



Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Βιολογίας

ΠΜΣ Οικολογία και Διαχείριση Βιοποικιλότητας
Περιβαλλοντική Βιοτεχνολογία

Βακτήρια ως παράγοντες βιοελέγχου φυτοπαθογόνων οργανισμών


Κόκκωνα Ηλέκτρα

Εισαγωγή

- Αναγκαία η αύξηση της γεωργικής παραγωγής
- Πληθυσμός της γης 9 δις έως 2050
- Παγκόσμια ετήσια απώλεια φυτικής παραγωγής 13-22% για τα είδη ρύζι σιτάρι καλαμπόκι και πατάτα
- Οικονομικό κόστος 13 δις δολάρια ΗΠΑ
- Πείνα και υποσιτισμός 800 εκατομμυρίων ανθρώπων παγκοσμίως
- Συνολική απώλεια φυτικής παραγωγής 20-40% (παθογόνοι μικροοργανισμοί, περιβαλλοντικά, εδαφικά και κλιματολογικά αίτια)

Εχθροί και παθογόνα φυτών

- Βακτήρια
- Μύκητες
- Ιοί
- Ιοειδή
- Φυτοπλάσματα
- Ζιζάνια
- Αρθρόποδα
 - Έντομα
 - Ακάρεα
- Νηματώδεις σκώληκες
- Μαλάκια
- Τρωκτικά



Δυσμενείς
Επιπτώσεις
Χημικών
φυτοφαρμάκ
ων

Στον Άνθρωπο

- Δερματολογικές
- Γαστρεντερικές
- Αναπνευστικές
- Ορμονικές
- Αναπαραγωγικές
- Νευρολογικές
- Καρκινογόνες

Στο Περιβάλλον

- Μείωση βιοποικιλότητας



Βιολογικός έλεγχος

- Ορίζεται η άμεση ή έμμεση καταστολή μιας ασθένειας ή του παθογόνου που την προκαλεί, από άλλον οργανισμό ή ομάδα οργανισμών.
- Ο ωφέλιμος μικροοργανισμός ονομάζεται Παράγοντας Βιολογικού Ελέγχου (BCA)
- Εφαρμόζεται με
 - ✓ Ψεκασμό
 - ✓ Εφαρμογή σε φυτευτικό υλικό (επικάλυψη σπόρων)
 - ✓ Ανάμειξη επιφανειών εδάφους
 - ✓ Ψεκασμός μετά τη συγκομιδή
 - ✓ Εφαρμογή αερολύματος

Ριζόσφαιρα ιρα

- Η περιοχή του εδάφους που επηρεάζεται από το ριζικό σύστημα των φυτών
- Σημείο εισόδου θρεπτικών στοιχείων και παθογόνων
- Ιδιαίτερα ευνοϊκό περιβάλλον για την ανάπτυξη μικροοργανισμών
- 10^{11} / gr μικροβιακά κύτταρα
- >30.000 είδη

Το μικροβίωμα της ριζόσφαιρας επηρεάζεται από:

- Βιοτικούς παράγοντες
 - ✓ γενετική φυτού
 - ✓ ηλικία φυτού
 - ✓ χαρακτηριστικά εκκρίματος ρίζας
 - ✓ μικροβίωμα φυτού
- Αβιοτικούς παράγοντες
 - ✓ Τύπος εδάφους (περιεκτικότητα νερού, θρεπτικές ουσίες, pH, ιχνοστοιχεία)
 - ✓ Κλίμα
 - ✓ Γεωργικές πρακτικές (λίπανση, άροση, άρδευση)
 - ✓ Προκαλλιέργεια



Ωφέλιμοι μικροοργανισμοί

- Βακτήρια και μύκητες με αμοιβαία συμβιωτικές σχέσεις με το φυτό ξενιστή
- Μικροοργανισμοί που προάγουν την ανάπτυξη του φυτού Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB)

Τρόποι Δράσης BCAs

- Άμεσοι Μηχανισμοί

1. Παραγωγή λυτικών ενζύμων

- ❖ Πρωτεΐνες

- ❖ Λιπάσες

- ❖ Αμυλάσες

- ❖ Χιτινάσες

2. Παραγωγή αντιμικροβιακών μορίων και μεταβολιτών

- ❖ Αντιβιοτικά

- ❖ Βακτηριοσίνες

- ❖ Πτητικές ενώσεις

- ❖ Λιποπεπτίδια

3. Παραγωγή βιομεμβρανών:

- ❖ Οργανωμένες κοινότητες μικροβίων

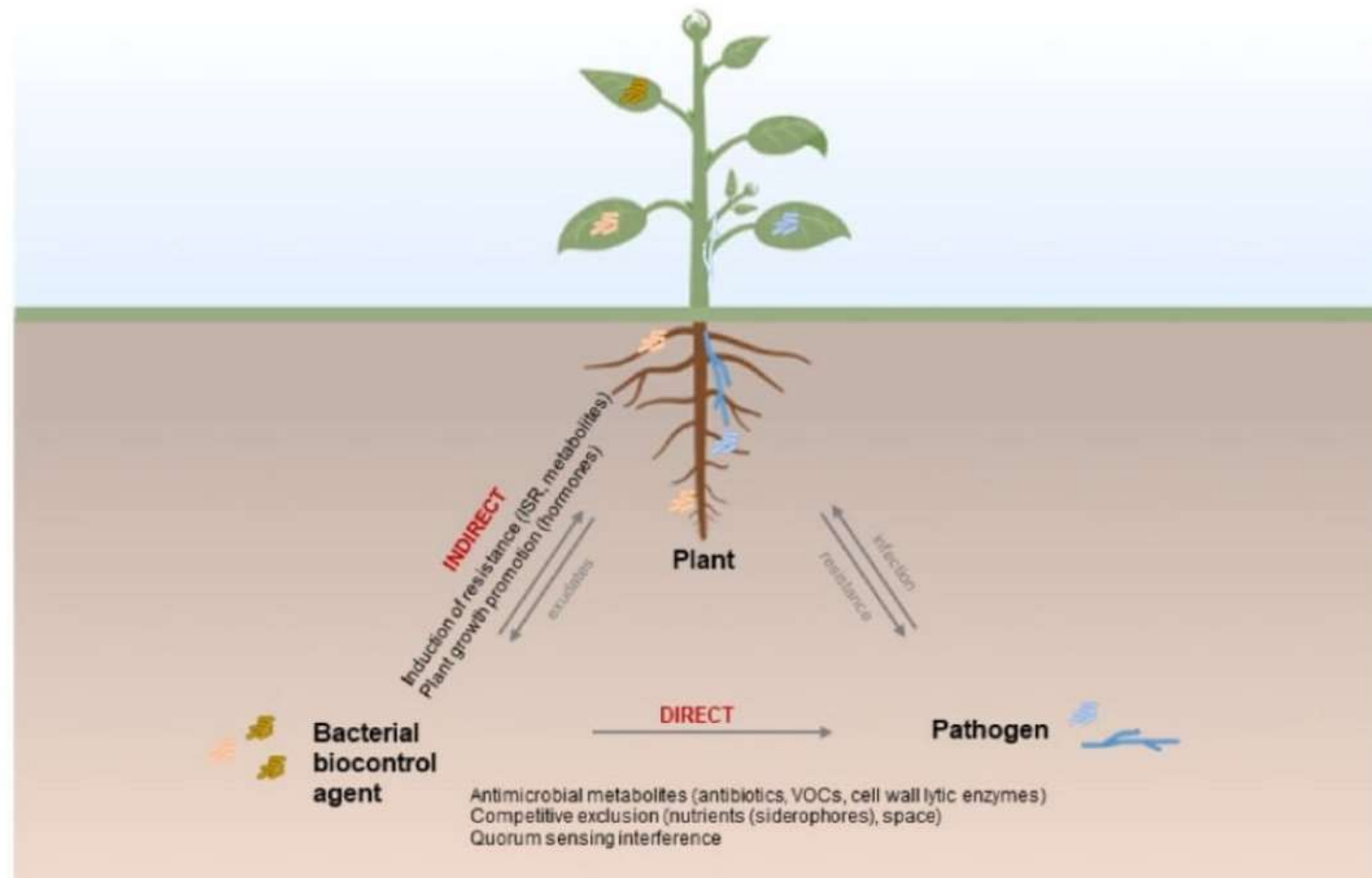
- ❖ Αλληλεπιδρούν μεταξύ τους μέσω της ανίχνευσης απαρτίας Quorum Sensing (QS)

4. Ανταγωνισμός για θρεπτικά συστατικά και χώρο

- ❖ Εξάντληση πηγών τροφίμων των παθογόνων

- ❖ Σιδηροφόρα

5. Παρασιτισμός και θήρευση



Εικόνα 1: Άμεσοι και Έμμεσοι Τρόποι Δράσης των BCA's (Bonaterra et al., 2022)

Τρόποι Δράσης BCAs

1. Επαγόμενη Συστημική Αντίσταση (Induced Systemic Resistance-ISR)

- ✓ Επάγεται από μη παθογόνα στελέχη
- ✓ Ενεργοποιεί τα γονίδια άμυνας των φυτών
- ✓ Ένωση σηματοδότησης - Ιασμωνικό οξύ

Διαχωρίζεται από την Επίκτητη Διασυστημική Αντοχή (Systemic Acquired Resistance-SAR) που επάγεται από παθογόνα στελέχη και έχει ως ένωση σηματοδότησης το Σαλικυλικό οξύ

2. Φυτορμόνες



Bacillus

- Στη ριζόσφαιρα, περιστασιακά στη φυλλόσφαιρα
- Κυρίως *Bacillus subtilis* complex
- Προαγωγή της ανάπτυξη των φυτών
- ✓ Μετατροπή αζώτου σε νιτρικά ιόντα και αμμώνιο
- ✓ Ακετοΐνη
- ✓ Αυξητικές ορμόνες
- ✓ Μείωση αβιοτικού στρες
- Καταστολή παθογόνων μικροοργανισμών με παραγωγή αντιμικροβιακών ουσιών
- ✓ Λιποπεπίδια (σουρφακτίνη)
- ✓ Εξωένζυμα (πρωτεάσες, χιτινάσες)
- ✓ Πτητικές οργανικές ενώσεις (πενταδεκάνιο, αιθυλοβενζόλιο, βενζοθειαζόλη)
- Ενίσχυση άμυνας μέσω ISR (φενγκυσίνη, ιτουρίνη A)
- Παρεμβολή στο Quorum Sensing των παθογόνων



Streptomyces

- Gram θετικά βακτήρια του εδάφους
- Παράγουν
 - ✓ Αντιμικροβιακές ενώσεις
 - ✓ Ανθελμινθικές ενώσεις
 - ✓ Λυτικά ένζυμα (χιτινάσες, πρωτεάσες)
 - ✓ VOCs
- Ενεργοποιούν μηχανισμούς αντίστασης του ξενιστή-ISR



Pseudomonas

- Αερόβιο gram αρνητικό βακτήριο
- Ριζόσφαιρα, Φυλλόσφαιρα, Ενδόσφαιρα
- Προαγωγή ανάπτυξης φυτών
- ✓ Φυτορμόνες
- ✓ Αύξηση αντοχής στο αβιοτικό στρες
- Καταστολή παθογόνων
- Ανταγωνισμός
- Δευτερογενείς μεταβολίτες - Αντιβιοτικές ουσίες (DAPG, φαιναζίνες, HCN, σεσιλίνη κλπ)
- Επαγωγή ISR
- Συνεργιστική σχέση με άλλα είδη



Serratia

- Gram αρνητικά βακτήρια
- Στελέχη χρήσιμα για τα φυτά και άλλα επιβλαβή για τον άνθρωπο
- Προαγωγή ανάπτυξης φυτών (αυξίνη)
- Δευτερογενείς μεταβολίτες και αντιμικροβιακές ουσίες (προδιγιοσίνη, Serrawettin W2)
- VOCs (dimethyl disulfide με αντιμικροβιακή δράση)
- Αντιμυκητιακές ενώσεις (ωοκυδίνη A)
- Αναστολή και άλλων παθογόνων όπως έντομα και νηματώδεις



Pantoea spp

- Gram αρνητικά βακτήρια
- Έκκριση αντιμικροβιακών ενώσεων (παντοκίνες, ερβικολίνες, μικροκίνες, φαίναζίνες)
- Ανταγωνιστικός αποικισμός
- Επαγωγή ISR
- Παρεμβολή στο QS των παθογόνων (λακτονάση)



Lactic Acid Bacteria

- Gram θετικά βακτήρια
- Βιοσυντηρητικά λαχανικών και φρούτων
- Αντιμικροβιακή δράση μέσω βακτηριοσινών, διοξειδίου του άνθρακα, διακετυλίου
- Ανταγωνισμός για θρεπτικά συστατικά και χώρο

Συζήτηση - Προβληματισμοί

- Παγκόσμια αγορά προϊόντων βιολογικού ελέγχου 4 δις δολάρια τον χρόνο
- Πρόβλεψη για 10,6 δις το 2027
- <5% της εμπορικής αξίας του τομέα φυτοπροστασίας
- Ερωτήματα:
 - ✓ Αξιόπιστα αποτελέσματα στο φυσικό περιβάλλον
 - ✓ Ανάπτυξη αντοχής φυτοπαθογόνων
 - ✓ Επιβλαβείς επιπτώσεις σε αγρότες και καταναλωτές
 - ✓ Εξέλιξη σε χωροκατακτητικά είδη
 - ✓ Εξάπλωση σε φυσικούς οικοτόπους
 - ✓ Βλάβη στα οικοσυστήματα



Εικόνα 3: Η πιθανή αγορά των βιοπαρασιτοκτόνων (Lahlali R. et al., 2022).

Σας ευχαριστώ
για την προσοχή
σας
