. وبالمقارنة بالتبخير ببروميد الميثايل الذى أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪، أدت المعاملة بالباسيلّس على تحقيق ٩٤٪ مكافحة ولم تختلف جوهريًّا عن معاملة بروميد الميثايل، بينما أعطت معاملة الاستربتوميسس مكافحة بنسبة ٧٧٪ وكانت أقل جوهريًّا من معاملتى بروميد الميثايل والباسلّس (Wang وآخرون ١٩٩٩).

- وجد أن لكل من التريكودرما *Gliocladium virens* (كما فى التحضير التجارى RootShield)، والبكتيريا *Radoporidium diobovatum* (السلالة S33) القدرة على مكافحة تقرح الساق الذى يحدثه الفطر *Botrytis cinetea* بنباتات الطماطم فى الزراعات المحمية (Utkhede وآخرون ٢٠٠١).

- أدت معاملة الطماطم بالفطر *Penicillium oxalicum* — فى كل من الزراعات المائية والزراعات العادية فى التربة — إلى الحد من إصابتها بفطر الذبول الفيوزارى

Fusarium oxysporum f. sp. *lycopersici*، علمًا بأن فطر البنيسلِّم استعمر المحيط الجذرى للطماطم ولم يؤثر على تواجد فطر الذبول فيه (DeCal وآخرون ١٩٩٧).

- تبين لدى اختبار عدد من الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية للمسببات المرضية التى تعيش فى التربة أن أكثرها قدرة على الاحتفاظ بحيويتها لفترات طويلة فى مخاليط الزراعة التى تُعدُّ للاستعمال (ولكنها قد تخزن لفترات متباينة قبل استعمالها) كلا من البكتيريا *Bacillus subtilis*، والميكوريزا *Trichoderma harzianum* (Nemec ١٩٩٧).

- وجد تحت ظروف الصوبات أن كفاءة كلا من *T. harzianum* T39، و *Aureobasidium pullulans* فى مكافحة فطر البوترتيس كانت أعلى من كل من المبيد الفطرى ذو التأثير الواسع المدى tolylfuanid والمبيد الفطرى المتخصص iprodione، إلاّ أن المكافحة كانت أفضل بالنسبة لإصابات السوق عنها بالنسبة لإصابات الثمار (Dik & Elad ١٩٩٩).

- أفادت المعاملة بالسلالة BACT-O من *Bacillus subtilis* فى الحد من إصابة الخس بالفطر *Pythium aphanidermatum* فى المزارع المائية (Utkhede وآخرون ٢٠٠٢).

- تعطى المعاملة بالكومبوست المضاف إليه الفطر *Pythium oligandrum* مكافحة جيدة جدًّا للفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* فى مزارع الطماطم فى البيت موس، وتحدث المقاومة بتكوين تراكيب فيزيائية فى المواقع المحتملة للإصابة تعيق حدوث الإصابة وتقدم الفطر (Pharand وآخرون ٢٠٠٢).

- أظهر عديد من أنواع الكائنات الدقيقة قدرة عالية على الحد من إصابة الطماطم فى الزراعات المائية بعفن الجذور الذى يسببه الفطر *Pythium ultimum*، وكان منها ما يلى:

Penicillium brevicompactum

Penicillum solitum strain 1.

Pseudomonas fluorescens subgroup G. strain 2.

Pseudomonas marginalis

Pseudomonas putida subgroup B strain 1.

Pseudomonas syringae strain 1.

Trichoderma atroviride

(Gravel وآخرون ٢٠٠٧).

- أدت معاملة نباتات الطماطم النامية فى مزارع الصوف الصخرى بسلالات من الفطر المحفز للنمو النباتى *Fusarium equiseti* إلى توفير حماية جيدة للنباتات ضد الإصابة بالفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* مسبب مرض عفن التاج والجذر الفيوزارى. وقد أظهرت الدراسة أن مستخلصات ساق النباتات المعاملة بالفطر *F. equiseti* – سواء أكانت قد حقنت بفطر عفن التاج والجذر الفيوزارى أم لم تحقن – كانت مثبطة لإنبات الجراثيم الميكروكونيدية للفطر المرض ولاستطالة أنابيبها الجرثومية فى البيئات الصناعية (Horinouchi وآخرون ٢٠٠٨).

- دُرس تأثير ثلاثة منتجات تجارية تستخدم فى المكافحة الحيوية على مكافحة ثلاثة من مسببات الأمراض التى تصيب الطماطم عن طريق الجذور فى مزارع لاأرضية مغلقة تتكون فيها بيئة الزراعة إما من البيت، وإما من الخفّاف pumice، ولقد وُجد أن مستوى المكافحة المرضية يتباين تبعًا لنوع الكائن المستخدم فى المكافحة الحيوية، وبيئة الزراعة، والمسبب المرضى، كما يلى:

١- أدت المعاملة بالمنتج Binab T (الذى يحتوى على خليط من كل من الفطرين *Trichoderma polysporum*، و *T. harzianum*)، أو Gliomix (الذى يحتوى على الفطر *Gliocladium cantenulatum*)، أو Mycostop (الذى يحتوى على الاستربتوميسيت *Streptomyces griseoviridis*) فى بيئة الخفاف إلى تقليل الإصابة المرضية بالمسببات الثلاثة: *Pythium aphanidermatum*، و *Pyhtophthora cryptogea*، و *Fusarium oxysporum* f. sp. *radices-lycopersici*.

٢- لم يكن للـ Mycostop تأثير جوهرى على مستوى الإصابة بأى من المسببات المرضية الثلاثة فى البيت، على الرغم من أن كلاً من الـ Binab T، والـ Gliomix حققا مكافحة بيولوجية ناجحة.

٣- فى كلتا البيئتين كانت المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *raics-lycopersici* ضعيفة مقارنة بتلك التى تحققت مع أى من *P. aphanidermatum*، أو *P. cryptogea*.

٤-تحسن نمو نباتات الطماطم بعد معاملة بيئة الزراعة بأى من المنتجات الحيوية الثلاثة فى وجود أى من المسببات المرضية الثلاثة، مقارنة بنموها فى معاملات الكنترول (Khalil وآخرون ٢٠٠٩).

- أمكن عزل بكتيريا (أعطيت الكود LSW25) من المحيط الجذرى لنباتات الطماطم كانت سالبة لصبغة جرام، ومضادة للبكتيريا *Pseudomonas corrugata* – التى تُصيب أوعية نباتات الطماطم وتحللها- ومحفزة لنمو بادرات الطماطم. وقد انتخبت من هذه العزلة طفرة طبيعية مقاومة للمضاد الحيوى rifampicin (أعطيت الكود LSW25R) لتسهيل تتبعها، وعُرِّفت بأنها *Pseudomonas* spp.، وأُعطيت الاسم *Pseudomonas* sp. LSW25R. ثبطت هذه البكتيريا النمو الهيفى لإثنى عشر فطرًا، مثل *Botrytis cinerea* على بيئة آجار V8. وبالاستعانة بالميكروسكوب الإليكترونى الماسح، وجد أن هذه العزلة لا تستعمر فقط سطح الجذور حول الفتحات الطبيعية للتفرعات الجذرية الدقيقة، وإنما – كذلك – تحت خلايا البشرة. ولقد نجحت العزلة LSW25R فى استعمار جذور بادرات الطماطم والفلفل والباذنجان، وحفزت جوهريًّا طول بادرات الطماطم ووزنها الطازج والجاف عند تلقيحها بتركيز ١٠ ^{١٨} وحدة مكونة للمستعمرات cfu/ مل، وحفَّزت جوهريًّا نمو بادرات الباذنجان والفلفل عند استعمالها بتركيز ١٠ ^{٤} cfu/ مل؛ بما يعنى أن التركيز المناسب من هذه البكتيريا لتحفيز النمو يختلف من نوع نباتى لآخر. كذلك فإن كثافة تواجد هذه البكتيريا داخل الجذور وأول أوراق الطماطم – عند قاعدة النبات – كانت أكثر من

٩,٣ × ١٠ ^{٣} cfu/ جم. وقد وجد أن التأثير المحفز لهذه البكتيريا حدث فى كل من ظروف التغذية الطبيعية، وكذلك عند نقص أى من النيتروجين أو الكالسيوم، إلا أن امتصاص الكالسيوم لم يزدد إلاّ فى ظروف التغذية الطبيعية، وقد أسهمت تلك الزيادة فى خفض الإصابة بتعفن الطرف الزهرى (Lee وآخرون ٢٠١٠).

مكافحة الحشرات

مكافحة الذبابة البيضاء

يتطفل الزنبور *Encarsia formosa* على حشرة الذبابة البيضاء. يبلغ طول أنثى الزنبور البالغة حوالى ٠,٥ مم، وهى تعيش لمدة ١٤ يومًا، تتغذى خلالها على الإفرازات السكرية للذبابة البيضاء. تضع الأنثى خلال حياتها حوالى ٦٠ بيضة، كل منها منفردة على الطور الثالث – فقط – لحوريات الذبابة البيضاء. يفقس البيض خلال أربعة أيام فى حرارة ٢١°م، لتتطفل يرقات الزنبور على حوريات الذبابة.

ولدرجة الحرارة تأثير كبير على سرعة تكاثر كل من الطفيل (الزنبور) والحشرة (الذبابة البيضاء)؛ حيث تكون مدة دورة حياة كل منهما – باليوم – كما يلى:

الحرارة	الذبابة البيضاء	*Encarsia*
١٠	٧٢	–
١٥	٥١	٥٥
٢٠	٣٧	٢٥
٣٠	٢٥	١٥

ويتبين من ذلك أن المكافحة الحيوية للذبابة البيضاء تكون أكثر فاعلية فى حرارة أعلى من ٢٠°م. كذلك ينخفض نشاط الزنبور المتطفل فى الإضاءة الضعيفة. ويعتبر الزنبور أكثر حساسية للمبيدات الحشرية من الذبابة البيضاء ذاتها.

يُربى الزنبور المتطفل على أوراق التبغ أو الطماطم، ويسمح له بالتطفل على حوريات الذبابة البيضاء قبل توزيعه بتجانس تام داخل البيوت المحمية (عن Gould ١٩٨٧)، ويستخدم الزنبور المتطفل لهذا الغرض منذ أكثر من ٧٠ عامًا.

كذلك تتطفل سلالة من الفطر *Cephalosporium lecanii* على ذبابة البيوت المحمية البيضاء التى عزلت منها. ويتوفر الفطر فى صورة تحضير تجارى يعرف باسم Mycotal، وهو لا يؤثر على الزنبور *Encarsia formosa* المتطفل على الذبابة.

يتطفل الفطر على جميع أطوار الذبابة البيضاء *T. vaporariorum* فيما عدا البيض. ويكفى – عادة – رشَّتان بالفطر إذا أحسن توقيتهما لمكافحة الحشرة بصورة جيدة طوال موسم النمو. ويلزم لإصابة الفطر للحشرة توفر رطوبة نسبية عالية (أقل من ٠,٢ كيلو باسكال 0.2 Kpa Vpd>) لمدة عشرة أيام. أما عملية تطفل الفطر على الحشرة لحين قضائه عليها فلا يلزم – لاستمرارها – توفر رطوبة نسبية عالية، بينما تلزم رطوبة نسبية عالية مرة أخرى لأجل تجرثم الفطر (عن Grange & Hand ١٩٨٧).

وقد أفادت المعاملة بكل من الفطر *Beauveria bassiana* (التحضير التجارى BotaniGard الذى يحتوى على ٥,١٣ × ١٠^{٣} كونيديا/ مل)، والمفترس *Dicyphus hesperus*، والمتطفل *Encarsia formosa* فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء *Trialeurodes vaporariorum* (Labbé وآخرون ٢٠٠٩).

يعمل الفطر *Beauveria bassiana* من خلال اتصاله بالسطح الخارجى للحشرة، ثم اختراقه لها وقتلها، وهو يسوق تجاريًّا تحت أسماء مختلفة، منها Naturalis-O، و BotaniGard.

كما استعمل مستحضر تجارى من الفطر *Verticillium lecanii* – يعرف باسم ميكوتال Mycotal فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء على الخيار. ومن بين التحضيرات التجارية لهذا الفطر: Vertalec، و Mycotal.

واستخدمت الجراثيم الكونيدية للفطر *Aschersonia* – الذى يتطفل على الذباب الأبيض – فى مكافحة ذبابة البيوت المحمية البيضاء.

مكافحة حشرة المن

يُعرف عالميًّا أكثر من ٤٠٠٠ نوع من المنّ، ومن أهمها – فى الزراعات المحمية – من الخوخ الأخضر *Myzus persicae*، ومن القطن *Aphis gossypii*، ومن البطاطس

Macrosiphum euphorbiae. ويُعد من الخوخ الأخضر أكثرها خطورة على محاصيل البيوت المحمية بسبب اتساع مدى عوائله وكثرة الفيروسات التى يُسهم فى نقلها وصعوبة مكافحته.

هذا.. ويمكن لإناث المنّ إنتاج أجيال جديدة من الحشرة دون حاجة للتزاوج، حيث تُنتج صغارًا مباشرة دون المرور بطور البيضة، وتسهم تلك الخاصية فى الازدياد الفجائى الكبير فى أعداد الحشرة. ويتعين تعليم المواقع التى يكتشف تواجد المنّ بها؛ ليمكن إحكام عملية المكافحة.

وبينما تميل أفراد منّ الخوخ الأخضر للتعنقد على النموات الحديثة الغضة، فإن من الفطن غالبًا ما ينتشر بانتظام على امتداد ساق النبات. كذلك يقل عدد أفراد منّ القطن المجنحة عما فى منّ الخوخ الأخضر.

ومن بين أهم أعراض الإصابة بالمنّ: إنتاج الإفرازات السكرية (العسلية) التى تنمو عليها الفطريات المترممة السوداء (sooty mold) على الأوراق، وتكون البقع الصفراء على سطح الأوراق العلوى، وظهور الجلود التى تطرحها الحشرات على الأوراق، والتفاف الأوراق، وتشوه النموات الجديدة.

ومن أهم الحشرات المتسخدمة فى مكافحة المنّ فى الزراعات المحمية ما يلى:

أسد المنّ	*Chrysoperla carnea, C. rufiliabris & Chrysopa* sp.
ذبابة المنّ	*Aphidoletes aphidimyza*
الزنابير المتطفلة	*Aphidius colemani & A. maticariae*
خنفساء أبو العيد	*Hippodamia convergens*

هذا.. ويتطفل الزنبور *Aphidius matricariea* على نوع المنّ *Myzus persicae* فقط. يبلغ طول الحشرة المتطفلة البالغة نحو ملليمترين، وتضع الإناث بيضها فى جسم حشرة المنّ الصغيرة؛ حيث تفقس إلى يرقات خلال ١٣ يومًا، وتخرج من ثقب تصنعه فى حشرة المنّ التى تبقى كـ"مومياء" ملتصقة بالأوراق.

وقد استخدم فى مكافحة المنّ الخوخ الأخضر، ونوع المنّ *Macrosiphum euphorbiae* على نباتات الباذنجان مجموعة من الأعداء الطبيعية للمنّ تشكلت من الطفيل *Aphelinus asychis*، ونوعى أسد المنّ *Chrysoperla perla*، و *C. formosa* (Rott & Ponsonby ٢٠٠٠).

كذلك تتطفل يرقات الذبابة *Aphidoletes aphidimyza* على عدة أنواع من المنّ، خاصة تلك التى تكوّن مستعمرات عنقودية؛ مثل *Aphis gossypii*. تضع الأنثى بيضها (نحو ٧٠ بيضة) على السطح السفلى للأوراق قريبًا من مستعمرات المنّ. وبعد فقس البيض تتغذى كل يرقة من الطفيل على نحو ١٠ أفراد من المنّ قبل أن تتحول إلى عذارى فى غضون ٤ أيام من الفقس. يتم إدخال الطفيل إلى الصوبات كعذارى محملة فى البيت موس؛ حيث ينثر بالقرب من النباتات بمعدل ٢–٥ عذارى/ م^{٢} بمجرد مشاهدة مستعمرات المنّ. ويكرر ذلك بعد نحو ٢–٤ أسابيع أخرى.

ومن بين الفطريات المستخدمة فى مكافحة المن، ما يلى:

يتطفل فطران، هما: *Cephalosporium aphidicola*، و *Entomophthora coronata* على حشرة منّ الخوخ الأخضر. ولكن مستحضرات النوع الثانى ليست مأمونة الاستعمال بالنسبة للإنسان (عن توفيق ١٩٩٣).

يستعمل كذلك الفطر المتطفل *Cephalosporium lecanii* فى مكافحة عدة أنواع من المنّ؛ منها:

Myzus persicae	*Aphis gossypii*
Aphis fabae	*Brachycaudus helichrysi*

ويتوفر الفطر فى صورة تحضير تجارى يعرف باسم Vertale (نسبة إلى الاسم السابق لجنس الفطر *Verticillium*). والفطر حساس لعديد من المبيدات الفطرية. يُرش التحضير التجارى المحتوى على الجراثيم الكونيدية للفطر عند وجود إصابة منخفضة بالمنّ. مع ضرورة توفير رطوبة عالية (تزيد على ٨٥٪) لمدة حوالى ١٠ ساعات يوميًّا خلال فترة تطفل الفطر على المنّ. يلاحظ التطفل بظهور نمو أبيض قطنى من هيفات الفطر على المنّ.

مكافحة التربس

يتوفر للمكافحة البيولوجية للتربس نوع مفترس من العناكب يعرف باسم *Amblyseius mackensie*، وكذلك سلالة متطفلة من الفطر *C. lecanii*.

كما تستعمل فى مكافحة التربس شرائط لاصقة، تلتصق بها يرقات الحشرة التى تسقط من الأوراق إلى التربة عندما يأتى وقت تحولها إلى عذارى. تعرف هذه الشرائط باسم Thripstick؛ وهى توضع أسفل النباتات لاصطياد اليرقات (عن Gould ١٩٨٧).

كذلك نجح Chambers وآخرون (١٩٩٣) فى مكافحة التربس *Frankliniella occidentalis* على الفلفل باستعمال الـ anthocorid المفترس *Orius laevigatus*، وكانت المكافحة أفضل فى ظروف الإضاءة الجيدة، وعندما كانت الإصابة بالتربس منخفضة ابتداء.

مكافحة صانعات الأنفاق

تكافح صانعة الأنفاق *Liriomyza bryoniae* على الطماطم بالرش بالدايمثويت، والمالاثيون. والدايازينون، والبيروثرويدات الجهازية، ولكن أمثال هذه المبيدات لا يمكن استعمالها ضمن برامج المكافحة المتكاملة التى تشتمل على عنصر المكافحة الحيوية.

ويعرف حاليًا عدد من المتطفلات التى تتطفل على صانعات الأنفاق؛ مثل: *Dactirsa sibirica*، و *Diglyphus isaea*، و *Opius pallipes*، وجميعها تستعمل على نطاق تجارى فى مكافحة صانعات الأنفاق فى الطماطم.

تضع المتطفلات الداخلية *Dactirsa*، و *Opius* بيضها داخل أجسام يرقات صانعات الأنفاق. وهى تحفر داخل الأنفاق، ويستغرق الطفيل ١٦ يومًا إلى أن ينضج (فى حرارة ٢١°م)؛ حيث تعيش الأنثى الناضجة لمدة ١٠ أيام تضع خلالها حوالى ٩٠ بيضة.

أما *Diglyphus* فهو متطفل خارجى، وتضع الأنثى بيضها منفردًا، كل بيضة منها على إحدى يرقات صانعة الأنفاق. تتغذى يرقة الطفيل — بعد فقسها — على عائلها، ثم تتحول إلى عذراء داخل النفق.

وتزود البيوت المحمية بمتطفلات صانعات الأنفاق؛ إما كعذارى فى علب كرتونية صغيرة، وإما كأفراد فى أنابيب بلاستيكية.

مكافحة يرقات حشرات رتبة حرشفية الأجنحة

تعرف يرقات رتبة حرشفية الأجنحة Lepidopterae باسم الجرارات caterpillars، وتشمل يرقات أبو دقيق والفراشات التى تعد من أخطر الآفات الزراعية. تكافح هذه اليرقات بنجاح كبير برشها بجراثيم البكتيريا *Bacillus thuringiensis*، أو ببلورات البروتين الذى تفرزه البكتيريا، علمًا بأنه ليست لهذه المعاملة أية تأثيرات سلبية على أية كائنات أخرى من تلك التى تستعمل فى المكافحة الحيوية. وتتوفر تحضيرات تجارية من هذه البكتيريا تستعمل فى المكافحة؛ مثل المبيد دايبل Dipel.

تكون هذه البكتيريا شديدة التأثير على اليرقات الصغيرة؛ ولذا.. يجب استعمالها بمجرد ملاحظة أضرار تغذية اليرقات على النباتات. وهى تعمل كَسُمّ مَعدى؛ حيث تتحلل البللورات البروتينية — داخل معدة اليرقة — إلى سُمّ يؤذى الأغشية المبطنة للقناة الهضمية للحشرة، ويؤدى إلى تورمها بشدة. هذا.. وليس لهذا السُمّ أية تأثيرات على الإنسان أو الحيوانات الزراعية (عن Gould ١٩٨٧).

هذا.. ويبين جدول (١٥–١) أمثلة لعديد من الأعداء الطبيعية الحشرية والأكاروسية المستخدمة فى مكافحة الحشرات والعناكب فى البيوت المحمية.

جدول (١٥–١): أمثلة للأعداد الطبيعية الحشرية والأكاروسية المستخدمة فى البيوت المحمية.

الاسم العادى	الاسم العلمى	الآفات المستهدفة بالمكافحة
متطفل الذبابة البيضاء	*Encarsia formosa*	الذبابة البيضاء، وخاصة ذبابة البيوت المحمية البيضاء
متطفل الذبابة البيضاء	*Eretmocerous eremicus*	الذبابة البيضاء، وخاصة ذبابة أوراق الكوسة الفضية
	Eretmocerus mundus	
متطفل صانعات الأنفاق	*Diglyphus* spp., *Dacnusa* spp.	صانعات الأنفاق
مدمر الخنفساء المغبرة	*Cryptolaemus montrouzieri*	خنفساء الموالح المغبرة
متطفل الخنفساء المغبرة	*Leptomastix dactylopii*	خنفساء الموالخ المغبرة

يتبع

تابع جدول (١٥-١).

الاسم العادى	الاسم العلمى	الآفات المستهدفة بالمكافحة
ذبابة المنّ	*Aphidoletes aphidimyza*	المـــنّ
متطفل المنّ	*Aphidius colemani*	منّ الخوخ ومنّ الكنتالوب
متطفل المنّ	*Aphidius ervi, Aphelinus abdomalis*	منّ البطاطس
مفترس حشرات التربة	*Atheta coriaria*	عذارى تربس الأزهار الغربى
النيماتودا الـEntomopathogenic	*Steinernema feltiae,* plus others	يرقات بعوضة الفطر
العناكب المفترسة للتربس	*Hypoaspis miles*	عذارى تربس الأزهار الغربى
العناكب المفترسة للعنكبوت الأحمر	*Phytoseiulus persimilis,* other phytoseiids	العنكبوت الأحمر
	Amblyseius californicus	
أسد المنّ	*Chrysoperla* sp.	المنّ – الذبابة البيضاء – العنكبوت الأحمر
قرصان الحشرات	*Orius insidiosus*	التربس وآفات أخرى
مفترس التربس	*Neoseiulus cucumeris,*	التربس
	Amblyseius degenerans	
	Amblyseius cucumeris	
متطفل الفراشات	*Trichogramma brassicae*	بيض الفراشات

مكافحة الأكاروسات

يستعمل العنكبوت المفترس *Phytoseiulus persimilis* فى مكافحة العنكبوت الأحمر العادى، ولكن يشترط لذلك أن تكون الحرارة بين ١٨ °م، و٢٤ °م؛ حيث يكون تكاثر العنكبوت المفترس أسرع كثيرًا من تكاثر العنكبوت الأحمر. فمثلاً.. يتكاثر العنكبوت المفترس بمعدل يبلغ ضعف معدل تكاثر العنكبوت الأحمر فى حرارة ٢٠ °م؛ وبذا.. يمكن الحيلولة دون زيادة أعداد العنكبوت الأحمر إذا أُدخل العنكبوت المفترس إلى الصوبة قبل بدء تكاثر العنكبوت الأحمر. هذا.. إلا أن كفاءة العنكبوت المفترس تقل كثيرًا فى الحرارة المنخفضة، ويتوقف عن التكاثر فى حرارة ٢٧ °م، بينما يتكاثر العنكبوت الأحمر بسرعة كبيرة فى هذه الدرجة؛ حيث يكمل دورة حياته خلال ٣–٤ أيام.

يتعين إدخال العنكبوت المفترس إلى داخل البيوت سنويًّا فى كل موسم؛ لأنه – على خلاف العنكبوت الأحمر العادى – ليس له طور سكون، كما يجب توزيع أعداده بتجانس

داخل الصوبة. ويلاحظ أن العنكبوت المفترس شديد الحساسية لعديد من المبيدات التى تستعمل فى حماية المحاصيل المزروعة، خاصة المبيدات الفسفورية العضوية والبيرثرويدية. ويكثُر العنكبوت المفترس – عادة – على نباتات الفاصوليا (عن Gould ١٩٨٧).

وقد تمكن Nihouls (١٩٩٣) من إحداث التوازن بين العنكبوت المفترس *P. persimilis* والعنكبوت الأحمر *T. urticae* فى زراعات الطماطم المحمية، بإدخال العنكبوت المفترس من أحد جانبى الصوبة، مع مكافحة العنكبوت الأحمر – فى جانب الصوبة الآخر – باستعمال المبيدات (توركيو ٥٠٪ Torque 50%، و نسّورن ٥٠٪ Nissorum 50%). وقد احتاج الأمر إلى ٣٣٠٠ فرد – فقط – من العنكبوت المفترس/ ١٠٠ م^{٢} من الصوبة، وثلاث رشات بالمبيدات – على ٥٠٪ من النباتات – لأجل تأمين مكافحة العنكبوت الأحمر لمدة ٣٠ أسبوعًا؛ حيث إن التوازن المطلوب بين الكائنين استمر تلقائيًّا بمجرد حدوثه.

وأمكن تحسين المكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر *Tetranychus urticae* فى زراعات الخيار المحمية بالاستعانة بالعدو الطبيعى المتخصص *Stethorus punctillum* مع العدو غير المتخصص *Neoseiulus californicus* (Rott & Ponsonby ٢٠٠٠).

مشاكل المكافحة الحيوية

من أهم مشاكل تطبيق مبدأ المكافحة الحيوية فى الزراعات المحمية ما يلى:

١- مشاكل تقنية تتعلق بالإنتاج المكثف للمتطفلات أو المفترسات؛ فهى يجب أن تُنتج على نطاق تجارى بمعرفة شركات متخصصة، وأن يكون استعمالها على أسس ثابتة ومستقرة؛ لكى تستمر هذه الشركات فى عملها. وتنهض بهذا الدور فى مصر – حاليًّا – وزارة الزراعة التى تقوم بالإنتاج التجارى لأسد المنّ، والفيروسات المستعملة فى مكافحة فراشة درنات البطاطس.

٢- مشاكل إدارية تتعلق بضرورة المتابعة الدائمة والمستمرة لأعداد الحشرة الضارة، وأعداد الطفيليات أو المفترسات. وبدء التطفل أو الافتراس، وتوطده، واستمراره، مع استمرار التوازن المطلوب بين الطفيل أو المفترس وعائله.

٣- مشاكل نفسية يجب أن يواجهها المنتج الذى تعود على الحصول على مكافحة سريعة وكاملة للآفات باستعمال المبيدات؛ فهذا الأمر لا يتحقق أبدًا فى المكافحة البيولوجية، وعلى المنتج أن يغير من فلسفته ونظرته إلى كثير من الأمور، كما يلى:

أ- يتعين – بداية – إدخال أعداد محدودة من الحشرة الضارة التى يرغب فى مكافحتها والسماح لها بالتكاثر وإحداث ضرر محدود؛ لكى يتوفر الغذاء اللازم للمفترس أو الطفيل قبل إدخاله الصوبة، وإذا وجد المنتج صعوبة فى تقبل ذلك، فليس أقل من إدخال الحشرة ومفترسها أو طفيلها فى آن واحد، أو الانتظار لحين تكاثر الحشرة – طبيعيًّا – وبداية أضرارها قبل إدخال أعدائها الطبيعيين.

ب-لا يمكن – أبدًا – تحقيق مكافحة كاملة عند الاعتماد على المكافحة الحيوية؛ فالحشرة الضارة يجب أن تكون متواجدة باستمرار، وإلا انقرضت أعداءها التى لا تجد – حينئذٍ – غذاءً مناسبًا لها. وبذا.. فإنه يتعين تقبل بعض الأضرار الحشرية البسيطة فى ظل نظام المكافحةالحيوية، ولكن هذه الأضرار تبقى فى الحدود المسموح بها والمحددة سلفًا.

ج- تكون المكافحة الحيوية بطيئة؛ فمثلاً قد تستغرق مكافحة العنكبوت الأحمر العادى مدة ٦ أسابيع.

٤- مشاكل فنية تتعلق بعملية التطبيق ذاتها؛ مثل:

أ- قد يؤدى أى تأخير فى إدخال الطفيل أو المفترس إلى الصوبة إلى حدوث أضرار كبيرة من جراء تكاثر وتغذية الآفة، التى قد تتزايد أعدادها إلى مستويات تفقد معها المكافحة الحيوية فاعليتها.

ب- ضرورة تغيير بعض عمليات الخدمة الزراعية؛ مثل تقليل عملية إزالة الأوراق السفلية والفروع الزائدة التى تأوى أعدادًا كبيرة من الطفيليات أو المفترسات النشطة بيولوجيًّا.

ج- قد يؤدى القضاء على الآفات الهامة – مع عدم استعمال المبيدات فى المكافحة – إلى تكاثر آفات أخرى واستفحال أخطارها. ويؤدى استعمال المبيدات فى مكافحة هذه الآفات إلى فشل المكافحة الحيوية.

ممارسات خاصة لمكافحة الأمراض والآفات فى الزراعات اللاأرضية

تتميز الزراعات اللاأرضية – خاصة المائية منها – بإمكان تطبيق وسائل لمكافحة الآفات فيها بيسر وسهولة وفاعلية كبيرة يصعب – أو يستحيل – تطبيقها فى الزراعات المحمية العادية، ومن هذه الوسائل ما يلى:

تعقيم أو تطهير المحاليل المغذية فى النظم المغلقة

إن المحاليل المغذية المستعملة فى المزارع المائية ذوات النظم المغلقة – مثل تقنية الغشاء المغذى – تكون فى البداية خالية تمامًا من جميع المسببات المرضية. وإذا ما حدث وتلوثت تلك المحاليل بمسببات الأمراض فإنه يمكن تعقيمها بصورة أيسر مما فى حالة تعقيم التربة أو بيئات الزراعة الأخرى. وسبب هذه السهولة فى التعقيم أن المحلول الغذائى المستعمل يمر جميعه من خلال أنبوب واحد قبل تجميعه فى خزان المحلول.

ومن أهم الوسائل المستعملة فى تعقيم المحاليل المغذية فى النظم المغلقة ما يلى:

التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية Utra-Violet:

تفيد هذه المعاملة – وحتى ٢٥٠ ميجا جول/ سم^{٢} – فى خفض أعداد الكائنات الدقيقة فى المحاليل المغذية. فمثلاً.. وجد Buyanovsky وآخرون (١٩٨١) أن معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية (572 $Jm^{-2}h^{-1}$) – لمدة ٣ ساعات يوميًّا طوال فترة زراعة الطماطم – أحدث نقصًا فى عدد الكائنات الدقيقة بالمحلول المغذى من ٥٠٠– ٨٠٠ × ١٠^{٣} إلى ١٠–٥٠×١٠^{٣} / مل، لكن Collins & Jensen (١٩٨٣) يذكران أنه بينما كانت معاملة التعريض للأشعة فوق البنفسجية مجدية فى تقليل أعداد البكتيريا المسببة للأمراض فى تقنية الغشاء المغذى فى المملكة المتحدة، فإن هذه المعاملة لم تكن