

# Νέες τάσεις στη φυτοφαρμακευτική σε συνθήκες αστικής κηπουρικής

Автор(и): доц. д-р Желю Желев, Лесотехнически университет, София

Дата: 05.01.2026 Број: 1/2026



Πλήθος παλαιότερων μελετών, που κερδίζουν ολοένα και περισσότερο έδαφος σήμερα, δείχνουν ότι τα φυτά δεν είναι αδρανή αντικείμενα που απαιτούν συνεχή φροντίδα για την προστασία τους. Αποτελούν ένα ολοκληρωμένο ζωντανό σύστημα, που διαθέτει υψηλά εξελικτικά ανεπτυγμένους μηχανισμούς αυτοάμυνας σε ένα εχθρικό περιβάλλον. Πέρα από διάφορες μηχανικές μορφολογικές προσαρμογές – αγκάθια, δυσάρεστη οσμή, συγκεκριμένα χρώματα κ.λπ. – επιδεικνύουν επίσης ένα συγκεκριμένο σύστημα σχηματισμού διαφόρων βιοχημικών ουσιών με τις οποίες αμύνονται έναντι επιθέσεων από έντομα, φυτοπαθογόνα και μη εντομολογικούς εχθρούς. Ακριβώς αυτές οι βιοχημικές ουσίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή περιβαλλοντικά φιλικής φυτοπροστασίας σε συνθήκες αστικής κηπουρικής.

Στα φυτά υπό καταστάσεις στρες, σχηματίζονται κυρίως δύο τύποι άμυνας:

A) μη ειδικόί – προ-μολυσματικοί μηχανισμοί άμυνας, και

B) ειδικόί – μετά την έναρξη της λοιμώδους διαδικασίας.

Η μη ειδική άμυνα πραγματοποιείται από ουσίες διαφόρων τύπων, δομών και βιοχημείας που υπάρχουν στους φυτικούς ιστούς, ανεξάρτητα από το αν εκτίθενται σε παράσιτο ή όχι. Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν: διάφορες πρωτεΐνες· κυανογενείς γλυκοσιδες· γλυκοσινολάτες· αλκαλοειδή· φαινόλες και σαπωνίνες (Nikolon, 2017)

Αυτές οι ουσίες, και πολλές άλλες διαφορετικής σύνθεσης, ονομάζονται **φυτοντοκτόνα (phytoncides)**. Είναι επίσης γνωστές ως φυτικά αντιβιοτικά και είναι συχνότερα τερπένια ως προς τη σύνθεση, εξαιρετικά πτητικές ενώσεις που σχηματίζουν έναν χωρικό προστατευτικό φραγμό γύρω από τους φυτικούς ιστούς (Stancheva, 2004). Πρόσφατα, η εργασία για αυτό το πρόβλημα στη βιολογική γεωργία, και ιδιαίτερα η εφαρμογή φυτοντοκτόνων, έχει βρει ολοένα και ευρύτερη χρήση στην πράξη. (Ayzerman et al., 1984; Grainge & Ahmed, 1987; Regnault-Roger et al., 2008). Είναι αποδεκτό ότι τα φυτοντοκτόνα συμμετέχουν τόσο στη μη ειδική όσο και στην ειδική φυτική άμυνα έναντι των παρασίτων. Η σύνδεση εδώ είναι στενή, και το όριο δεν μπορεί να οριστεί· δηλαδή, με τη διείσδυση παθογόνων στον ξενιστή, η σύνθεση προ-μολυσματικών προστατευτικών ουσιών αυξάνεται προοδευτικά.

Με τη διείσδυση παρασίτων στο φυτό, εμφανίζεται μια διαδικασία γνωστή ως **«Συστηματική Επίκτητη Αντίσταση» (SAR, SDH)**. Αυτό αναφέρθηκε για πρώτη φορά το 1961 από τον Ross, ο οποίος διαπίστωσε ότι μια εντοπισμένη μόλυνση μπορούσε να οδηγήσει σε αντίσταση όχι μόνο έναντι μιας μεταγενέστερης επίθεσης από τον ειδικό αιτιολογικό παράγοντα της πρωτογενούς μόλυνσης αλλά και έναντι ενός ευρέος φάσματος άλλων παρασίτων. Αυτή η αντίσταση εκδηλώνεται αρχικά τοπικά – στο σημείο μόλυνσης – και στη συνέχεια εξαπλώνεται συστηματικά σε όλους τους φυτικούς ιστούς. Συνολικά, η SAR μπορεί να συγκριθεί με την ανοσοποίηση στους ανθρώπους, αν και οι υποκείμενοι μηχανισμοί είναι διαφορετικοί. Στη φύση, τα φυτά υπόκεινται σε συνεχή απειλή από παράσιτα, γι' αυτό και η SAR σχεδόν πάντα παρέχει στα φυτά μηχανισμούς για εξελικτικό πλεονέκτημα. Για παράδειγμα, σε αγγούρια που έχουν μολυνθεί με ανθράκωση, παρατηρείται επαγωγή SAR έναντι πολλών άλλων παρασίτων (μυκήτων και βακτηρίων). Ο χρόνος που απαιτείται για την ανάπτυξη της εξαρτάται από το φυτό και το παράσιτο. Για παράδειγμα, στα αγγούρια, παρατηρήθηκε αντίσταση περίπου 7 ώρες μετά τη μόλυνση με *Pseudomonas syringae*, ενώ στον καπνό που δέχτηκε επίθεση από *Peronospora parasitica*, παρατηρείται αντίσταση τύπου SAR 2 έως 3 εβδομάδες μετά την έναρξη της λοιμώδους διαδικασίας. Μόλις αναπτυχθεί, αυτός ο τύπος αντίστασης μπορεί να διαρκέσει έως και αρκετές εβδομάδες. Η ανάπτυξη της SAR σε ιστούς απομακρυσμένους από το σημείο μόλυνσης οφείλεται σε μια συγκεκριμένη, σε

ορισμένες περιπτώσεις άγνωστη, σηματοδοτική ουσία που παράγεται στο σημείο μόλυνσης, ενεργοποιώντας τους αμυντικούς μηχανισμούς του φυτού έναντι μελλοντικών επιθέσεων. Η SAR έχει επίσης αποδειχθεί μέσω της χρήσης ριζοβακτηρίων που αποικίζονται στη ριζόσφαιρα – η αντίσταση επαγόμενη στο φύλλωμα και στους μίσχους. Αυτό δείχνει ότι τα ριζοβακτήρια μπορούν να προστατεύσουν τα φυτά ολοκληρωμένα χωρίς να προκαλέσουν καμία βλάβη. Αυτή η μέθοδος ονομάζεται «Επαγόμενη Συστηματική Αντίσταση» - ISR. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες (Bhawsar, 2014), πρόκειται για δύο διαφορετικά φαινόμενα με συγκεκριμένες φυτικές αντιδράσεις μετά από επίθεση παρασίτου, με την ISR να είναι μια υπερευαίσθητη αντίδραση και την SAR να είναι ένα σύστημα ανάπτυξης φυτικής ανοσίας.

Ένα σημαντικό στοιχείο του συστήματος είναι επίσης η σύνθεση των λεγόμενων **φυτοαλεξινών (phytoalexins)**. Μελετήθηκαν για πρώτη φορά από τους Müller και Börgner το 1940, με την πρώτη απομονωμένη φυτοαλεξίνη από φύλλα μπιζελιού να ονομάζεται πισατίνη. Ο όρος φυτοαλεξίνη επιλέχθηκε για να δηλώσει μόρια που το φυτό απελευθερώνει ή παράγει ως αποτέλεσμα επίθεσης παρασίτου ή υπό την επίδραση αβιοτικών περιβαλλοντικών παραγόντων. Σήμερα, αυτή η έννοια ορίζεται ως φυτικά αντιβιοτικά που παράγονται στα φυτά υπό την επίδραση βιοτικών (μικροοργανισμοί, μύκητες, βακτήρια, ιοί) και αβιοτικών παραγόντων (Ingham, 1973). Μέχρι σήμερα, έχουν απομονωθεί πάνω από 350 φυτοαλεξίνες από περισσότερες από 30 βοτανικές οικογένειες και έχουν προσδιοριστεί οι δομές τους (Ahuja et al., 2012). Οι φυτοαλεξίνες είναι συγκεκριμένες για το φυτό, και καθεμία από αυτές μπορεί να επιδείξει φυτοπροστατευτική δράση έναντι πολλών παθογόνων. Έχει διαπιστωθεί ότι, ανάλογα με τη συγκέντρωση, η δράση τους μπορεί να είναι μυκητοκτόνος ή μυκητοστατική. Φυτοαλεξίνες έχουν απομονωθεί από σχεδόν όλα τα μέρη του φυτού – φύλλα, βλαστούς, ρίζες, καρπούς. Οι περισσότερες από αυτές είναι φαινολικές ενώσεις που συντίθενται μέσω της οδού του σικιμικού οξέος, άλλες μέσω της οδού σύνθεσης οξικού-μεβαλονικού και ακετυλο-μαλονικού οξέος (Benhamou, 2009). Ένα τυπικό παράδειγμα φυτοαλεξινών είναι το λεγόμενο στιλβένιο (3,4,5 διυδροξυστιλβένιο) – ρεσβερατρόλη. Σε αμπελώνες, ως αποτέλεσμα επίθεσης από *Botrytis cinerea*, *Plasmopara*, ή υπό στρες, ένζυμα μεταφοράς συνθέτουν αυτή τη φυτοαλεξίνη και μπλοκάρουν την ανάπτυξη φυτοπαθογόνων. Η ίδια η ρεσβερατρόλη, όταν εφαρμόζεται επιπρόσθετα μέσω επεξεργασίας, μπλοκάρει την κυτοχρωμική αναγωγή και τα ένζυμα μονοοξυγενάσης (Martinez, 2012).

---

#### Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Nikolov A., 2017. Φυτοφαρμακολογία, ISBN: 978-954-8319-71-3.
2. Stancheva Y., 2004. Γενική φυτοπαθολογία, ISBN: 954-6422-14-2.

3. Grainge M., Ahmed S., 1987. Εγχειρίδιο φυτών με έλεγχο παρασίτων.
4. Regnault-Roger C., Philogene B. J. R., Vincent C, 2008. Βιο-φυτοφάρμακα φυτικής προέλευσης, σ. 245.
5. Ross A.F., 1961. Συστηματική επίκτητη αντίσταση που προκαλείται από εντοπισμένες ιογενείς λοιμώξεις σε φυτά, *Virology* 14(3):340-358, DOI:10.1016/0042-6822(61)90319-1.
6. Bhawsar S., 2014. Επαγόμενη Συστηματική και Συστηματική Επίκτητη Αντίσταση, <https://www.biotecharticles.com/Agriculture-Article/InducedSystemic-and-Systemic-Acquired-Resistance-3227.html>.
7. Ingham J. L., 1973. Αντίσταση σε Ασθένειες σε Ανώτερα Φυτά Η Έννοια της Προ-μολυσματικής και Μετα-μολυσματικής Αντίστασης, *Journal of Phytopathology*, Vol 78(4), 314-335.
8. Ahuja I., Kissen R., Bones A. M., 2012. Φυτοαλεξίνες στην άμυνα έναντι παθογόνων. *Trends Plant Sci*, 17, 73-90, doi: 10.1016/j.tplants.2011.11.002.
9. Benhamou N., 2009. Η αντίσταση στα φυτά. Αρχές αμυντικής στρατηγικής και αγρονομικές εφαρμογές. Εκδόσεις TEC & DOC - Lavoisier, Παρίσι. 376 σ.
10. Martinez J. A., 2012. Φυσικά Μυκητοκτόνα που Λαμβάνονται από Φυτά, σ. 3-28, *InTech-Natural\_fungicides\_obtained\_from\_plants.pdf*
11. Novoa D., Payan J. J., Steva H., Goebet O., Vergnet, 1996. Δευτερογενείς Επιδράσεις του Βορδογάλιου Πολτού στο Ωίδιο του Αμπελιού, *Phytoma*, 487, 41-44.
12. Hristov A., 1969. Φυτοπαθολογία, Edi Zemizdat.
13. Decoin M., 1999. Αμπέλι και δημητριακά, οι αρετές του θείου. *Phytoma*, 514, 4.