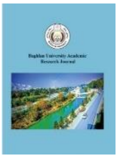


Journal of Natural and Social Sciences

journal homepage: journals.baghlan.edu.af/index.php/bjnss

Trichoderma and Its Role in the Biological Control of Plant Pathogenic Fungi

Wasiullah Danish

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Baghlan University, Afghanistan.

Corresponding Author: Wasiullah Danish. **E-mail:** danishwasiullah@gmail.com

Article Info

Article Type: Review Article

Article History:
Received:4, November, 2025

Accepted: 26, March, 2026

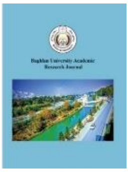
Published: 7, June, 2026

ABSTRACT

Trichoderma is one of the beneficial fungi that has been recognized as an effective biological control agent for managing fungal diseases of plants. Owing to its rapid growth, enzyme production, and strong competitive ability, it can suppress the growth of several important plant pathogenic fungi, including *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Botrytis*, and *Pythium*. Trichoderma reduces disease severity through multiple mechanisms, including mycoparasitism, antibiosis, and the activation of the plant's defense system. The aim of this article is to review the use of *Trichoderma* as an alternative approach for controlling plant fungal pathogens. The paper discusses the effectiveness of *Trichoderma*, its different species, the mechanisms involved in the biological control of plant pathogenic fungi, and other related aspects. The information presented will contribute to promoting the application of *Trichoderma* as a biological control agent, thereby reducing dependence on chemical fungicides and minimizing adverse effects on sustainable agriculture, human health, and the environment.

Keywords: Antibiosis, Biological Control, Mycoparasitism, Plant Pathogenic Fungi, Sustainable Agriculture, *Trichoderma*.

To cite this article: Danish. W: 2026. Trichoderma and Its Role in the Biological Control of Plant Pathogenic Fungi. Baghlan University Journal of Natural and Social Sciences, Vol. 14, Issue. 1, Serial No. 38. Spring (2026), 119-132.
License: RCTD – GNJR – 0018 - 23.
Publisher: University of Baghlan **Journal@baghlan.edu.af**



د بغلان پوهنتون د طبيعي او ټولنيزو علومو علمي څېړنيزه مجله

journals.baghlan.edu.af/index.php/bjnss

ترايکودرما او د نباتي فنگسي ناروغيو په بيولوژيکي کنټرول کې يې ونډه

پوهنيار وسيع الله دانش

د بغلان پوهنتون کرنې پوهنځي، د نباتاتو ساتنې څانگه.

اطلاعات مقاله **لنډيز**

نوع مقاله:
مقاله مروری

تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۸/۱۳ هـش

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۵/۰۱/۶ هـش

تاریخ انتشار:
۱۴۰۵/۰۳/۱۷ هـش

د فنجي عالم د گټورو فنگسونو څخه ترايکودرما هم د يو گټور فنجي په توگه د نباتي فنگسي امراضو کنټرول په موخه پېژندل شوی بيولوژيکي استازی دی. دا فنجی د خپلې چټکې ودې، انزايمونو توليد او طبيعي رقابت له امله کولای شي، چې د مختلفو نباتاتو د فنگسي ناروغيو عاملينو (Fusarium, Rhizoctonia, Botrytis او Pythium) پر ودې حمله وکړي او د فنگسي پرازيتي کېدنې(Mycoparasitism)، ژوند ضد اغيز(Antibiosis) او د نبات د دفاعي سيستم د فعالولو له لارې د يادو عاملينو لخوا په نباتاتو کې د رامنځته شويو ناروغيو شدت راکم کړي. د دې مقالې هدف د نباتي فنگسي ناروغيو د عاملينو د کنټرول د بديل په توگه د ترايکودرما انتخاب او استفاده ده، چې پکې د ترايکودرما موثريت، د ترايکودرما نوعې، ترايکودرما په واسطه د نباتي فنگسي امراضو د عاملينو د کنټرول مايکانيزمونه او نور مربوطه موضوعات بحث شوي. دا معلومات به مرسته وکړي تر څو د بيولوژيکي کنټرول په حيث د ترايکودرما څخه گټه واخيستل شي او د کرنې د بې ثباتي، انساني روغتيا او چاپيريال ته ضرر رسېدو څخه به مخنيوي وشي.

کليدي کليمې: بيولوژيکي کنټرول، پايداره کرنه، ترايکودرما، ژوند ضد کړنه، فنگسي پرازيتي اړيکه، نباتي پتوجنيک فنجی.

استناد: دانش. وسیع الله. (۱۴۰۵)، ترايکودرما او د نباتي فنگسي ناروغيو په بيولوژيکي کنټرول کې يې ونډه، مجله علمی تحقیقی علوم طبیعی و اجتماعی پوهنتون بغلان، شماره۱، بهار (۱۴۰۵)، شماره مسلسل ۳۸، دور۱۴. (۱۱۹-۱۳۲).

ناشر: پوهنتون بغلان. Journal@baghlan.edu.af

سریزه

بسم الله الرحمن الرحیم؛ الحمدلله ربّ العالمین، والصلاة والسلام علی سیدالمرسلین محمد ﷺ و علی آله و أصحابه أجمعین. اما بعد!

اما بعد! د ثابتې ځمکې څخه د لوړ کیفیت او د تر ټولو لوړ مقدار حاصل لاسته راوړلو په موخه دهقان د فزیکي فعالیتونو سربېره مالي مصارف کوي او هڅه کوي، چې خپلې هېلې ته ورسیږي، خو په چاپېریال کې د نباتي ناروغیو عاملین او غیر ژوندي فکتورونه د دهقان سره یادو اهدافو ته په رسېدنه کې مقابله کوي او د کرنیزو محصولاتو د کیفیت خرابوالي او مقدار د کموالي سبب ګرځي. د نباتي ناروغیو د ژوندیو عاملینو څخه ېې فنګسونه، چې په طبیعت کې ېې په زرګونو ډولونه شتون لري هم د کرنیزو محصولاتو د کمښت، کیفیت خرابېدو، او اقتصادي زیانونو اصلي لاملونه ګڼل کېږي(Kahraman & Yıldız, 2019). د نباتي فنګسي ناروغیو د عاملینو له جملې څخه Fusarium spp., Rhizoctonia solani, Botrytis cinerea او Pythium spp. ېې هغه عام ډولونه دي، چې په سبو، میوو، غلو، او زینتي نباتاتو کې پراخ تاوانونه رامنځته کوي (Gümrükcü & Gölükçü, 2005).

له بل لوري کروندګر د نباتي ناروغیو د نورو ژوندي عاملینو تر څنګ د نباتي فنګسي ناروغیو د عاملینو د کنټرول له پاره د کیمیاوي فنګس وژونکو څخه استفاده کوي، تر څو خپل اهدافو ته ورسیږي، که څه هم د کیمیاوي فنګس وژونکو کارونه د دهقان د اهدافو ته د رسېدو له پاره چټکه لاره ده ، خو د چاپېریال، انساني روغتیا او د پایدارې زراعتي پالیسی سره همغږي نه لري (Akdoğan, Divrikli, & Elçi, 2012). په دې برخه کې، د بیولوژیکي کنټرول میتودونه، په ځانګړې توګه د ترایکودرما د ډولونو کارونه، د نباتي فنګسي ناروغیو د عاملینو د مدیریت له پاره یو چاپېریال‌دوست، اقتصادي، او موثر بدیل ګڼل کېږي(Vinale et al., 2008).

د ترایکودرما ډولونه د خپلې چټکې ودې، د انزایمونو تولید، او درلودونکي طبیعي رقابت په بنسټ د نبات ناروغونکو فنګسونو پر ضد اغېزمن عمل کوي او د فنګسي پرازیتي کېدنې خاصیت درلودلو په بنسټ د پتوجنونو حجرې تخریبوي، همدا ډول د درلودونکي فنګس ضد خاصیت له لارې د ناروغۍ رامنځته کوونکي فنګس د ودې ضد مواد تولیدوي، او د نبات د دفاعي سیستم فعالولو خاصیت له لارې د ناروغیو شدت راکموي(Aydın, 2015; Özkale, 2017). د T. harzianum او T. viride ډولونه د بیولوژیکي کنټرول په برخه کې تر ټولو اغېزمن ګڼل شوي دي، چې په مختلفو طریقو (کرنیزو تخمونو سره پوښل، د خاورې درملنه، او د نبات په پاڼیزو برخو سپرې کول) د استعمال

وړ دي. دا ډولونه د نباتاتو د روغتيا ښه‌والي، د حاصلاتو زياتوالي، او د ناروغيو د شدت کمښت ته لاره هواروي او د مختلفو نباتاتو د ناروغيو په کنټرول کې کارول کيږي(Mukhopadhyay & Kumar, 2020; Taylor et al., 1994). د افغانستان په شرايطو کې د ترايکودرما ډولونو د اغېزمنتيا ارزونه، د شته نباتي فنګسي ناروغيو د عاملينو پر ضد، د باثباته کرنې او کرنيزو محصولاتو د ساتنې له پاره حياتي ارزښت لري. په دې برخه کې، د ترايکودرما فنجي بيولوژي، د عمل ميکانيزمونه، د مختلفو نباتاتو پر فنګسي ناروغيو اغېز، د کارونې طريقې، ګټې او محدوديتونه، او د محلي شرايطو سره د همغږۍ وړانديزونه څېړل شوي دي، تر څو د نباتي فنګسي ناروغيو د عاملينو د بيولوژيکي کنټرول له پاره ترې ګټه واخيستل شي.

کړنلاره

دا مقاله يوه مروري څېړنه ده، چې هدف يې د ترايکودرما فنجي د نباتي ناروغيو په بيولوژيکي کنټرول کې رول روښانه کول دي .د دې څېړنې له پاره اړوند علمي معلومات د معتبرو، چاپ شويو مقالو او کتابونو څخه راټول شوي دي. د مقالو انتخاب د اعتبار، علمي ارزښت، او موضوعي ارتباط پر بنسټ شوی. د څېړنې ليکنې څخه مخکې هره مقاله په دقت سره لوستل شوې، مفاهيم يې تحليل شوي، او بيا د ليکوال د فکري څواک پر بنسټ، د موضوع اړوند مطالب په ساده، روان، او علمي ژبه بيان شوي دي. د هرې فقرې تر ليکلو وروسته، اړونده مقاله د مآخذ په ډول ذکر شوې، څو د علمي صداقت معيارونه پوره شي. د نباتي پتوجنيک فنګسونو په وړاندې د ترايکودرما د استعمال لارې چارې او د موثريت ميکانيزمونو تشريح د هم د معتبرو علمي ماخذونو او په دې برخه کې په لابراتوار کې د کړو عملي کارونو د تجربو شتون په پر بنسټ شوې، او هڅه شوې چې د افغانستان د کرنيزو شرايطو سره همغږې ولري. په پای کې، دا مقاله د ترايکودرما د بيولوژيکي کنټرول ارزښت نه يوازې علمي لحاظ ته وړاندې کوي، بلکې د تطبيق وړ سپارښتنې هم لري .دا ډول څېړنه د تدريسي او علمي اهدافو له پاره مناسبه ده، او د محلي شرايطو سره سم د ناروغيو د مديريت له پاره عملي لارښوونې وړاندې کوي.

د ترايکودرما فنګس بيولوژيکي ځانګړتياوې

ترايکودرما فنګس د فنجي عالم، Ascomycota ځانګې، Sordariomycetes ټولګي، Hypocreales اردر، Hypocreaceae کورنۍ اړوند يو ګټور جنس ده، چې پکې ګڼ شمېر ګټور ډولونه(نوعې) شامل دي، لکه Trichoderma harzianum، T. viride او نور(Waghunde et al., 2016). نوموړی فنګس په طبيعي ډول په خاوره، کمپوست، او نباتي پاتې شونو کې پيدا کيږي او د نبات ناروغونکو فنګسونو په کنټرول کې مهم رول لري. تر ټولو اغېزمن ډولونه يې T. harzianum, T. viride او T.

atroviride دي، چې هر یو د ځانګړو ناروغیو پر ضد موثر ثابت شوی دی(Kılınç, 2021). T. Harzianum د انزایمونو لوړ تولید او د دفاعي سیستم فعالولو وړتیا لري، T. viride د خاورې ناروغیو پر ضد کارول کېږي، او T. atroviride د ریښو سره غوره تعامل لري او د Botrytis cinerea پر ضد په لوړه کچه اغېزمن دی(Hjeljord et al., 2001). د دې فنجي د ژوند دوره له څو مهمو مرحلو څخه جوړه ده، ابتدايي مرحله ېې د مایسلیمي ودې له لارې پیلېږي، چې پکې هایفا د خاورې یا نباتي موادو په سطحه خپرېږي او د تغذیې جذب ته ادامه ورکوي. دا عمل د یاد فنګس د پایښت او فعالې ودې بنسټ جوړوي، وروسته، ترایکودرما د غیر جنسي سپورونو(کونیدیا) له لارې تکثر کوي، تر څو نوی د پایښت ځای پیدا او اشغال کړي. د ژوند دورې بله مهمه مرحله ېې د نبات ناروغوونکو فنګسونو لکه Fusarium, Rhizoctonia او Pythium سره مستقیم تعامل دی، چې دغه مرحله په درې مختلفو میکانیزمونو شاملېږي؛ مقابله (د غذا او ځای له پاره سیالي)، میکوپرازیتېزم (د پتوجن هایفا تخریب او جذب)، او انزایمي فعالیت کې د مختلفو(chitinase، β-1,3-glucanase، protease، cellulase) انزایمونو تولید ده، چې د فنجي دیوالونه تجزیه کوي. وروستی مرحله د نباتاتو د ریښو سره اړیکې دي، چې تراکودرما د نباتاتو د ریښو په سطحه استوګنه کوي او د نبات وده هڅوي ، د نبات دفاعي سیستم فعالوي او د ناروغیو مخنیوی کوي (Özaktan et al., 2010; Nakkeeran et al., 2018). د ترایکودرما د عمل کړنلارې (میکانیزمونه): د نباتي فنګسي ناروغیو د کنټرول له پاره ترایکودرما له څو مختلفو میکانیزمونو څخه کار اخلي. دا فنګس د مایکوپرازیتزم له لارې د پتوجن فنګس د حجرو د تخریب سبب ګرځي، د انتي بیوس له لارې د پتوجن فنګس د ودې ضد مواد تولیدوي، او د غذايي موادو له پاره له پتوچن فنګس سره رقابت کوي. سربېره پر دې د نبات دفاعي سیستم فعالوي، چې له امله یې نبات د ناروغیو پر وړاندې مقاومت پیدا کوي. دا ټول میکانیزمونه سبب کېږي تر څو د پتوجن فنګس د ناروغیو شدت راکم شي او د نباتاتو روغتیا ثابته وساتل شي (Nakkeeran et al., 2018).

د فنګس ودې ضد موادو تولید

دا یو بیولوژیکي میکانیزم دی، چې پکې یو مایکرو ارګانیزم د بل مایکرو ارګانیزم د ودې، ډېرښت یا فعالیت مخه د انزایمونو د تولید په واسطه نیسي. د ترایکودرما فنګس ډولونه هم د پتوجن فنګس پر ضد ثانوي میتابولیتونه تولیدوي، چې د پتوجنیک فنګس حجرې تخریبوي، د حجروي دیوال جوړښت ګډوډوي، او حجروي فعالیتونه فلج کوي. د دې فنګس له خوا تولیدېدونکي ضد فنجي مواد عبارت دي له:

- Peptaibols: دا د امینو اسیدونو پر بنسټ جوړ شوي فعال ژوندي پولیمیرونه (میکروب ضد فعالیتونو له پاره کارول کېدونکي پولیمیری مرکبات چې د بیولوژیکي سیستمونو سره فعال تعامل کوي) دي، چې د فنجي حجرې دیوال ته نفوذ کوي او د آیونونو تبادله ګډوډوي، چې په پایله کې حجره مړه کېږي.
- Polyketides: دا مرکبات د نبات ناروغونکي فنګسونو د تنفسي سیستم فعالیت ګډوډوي او د انرژۍ تولید بندوي.
- Terpenes: دا مواد د نباتي پتوجنیک فنګسونو حجروې غشا تخریبوي او د حجروي محتویاتو د ضایع کېدو سبب کېږي.
- Volatile Organic Compounds (VOCs): دا ګازونه د هوا له لارې خپرېږي او د نباتي پتوجنیک فنګسونو د سپورونو د ټوکېدنې مخه نیسي، یا د نباتي پتوجنیک فنګسونو د مایسیلیم وده محدودوي(Kılınç & Dinler, 2021).

د فنګس ضد وده نه یوازې د نباتي پتوجنیک فنګسونو د فزیکي تخریب سبب کېږي، بلکې د هغوي د حجرې دDNA ، RNA، او پروټین جوړونې پروسې هم مختل کوي. دا میکانیزم د ترایکودرما د بیولوژیکي کنټرول موثریت ثابتوي، ځکه دا مواد په خاوره، ریښو او نباتي سطحه کې تولیدېږي او د ناروغیو د پراخېدو مخه نیسي. په علمي تجربو کې ثابته شوې، چې د T. harzianum او T. atroviride ډولونه د peptaibols او VOCs تولید کې تر نورو ټولو فعال دي او د Fusarium, Botrytis او Rhizoctonia پر ضد یې د Antibiosis له لارې د ناروغیو شدت په واضح ډول راکم کړی دی(Kılınç & Dinler, 2021).

سیالي

دا د ترایکودرما فنګس یو مهم بیولوژیکي میکانیزم دی، چې د نبات ناروغونکو فنګسونو د ودې مخنیوي له پاره کارول کېږي. په دې میتود کې ترایکودرما د نباتي پتوجنیک فنګسونو سره د غذا اخیستلو او ځای نیولو کې سیالي کوي، په خاوره یا نباتي سطحه کې پر منابعو لکه غذایي مواد، ځای، او اکسیجن باندې له پتوجنیک فنګس سره رقابت کوي(Naar & Kecskés, 1998). ترایکودرما د چټکې ودې، پراخ مایسیلیم جوړونې، او د سپورونو د ژر تولید له امله د پتوجنیک فنګسونو د استوګنې ځای نیسي او د غذایي موادو جذب ته لومړیتوب ورکوي. د دې رقابت له امله نبات ناروغونکی فنګس نشي کولای چې کافي غذا، فضا، یا انرژي ترلاسه کړي، چې په پایله کې یې وده کمېږي یا بشپړه بندېږي. دا میکانیزم د ترایکودرما د بیولوژیکي کنټرول اغېزمنتیا ته بنسټیزه ونډه ورکوي او په ځانګړې توګه د خاورې او ریښو د ناروغیو په مدیریت کې موثر رول اجرا کوي(Kılınç & Dinler., 2021).

فنگسي ناروغیو په عاملینو مستقیمه حمله

دا هم د ترایکودرما لخوا سرته رسیدونکی بیولوژیکي میکانیزم دی، چې پکې ترایکودرما د نبات ناروغونکي فنگس پر سطحه حمله کوي او سطحه ېې پوښي، په نتیجه کې د نباتي پتوجنیک فنگس حجرې تخریبوي، او د ودې مخه یې نیسي. دا ډول میکانیزم کې ترایکودرما د نبات ناروغونکي فنگس (پتوجن) د حجروي دیوال کیمیاوي جوړښت ضد بنه لري، چې پکې د تماس له لارې د حجرې جوړښتونه تجزیه کوي، او د غذایي موادو جذب ته ادامه ورکوي(Özkale, 2017). نوموړې پروسه کې د ترایکودرما مایسلیم د نبات ناروغوونکي فنگس حجرې ته نږدې کیږي او ورسره فزیکي تماس نیسي دا مرحله د نږدې کېدلو (Attachment) په نوم یادیږي، د نږدې کېدلو مرحلې وروسته د نفوذ مرحله رامنځته کیږي، چې پدغه مرحله کې ترایکودرما مختلف انزایمونه تولیدوي لکه کیتینایز، گلوکانز او پروتیز، چې پکې د فنگس پتوجن حجروي دیوال تخريبيږي(Reithner et al., 2011).

د نفوذ مرحلې وروسته د نبات ناروغوونکي فنگس د حجرې داخلي محتویاتو د تجزیې او جذب مرحله صورت نیسي دا مرحله د غذایي موادو د جذب او تجزیې په نوم یادیږي، چې پکې تجزیه شوي مواد د ترایکودرما په وسیله د خپلې تغذیې له پاره استفاده کیږي(Singh et al., 2019). د نباتي پتوجنیک فنگسونو بیولوژیکي کنټرول کې د ترایکودرما نوموړی میکانیزم ځانگړی اهمیت لري، ځکه دا فنگس نه یوازې د نبات ناروغوونکي فنگس وده بندوي، بلکې د هغوي د حجراتو فزیکي ډول له منځه وړي. د تجربوي څېړنو له مخې، T. harzianum او T. viride د Fusarium oxysporum, Rhizoctonia solani او Sclerotinia sclerotiorum پر ضد د مایکوپرازیتزم له لارې اغېزمن عمل کوي. سربېره پر دې، دا تعامل د نبات د ریښو په چاپېریال کې رامنځته کېږي، چې د ناروغیو د پراخېدو مخه نیسي، د نبات د دفاعي سیستم فعالوي، او د زراعتي محصولاتو روغتیا او حاصل لوړوالي ته لاره هواروي(Reithner et al., 2011).

د نبات د دفاعي سیستم فعالول

دا د ترایکودرما په واسطه رامنځته شوی هغه فزیولوژیکي حالت ده، چې پکې نبات خپل داخلي دفاعي سیستم فعالوي، تر څو د ناروغیو پر وړاندې مقاومت لوړ کړي. دا میکانېزم په نبات ناروغونکي فنگس د ترایکودرما مستقیمه حمله نه ده یعنې د بیولوژیکي کنټرول غیر مستقیمه اما خورا اغېزمنه طریقه ده، چې په نبات کې په طبیعي ډول د دفاعي لارو تقویه رامنځته کېږي. دا ډول سیستم کې کله، چې د ترایکودرما ډولونه د نبات د ریښو یا پاڼو سره تماس نیسي نبات د خطر نښې تشخیصوي او د دفاعي غبرگونونو لړۍ پیلوي. دا غبرگونونه لاندې برخې لري:

- د دفاعي جينونو فعالول(PR genes (Pathogenesis-Related Genes: نبات د دې جينونو د فعالولو په اساس، د نبات ناروغونکي فنگس ودې مخنيوي پروټينونو توليد ته لاره هواروي.
- د انزايمونو توليد : لکه peroxidase, polyphenol oxidase, chitinase او β-1,3-glucanase چې د نبات ناروغونکي فنگس حجرې تخريبوي.
- د فينوليک مرکباتو زياتوالی : دا مرکبات د حجرې ديوال پياوړی کوي او د نبات ناروغونکي فنگس د نفوذ مخه نيسي.

د نبات دفاعي سيستم فعالولو په بنسټ په نبات کې دوه ډوله مقاومت رامنځته کيږي يو ډول يې سېستميک مقاومت Systemic Acquired Resistance (SAR) ده، چې دا مقاومت يوازې نبات سره د پتوجن د تماس په نقطه کې نه، بلکې په ټول نبات کې خپريږي او د القاح شوي يا تحريک شوي سېستميک مقاومت Induced Systemic Resistance (ISR) په نوم هم ياديږي (Vallad & Goodman, 2004). ترايکودرما د د القاح شوي يا تحريک شوي سېستميک مقاومت د فعالولو له پاره ځانګړی رول لري، ځکه دا فنگس د ريښو له لارې د نبات د هورمونونو توازن بدلوي، لکه jasmonic acid او ethylene چې د دفاعي غبرگونونو تنظيم کې ونډه لري. دوهم ډول يې محلي مقاومت دی، چې د ترايکودرما په واسطه په نبات کې د نبات ناروغونکي فنگس د حملې په نقطه کې رامنځته کيږي او د ناروغۍ عامل له منځه وړلو کې رول اجرا کوي. د تجربوي څېړنو له مخې، هغه نباتات چې د T. harzianum يا T. atroviride سره تعامل لري، د Fusarium, Botrytis او Alternaria پر ضد لوړ مقاومت ښيي(Korolev et al., 2008).

تحريک شوي سېستميک مقاومت نه يوازې د ناروغيو شدت کموي، بلکې د نبات د ودې، غذايي موادو جذب او حاصل لوړوالي ته هم وده ورکوي. ځکه دفاعي حالت د نبات فزيولوژيکي فعاليتونه منظم ساتي. په کرنيز ډگر کې د نباتي فنگسي امراضو د عاملينو د کنټرول له پاره د ترايکودرما استعمال پورته ميکانيزمونو ته په کتنه، چې ترايکودرما يې لري د بيولوژيکي کنټرول يوه پايدار، چاپېريال‌دوست او علمي حل لاره ده، چې د کيمياوي موادو پر ځای د نباتاتو د روغتيا ساتنې له پاره کارول کېږي.

په نباتي فنگسي ناروغيو د ترايکودرما اغېز

ترايکودرما فنگس د بيولوژيکي کنټرول يو اغېزمن عامل دی، چې د نباتي فنگسي ناروغيو د عاملينو پر ضد موثر عمل کوي. د تجربو له مخې، دا فنگس د Botrytis cinerea ناروغۍ، د غنمو د Fusarium graminearum فنجي، د سبو لکه روميانو، بادرنگ، او مرچو د Rhizoctonia solani او Pythium ultimum ناروغيو پر ضد اغېزمن ثابت شوی دی. د لابراتواري تجربو پر بنسټ ترايکودرما د انزايمونو د توليد په واسطه د نبات ناروغونکي فنگسونو حجروې ديوال تجزيه کوي، د فينوليک

مرکباتو، الکلایډونو، غیر رایبوزومي پیپټایډونو او ایزوپرین(د نبات په وسیله تولیدي عضوي مرکبات) او نورو دویمي میټابولایتونو د تولید په واسطه د نبات ناروغونکي فنګس وده بندوي(Kılınç & Dinler, 2021). د منځو په نیالګیو کې د تجربو پایلې ښيي چې (Aspergillus niger (A10 او(Tr9) Trichoderma harzianum د Pythium ultimum د ودې په مخنیوي کې اغېزمن وو، چې د مایسلیمي ودې د مخنیوي کچه یې له ٪۵۰ څخه زیاته وه، د یادې څېړنې ساحوي آزموینې پر مهال، د A5 او A10 ترکیب د ریښو د نصواري کېدنه ٪۵۵.۵۵ راکمه کړې. سربېره پر دې، Tr10 او Bacillus subtilis (B) د نیالګیو قد په ترتیب سره ٪۱۷۳.۱۹ او ٪۱۹۱.۳ لوړ کړی او یوازې A10 د ریښو وزن ٪۳۶۳.۱۷ زیات کړی(Mannai., 2023). په یوه څېړنه کې د ترایکودرما ډولونه د غله جاتو په کروندو کې د Fusarium د مخنیوي سبب شوي(Modrzewska et al., 2022). همدا ډول، د سبو کروندو کې د Rhizoctonia او Pythium ناروغیو پر ضد د ترایکودرما کارونه د نباتاتو د ریښو روغتیا او حاصل ښه‌والي ته مثبت اغېز ښودلی دی(Elshahawy et al El-Mohamedy., 2019). په مجموع کې ترایکودرما نه یوازې د نباتي فنګسي ناروغیو د کنټرول له پاره یو چاپېریال‌دوست او اقتصادي حل لاره ده، بلکې د نباتاتو د فزیولوژیکي فعالیتونو، غذایي جذب، او دفاعي سیستم د فعالولو له لارې د زراعتي پایدارۍ له پاره مهم رول لري(Aydın, 2015; Şentürk & Abacı-günyar, 2019).

د ترایکودرما د کارونې طریقې

د ترایکودرما فنګس د نبات ناروغونکو فنګسونو د بیولوژیکي کنټرول له پاره په مختلفو طریقو استفاده کېږي او د استعمال هره طریقه یې اغېزمنه ثابته شوې ده. د پتوجنونو په وړاندې د نوموړي فنګس استعمال طریقو کې د تخم پوښل(معامله کول)، د خاورې معامله کول او د پاڼیزو برخو سپرې کول شامل دي. کرل کېدونکو تخمونو سره د تخم پوښل د ناروغیو د مخنیوي له پاره لومړنی ګام دی، چې پکې تخمونه د یاد ګټور فنګس سپورونو سره پوښل (معامله) کېږي تر څو د تخم ټوکېدنې له پیل سره د نباتي امراضو د عاملینو په مقابل کې دفاعي حالت فعال شي(Lo et al., 1997). په مجموع کې د T. harzianum او T. viride ډولونه په هر دریو (د تخم پوښلو، خاورې درملنې او د پاڼیزو برخو سپرې کولو) میکانېزمونو له لارې د ناروغیو شدت په واضح ډول راکموي، او د نباتاتو د ودې او حاصل لوړوالي ته وده ورکوي(Lo et al., 1997). د خاورې درملنه د ریښو د ناروغیو لکه Fusarium او Pythium پر ضد موثره ده، چې پکې ترایکودرما د خاورې سره ګډېږي یا د کرل کېدونکي نبات د ریښو شاوخوا تطبیقېږي. د پاڼو سپرې کول د پاڼو او میوو د ناروغیو لکه Botrytis cinerea پر ضد کارول کېږي، چې پکې مایع بیولوژیکي آفت وژونکي (Liquid biopesticid) د نبات د پاڼیزو برخو سطحه پوښي. ترایکودرما په بیلابیلو تجارتي شکلونو او بڼو بازار ته وړاندې کېږي، لکه پودر، مایع او

دانې، چې د ترایکودرما د پودري بڼې کارونه د تخم پوښلو او خاورې درملنې له پاره، مایع بڼه یې د سپرې کولو له پاره غوره ده او دانې بڼه یې د خاورې سره مستقیم ګډولو له پاره کارول کېږي. د کارونې وخت باید د نبات د ټوکېدنې، کښت او یا هم د ناروغۍ د لومړیو نښو ښکاره کېدلو پر مهال وي، د استعمال اندازه یې معمولاً د محصول ډول او د ناروغۍ شدت ته په کتو ټاکل کېږي (مثلاً ۱۰–۲۰ ګرامه پودر یا ۵–۱۰ ملي لیتر مایع په لیتر اوبو کې). د تکرار کرتونه یې بیا د ناروغۍ دوام او چاپېریالي شرایطو سره تړاو لري، خو معمولاً هر ۱۵–۲۰ ورځو کې یو ځل تطبیق وړاندیز کېږي. په ساحوي او لابراتواري تجربو کې ثابته شوې چې د ترایکودرما منظم کارونه نه یوازې د ناروغیو شدت کموي، بلکې د نباتاتو د ودې، ریښو پراختیا، غذایي جذب، او حاصل لوړوالي ته هم وده ورکوي. تحقیقاتو ته په کتلو دا طریقې د افغانستان د زراعتي شرایطو سره همغږي لري، او د محلي نباتي فنګسي ناروغیو پر ضد د تطبیق وړ دي (Taylor et al., 1994; Azarmi et al., 2011).

د ترایکودرما د کارونې ګټې او محدودیتونه

ترایکودرما د نباتي فنګسي ناروغیو د بیولوژیکي کنټرول له پاره یو چاپېریال‌دوست، موثر او اقتصادي بدیل ګڼل کېږي. دا ګټور فنګس د نباتي پتوجنیک فنګسونو په وړاندې د کیمیاوي فنګس وژونکو پر ځای کارول کېږي، چې له امله یې د انساني روغتیا، خاورې او اوبو د آلودګۍ خطر کمېږي(Özkale, 2017). کارونه یې د کرنیزې پایدارۍ له پاره مهم رول لري، ځکه دا فنګس د نبات دفاعي سیستم فعالوي، د نبات په وسیله د غذایي موادو جذب ته وده ورکوي او د نباتي محصولاتو د کیفیت غوره والي او کمیت زیاتوالي سبب ګرځي(Kılınç & Dinler, 2021). د فوایدو درلودلو سره سره د ترایکودرما کارونه ځینې محدودیتونه هم لري، چې باید په علمي ډول یې مدیریت کولو ته پام وشي. دا چې دا فنګس یو ژوندی مایکرو ارګانیزم دی نو د تودوخې، رطوبت او pH (تېزابیت یا القلیت) شرایطو ته ډېر حساس دی. له همدې امله، د دې فنګس ذخیره کول، انتقالول، او ثبات ساتل ستونزمن دي(Mukhopadhyay & Kumar, 2020).

کله چې دا فنګس د استعمال له پاره د طبیعي آفت ضد موادو په حیث په تجارتي بېلابېلو شکلونو تولیدېږي نو باید د تولید، بسته‌بندۍ او استعمال پر وخت داسې شرایط برابر شي چې د فنګس سپورونه (تخمونه یا ژوندی حجرې) ژوندي پاتې شي. یعنې، د تولید پر وخت یې باید حرارت، رطوبت، او نور فکتورونه کنټرول شي. د بسته‌بندۍ پر وختې یې باید داسې بوتل، پاکټ یا کانتینر وکارول شي چې فنګس ته هوا، رطوبت یا نور زیان ونه رسوي. او د استعمال پر وخت یې باید دا مواد په داسې وخت او طریقه وکارول شي چې فنګس ژوندی پاتې شي او خپل اثر ورکړي. همدارازډ، د دې فنګس اغېزمنتیا یا ګټه اخیستنه له محلي شرایطو سره تړلې ده. یعنې د خاورې ډول، د سیمې اقلیم، د کرل شویو نباتاتو نوعیت او د ناروغیو رامنځته کوونکو فنګسونو ډولونه باید په پام کې ونیول شي تر څو دا فنګس ښه نتیجه ورکړي. نو ځکه، د دې فنګس موثره استعمال له پاره مهمه ده،

چې په ساحه کې عملي تجربې وشي، د محلي شرایطو سره یې تطابق وڅېړل شي او علمي ارزونه ترسره شي(Özkale, 2017).

د ترایکودرما تولید او بازار موندنه

د دې فنگس تولید د نباتي پتوجنیک فنگسونو بیولوژیکي کنټرول د پراخولو له پاره نه یوازې تجارتي ارزښت لري بلکې د علمي څېړنو او ساحوي تطبیق له پاره هم حیاتي ارزښت لرونکې موضوع ده. د محلي تولید امکانات د دې فنگس د ساده کشت، چټک ودې او ارزانه غذایي موادو پر بنسټ پراخ دي. د تولید لړۍ له لابراتواري مرحلو پیلېږي، چې پکې له خاورې، کمپوست یا نباتي پاتې شونو څخه د رابېلولو(ایزولیشن) د مایکروبیولوژیکي تخنیکونو د نمونې مرحله وار رقیق کول، د فنجي د کشت له پاره د محلول اچولو طریقه، د فنجي د خپرولو طریقه د آگار(غذایي موادو) پر سطحه، د معینې تودوخې، رطوبت، او pH کنټرول سره روزنه شامل دي. د ایزولیشن له پاره PDA (Potato Dextrose Agar)یا MEA (Malt Extract Agar) محیطونه کارول کېږي، او د فنگس خالص کول د فرعي‌کلچر له لارې تر سره کېږي. د دوه‌گونې کشت تخنیک ترایکودرما د پتوجنیک فنگس پر ضد د مستقیمې اغېزمنتیا ارزولو له پاره کارول کېږي، چې پکې دواړه فنگسونه په یوه پیټري ډش کې کشت کېږي او د ودې مخنیوي ساحه اندازه کېږي(Kılınç & Dinler, 2021; Aydın, 2015; Özkale, 2017). د بایوتکنالوژۍ رول د یاد فنگس د تولید، اصلاح او ثبات لوړولو له پاره بنسټیز دی. د جین انتخاب د مقابل فنگس مرکباتو د تولید زیاتوالی او د سپورونو د ژوند دوام لوړول د بایوتکنالوژیکي پروسو له لارې ممکن دي. د تجارتي طبعي افت وژونکو د پودر، مایع او دانه ډول بڼو تولید د بایوتکنالوژۍ پر مټ معیاري کېږي، چې د بازار اړتیاوو سره همغږي لري. د ساحوي تجربو پراختیا، د بزگرانو روزنه او د بازار د تقاضا تحلیل باید د تولید ستراتیژۍ برخه وي تر څو د دې فنجي تطبیق د کرنیزو محصولاتو د ناروغیو په مدیریت کې موثر رول ولوبوي(Gül & Eltem, 2022; Duraçe, Dikmetaş, & Güler, 2024; Aydın, 2015; Özkale, 2017).

پایله اخیستنه

ترایکودرما یو له مهمو بیولوژیکي کنټرول کوونکو فنگسونو څخه دی، چې د نباتي فنگسي ناروغیو د مخنیوي او مدیریت له پاره کارول کېږي. دا فنگس د خپل ژوندي بیولوژیکي جوړښت، چټکې ودې او د چاپېریال سره د تطابق وړتیا له امله د زراعتي ناروغیو پر ضد مؤثره وسیله گڼل کېږي. ترایکودرما د بیولوژیکي کنټرول بېلابېل میکانیزمونه لري لکه میکوپارازیتیزم، سیالي، انتیبیوزیس، او د نبات د دفاعي سیستم تحریک. دا فنگس د فنگسي ناروغیو لکهFusarium ، Rhizoctonia،

Pythium، Sclerotinia او نورو پر ضد اغېزناک ثابت شوی دی. د ترایکودرما د کارونې طریقې لکه د تخمونو درملنه، د خاورې اصلاح، او د پاڼو سپرې کول، د زراعتي تولید لوړوالي او د کیمیاوي موادو کارونې کمښت ته لاره هواروي. سره له دې چې ترایکودرما استعمال ګڼې ګټې لري خو د اقلیمي شرایطو، د کوربه نبات ډول او د فنګسي تنوع له امله محدودیتونه هم لري. د ترایکودرما تولید، جوړونه او بازار موندنه باید د محلي شرایطو سره سم تنظیم شي تر څو د دې فنګس اغېزمنتیا لوړه شي.

اخځیکونه

Akdoğan, A., Divrikli, Ü., & Elçi, L. (2012). Pestisitlerin önemi ve ekosisteme etkileri. *Akademik Gıda*, *10*(1), 125-132.

Aydın, M. H. (2015). Bitki fungal hastalıklarıyla biyolojik savaşta Trichoderma'lar. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, *2*(2), 135-148.

Azarmi, R., Hajieghrari, B., & Giglou, A. (2011). Effect of Trichoderma isolates on tomato seedling growth response and nutrient uptake. *African journal of Biotechnology*, *10*(31), 5850-5855.

Duraçe, E., Dikmetaş, D. N., & Güler, F. K. (2024). Biyokontrol Yaklaşımı ile Küflerin Kontrolü. *ITU Journal of Food Science and Technology*, *2*(1), 29-40.

Elshahawy, I. E., & El-Mohamedy, R. S. (2019). Biological control of Pythium damping-off and root-rot diseases of tomato using Trichoderma isolates employed alone or in combination. *Journal of Plant Pathology*, *101*(3), 597-608.

Gül, D. M., & Eltem, R. (2022). Bazı Gübre ve Fungisitlerin Trichoderma Türlerinin Büyümesine Etkisinin in vitro Koşullarda İncelenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, *32*(2), 167-181.

Gümrükcü, E., & Gölükçü Ş. B. (2005). Süs Bitkilerinde Görülen Fungal Ve Bakteriyel Hastalıklar. *Derim*, *22*(2), 10-19.

Hjeljord, L. G., Stensvand, A., & Tronsmo, A. (2001). Antagonism of nutrient-activated conidia of Trichoderma harzianum (atroviride) P1 against Botrytis cinerea. *Phytopathology*, *91*(12), 1172-1180.

Kahraman, Ç. Ö., & Yıldız, F. (2019). Bitki Fungal Hastalıkları ile Biyolojik Savaşımda Yeni Yaklaşımlar: Fungal Virüsler. *İzlek Akademik Dergi*, *2*(1), 33-48

Kılınç, D., & Dinler, H. (2021). Biyolojik Mücadelede Trichodermalar ve Biyolojik Kontrol Mekanizmaları. *Uşak Üniversitesi Fen ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *5*(2), 201-224.

Korolev, N., Rav David, D., & Elad, Y. (2008). The role of phytohormones in basal resistance and Trichoderma-induced systemic resistance to *Botrytis cinerea* in Arabidopsis thaliana. *Biocontrol*, *53*(4), 667-683.

Lo, C. T., Nelson, E. B., & Harman, G. E. (1997). Improved biocontrol efficacy of Trichoderma harzianum 1295-22 for foliar phases of turf diseases by use of spray applications. Plant disease, 81(10), 1132-1138.

Mannai, S., & Boughalleb-M'Hamdi, N. (2023). Evaluation of Trichoderma harzianum, Bacillus subtilis and Aspergillus species efficacy in controlling Pythium ultimum associated with apple seedlings decline in nurseries and their growth promotion effect. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, *33*(1), 59.

Modrzewska, M., Bryła, M., Kanabus, J., & Pierzgalski, A. (2022). Trichoderma as a biostimulator and biocontrol agent against Fusarium in the production of cereal crops: Opportunities and possibilities. *Plant Pathology*, *71*(7), 1471-1485.

Mukhopadhyay, R., & Kumar, D. (2020). Trichoderma: a beneficial antifungal agent and insights into its mechanism of biocontrol potential. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, *30*(1), 133.

Naar, Z., & Kecskés, M. (1998). Factors influencing the competitive saprophytic ability of Trichoderma species. Microbiological Research, 153(2), 119-129.

Nakkeeran, S., Vinodkumar, S., Priyanka, R., & Renukadevi, P. (2018). Mode of action of Trichoderma spp. in biological control of plant diseases. *Biocontrol of Soil Borne Pathogens and Hematodes*, 81-95.

Özkale, E. (2017). Tarımsal üretimde yararlanılan Trichoderma ürünleri ve metabolitleri. *International Journal of Secondary Metabolite*, *4*(2), 123-136.

Özaktan, H., Aysan, Y., Yıldız, F., & Kınay, P. (2010). Fitopatolojide biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, *1*(1), 61-78.

Reithner, B., Ibarra-Laclette, E., Mach, R. L., & Herrera-Estrella, A. (2011). Identification of mycoparasitism-related genes in Trichoderma atroviride. *Applied and environmental microbiology*, *77*(13), 4361-4370.

Şentürk, Ş., & Abacı-günyar, O. (2019). Fungal Biyokontrol Ajanları ve Metabolitleri. *Mantar Dergisi*, *10*(1), 70-83.

Singh, S. P., Pandey, S., Mishra, N., Giri, V. P., Mahfooz, S., Bhattacharya, A., ... & Mishra, A. (2019). Supplementation of Trichoderma improves the alteration of nutrient allocation and transporter genes expression in rice under nutrient deficiencies. Plant Physiology and Biochemistry, 143, 351-363.

Taylor, A. G., Harman, G. E., & Nielsen, P. A. (1994). Biological seed treatments using Trichoderma harzianum for horticultural crops. *HortTechnology*, *4*(2), 105-109.

Vallad, G. E., & Goodman, R. M. (2004). Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. Crop science, 44(6), 1920-1934.

Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Woo, S. L., & Lorito, M. (2008). Trichoderma–plant–pathogen interactions. *Soil biology and Biochemistry*, *40*(1), 1-10.