

Βακτεριακή κηλίδωση στην πιπεριά στη Βουλγαρία

Автор(и): гл. ас. д-р Катя Василева, ИЗК "Марица" - Пловдив ; доц. д-р Величка Тодорова, ИЗК "Марица", ССА

Дата: 20.04.2024 Број: 4/2024



Περίληψη

Μια οικονομικά σημαντική ασθένεια της πιπεριάς στη Βουλγαρία είναι η βακτηριακή κηλίδωση που προκαλείται από τις *Xanthomonas euvesicatoria* και *Xanthomonas vesicatoria*. Τα βακτήρια απομονώνονται από φύλλα με συμπτώματα χαρακτηριστικά της βακτηριακής κηλίδωσης σε διαγνωστικά θρεπτικά μέσα. Οι παθογόνες ιδιότητες των ληφθέντων στελεχών επαληθεύτηκαν με ένεση καπνού. Η ταυτοποίηση των παθογόνων πραγματοποιήθηκε με βάση φυσιολογικές, βιοχημικές και γενετικές μεθόδους. Ο παθότυπος και οι φυλές προσδιορίστηκαν με διήθηση κενού. Μικρές, ακανόνιστες, υδατοποτιστές, νεκρωτικές κηλίδες που περιβάλλονται από χλωρωτικό δακτύλιο, χαρακτηριστικές της *X. euvesicatoria*, σχηματίζονται στα φύλλα της

πιπεριάς. Η *X. vesicatoria* σχηματίζει μεγάλες, μονήρεις καφέ, υδατοποτιστές βλάβες που μπορούν να καλύψουν ολόκληρη την επιφάνεια του φύλλου. Ένας νεκρωτικός δακτύλιος σχηματίζεται στη βάση του μίσχου, και τα φύλλα πέφτουν. Νεκρωτικές κηλίδες περιβάλλουν το μίσχο του καρπού σε δακτύλιο. Οι κηλίδες στους πράσινους καρπούς είναι υδατοποτιστές, μονήρεις ή ίχνη, βυθισμένες. Στα κόκκινα φρούτα σχηματίζονται έλκη διαφορετικών χρωμάτων. Διαπιστώνεται ότι η *Xanthomonas euvesicatoria* απομονώνεται συχνότερα από την πιπεριά. Η ανάλυση του παθοτύπου αποκαλύπτει διαφορές στους κυρίαρχους πληθυσμούς παθογόνων στην πιπεριά. Στον μελετώμενο πληθυσμό στελεχών που ανήκουν στα είδη *Xanthomonas vesicatoria* και *Xanthomonas euvesicatoria*, κυριαρχεί ο παθότυπος πιπεριάς-ντομάτας (PT), ο οποίος είναι εξίσου επικίνδυνος τόσο για την πιπεριά όσο και για την ντομάτα, εξηγώντας τις σοβαρές ζημιές και στις δύο καλλιέργειες στη Βουλγαρία. Διαπιστώνεται ότι ο παθότυπος της πιπεριάς υπερισχύει στην *Xanthomonas euvesicatoria*.

Η ασθένεια αναφέρθηκε για πρώτη φορά στη χώρα μας από τον Karov (1965). Η *X. euvesicatoria* είναι ένας άκρως εξειδικευμένος αιτιολογικός παράγοντας της βακτηριακής κηλίδωσης στην πιπεριά στη Βουλγαρία. Το είδος *X. vesicatoria* είναι ο κύριος αιτιολογικός παράγοντας της βακτηριακής κηλίδωσης στις ντομάτες, προκαλώντας επίσης ασθένεια στην πιπεριά. Έχει διαπιστωθεί ότι η *X. euvesicatoria* βρίσκεται σε στενότερη αλληλεπίδραση με την πιπεριά παρά με την ντομάτα και είναι εξειδικευμένη στο γονιδίωμα του γένους *Capsicum*.

Τα βακτήρια απομονώνονται από φύλλα με συμπτώματα χαρακτηριστικά της βακτηριακής κηλίδωσης σε διαγνωστικά θρεπτικά μέσα. Οι παθογόνες ιδιότητες των ληφθέντων στελεχών επαληθεύτηκαν με ένεση καπνού. Η ταυτοποίηση των παθογόνων πραγματοποιήθηκε με βάση φυσιολογικές, βιοχημικές και γενετικές μεθόδους. Ο παθότυπος και οι φυλές προσδιορίστηκαν με διήθηση κενού.

Μικρές, ακανόνιστες, υδατοποτιστές, νεκρωτικές κηλίδες που περιβάλλονται από χλωρωτικό δακτύλιο, χαρακτηριστικές της *X. euvesicatoria*, σχηματίζονται στα φύλλα. Η *X. vesicatoria* σχηματίζει μεγάλες, μονήρεις καφέ, υδατοποτιστές βλάβες που μπορούν να καλύψουν ολόκληρη την επιφάνεια του φύλλου (Εικόνα 1 και Εικόνα 2). Ένας νεκρωτικός δακτύλιος σχηματίζεται στη βάση του μίσχου, και τα φύλλα πέφτουν. Νεκρωτικές κηλίδες περιβάλλουν το μίσχο του καρπού σε δακτύλιο. Οι κηλίδες στους πράσινους καρπούς είναι υδατοποτιστές, βυθισμένες, μονήρεις ή ίχνη. Στα ώριμα φρούτα σχηματίζονται έλκη διαφορετικών χρωμάτων.



Συμπτωματικές εκδηλώσεις που προκαλούνται από τις *X. euvesicatoria* και *X. vesicatoria*

Διαπιστώνεται ότι η *Xanthomonas euvesicatoria* απομονώνεται συχνότερα από την πιπεριά. Η ανάλυση του παθοτύπου αποκαλύπτει διαφορές στους κυρίαρχους πληθυσμούς παθογόνων στην πιπεριά. Στον μελετώμενο πληθυσμό στελεχών που ανήκουν στα είδη *Xanthomonas vesicatoria* και *Xanthomonas euvesicatoria*, κυριαρχεί ο παθότυπος πιπεριάς-ντομάτας (PT), ο οποίος είναι εξίσου επικίνδυνος τόσο για την πιπεριά όσο και για την ντομάτα, εξηγώντας τις σοβαρές ζημιές και στις δύο καλλιέργειες στη Βουλγαρία. Διαπιστώνεται ότι ο παθότυπος πιπεριάς (P) υπερισχύει στην *Xanthomonas euvesicatoria*. Τα απομονώματα που ανήκουν στην *X. euvesicatoria* ταξινομούνται ως παθότυποι P και PT. Οι φυλές που προσδιορίστηκαν στον P είναι P6 και P4. Οι φυλές P4T2 και P2T2 ταυτοποιήθηκαν στον PT. Η κυρίαρχη φυλή στον PT είναι η P4 σε συνδυασμό με την T2. Στον παθότυπο πιπεριάς P της *X. vesicatoria*, διαφοροποιήθηκαν οι φυλές P0, P2 και P3. Οι κυρίαρχες φυλές στον PT της *X. vesicatoria* είναι P1T2 και P9T2.



Συμπτώματα βακτηριακής κηλίδωσης στα φύλλα πιπεριάς

Η βακτηριακή κηλίδωση στην πιπεριά καταγράφεται συχνότερα εάν η καλλιέργεια βρίσκεται κοντά σε ντομάτες ή σε αμειψισπορές όπου οι δύο καλλιέργειες εναλλάσσονται. Η ταυτόχρονη καλλιέργεια πιπεριάς και ντομάτας σε ορισμένες περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε ανταλλαγή μεταξύ των πληθυσμών ντομάτας και πιπεριάς.

Μια μελέτη των Vasileva και Bogatzevska (2022) διαπίστωσε ότι οι ποικιλίες Shipka, Kambi και Kariya είναι ανθεκτικές στην *X. euvesicatoria* P4T2t (απομονωμένη από ντομάτα) και ελαφρώς ευαίσθητες στην *X. euvesicatoria* P4T2p (απομονωμένη από πιπεριά) και *X. vesicatoria* P2, P3T2p, P1T2t. Η Shipka είναι ανθεκτική

στην *X. vesicatoria* P1T2t, και η Calabre στην *X. euvesicatoria* P3. Οι ποικιλίες Shipka και Ivaylovska Kariya είναι ελαφρώς ευαίσθητες στην *X. euvesicatoria* P3, ενώ η Bulgarian Ratund είναι ευαίσθητη. Η ποικιλία Bulgarian Ratund, όταν ενοφθαλμίζεται τεχνητά με τους αιτιολογικούς παράγοντες της βακτηριακής κηλιδώσης, αντιδρά με σοβαρή αποφύλλωση. Η περιεκτικότητα σε αλκαλοειδή και καψαϊκίνη στους ιστούς της ποικιλίας Calabre περιορίζει τη διείσδυση και τον πολλαπλασιασμό της *X. euvesicatoria* (P3, P4T2 p, t) στα φύλλα.

Μελετήθηκε η σχέση των ποικιλιών Pazardzhishka Kariya και Pirin, οι οποίες χαρακτηρίζονται από σύνθετη ανθεκτικότητα και στα δύο παθογόνα (*X. euvesicatoria* και *X. vesicatoria*). Μονομερής ανθεκτικότητα στην *X. euvesicatoria* P παρουσιάζεται από την ποικιλία Fitostop, και στην *X. vesicatoria* PT – από τις ποικιλίες Zlaten Medal 7, Dzhulyunska Shipka 1021 και Chorbadzhiyski. Υψηλή ανθεκτικότητα και στα δύο βακτήρια παρουσιάζεται από την ποικιλία Zlaten Medal 7.

Μια μελέτη που διεξήχθη από τους Vancheva et al. (2016) σε 23 ποικιλίες πιπεριάς (17 από τη Βουλγαρία, 5 από τη Σερβία και 1 από την Ιταλία) διαπίστωσε διακυμάνσεις στον βαθμό προσβολής μετά από τεχνητό ενοφθαλμισμό με *X. euvesicatoria* P και *X. vesicatoria* PT. Διαπιστώθηκε ότι όλες οι ποικιλίες πιπεριάς κωνικού τύπου είναι ευαίσθητες στην *X. euvesicatoria* P. Αναφέρθηκε μια μέτρια ευαίσθητη αντίδραση για τις Hebar και Ekstaza, μια ευαίσθητη αντίδραση για τις Yasen F₁ και Delfina, και μια πολύ ευαίσθητη αντίδραση για τη Sivriya 600. Μεταξύ των τύπων Kariya, ιδιαίτερα ευαίσθητες και στα δύο στελέχη παθογόνων είναι οι Kariya UV-Vertus, Sofiyska Kariya και Familiya. Η Quadrato D "Asti Giallo (var.dolma) από την Ιταλία είναι μέτρια ευαίσθητη στους παθότυπους P και PT και των δύο βακτηριακών ειδών. Οι βουλγαρικές ποικιλίες αυτού του τύπου είναι ευαίσθητες και στα δύο βακτήρια. Οι μικρόκαρπες πιπεριές (*microcarpum*) είναι ευαίσθητες στην *X. euvesicatoria*. Όλες οι ποικιλίες πιπεριάς για κόκκινη άλεση είναι ευαίσθητες στην *X. euvesicatoria*. Η ποικιλία IZK Kalin είναι μέτρια ευαίσθητη, και η ποικιλία IZK Rubin είναι ευαίσθητη.

Η βελτίωση ποικιλιών με σύνθετη ανθεκτικότητα είναι πιο ενδεδειγμένη για την εφαρμογή των καθιερωμένων ομάδων ανθεκτικότητας και στα δύο βακτήρια μαζί. Όλα αυτά θα υποστηρίξουν μελλοντικές προσεγγίσεις στην ανάπτυξη προγραμμάτων ανθεκτικότητας για ποικιλίες πιπεριάς στον βουλγαρικό πληθυσμό παθογόνων.

Η καταπολέμηση των βακτηριώσεων στην πιπεριά και την ντομάτα πραγματοποιείται συχνότερα με την εφαρμογή χημικών ουσιών. Υπάρχουν πολυάριθμα δεδομένα στη βιβλιογραφία ότι οι εκπρόσωποι του γένους *Xanthomonas* έχουν διαφορετικές ευαισθησίες σε χημικά στοιχεία, με ορισμένα από αυτά να είναι ανθεκτικά. Διαπιστώνεται ότι με την αύξηση της συγκέντρωσης των κατιόντων χαλκού, αυξάνεται και η ευαισθησία των βακτηρίων. Οι *X. vesicatoria* και *X. euvesicatoria* είναι ευαίσθητες στον θειικό χαλκό, τον οξυχλωριούχο χαλκό και τον υδροξειδίο του χαλκού.

Η μεγάλη ποικιλομορφία μεταξύ του παθοτύπου και των φυλών των παθογόνων που προκαλούν αυτή την ασθένεια τα καθιστά απειλή για την παραγωγή πιπεριάς παγκοσμίως, συμπεριλαμβανομένης της Βουλγαρίας, όπου η ασθένεια έχει γίνει ένα σημαντικό πρόβλημα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ), μέσω διαφόρων κανονισμών, στρατηγικών, νόμων κ.λπ., επιβάλλει ολοένα και αυστηρότερους περιορισμούς στη χρήση φυτοφαρμάκων λόγω των επιβλαβών επιπτώσεών τους στο περιβάλλον, την παραγωγή τροφίμων και την ανθρώπινη υγεία. Αυτό δικαιολογεί τη διεξαγωγή ακόμη πιο ενδεδειγμένων δραστηριοτήτων βελτίωσης για τη δημιουργία γραμμών και ποικιλιών πιπεριάς ανθεκτικών στην προσβολή από αυτά τα παθογόνα.

Βιβλιογραφία

1. Bogatzevska N and Pandeva R, 2009. Αντίδραση προσβάσεων βουλγαρικής πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.) σε *Xanthomonas euvesicatoria* και *X. vesicatoria*. *Genetics and Breeding*, 38, 43-48.
2. Bogatzevska N and Pandeva R, 2009. Αντίδραση προσβάσεων βουλγαρικής πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.) σε *Xanthomonas euvesicatoria* και *X. vesicatoria*. *Genetics and Breeding*, 38, 43-48.
3. Bogatzevska N, Pandeva R and Stoimenova E, 2006. Πηγές ανθεκτικότητας σε *Xanthomonas vesicatoria* (PT) και *Phytophthora capsici* σε προσβάσεις από το γένος *Capsicum*. Σε: Πρακτικά Επιστημονικής Διάσκεψης με διεθνή συμμετοχή, Stara Zagora, 1, 222-227 (Βουλγαρικά).
4. Bogatzevska N, Stoimenova E and Mitrev S, 2007. Εξάπλωση βακτηριακών και ιογενών ασθενειών σε Βουλγαρία και Μακεδονία στην πιπεριά αγρού. *Plant Protection*, 18, 17-21.
5. Bogatzevska N, Vancheva T, Vasileva K, Kizheva Y, Moncheva P, 2021. Μια επισκόπηση της ποικιλομορφίας των παθογόνων που προκαλούν βακτηριακή κηλίδωση στην ντομάτα και την πιπεριά στη Βουλγαρία. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27 (1) 137-146.
6. Bogatzevska N., T. Vancheva, K. Vasileva, Y. Kizheva, P. Moncheva. 2021. Μια επισκόπηση της ποικιλομορφίας των παθογόνων που προκαλούν βακτηριακή κηλίδωση στην ντομάτα και την πιπεριά στη Βουλγαρία. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 27 (1), 137-146.
7. Bogatzevska, N., Stoimenova, E., Mitrev, S. (2007). Εξάπλωση βακτηριακών και ιογενών ασθενειών σε Βουλγαρία και Μακεδονία στην πιπεριά αγρού. *Plant Protection* 18:17-21.
8. Ignjatov M, Gašić K, Ivanović M, Šević M, Obradović A, Milošević M, 2010. Χαρακτηρισμός στελεχών *Xanthomonas euvesicatoria* παθογόνων της πιπεριάς στη Σερβία. *Pesticidi i Fitomedicina*, 25 (2): 139–149. (Σερβικά)
9. Ignjatov, M., Gašić, K., Ivanović, M., Šević, M., Obradović, A. and Milošević, M. (2010). Χαρακτηρισμός στελεχών *Xanthomonas euvesicatoria* παθογόνων της πιπεριάς στη Σερβία. *Pesticidi i Fitomedicina*, 25 (2): 139–149. (Σερβικά)
10. Karov S, 1965. *Xanthomonas vesicatoria* (Doidge) Dowson στην πιπεριά στη χώρα μας. Επιστημονικές εργασίες, HAI 14, 245-250 (Βουλγαρικά).

11. Scortichini M. (1995) Le malattie batteriche delle colture agrarie e delle specie forestali. Edagricole-Edizioni Agricole, Bologna.
12. Vancheva T, Stoyanova M, Tasheva-Terzieva E, Bogatzevska N and Moncheva P, 2018. Μοριακές μέθοδοι για την αξιολόγηση της ποικιλομορφίας μεταξύ ξανθομονάδων βουλγαρικής και μακεδονικής πιπεριάς. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49S, 246-259.
13. Vancheva T, 2015. Φυτοπαθογόνα βακτήρια από το γένος *Xanthomonas* στο *Capsicum annuum*. Διδακτορική Διατριβή (Βουλγαρικά).
14. Vancheva, T. (2015). Φυτοπαθογόνες ξανθομονάδες φυτών πιπεριάς (*Capsicum annuum*). Διδακτορική Διατριβή. Πανεπιστήμιο Σόφιας “St. Kliment Ohridski”, Σόφια, Βουλγαρία, 262.
15. Vancheva, T., Stoyanova, M., Tatyozova, M., Bogatsevska, N. & Moncheva, P. (2014). Υποειδική ποικιλομορφία των βουλγαρικών και μακεδονικών στελεχών *Xanthomonas euvesicatoria* από πιπεριά. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*, 28 (4), 592- 601.
16. Vasileva K, Bogatzevska N, 2019. Φυλές του παθογόνου της βακτηριακής κηλίδωσης που προσβάλλουν το γένος *Capsicum* στη Βουλγαρία. *Agricultural Science and Technology*, 11, 2: 113-117.
17. Vasileva K, Bogatzevska N, 2021. Στατιστική ανάλυση της μεταβλητότητας ανθεκτικότητας προσβάσεων πιπεριάς σε *Xanthomonas euvesicatoria* και *X. vesicatoria*. *Agricultural Science and Technology*. Υπό έκδοση
18. Vasileva, K., & Bogatzevska, N. (2019). Φυλές του παθογόνου της βακτηριακής κηλίδωσης που προσβάλλουν το γένος *Capsicum* στη Βουλγαρία. *Agricultural Science and Technology*, 11(2), 113–117.
19. Vasileva, K., & Bogatzevska, N. (2022). Ανθεκτικότητα τύπων πιπεριάς σε *Xanthomonas euvesicatoria* και *Xanthomonas vesicatoria* – επιπτώσεις των ειδών, φυλών και εξειδίκευσης ξενιστών. *Agricultural Science and Technology*, 14(2), 44–53. <https://doi.org/10.15547/ast.2022.02.018>