

Περιεχόμενο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΤΑΣΕΙΣ.....	2
Ανάπτυξη νέων φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών για την παραγωγή	2
Σωστή επεξεργασία του εδάφους	2
ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....	5
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΑ	6
Προτάσεις για τη νομοθεσία της ΕΕ σχετικά με τα Βιολιπάσματα.....	7
ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ.....	7
Προκλήσεις και δυνατότητες στην επιχείρηση Βιολογικό λίπασμα.....	8
Επιλογή τάσης-μετάβαση σε υγρά Βιολιπάσματα δεδομένου ότι είναι ανώτερα από τα Βιολιπάσματα σκόνης	9
Τάσεις στην τιμολόγηση και την προώθηση των πωλήσεων σωστών Βιολιπασμάτων	10
Η παγκόσμια αγορά Βιολιπασμάτων	10
Πωλήσεις και προώθηση της Χρήσης.....	11
Δημοσιότητα και κατάρτιση.....	11
ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΩΣ ΒΑΣΙΚΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΤΗΣ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΜΕ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ, ΤΗΝ ΑΝΟΧΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	12
Το μικροβίωμα: δυνητική σημασία των ευεργετικών μικροβίων στην αειφόρο γεωργία.....	12
Πιθανή χρήση των εδαφολογικών μικροβίων στη βιώσιμη φυτική παραγωγή. ...	14
Εκμετάλλευση των Βιολιπασμάτων και προφίλ των θρεπτικών συστατικών των καλλιεργειών	15
Η συνάφεια των Βιολιπασμάτων και η ανοχή των φυτών στις περιβαλλοντικές πιέσεις	16
Μηχανισμός δράσης των διαφόρων Βιολιπασμάτων.....	18
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	21
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	22

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα Βιολιπάσματα μπορούν να οδηγήσουν σε ένα πολλά υποσχόμενο μέλλον στην ανάπτυξη της αγοράς, της παραγωγής, των τεχνολογιών, των εργαλείων και των οργάνων κ.λπ. Είναι πολλά υποσχόμενα για τη μείωση των προβλημάτων της ποιότητας του εδάφους και τη βέλτιστη απόδοση των καλλιεργειών. Όπως τονίστηκε

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

στο Μέρος Ι της ενότητας 1 τα Βιολιπάσματα είναι σύνθετα προϊόντα ζωντανών μικροβιακών εμβολίων που είναι σε θέση να καθορίσουν το ατμοσφαιρικό άζωτο, τη διαλυτοποίηση του φωσφόρου στο έδαφος, την αποσύνθεση της οργανικής ύλης ή την οξειδωση θείου στο χώμα. Είναι τεχνητά πολλαπλασιασμένες καλλιέργειες των ευεργετικών εδαφολογικών μικροοργανισμών που μπορούν να βελτιώσουν την εδαφολογική γονιμότητα και την παραγωγικότητα των συγκομιδών. Προσθέτουν τις θρεπτικές ουσίες μέσω των φυσικών διαδικασιών της σταθεροποίησης αζώτου, που διαλυτοποιούν το φώσφορο, και που υποκινούν την αύξηση των καλλιεργειών μέσω της σύνθεσης των ουσιών που προάγουν την ανάπτυξη. Γίνονται από βιολογικά απόβλητα και δεν περιέχουν οποιεσδήποτε χημικές ουσίες. Οι κύριες πηγές των Βιολιπασμάτων είναι βακτήρια, μύκητες και κυανοβακτήρια (μπλε-πράσινα φύκια).

ΤΑΣΕΙΣ

Ανάπτυξη νέων φιλικών προς το περιβάλλον τεχνολογιών για την παραγωγή

Οι νέες φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες παραγωγής Βιολιπασμάτων θα ξεπεράσουν τις ελλείψεις των συμβατικών βασισμένων στη χημική ουσία καλλιεργειών που κυριαρχούν στις σημερινές μέρες. Τεχνολογίες εφαρμογής των Βιολιπασμάτων δείχνουν τόσο θετική επίδραση στη βιωσιμότητα του εδάφους όσο και στην ανάπτυξη των φυτών. Υποστηρίζουν επιπλέον τη σταδιακή βελτίωση της γονιμότητας του εδάφους από το ατμοσφαιρικό άζωτο. Αυξάνουν τον περιεχόμενο φωσφόρο του εδάφους μέσω της διαλυτοποίησης και της αποδέσμευσης του διαθέσιμου φωσφόρου. Συμμετέχουν στην αποκατάσταση εξαντλημένων θρεπτικών συστατικών του εδάφους. Προωθούν την ανάπτυξη ουσιών που οδηγούν σε βελτίωση στον πολλαπλασιασμό των ριζών των φυτών. Μπορούν επίσης να προφυλάξουν το φυτό από ορισμένες ασθένειες που μεταδίδονται στο χώμα. Για να διαδοθούν και να εφαρμοστούν περισσότερο τα Βιολιπάσματα υπάρχει η ανάγκη ανάπτυξης νέων τεχνολογιών ως εξής:

Σωστή επεξεργασία του εδάφους

Ο ρόλος των φυτικών θρεπτικών συστατικών στη φυτική παραγωγή είναι καλά εδραιωμένος και 16 θρεπτικά συστατικά των φυτών πρέπει να είναι στη διάθεση των καλλιεργειών στις απαιτούμενες ποσότητες για την επίτευξη της στοχοθετημένης απόδοσης. Πολλές μελέτες έχουν επίσης τονίσει τη σημασία των N, P και K για την ενίσχυση της φυσικής ικανότητας των φυτών να αντιστέκονται στην ξηρασία και το κρύο, τα παράσιτα και τις ασθένειες. Τα αιθέρια φυτικά θρεπτικά συστατικά, όπως N, P, K, Ca, Mg και S ονομάζονται μακροθρεπτικά συστατικά, ενώ τα Fe, Zn, Cu, Mo, Mn, B και Cl ονομάζονται μικροθρεπτικά συστατικά.

Είναι απαραίτητο να αξιολογηθεί η ικανότητα του εδάφους να προμηθεύει τα τις στερημένες ποσότητες θρεπτικών συστατικών που χρειάζονται τα φυτά (συνολική

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

προσφορά των καλλιεργειών απαίτηση-εδάφους). Είναι επίσης σημαντικό να παράγεται μια καλή ποιότητα Βιολιπάσματος που να παρέχει τα θρεπτικά συστατικά που μπορούν να βελτιώσουν την υγεία του εδάφους και την γονιμότητα του φυτού. Αρκετοί συγγραφείς επικεντρώνονται στις δυνατότητες χρήσης του αζώτου από κοπριές ζώων. Παρ'όλα αυτά, η προσπάθεια να βρούμε μια άλλη πηγή, αντί της ζωικής κοπριάς χρειάζεται περαιτέρω μελέτη. Η σκόνη γρανίτη έχει επίσης μελετηθεί ως μια καλή πηγή βραδείας απελευθέρωσης λίπασμα Κ.

Γενικά, η προσθήκη αζώτου σε υψηλές C: N αναλογίες είναι ικανή να επιταχύνει τη δραστηριότητα του μικροοργανισμού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ζύμωσης.

Ο αριθμός των μικροοργανισμών και το επίπεδο των μακρο-και μικροθρεπτικών συστατικών επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών. Ένα από τα οφέλη των λιπασμάτων είναι ότι συμβάλλουν στη διαθεσιμότητα του πληθυσμού των μικροοργανισμών. Η κατοχή υψηλότερης αρχικής καταμέτρησης των κατάλληλων μικροβίων στα έτοιμα Βιολιπάσματα αμέσως μετά τη ζύμωση είναι απαραίτητη. Ένας από τους τρόπους για να αυξήσουν τον αριθμό των επιλεγμένων μικροοργανισμών είναι η χρήση της έννοιας της αποτελεσματικότητας του μικροοργανισμού (EM), όπως θεσπίστηκε από τους Higa και Wididana (1991). Πειράματα πεδίου απαιτούνται για τον προσδιορισμό της θρεπτικής διαθεσιμότητας και της αποτελεσματικότητας των περισσότερων οργανικών λιπασμάτων. Ένα τέτοιο πείραμα είναι σημαντικό, διότι η περιεκτικότητα των οργανικών λιπασμάτων σε θρεπτικά συστατικά ποικίλλει ευρέως. Η ποιότητα εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των επιλεγμένων μικροοργανισμών σε ενεργή μορφή ανά γραμμάριο και από την ικανότητά τους να προάγουν την ανάπτυξη των φυτών και τη γονιμότητα του εδάφους.

Τα γαλακτώματα νερού σε έλαιο φαίνεται να είναι μια καλή, όμως υποχρησιμοποιούμενη μέθοδος για την αποθήκευση και παράδοση των μικροοργανισμών μέσω υγρών σκευασμάτων. Το έλαιο παγιδεύει το νερό γύρω από τον οργανισμό και, ως εκ τούτου, επιβραδύνει την εξάτμιση του νερού, μόλις εφαρμοστεί. Αυτό είναι ιδιαίτερα ευεργετικό για τους οργανισμούς που είναι ευαίσθητοι σε ξήρανση ή στην περίπτωση χρήσης για κηπευτικές καλλιέργειες όπου τα συστήματα άρδευσης χρησιμοποιούνται. Γαλακτώματα νερού σε έλαιο επιτρέπουν την προσθήκη ουσιών στο έλαιο ή / και υδάτινων φάσεων οι οποίες θα μπορούσαν να βελτιώσουν τόσο την κυτταρική βιωσιμότητα όσο και την κινητική απελευθέρωση. Ωστόσο, η κύτταρική καθίζηση κατά την αποθήκευση είναι ένα σημαντικό θέμα που θα εξεταστεί. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν με στόχο την επίλυση αυτού του προβλήματος έγιναν με τη βοήθεια νανοϋλικών. Η πύκνωση της φάσης ελαίου χρησιμοποιώντας υδρόφοβα νανοσωματίδια οξειδίου πυριτίου μειώνει σημαντικά την κυτταρική καθίζηση και βελτιώνει τη βιωσιμότητα των κυττάρων κατά την αποθήκευση.

Παρασκευή των βακτηριακών εμβολίων υποστηρίζεται από την εφαρμογή μιας νέας διαδικασίας βασισμένης στην εφαρμογή των εξαιρετικά κρίσιμων ρευστών ιδιοτήτων η οποία έχει δοκιμαστεί για να ενθυλακώσει τα σκευάσματα ιού. Η διαδικασία, που ονομάζεται PGSS (σωματίδια από το αέριο σε κορεσμένα διαλύματα),

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

διεξάγεται σε χαμηλές θερμοκρασίες και χρησιμοποιεί διοξείδιο του άνθρακα ως υπερκρίσιμο ρευστό. Ως εκ τούτου, δεν θα πρέπει να υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις στη βιωσιμότητα των μικροοργανισμών, και το κόστος παραγωγής θα είναι σχετικά φθηνό. Το τελικό προϊόν της διαδικασίας είναι σχεδόν σφαιρικά σωματίδια που σχηματίζουν ελευθέρως ρέουσα σκόνη η οποία μπορεί να είναι σε διαθεσιμότητα στο νερό. Οι δυνατότητες της διαδικασίας PGSS έχουν ήδη επιτυχώς αποδειχθεί για αρκετά στερεά και υγρά.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα νέα τεχνολογία προτείνει την εκμετάλλευση της φυσικής παραγωγής των βακτηριακών βιομεμβρανών ως ενδεχόμενο φορέα, και όχι μόνο για την παραγωγή του εμβολίου, του καθορισμένων βακτηριδίων ή ένωσης μυκήτων-βακτηριδίων. Παραγωγή βιομεμβρανών ήδη λαμβάνεται για διαφορετικές βιομηχανικές εφαρμογές (π.χ., επεξεργασία λυμάτων, την παραγωγή των χημικών ενώσεων). Δύο τύποι βιομεμβρανών υιοθετούνται σε αυτή την περίπτωση: βιομεμβράνες που αναπτύσσονται πάνω σε αδρανείς υποστηρίξεις (κάρβουνο, ρητίνη, σκυρόδεμα, τούβλα, και σωματίδια άμμου) και βιομεμβράνες που σχηματίζονται ως αποτέλεσμα του συνολικού σχηματισμού. Στην πρώτη περίπτωση, οι βιομεμβράνες αναπτύσσονται γύρω από τα σωματίδια, και το μέγεθος των σωματιδίων των βιομεμβρανών αναπτύσσεται με το χρόνο συνήθως σε αρκετά χιλιοστά σε διάμετρο. Βιομεμβράνες που σχηματίζονται ως αποτέλεσμα του συνολικού σχηματισμού ονομάζονται κοκκώδης βιομεμβράνες; ο σχηματισμός κόκκων μπορεί να διαρκέσει από μερικές εβδομάδες έως αρκετούς μήνες.

Υπάρχουν τέσσερα στάδια στην ανάπτυξη μιας ώριμης βιομεμβράνης: αρχική σύνδεση, αμετάκλητη σύνδεση από την παραγωγή EPS, πρόωρη ανάπτυξη, και ωρίμανση της κατασκευής της βιομεμβράνης. Ιδιαίτερα κρίσιμη είναι η παραγωγή EPS, η οποία χρησιμεύει στο να δεσμεύσει το κύτταρο στην επιφάνεια και να το προστατεύσει από το περιβάλλον. Το EPS μπορεί να αποτελείται από τους πολυσακχαρίτες, τις πρωτεΐνες, τα νουκλεϊνικά οξέα, ή τα φωσφολιπίδια. Κοινό EPS που παράγεται από τα βακτηριακά κύτταρα στις βιομεμβράνες είναι το άλας εξωπολυσακχαρίτη αλγινικού οξέος. Οι ευεργετικές βιομεμβράνες που αναπτύχθηκαν στους τεχνητούς πολιτισμούς που περιέχουν και μυκητιακές και βακτηριακές πιέσεις χρησιμοποιήθηκαν ως βιολιπάσματα για είδη μη οσπρίων με καλά αποτελέσματα. Η εφαρμογή του βιομεμβρανικού εμβολίου που περιέχει μια ένωση μύκητα και rhizobia αύξησε σημαντικά τη σταθεροποίηση N₂ σε καλλιέργειες σόγιας σε σχέση με ένα παραδοσιακό rhizobium εμβόλιο. Τα σπορόφυτα σίτου που εμβολιάστηκαν με εμβόλια βιομεμβράνης παρουσίασαν μια αυξανόμενη παραγωγή στα μέτρια αλατούχα χώματα. Η βιομεμβράνη φαίνεται επίσης να βοηθά τους μικροοργανισμούς να επιζήσουν μετά από τον εμβολιασμό ακόμη και υπό όρους πίεσης: αυτό είναι μια άποψη κλειδί για την αποτελεσματικότητα του εμβολιασμού PGPM υπό τους γεωργικούς όρους. Εμβόλια φτιαγμένα με βιομεμβράνες απεδείχθη ότι επιτρέπουν στη ριζόβια τους να επιβιώνει σε υψηλή αλατότητα (400 mM NaCl) σε σύγκριση με ριζοβιακές μονοκαλλιέργειες. Ενδιαφέρον παρουσιάζει πως τα ευεργετικά ενδόφυτα παρατηρήθηκαν να παράγουν υψηλότερη οξύτητα και ορμόνες προαγωγής της ανάπτυξης των φυτών σε σχέση με μονο- ή μικτές καλλιέργειες χωρίς σχηματισμούς βιομεμβράνης.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή υλικών υβριδίων διαβίωσης θα μπορούσαν να είναι τα νέα σύνορα στην ανάπτυξη των μεταφορέων για PGPMs. Το πυρίτιο έχει εμφανιστεί ως ελπιδοφόρος οικοδεσπότης για την ενθυλάκωση μικροοργανισμών: οι διαβάσεις ακινητοποίησης είναι βασισμένες στην ακινητοποίηση των βακτηριδιακών πληθυσμών που διασκορπίζονται σε ένα πήκτωμα πυριτίου. Τα βακτηρίδια μπορούν είτε να παγιδευτούν στο άλας αλγινικού οξέος μέσα στα μικροσφαιρώματα που ντύνονται με τις μεμβράνες πυριτίου είτε στις μακροκοιλότητες που δημιουργούνται μέσα στη μήτρα πυριτίου. Τέτοιο υλικό βελτιώνει τις μηχανικές ιδιότητες του σφαιριδίου αλγινικού, μειώνει την διαρροή των κυττάρων, και να ενισχύσει τη βιωσιμότητα των κυττάρων.

Η εφαρμογή των βιο νανοτεχνολογιών θα μπορούσε επίσης να παρέχει νέες λεωφόρους για την ανάπτυξη των επιβιβασμένων μικροβιακών εμβολίων. Η νανοτεχνολογία υιοθετεί νανοσωματίδια που αποτελούνται από ανόργανα ή οργανικά υλικά που καθορίζονται από την κατοχή μιας ή περισσότερων διαστάσεων της τάξεως 100 nm ή λιγότερο. Η ενσωμάτωση ολόκληρων κυττάρων με νανοδομές οδηγεί σε υβριδικά συστήματα που έχουν πολλές εφαρμογές σε πολλούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας. Πράγματι, ακόμα κι αν τα κατασκευάσματα νανοκλίμακας είναι μικρότερα από τα κύτταρα, τα μακροσκοπικά φίλτρα, κατασκευασμένα από ακτινικά ευθυγραμμισμένα τοιχώματα νανοσωλήνα άνθρακα, σε θέση να απορροφήσουν *Escherichia coli*, κατασκευάστηκαν. Η ίδια τεχνολογία θα μπορούσε επομένως να εφαρμοστεί για να συλλέξει τα βακτηριακά κύτταρα από τις διαδικασίες ζύμωσης και να τα παραδώσει στο φυτό. Η φυσική σταθερότητα και η υψηλή περιοχή επιφάνειας των νανοσωλήνων, μαζί με την ευκολία και οικονομικά αποδοτική κατασκευή των μεμβρανών νανοσωλήνων μπορούν να επεκτείνουν τη χρήση τους στην παραγωγή βιολιπασμάτων. Η χρήση των νανοσκευασμάτων μπορεί να ενισχύσει τη σταθερότητα των Βιολιπασμάτων και βιοδιεγερτών αναφορικά με την αφυδάτωση, τη θερμότητα, και την αδρανοποίηση UV. Η προσθήκη υδρόφοβων νανοσωματιδίων πυριτίας 7-14 nm στο σκεύασμα γαλακτώματος νερού σε-έλαιο του βιοπαρασιτοκτόνου μύκητα *Lagenidium giganteum* μείωσε την αποξήρανση του μυκηλίου. Τα φυσικά χαρακτηριστικά του σκευάσματος βελτιώθηκαν και ο μικροοργανισμός ήταν ακόμη αποτελεσματικός μετά από 12 εβδομάδες αποθήκευσης σε θερμοκρασία δωματίου.

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΙ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙΝΟΤΟΜΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Η βασική ανάγκη του σύγχρονου μάρκετινγκ είναι να ενημερώνεται τακτικά για τη συμπεριφορά των καταναλωτών και να προσαρμόζεσαι άμεσα στις απαιτήσεις και στα οφέλη που παίρνει από τους καταναλωτές. Σε ό, τι αφορά τα Βιολιπάματα, έχει υποστηριχτεί με συνέπεια κατά τη διάρκεια μιας δεκαετίας ότι υπάρχει τεράστιο προϊόν καθώς επίσης και σχετικοί με την αγορά περιορισμοί, εντούτοις η εμπορική οργάνωση δεν ήταν σε θέση να προσαρμοστεί στις ανάγκες επιχειρησιακών περιβαλλόντων. Τα

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Βιολιπάσματα σε μορφή σκόνης έχουν αρκετούς περιορισμούς, όπως συζητήθηκε παραπάνω, οι οποίοι θα μπορούσαν να ξεπεραστούν σε μεγάλο βαθμό με τροποποίηση του προϊόντος από τη μορφή «σκόνης» σε «υγρής μορφής», τα οποία έχουν τεράστια ανώτερα οφέλη, όπως θα συζητηθεί παρακάτω. Η καινοτομία του προϊόντος είναι άλλο ένα βήμα προς τα θέματα αντιμετώπισης των αγροτών και αποτέλεσμα τους είναι οι παρακινητές ποτάσας όπως *Frateuria aurentia*, ψευδαργύρου και θείου διαλυτοποιητές όπως είδη *Thiobacillus* και διαλυτοποιητές μαγγανίου όπως *Penicillium citrinum*, οι οποίοι έχουν προσδιοριστεί για τις εμπορικές δραστηριότητες και είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι και οικονομικοί για την ενίσχυση της γεωργικής παραγωγικότητας.

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΓΙΑ ΤΑ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Δεν υπάρχουν ειδικές ρυθμίσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση για τη ρύθμιση των παραμέτρων για Βιολογικά λιπάσματα. Κάθε χώρα ρυθμίζει τοπικά το θέμα. Για παράδειγμα, ο πολωνικός νόμος για τα λιπάσματα και τη λίπανση της 10 του Ιουλίου 2007 περιλαμβάνει «διέγερσης της ανάπτυξης» στην κατηγορία των φυτών κλιματισμού. Αυτά είναι τα προϊόντα που έχουν «θετικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη των φυτών ή σε άλλες μεταβολικές διεργασίες των φυτών με άλλους τρόπους προερχόμενα από φυτικά θρεπτικά συστατικά» και «δεν αποτελούν απειλή για την υγεία των ανθρώπων ή των ζώων ή για το περιβάλλον μετά τη χρήση τους, σύμφωνα με τη χρήση και οδηγίες αποθήκευσης». Ο ορισμός αυτός μπορεί να εφαρμοστεί στα Βιολιπάσματα, αλλά δεν έχει ειδικές απαιτήσεις που προβλέπονται για την εν λόγω κατηγορία προϊόντων.

Η Ισπανία, η οποία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός των συμβατικών φρούτων και λαχανικών μετά την Ιταλία και ανάμεσα στις κορυφαίες χώρες με βιολογικές καλλιέργειες στην Ευρώπη, δεν περιλαμβάνει τον όρο «βιολίπασμα» στη νομοθεσία της. Η πιο πρόσφατη νομική διάταξη που ασχολείται με τα λιπάσματα (Real Decreto 506/2013) καθορίζει τον αριθμό των μικροοργανισμών στους οργανικούς τροποποιητές και λίπασμα, αλλά δεν αναφέρει για το φυτό ποιοι είναι οι ωφέλιμοι μικροοργανισμοί. Τα λιπάσματα που ορίζονται ως «προϊόντα που χρησιμοποιούνται στη γεωργία ή την κηπουρική, τα οποία με την περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά, διευκολύνουν την ανάπτυξη των φυτών, την αύξηση των επιδόσεων και τη βελτίωση της ποιότητας των καλλιεργειών ή που με την ειδική δράση τους, την τροποποίηση, ανάλογα με την περίπτωση, τροποποιούν τη γονιμότητα του εδάφους τις φυσικές, χημικές ή βιολογικές ιδιότητες του και πληρούν τις απαιτήσεις του άρθρου 4.2 του παρόντος βασιλικού διατάγματος. Τα λιπάσματα, τα ειδικά προϊόντα και οι τροποποιητές περιλαμβάνονται επίσης σε αυτόν τον ορισμό. Το ισπανικό διοικητικό σύστημα επιτρέπει στις τοπικές διοικήσεις να ρυθμίσουν επιπλέον το θέμα. <http://www.juntadeandalucia.es>).

Στην Ιταλία, μόνο τα εμβόλια με μύκητες μυκώριζας περιλαμβάνονται στην ομάδα των «Προϊόντα με δράση στο έδαφος» και στις διάφορες κατηγορίες των «προϊόντων με συγκεκριμένες ενέργειες» που προβλέπεται στο Decreto Legislativo της 29 Απριλίου του 2010, n. 75. Οι απαιτήσεις ποιότητας που καθορίζονται από τη νομική

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

διάταξη, προβλέπουν ότι το εμβόλιο αναπαράγεται υπό στείρες συνθήκες για τις ρίζες του σόργου σε ένα υπόστρωμα που σχηματίζεται από ένα οργανικό βελτιωτικό εδάφους και βακτήρια ριζόσφαιρας. Αυτές οι συνθήκες, ιδιαίτερα το η απαίτηση για «στείρες συνθήκες», είναι πρακτικά πολύ δύσκολη να επιτευχθεί, λαμβάνοντας υπόψη την ανάγκη της οργανικού υποστρώματος. Εκτός αυτού, η παρουσία βακτηρίων ριζοσφαιρας, από την οπτική του μύκητα της μυκόριζας, απαιτούν μια μη αποστειρωμένη κατάσταση του υποστρώματος. Η ετικέτα των προϊόντων αυτών πρέπει να αναφέρει ποια οργανική πρώτη ύλη χρησιμοποιείται (πιθανώς ως φορέας), τα ονόματα των μυκορριζικών ειδών μυκήτων που περιλαμβάνονται, και ονόματα των βακτηρίων ριζόσφαιρας και τα είδη *Trichoderma*, έστω και αν τα τελευταία δύο είδη μικροοργανισμών δεν είναι AMF. Μη γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση αυτού του προϊόντος; παθογόνα όπως *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, και άλλοι αερόβιοι μεσόφιλοι μικροοργανισμοί και τα αυγά των νηματωδών πιθανώς να μην είναι παρόν.

Προτάσεις για τη νομοθεσία της ΕΕ σχετικά με τα Βιολιπάσματα

Η συνολική πολιτική της ΕΕ για την ανάπτυξη του αγροτικού τομέα κατά την επόμενη προγραμματική περίοδο (ΕΕ COM (2020)), υπογραμμίζει την ανάγκη μείωσης των επιπτώσεων στο περιβάλλον, των γεωργικών πρακτικών και τη δυνατότητα αυξημένης χρήσης εναλλακτικών των χημικών, εισροών. Η επίτευξη των στόχων της αγροτικής ανάπτυξης, οι οποίοι συμβάλλουν στην Ευρώπη 2020: Στρατηγική για έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη επιδιώκει, μεταξύ άλλων, μέσω της βελτίωσης της διαχείρισης του εδάφους, της διατήρησης της βιοποικιλότητας, της προώθησης της γνώσης της μεταφοράς και της καινοτομίας και της προώθησης της αποδοτικότητας των πόρων. Επιπλέον, υπάρχει ισχυρή έμφαση στην ευρύτερη εφαρμογή των γεωργικών πρακτικών με βάση τις χαμηλές εισροές (Οδηγία ΕΕ 2009/128 για την αειφόρο χρήση των φυτοφαρμάκων) και για τη βιολογική γεωργία πρακτικές. Με βάση αυτές τις πολιτικές, η υποστήριξη της έρευνας που είναι αφιερωμένη στις βιοτεχνολογικές μεθόδους και τα προϊόντα, έχει μια ισχυρή εστίαση μέσω του προγράμματος Ορίζοντας 2020 (ΕΕ COM (2011) 808). Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, είναι επομένως δυνατό να αναμένουμε αυξημένο ενδιαφέρον από τους παραγωγούς να αναπτύξουν προϊόντα που βασίζονται σε βιολογικές ενώσεις και μικροοργανισμούς.

ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Υπάρχει εκκολλαπτόμενη, αλλά επιθετικά αυξανόμενη αγορά βιολιπάσματος. Ανάμεσα στις μεγαλύτερες ανησυχίες στον σημερινό κόσμο είναι η ρύπανση και μόλυνση του εδάφους από την υπερβολική και απερίσκεπτη χρήση των αγροχημικών, καθώς και οι επιζήμιες επιπτώσεις τους στον άνθρωπο, ιδίως, από τους γεωργούς εργαζόμενους και τις αγροτικές κοινότητες. Οι ανησυχίες τόσο για την υγεία όσο και

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

για το περιβάλλον ανάγκασαν τις κυβερνήσεις να ψάξουν για φιλικές προς το περιβάλλον επιλογές και στη μετατροπή από τις διαδικασίες «μείωσης κινδύνου» και «ασφαλούς χρήσης», στη βιώσιμη αγροτική παραγωγή. Η χρήση βιολιπασμάτων και βιοφυτοφαρμάκων προσφέρει μια καλύτερη επιλογή για να αυξήσει την «Αποδοτικότητα χρήσης Λιπάσματος» και τη διατήρηση της υγείας του εδάφους. Τα βιολιπάσματα θεωρούνται ως ένα σημαντικό συστατικό της με ένα συμπληρωματικό ρόλο για να είναι ένας από τους μεγαλύτερους καταναλωτές των λιπασμάτων.

Προκλήσεις και δυνατότητες στην επιχείρηση Βιολογικό Λίπασμα

Παρά το γεγονός ότι θετικού κόστους- αποτελέσματος, τα βιολογικά λιπάσματα δεν έχουν γίνει εντελώς αποδεκτά από τους αγρότες μέχρι τώρα. Μερικοί από τους λόγους / περιορισμούς για τη χαμηλή αποδοχή των Βιολογικών λιπασμάτων θα παρουσιαστούν παρακάτω. Ωστόσο, η τροποποίηση του προϊόντος σε «υγρής μορφής» έχει ξεπεράσει μερικούς περιορισμούς και έχει δημιουργήσει ευκαιρίες για τους εμπόρους.

Προκλήσεις:

α) Τα Βιολιπάσματα είναι ζωντανοί μικροοργανισμοί που πεθαίνουν σε περίπτωση υψηλής θερμοκρασίας.

β) Η διάρκεια ζωής τους περιορίζεται σε 6-12 μήνες σε μορφή σκόνης.

γ) Χρησιμοποιούνται πριν από τη σπορά και καθυστέρηση στη αποστολή οδηγεί σε μεταφορά αποθεμάτων πάνω στη λήξη του προϊόντος.

δ) Ορισμένα Βιολιπάσματα είναι για συγκεκριμένες καλλιέργειες καθώς επίσης και για συγκεκριμένα μέρη και ως εκ τούτου, η αποτελεσματικότητά τους δεν παραμένει σταθερή σε διαφορετικές θέσεις λόγω της διαφοράς στις αγροκλιματικές συνθήκες και τους εδαφικούς παράγοντες.

ε) τα χαρακτηριστικά του εδάφους όπως υψηλό νιτρικό, χαμηλή οργανική ύλη, λιγότερος διαθέσιμος φώσφορος, υψηλή οξύτητα του εδάφους ή αλκαλικότητα, υψηλή θερμοκρασία όπως επίσης και παρουσία υψηλών αγροχημικών ή χαμηλών μικροθρεπτικών συμβάλλουν στην αστοχία των εμβολίων ή μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την αποτελεσματικότητά τους.

στ) Η αλλαγή των προτύπων στην καλλιέργεια από τους αγρότες επηρεάζει επίσης αρνητικά τις πωλήσεις.

η) Προμήθεια ψευδών υλικών από μερικούς κατασκευαστές επηρεάζουν επίσης αρνητικά την αξιοπιστία των Βιολιπασμάτων, αφού είναι ένα νέο προϊόν.

ζ) Ορισμένες επιχειρήσεις που πωλούν οργανικά λιπάσματα, όπως Βιολιπάσματα αναφέρουν διάρκεια ζωής δύο / ενός χρόνου, παρά το γεγονός της μέγιστης διάρκειας ζωής των 3-6 μηνών.

η) Η φυσικώς υπάρχουσα μικροχλωρίδα και πανίδα του εδάφους επίσης συχνά αναστέλλει την ανάπτυξη των εισήχθησαν εμβολίων λόγω του ανταγωνισμού.

θ) Η έλλειψη ενημέρωσης των αγροτών σχετικά με τα οφέλη των Βιολιπασμάτων.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

ι) Δεν υπάρχει μαγική επίδραση των Βιολιπασμάτων και τα οφέλη τους δεν είναι ορατά σε υπάρχουσες καλλιέργειες και ως εκ τούτου ο γεωργός δεν έχει πειστεί για τα οφέλη της χρήσης τους.

Επιλογή τάσης-μετάβαση σε υγρά Βιολιπάσματα δεδομένου ότι είναι ανώτερα από τα Βιολιπάσματα σκόνης

1. Μεγαλύτερη Διάρκεια ζωής, 12 έως 24 μήνες.
2. Δεν υπάρχει επιμόλυνση.
3. Καμία επίδραση της υψηλής θερμοκρασίας και ανεκτικότητα έως 45 βαθμούς Κέλσιου.
4. Μεγαλύτερη δυνατότητα να παλέψει με τον γηγενή πληθυσμό.
5. Η υψηλή περιεκτικότητα μπορεί να διατηρηθεί με πάνω από 10 * 9 κύτταρα / ml από 12 έως 24 μηνών.
6. Εύκολη αναγνώριση λόγω της χαρακτηριστικής μυρωδιάς αφού έχουν υποστεί ζύμωση.
7. Μείωση κόστους στο υλικό, την κονιορτοποίηση, την ουδετεροποίηση, τη αποστείρωση, τη συσκευασία και τη μεταφορά.
8. Τα πρωτόκολλα ελέγχου ποιότητας είναι εύκολα και γρήγορα.
9. Καλύτερη επιβίωση στους σπόρους και στο χώμα.
10. Δεν απαιτείται να δουλεύουν μονάδες παραγωγής Βιολογικού λίπασματος όλο το χρόνο.
11. Πολύ εύκολο στη χρήση από τον αγρότη.
12. Η δοσολογία είναι 10 φορές λιγότερη από τα Βιολιπάσματα που βασίζονται σε σκόνη.
13. Υψηλά εμπορικά έσοδα.
14. Υψηλή δυνατότητα εξαγωγών.
15. Πολύ υψηλή ενζυμική δραστηριότητα από τη μόλυνση είναι μηδενική.

Δείγματα των στρατηγικών εμπορίας, όπως προτείνονται παρακάτω μπορούν να λειτουργήσουν σε μεγάλο βαθμό στην εμπορία των Βιολογικών λιπασμάτων:

1. Επίδειξη στο πεδίο.

Οι αγρότες κάνουν ό, τι βλέπουν, και αυτό έχει αποτέλεσμα, καθώς η μέθοδος επίδειξης είναι πολύ αποτελεσματικό εργαλείο για την προώθηση της χρήσης Βιολιπασμάτων. Οι παραγωγοί μπορούν να συνεργούν στις προσπάθειές για αυτό το μέτωπο μιας και τα Βιολογικά λιπάσματα είναι νέα και είναι πολύ σημαντικό να δείξουν τα οφέλη της χρήσης τους στους αγρότες και να τους εκπαιδεύσουν στα οικονομικά και τις επιστροφές. Ως εκ τούτου αγρόκτημα επίδειξης μπορούν να αναπτυχθούν από κοινού, σε διαφορετικές θέσεις, ορίζοντας μια λεκάνη απορροής, η οποία θα μπορούσε να παρουσιαστεί στους αγρότες στα διαφορετικά στάδια καλλιέργειας.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

2. Η τμηματοποίηση της αγοράς και η τοποθέτηση προϊόντος.

Η τμηματοποίηση αφορά κατά κύριο λόγο τη διαίρεση της αγοράς σε διάφορες ομάδες αγοραστών. Η αγορά Βιολιπασμάτων μπορεί να υποδιαιρεθεί σε «ειδικής καλλιέργειας παραγωγούς (Φρούτα / Λαχανικά / ελαιούχοι σπόροι / Όσπρια / ζαχαροκάλαμο / Δημητριακά), θεσμικούς αγοραστές (τσάι / καφές / βαμβάκι / ελαιούχοι σπόροι / όσπρια ομοσπονδίες και την έρευνητικά αγροκτήματα, SFCl, αγροβιομηχανίες κ.λπ.) και το μέγεθος του πελάτη (μείζονος / ήσσονος σημασίας), τη γεωγραφική θέση (υψηλή / χαμηλή περιοχή κατανάλωσης και την προσβασιμότητα), και την εφαρμογή του προϊόντος (συμπληρωματική / αποκλειστική)». Όταν η αγορά είναι κατακερματισμένη, είναι σημαντικό να στραφούν προς την αγορά και να επικεντρωθούν στην πιο κερδοφόρα. Ο προσδιορισμός θέσης ξεκινά με ένα προϊόν, αλλά η τοποθέτηση δεν είναι αυτό που κάνει ένα προϊόν; μάλλον είναι αυτό που κάνει στο μυαλό έναν υποψήφιο πελάτη. Έτσι, το προϊόν είναι τοποθετημένο στο μυαλό του καταναλωτή, πώς αντιλαμβάνεται το προϊόν Σε μια επικοινωνημένη κοινωνία, ο έμπορος πρέπει να δημιουργήσει τη διακριτικότητα. Το κατάλληλο «USP» (μοναδική πρόταση πώλησης) πρέπει να προσδιοριστεί και να διαδοθεί ευρέως, παραδείγματος χάριν: (α) εκτός από το κόστος μέσω της μειωμένης δόσης του χημικού λιπάσματος (β) βελτιώνει τη δύναμη αντίστασης ενάντια στην ασθένεια (γ) ενισχύει την επί τοις εκατό αποκατάσταση ζάχαρης στο ζαχαροκάλαμο.

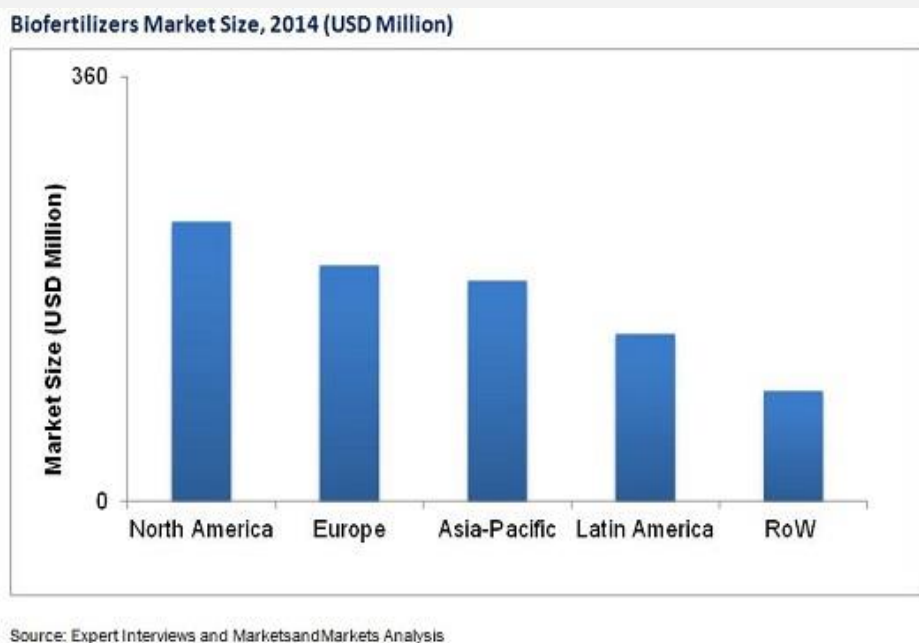
Τάσεις στην τιμολόγηση και την προώθηση των πωλήσεων σωστών Βιολιπασμάτων

Οι αγροτικές αγορές είναι αρκετά «ευαίσθητες ως προς την τιμή» και ιδιαίτερα για τα Βιολογικά λιπάσματα, που είναι τεχνικά και νέα για τους αγρότες με πολλά προβλήματα, δεν εμπίπτουν στην κατηγορία των «Μηδενικής ελαστικότητα ζήτησης» και χρειάζονται περισσότερη ώθηση ενόψει της έλλειψης έλξης. Η εταιρεία καθορίζει γενικά την τιμή ενός προϊόντος με βάση τους στόχους μάρκετινγκ. Εδώ, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πώς τα Βιολιπάσματα γίνονται αντιληπτά από την άποψη της αξίας που προσφέρουν για τα χρήματα που δαπανώνται από τους πελάτες. Τα Βιολογικά λιπάσματα έχουν αποκομίσει ζήτηση και μέχρι στιγμής, δεν έχει πραγματικά γίνει αντιληπτό από τους αγρότες πως παρέχουν οικονομικά οφέλη από την μείωση της ποσότητας των χημικών λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται. Εκτός αν, οι αγρότες είναι πεπεισμένοι για την ουσιαστική αποταμίευση στο κόστος παραγωγής μέσω της μειωμένης χρήσης των χημικών λιπασμάτων και παίρνουν παρόμοια παραγωγή, πιθανώς οι κατασκευαστές Βιολιπασμάτων να μην είναι σε θέση να εφαρμόσουν τις «στρατηγικές τιμολόγησης».

Η παγκόσμια αγορά Βιολιπασμάτων

Η παγκόσμια αγορά Βιολιπασμάτων αναμένεται να φτάσει τα 1,88 δισεκατομμύρια δολάρια μέχρι το 2020 με μέσο ετήσιο ρυθμό 14,0% από το 2015 έως το 2020. Το 2012 η συνολική αγορά ήταν αξίας US \$ 440,0 εκατ.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ



Η αγορά Βιολογικών λιπασμάτων προβλέπεται να αυξηθεί με μέσο ετήσιο ρυθμό 14,0% από το 2015 έως το 2020. Η αυξανόμενη ζήτηση για βιολογικά προϊόντα από τις αναδύμενες οικονομίες λόγω της αυξημένης αγοραστικής δύναμης και του επίπεδου της ευαισθητοποίησης σχετικά με την υγεία και την ευεξία αναμένεται να επιταχύνει την ανάπτυξη της αγοράς Βιολογικών λιπασμάτων.

Πωλήσεις και προώθηση της Χρήσης

Υπάρχει μεγάλη ανάγκη για την προώθηση του προϊόντος, τόσο από άποψη πωλήσεων, καθώς από άποψη χρήσης. Τα μέλη του καναλιού, δηλαδή οι αντιπρόσωποι / διανομείς πρέπει να έχουν κίνητρα, προσφέροντάς τους απτά οφέλη που να συνδέουν τους στόχους πωλήσεων, όπως «Δωρεάν οικογενειακές διακοπές, δώρα κλπ.» Ομοίως, ο καταναλωτής πρέπει να προσελκυστεί προσφέροντάς του δώρα, διαγωνισμούς, επιδόματα αγοράς κλπ. με βάση τα χαρακτηριστικά των πελατών / αγοραστική συμπεριφορά. Οι προοδευτικοί αγρότες(ηγέτες), εκτός από έμποροι μπορεί επίσης να οριστούν για τη διεξαγωγή των επιδείξεων των προϊόντων και θα πρέπει να ανταμειφθούν καταλλήλως.

Δημοσιότητα και κατάρτιση

Το POS (σημείο των πωλήσεων) υλικό πρέπει να τεθεί στην διάθεση όλων των εμπόρων/ διανομέων και πρέπει επίσης να εξασφαλιστεί ότι το προϊόν επιδεικνύεται ορατά. Ευρύτερη δημοσιότητα μέσω του ραδιοφώνου, της προβολής εκπαιδευτικών ταινιών πρέπει επίσης να ληφθεί σθεναρά. Η δωρεάν διανομή Βιολιπασμάτων κατά τη διάρκεια των συναντήσεων με τους αγρότες πρέπει να αποφευχθεί. Τα προγράμματα προσανατολισμού και κατάρτισης για τον τομέα πωλήσεων και τους εμπόρους / διανομείς πρέπει επίσης να γίνονται έξω. Υπάρχει ανάγκη μιας αποκλειστικής ομάδας

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

των ανώτερων υπαλλήλων για την προώθηση των Βιολιπασμάτων μέσω σταθερής επίσκεψης και ανάπτυξης στενού δεσμού με τους αγρότες και διεξαγωγή επιδείξεων στα κοντινά χωριά.

Σημαντική ερευνητική εστίαση πρέπει να γίνεται στην παραγωγή αποτελεσματικών και βιώσιμων βιολιπασμάτων για τα φυτά των καλλιεργειών, όπου τα ανόργανα λιπάσματα μπορούν να μειωθούν σημαντικά για να αποφευχθούν περαιτέρω προβλήματα ρύπανσης.

Πιο σημαντική και συγκεκριμένη έρευνα πρέπει, σύμφωνα με το πανεπιστήμιο Swarna Latha Aggani from Kakatiya να κατευθυνθεί στα ακόλουθα σημεία:

1. Επιλογή αποτελεσματικών και ανταγωνιστικών πολυλειτουργικών βιολιπασμάτων για συγκεκριμένη ποικιλία καλλιεργειών.

2. Ποιότητα του συστήματος ελέγχου για τα παραγωγόμενα εμβόλια και για την εφαρμογή τους στις καλλιέργειες, για να εξασφαλιστούν και να διερευνηθούν τα οφέλη της συμβίωσης των μικροοργανισμών με τα φυτά.

3. Μελέτη της μικροβιακής ανθεκτικότητας των Βιολογικών λιπασμάτων σε εδαφολογικές συνθήκες κάτω από συνθήκες στρες

4. Αγρονομική, εδαφολογική και οικονομική αξιολόγηση των βιολιπασμάτων για διαφορετικά συστήματα γεωργικής παραγωγής.

5. Μεταφορά τεχνογνωσίας για την παραγωγή Βιολιπασμάτων σε βιομηχανικό επίπεδο και για τη βέλτιστη διαμόρφωση.

6. Θέσπιση της νομοθεσίας και του ακριβούς κανονισμού για τον ποιοτικό έλεγχο στις αγορές και την εφαρμογή.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΑΙΝΟΤΟΜΟ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΩΣ ΒΑΣΙΚΟΎ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΤΗΣ ΔΕΙΦΟΡΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΜΕ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ, ΤΗΝ ΑΝΟΧΉ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Το μικροβίωμα: δυναμική σημασία των ευεργετικών μικροβίων στην αειφόρο γεωργία

Η ριζόσφαιρα, που είναι η στενή ζώνη εδαφολογικών ριζών των περιβαλλουσών φυτών, μπορεί να περιλάβει μέχρι 10¹¹ μικροβιακά κύτταρα ανά γραμμάριο ρίζας και επάνω από 30.000 προκαρυωτικά είδη που γενικά, βελτιώνουν την παραγωγικότητα των φυτών. Το συλλογικό γονιδίωμα της μικροβιακής κοινότητας ριζοσφαιρών που τυλίγει τις ρίζες των φυτών είναι μεγαλύτερο έναντι αυτού των φυτών και αναφέρεται ως μικροβίωμα, του οποίου οι αλληλεπιδράσεις καθορίζουν την υγεία των συγκομιδών στο φυσικό αγροοικοσύστημα με την παροχή των πολυάριθμων υπηρεσιών στα φυτά δηλαδή, την αποσύνθεση οργανικής ουσίας, τη θρεπτική

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

απόκτηση, την απορρόφηση νερού, τη θρεπτική ανακύκλωση, τον έλεγχο ζιζανίων και τον βιοέλεγχο.

Η μεταγονιδιωματική μελέτη παρέχει στο άτομο τον πυρήνα της ριζόσφαιρας και ενδοφυτική μικροβιωτική δραστηριότητα σε *Arabidopsis thaliana* χρησιμοποιώντας 454 αλληλούχες (Roche) αμπλικονίων του γονιδίου 16S rRNA. Υπάρχει η πεποίθηση ότι η εκμετάλλευση εξατομικευμένης θεραπείας μεταφοράς πυρηνικού μικροβιώματος στη γεωργία μπορεί να είναι μια πιθανή προσέγγιση στη διαχείριση των ασθενειών των φυτών για διάφορες καλλιέργειες. Οι μικροβιακές κοινότητες Ριζόσφαιρας, μια εναλλακτική λύση για τα χημικά λιπάσματα έχει γίνει ένα θέμα μεγάλου ενδιαφέροντος για τη βιώσιμη γεωργία και το πρόγραμμα βιοασφάλειας.

Μια σημαντική εστίαση στις ερχόμενες δεκαετίες θα είναι στις ασφαλείς και φιλικές προς το περιβάλλον μεθόδους, για την εκμετάλλευση των ευεργετικών μικροοργανισμών στη βιώσιμη φυτική παραγωγή. Τέτοιοι μικροοργανισμοί, γενικά, αποτελούνται από τα διαφορετικά φυσικά μικρόβια των οποίων εμβολιασμός στο εδαφολογικό οικοσύστημα προωθεί τις εδαφολογικές φυσικοχημικές ιδιότητες, τη βιοποικιλότητα των εδαφολογικών μικροβίων, την εδαφολογική υγεία, τη αύξηση και ανάπτυξη των φυτών και την παραγωγικότητα των συγκομιδών. Οι σε αγροτικό επίπεδο χρήσιμοι μικροβιακοί πληθυσμοί καλύπτουν την αύξηση των φυτών, προάγοντας τα ριζοβακτήρια, τα κυανοβακτήρια καθορισμού του N₂, τη μυκόριζα, τα φυτικά κατασταλτικά ασθενειών των φυτών βακτηρίδια, τα ενδόφυτα που βοηθούν στην ανοχή της πίεσης και τα μικρόβια βιοαποδόμησης.

Το *Azotobacter* διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στον κύκλο αζώτου στη φύση δεδομένου ότι κατέχει ποικίλες μεταβολικές λειτουργίες. Εκτός από τη διαδραμάτιση του ρόλου του στη σταθεροποίηση του αζώτου, το *Azotobacter* έχει την ικανότητα να παραγάγει βιταμίνες όπως θειαμίνη και ριβοφλαβίνη, και φυτικές ορμόνες δηλαδή, Ινδόλη οξικό οξύ (IAA), γιββερελλίνες (GA) και κυτοκινίνες (CK). *A. chroococcum* που βελτιώνει την αύξηση των φυτών με την ενίσχυση της βλάστησης του σπόρου και την προώθηση της αρχιτεκτονικής ρίζας με την παρεμπόδιση των παθογόνων μικροοργανισμών γύρω από τα συστήματα ρίζας των εγκαταστάσεων των συγκομιδών. Αυτό το γένος περιλαμβάνει διαφορετικά είδη, δηλαδή, το *A. chroococcum*, *A. vinelandii*, το *A. beijerinckii*, το *A. nigricans*, το *A. armeniacus* και το *A. paspali*.

Το *Azotobacter* χρησιμοποιείται ως Βιολίπασμα για διάφορες καλλιέργειες δηλ., Σιτάρι, βρώμη, κριθάρι μoustάρδα, seasum, ρύζι, λιναρόσπορο, ηλιέλαιο, καστορέλαιο, αραβόσιτο, σόργο, βαμβάκι, γιούτα, ζαχαρότευτλα, καπνό, τσάι, καφέ, καουτσούκ και καρύδες. Το *Azospirillum* είναι ένα άλλο ελεύθερης διαβίωσης, κινητικό, μεταβλητών γραμμαριών αερόβιο βακτήριο που μπορεί να ευδοκιμεί σε συνθήκες πλημμυράς και προωθεί διάφορες πτυχές της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών. Το *Azospirillum* φάνηκε να ασκεί ευεργετικά αποτελέσματα επί της Ανάπτυξης των φυτών και των καλλιεργειών τόσο στο θερμοκήπιο όσο και στην ύπαιθρο. Τα διάφορα είδη του γένους *Azospirillum* συμπεριλαμβανομένων των *A. lipoferum*, *A. brasilense*, *A. amazonense*, *A. halopraeferens* και *A. irakense* έχουν αναφερθεί για τη βελτίωση της παραγωγικότητας των διαφόρων καλλιεργειών. Κατά τρόπο ενδιαφέροντα, παρατηρήθηκε ότι ο εμβολιασμός με *Azospirillum* μπορεί να αλλάξει τη

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

μορφολογία της ρίζας μέσω της παραγωγής των ρυθμιστικών ουσιών αύξησης των φυτών μέσω της παραγωγής σιδηροφόρου. Αυξάνει επίσης τον αριθμό των πλευρικών ριζών και ενισχύει το σχηματισμό τριχομονάδων ρίζας για να παρέχει περισσότερη επιφάνεια ρίζας ώστε να απορροφούνται οι ικανοποιητικές θρεπτικές ουσίες. Αυτό βελτιώνει την κατάσταση του νερού στα φυτά και βοηθά το θρεπτικό σχεδιάγραμμα στην πρόοδο της αύξησης και της ανάπτυξης των καλλιεργειών. Ο ταυτόχρονος εμβολιασμός με *Azospirillum brasilense* και *Rhizobium meliloti* συν 2,4D έχει θετική επίδραση στην απόδοση των καρπών και τα περιεχόμενα N, P, K. Το *Rhizobium* έχει χρησιμοποιηθεί ως αποδοτικός συναρμολογητής αζώτου για πολλά χρόνια. Διαδραματίζει έναν σημαντικό ρόλο στην αυξανόμενη παραγωγή χάρης στη μετατροπή του ατμοσφαιρικού αζώτου στις χρησιμοποιήσιμες μορφές. Όντας ανθεκτικό σε διαφορετικές θερμοκρασίες το *Rhizobium* μπαίνει κανονικά τις τριχομονάδες της ρίζας, πολλαπλασιάζεται εκεί και σχηματίζει οξίδια. Τα εμβόλια με *Rhizobium* σε διαφορετικά μέρη και τύπους εδαφών έχουν αναφερθεί πως αυξάνουν σημαντικά τις αποδόσεις των κόκκων της Βεγγάλης, της φακής, του μπιζέλιου, του ζαχαρότευτλου και των αραχιδέλαιων και σογιέλαιων. Οι απομονώσεις *Rhizobium* που ελήφθησαν από το άγριο ρύζι, έχει αναφερθεί ότι παρέχουν άζωτο στο φυτό του ρυζιού για την προώθηση της αύξησης και της ανάπτυξης του. Ένα από τα είδη *Rhizobium*, το *Sinorhizobium meliloti* 1021 μολύνει φυτά εκτός από των οσπριοειδών όπως το ρύζι και προωθεί την ανάπτυξη μέσω της ενίσχυσης του ενδογενούς επιπέδου φυτικής ορμόνης και της απόδοσης της φωτοσύνθεσης ώστε να προσδώσει ανοχή στο στρες στο φυτό. Σε αραχίδα, το IRC-6 στέλεχος *Rhizobium* έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση αρκετών χρήσιμων χαρακτηριστικών όπως της αύξησης του αριθμού των ροζ χρώματος οξειδίων, της αύξησης της νιτρικής αναγωγικής δραστηριότητας και περιεκτικότητας λαγκοαιμοσφαιρίνης σε 50 DAI (ημέρες μετά τον εμβολιασμό). Η Ριζοβιακή συμβίωση παρέχει άμυνα στα φυτά έναντι παθογόνων και φυτοφάγων, όπως π.χ., του μεξικανού σκαθάριανου φασόλιου και του πράσινο house whitefly *Trialeurodes vaporariorum*.

Πιθανή χρήση των εδαφολογικών μικροβίων στη βιώσιμη φυτική παραγωγή.

Οι ευεργετικοί εδαφολογικοί μικροοργανισμοί στηρίζουν τη φυτική παραγωγή είτε ως Βιολιπάσματα είτε συμβιωτικά. Εκτελούν θρεπτική διαλυτοποίηση που διευκολύνει τη θρεπτική διαθεσιμότητα και την πρόσληψη. Βελτιώνει την αύξηση των φυτών με την προώθηση της αρχιτεκτονικής της ρίζας. Η δραστηριότητά τους παρέχει διάφορα χρήσιμα γνωρίσματα στα φυτά όπως αυξημένες τριχομονάδες στη ρίζα, οξίδια, αναγωγική νιτρική δραστηριότητα και αποτελεσματικά στελέχη *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Phosphobacter* και *Rhizobacter* που μπορούν να παρέχουν σημαντική ποσότητα διαθέσιμου αζώτου μέσω της ανακύκλωσης του αζώτου. Τα Βιολιπάσματα παράγουν φυτικές ορμόνες, οι οποίες περιλαμβάνουν ινδόλη οξικό οξύ (IAA), γιββερελλίνες (GA) και κυτοκινίνες (CK). Τα Βιολιπάσματα μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση της φωτοσύνθεσης για να προσδώσουν αντοχή των φυτών στο στρες και

αύξηση της αντίστασης στα παθογόνα έχοντας ως αποτέλεσμα τη βελτίωση των καλλιεργειών.

Εκμετάλλευση των Βιολιπασμάτων και προφίλ των θρεπτικών συστατικών των καλλιεργειών

Ένα βασικό πλεονέκτημα των ευεργετικών μικροοργανισμών είναι η αφομοίωση του φώσφορου για τις δικές τους απαιτήσεις, η οποία με τη σειρά της θα κάνει διαθέσιμες επαρκείς ποσότητες του, σε διαλυτή μορφή στο έδαφος. Τα *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Flavobacterium*, *Fusarium*, *Sclerotium*, *Aspergillus* και *Penicillium* έχουν αναφερθεί ότι είναι ενεργά στη διαδικασία της διαλυτοποίησης. Ένα φωσφορικό βακτηριακό στέλεχος διαλυτοποίησης NII-0909 του *Micrococcus* sp. έχει πολυσθενείς ιδιότητες περιλαμβανομένου της φωσφορικής διαλυτοποίησης και της παραγωγής σιδηροφόρου. Ομοίως, δύο μύκητες *Aspergillus fumigatus* και *A. niger* απομονώθηκαν από την αποσύνθεση φλούδας μανιόκα και βρέθηκε πως μετατρέπουν τα απόβλητα μανιόκα με την τεχνική της ημιστερεής ζύμωσης σε φωσφορικά βιολιπάσματα. Το *Burkholderia vietnamiensis*, ένα βακτήριο ανεκτικότητας του στρες, παράγει γλυκονικό και 2-κετογλυκονικά οξέα, τα οποία εμπλέκονται στη φωσφορική διαλυτοποίηση. Τα *Enterobacter* και *Burkholderia* που απομονώθηκαν από τη ριζόσφαιρα του ηλίανθου βρέθηκαν να παράγουν σιδηροφόρες και ινδολικές ενώσεις (ICs), οι οποίες μπορούν να διαλυτοποιούν το φώσφορο. Οι μικροοργανισμοί διαλυτοποίησης του Καλίου (KSM) όπως τα γένη *Aspergillus*, *Bacillus* και *Clostridium* βρέθηκε να είναι αποτελεσματικοί στην διαλυτοποίηση του καλίου στο έδαφος και να έχουν την ικανότητα κινητοποίησης σε διαφορετικές καλλιέργειες. Η αμοιβαία συμβίωση της Mycorrhizal με τις ρίζες των φυτών ικανοποιεί τη ζήτηση σε θρεπτικά συστατικά των φυτών, η οποία οδηγεί σε ενίσχυση της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών, καθώς και στην προστασία των φυτών από παθογόνες επιθέσεις και από το περιβαλλοντικό στρες. Οδηγεί στην απορρόφηση του φωσφορικού άλατος από τα εξωτερικά προς τα εσωτερικά μυκήλια του φλοιού, τα οποία μεταφέρουν τελικά φωσφορικό άλας στα φλοιώδη κύτταρα της ρίζας. Τα κυανοβακτήρια σταθεροποίησης του Άζωτου όπως *Aulosira*, *Tolypothrix*, *Scytonema*, *Nostoc*, *Anabaena* και *Plectonema* χρησιμοποιούνται συνήθως ως Βιολιπάσματα. Εκτός από τη συμβολή του αζώτου, ουσίες που προάγουν την ανάπτυξη και βιταμίνες που απελευθερώνονται από τα άλγη *Cylindrospermum musicola*, αυξάνουν την ανάπτυξη της ρίζας και την απόδοση των φυτών ρυζιού. Είναι ενδιαφέρον πως η γενετική μηχανική χρησιμοποιήθηκε για να βελτιώσει τις δυνατότητες σταθεροποίησης του αζώτου του στελέχους *Anabaena* sp. PCC7120. Συστατική απολωδικοποίηση του γονιδίου *hetR* καθοδηγούμενη από ελαφρύ διεργετική προαγωγή, ενίσχυσε την έκφραση πρωτεΐνης *HetR*, οδηγώντας σε υψηλότερη νιτρογενετική δραστηριότητα στο στέλεχος *Anabaena* sp. PCC7120 σε σύγκριση με το στέλεχος άγριου-τύπου. Αυτό προκάλεσε με τη σειρά την καλύτερη αύξηση του ορυζώνα όταν εφαρμόζεται στις καλλιέργειες.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Η συνάφεια των Βιολιπασμάτων και η ανοχή των φυτών στις περιβαλλοντικές πιέσεις

Οι αβιοτικές και βιοτικές πιέσεις είναι τα κύρια εμπόδια που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των καλλιεργειών. Πολλά εργαλεία της σύγχρονης επιστήμης έχουν εφαρμοστεί ευρέως για τη βελτίωση των καλλιεργειών κάτω από συνθήκες πίεσης, εκ των οποίων ο ρόλος του PGPRs ως βιοπροστατευτικό έχει γίνει ύψιστης σημασίας. Στο πλαίσιο αυτό το *Rhizobium* τριφύλλι εμβολιάζεται με *Trifolium alexandrinum* και παρουσιάζει υψηλότερη βιομάζα και αύξηση του αριθμού των οζιδίων κάτω από στρεσογόνης αλατότητας συνθήκες. Η ψευδομονάδα *aeruginosa* έχει αποδειχθεί ότι αντέχει στις βιοτικές και αβιοτικές πιέσεις. Οι Paul και Nair διαπίστωσαν ότι το *P. fluorescens* MSP-393 παράγει οσμολύτες και προκαλούμενες άλας-στρες πρωτεΐνες που μπορούν να ξεπεράσουν τις αρνητικές επιπτώσεις του αλατιού. Το *P. putida* Rs-198 ενισχύει το ρυθμό βλαστήσεως και αρκετές παραμέτρους ανάπτυξης δηλ., το ύψος των φυτών, το νωπό βάρος και το ξηρό βάρος του βαμβακιού υπό αλκαλικές συνθήκες και συνθήκες υψηλής αλατότητας μέσω της αύξησης του ρυθμού πρόσληψης των K^+ , Mg^{2+} and Ca^{2+} , και μέσω της μείωσης της απορρόφησης του Na^+ . Λίγα στελέχη ψευδομονάδας αποδίδουν ανοχή του φυτού μέσω του 2, 4-diacetylphloroglucinol (DAPG). Είναι ενδιαφέρον πως η συστηματική απόκριση βρέθηκε ότι επάγεται ενάντια στο *P. syringae* in *Arabidopsis thaliana* από το *P. fluorescens* DAPG. Το Calcisol που παράγεται από το PGPRs viz., *P. alcaligenes* PsA15, *Bacillus polymyxa* BcP26 και από το μυκοβακτηρίδιο *rhizii* MbP18 παρέχει ανοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και στρεσογόνα αλατότητα. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι ο εμβολιασμός των φυτών με μύκητες AM βελτιώνει την αύξηση των φυτών κάτω από συνθήκες στρεσογόνας αλατότητας.

Το *Achromobacter piechaudii* έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει την βιομάζα των φυτών ντομάτας και πιπεριάς υπό πίεση 172 mM NaCl και νερού. Είναι ενδιαφέρον πως μια ρίζα του ενδοφυτικού μύκητα *Piriformospora indica* βρέθηκε να υπερασπίζεται το φυτό ξενιστή ενάντια στο στρεσογόνο άλας. Σε μία μελέτη βρέθηκε ότι ο εμβολιασμός με PGPR σκέτο ή μαζί με AM όπως είναι τα *intraradices Glomus* ή *G. mosseae* είχε ως αποτέλεσμα την καλύτερη πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών και τη βελτίωση στις κανονικές φυσιολογικές διεργασίες στο *Lactuca sativa* υπό συνθήκες στρες. Το ίδιο φυτό με θεραπεία *P. mendocina* αύξησε τη βιομάζα βλαστού κάτω από συνθήκες στρεσογόνου άλατος. Οι μηχανισμοί που εμπλέκονται στην οσμωτική ανοχή του στρες που απασχολούν μεταγραφικές και μικροσκοπικές στρατηγικές αποκάλυψαν μια σημαντική αλλαγή στο μεταγραφικό του *Stenotrophomonas rhizophila* DSM14405T ως απάντηση στο στρεσογόνο άλας. Ο συνδυασμός μυκήτων AM και βακτηριδίων καθορισμού N_2 βοήθησε τα φυτά οσπρίων στην υπερνίκηση της πίεσης ξηρασίας. Η επίδραση του *A. brasilense* μαζί με AM μπορεί να γίνει ορατή και σε άλλες συγκομιδές όπως η ντομάτα, ο αραβόσιτος και η μανιόκα. Ο συνδυασμός *A. brasilense* και AM αυξάνουν την ανοχή των φυτών στις διάφορες αβιοτικές πιέσεις. Η πρόσθετη επίδραση της ψευδομονάδας *putida* ή του βάκιλου *megaterium* και του μύκητα AM ήταν αποτελεσματική στην ανακούφιση της πίεσης ξηρασίας. Εφαρμογή των ψευδομονάδων SP. κάτω από πίεση νερού βελτίωσε τις αντιοξειδωτικές και φωτοσυνθετικές χρωστικές ουσίες σε φυτά βασιλικού.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

Κατά τρόπο ενδιαφέροντα, ο συνδυασμός τριών βακτηριακών ειδών προκάλεσε την υψηλότερη CAT, GPX και APX δραστηριότητα και περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη στα φύλλα κάτω από την πίεση νερού. Οι ψευδομονάδες SSP βρέθηκαν να προκαλούν θετικές επιπτώσεις στην αύξηση των σποριόφυτων και στη βλάστηση σπόρου *A. officinalis* L. κάτω από την πίεση νερού. Η φωτοσυνθετική αποδοτικότητα και η αντιοξειδωτική απάντηση των φυτών ρυζιού που υποβλήθηκαν στην πίεση ξηρασίας βρέθηκαν να αυξάνονται μετά από τον εμβολιασμό με arbuscular mycorrhiza. Τα ευεργετικά αποτελέσματα των mycorrhizae έχουν αναφερθεί επίσης και υπό την ξηρασία και υπό αλατούχες συνθήκες. Τα βαριά μέταλλα όπως το κάδμιο, ο μόλυβδος, ο υδράργυρος από τα νοσοκομειακά και εργοστασιακά απόβλητα συσσωρεύονται στο χώμα και μπαίνουν στα φυτά μέσω των ριζών. Τα *Azospirillum* SSP, *Phosphobacteria* SSP και *Glucanacetobacter* SSP που απομονώθηκαν από τη ριζόσφαιρα καλλιεργειών ρυζιού και ριζοφόρων βρέθηκε να είναι πίο ανεκτικάβαρέα μέταλλα κυρίως σίδηρο *P. rotida* στέλεχος 11 (P.p.11), *P. rotida* στέλεχος 4 (P.p.4) and *P. fluorescens* στέλεχος 169 (P.f.169) μπορούν να προστατεύσουν τα φυτά canola και κριθαριού από τα ανασταλτικά αποτελέσματα του καδμίου μέσω IAA, siderophore και 1 deaminase aminocyclopropane-1-carboxylate (ACCD). Έχει αναφερθεί ότι ριζοαποκατάσταση του μολυσμένου με πετρέλαιο εδάφους μπορεί να επισπευσθεί προσθέτοντας μικρόβια υπό τη μορφή αποτελεσματικού μικροβιακού παράγοντα (EMA) για τα διάφορα είδη φυτών, όπως βαμβάκι, ήρα, ψηλά φεστούκα, και μηδική.

Τα PGPRs ως βιολογικοί παράγοντες αποδείχθηκε ότι είναι μία από τις εναλλακτικές των χημικών παραγόντων ώστε να παρέχουν αντίσταση στις διάφορες παθογόνες επιθέσεις. Εκτός από το να ενεργούν ως παράγοντες προαγωγής ανάπτυξης μπορούν να παρέχουν αντίσταση κατά των παθογόνων μικροοργανισμών χάρις στην παραγωγή μεταβολιτών. Το *Bacillus subtilis* GBO3 μπορεί να προκαλέσει άμυνα-σχετιζόμενες οδούς δηλ., Σαλικυλικό οξύ (SA) και γιασμονικό οξύ (JA). Η εφαρμογή των PGPR απομονώσεων δηλ., *B. amyloliquefaciens* 937b και *B. pumilus* SE-34 παρέχει ανοσία κατά του ιού mottle της τομάτας. Το *B. megaterium* IISRBP 17, χαρακτηριζόμενο από στέλεχος του μαύρου πιπεριού, δρα ενάντια *Phytophthora capsici*. Το *Bacillus subtilis* N11 μαζί με ώριμο κομπόστ βρέθηκε να ελέγχει την προσβολή από *Fusarium* στις ρίζες της μπανάνας. Ομοίως, το *B. subtilis* (UFLA285) βρέθηκε να παρέχει αντίσταση έναντι στο *R. solani* και επίσης προκάλεσε φυλλώδη και ριζική ανάπτυξη των φυτών βαμβακιού. Σε μία άλλη ενδιαφέρουσα μελέτη το *Raenibacillus polymyxa* SQR-21 πιστοποιήθηκε ως ένας δυνητικός παράγοντας για τον βιοέλεγχο της *Fusarium* μάρανσης στο καρπούζι. Επιπλέον, η χρήση των PGPRs βρέθηκε να είναι αποτελεσματική στη διαχείριση των ιών μαρασμού στην τομάτα, του ιού cucumber mosaic στη ντομάτα και την πιπεριά, και στον ιό banana bunchy top στις μπανάνες. Σε ορισμένες περιπτώσεις φάνηκε ότι μαζί με τα βακτήρια, οι μυκόριζες μπορούν να παρέχουν ανθεκτικότητα έναντι των παθογόνων μυκήτων και να αναστέλλουν την ανάπτυξη πολλών παθογόνων στις ρίζες όπως το *R. solani*, *Pythium* spp., *F. oxysporum*, *A. obscura* και *H. annosum*, βελτιώνοντας τα φυτικό θρεπτικό προφίλ και την παραγωγικότητα. Για παράδειγμα το *Glomus mosseae* ήταν αποτελεσματικό έναντι στο *Fusarium oxysporum* f. sp. Basilica το οποίο προκαλεί ασθένεια σήψης των ριζών στα φυτά βασιλικού. Το *Medicago trunculata* έδειξε επίσης

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

διέγερση διαφόρων γονιδίων συνδεδεμένων με την άμυνα του μυκοριζικού αποικισμού. Αποδείχθηκε ότι η προσθήκη των arbuscular mycorrhizal μυκήτων και ψευδομονάδας *P. fluorescens* στο χώμα μπορεί να μειώσει την ανάπτυξη ασθένειας αποσύνθεσης της ρίζας και να ενισχύσει την παραγωγή του κοινού φασολιού *L.*

Μηχανισμός δράσης των διαφόρων Βιολιπασμάτων

Η Mycorrhiza είναι η ένωση μυκητών με τις ρίζες των ψηλών φυτών. Ενώ παραμένει αίνιγμα, χρησιμεύει σαν ένα πρότυπο σύστημα για να κατανοήσουμε τον μηχανισμό πίσω από διέγερση της ανάπτυξης στα κύτταρα της ρίζας, ως αποτέλεσμα της αποικίας μυκόριζας. Η αλληλουχία γονιδιώματος δύο μυκήτων EM (ectomycorrhizae), *L. bicolor* 13, και *T. melanosporum* (black truffle) 14 βοηθά στην ταυτοποίηση των παραγόντων που ρυθμίζουν την ανάπτυξη της μυκόριζας και τη λειτουργία της στο φυτικό κύτταρο. Δεκαπέντε γονίδια που απορρυθμίζονται κατά τη διάρκεια της συμβίωσης ταυτοποιήθηκαν ως υποθετικοί μεταφορείς εξόζης σε *L. bicolor*. Το γονιδιώμα του στερήθηκε τα γονίδια που κωδικοποιούν τις ινβερτάσες καθιστώντας το εξαρτώμενο από τα φυτά για τη γλυκόζη. Ωστόσο, το *melanosporum* διαθέτει ένα γονίδιο ιμβερτάσης, και σε αντίθεση με το *L. bicolor* μπορεί να χρησιμοποιήσει άμεσα την σακχαρόζη του ξενιστή.

Η αυξητική ρύθμιση των γονιδίων του μεταφορέα κατά τη διάρκεια της συμβίωσης έδειξε τη δράση της μεταφοράς των χρησιμων ενώσεων όπως τα αμινοξέα, τα ολιγοπεπτίδια και οι πολυαμίνες μέσω της συμβιωτικής διεπαφής από έναν οργανισμό σε άλλους. Το ελεύθερης διαβίωσης μυκήλιο μπορεί να λάβει το νιτρικό αμμώνιο από το έδαφος. Στη συνέχεια, οι ενώσεις αυτές φθάνουν στο μανδύα και μεταφέρονται στη συνέχεια στα φυτά. Πλουσίες σε κυστεΐνη πρωτεΐνες (MISSP7) μυκήτων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο ως τελεστές και διαμεσολαβητές στο σχηματισμό των συμβιωτικών διεπαφών. Πολλά γονίδια που σχετίζονται με την βιοσύνθεση αυξίνης και τη μορφογένεση της ρίζας παρουσιάστηκαν πάνω ρύθμιση κατά τη διάρκεια αποικισμού μυκόριζας. Περαιτέρω, το *G. versiforme* περοείχε ανόργανους φωσφορικούς (P_i) μεταφορείς στις υφές του που βοηθούν στην άμεση απορρόφηση του φωσφόρου από το έδαφος και ένα γονίδιο σύνθεσης γλουταμίνης βρέθηκε στο *G. intraradice*, το οποίο ενισχύει τη δυνατότητα του μεταβολισμού του αζώτου στις μυκητιακές υφές που μπορεί να μεταφέρονται αργότερα στο φυτό. Οι βιοδραστικές ενώσεις που ονομάζονται παράγοντες Myc παρόμοιες με τους παράγοντες Nod του *Rhizobium* προτείνεται να εκκρίνονται από τη mycorrhiza και το *Rhizobium* και γίνονται αντιληπτές από τις ρίζες του ξενιστή για την ενεργοποίηση της διάβασης μεταγωγής σημάτων ή της κοινής διάβασης συμβίωσης (SYM). Οι διαβιβάσεις που προετοιμάζουν τα φυτά, τόσο για τη μόλυνση με AM όσο και με *Rhizobium* έχουν κάποια κοινά σημεία. Η κοινή πορεία SYM προετοιμάζει το φυτό ξενιστή να επιφέρει αλλαγές σε μοριακό και ανατομικό επίπεδο με την πρώτη επαφή με τις μυκητιακές υφές. Μέχρι στιγμής, το ασβέστιο υποτίθεται ότι είναι η πλήμνη δευτερογενών αγγελιοφόρων μέσω του εμβολιασμού Ca²⁺ στην πυρηνική περιοχή του τριγών της ρίζας. Το *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* μπορεί να προκαλέσει διάφορα γονίδια στα φυτά, όπως μπιζέλια, μηδική και ζαχαρότευτλα όπως φαίνεται

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

από τις μελέτες μικροσυστοιχίας. Το PGPR παράγει IAA τα οποία, με τη σειρά τους, προκαλούν την παραγωγή νιτρικού οξειδίου (NO), το οποίο δρα ως ένας δεύτερος αγγελιαφόρος για να προκαλέσει ένα πολύπλοκο δίκτυο σηματοδότησης που οδηγεί στη βελτιωμένη ανάπτυξη των ριζών και σε αναπτυξιακές διαδικασίες.

Η έκφραση ENOD11 και πολλών γονιδίων που σχετίζονται με την άμυνα και γονιδίων που σχετίζονται με την αναδιαμόρφωση της ρίζας απαρυθμίζεται κατά τη διάρκεια της εισόδου. Στη συνέχεια, αυτό επιτρέπει τον σχηματισμό μίας συσκευής προ-διείσδυσης ή PPA. Αν και η βιολογία πίσω από την ανάπτυξη της arbuscules είναι άγνωστη, ένα γονίδιο που ονομάζεται *varygin* όταν πολεμάται προκαλεί μείωση του ρυθμού αύξησης arbuscules. Πολλά άλλα γονίδια συμπεριλαμβανομένων των *subtilisin protease 65*, *phosphate transporter 66* ή *two ABC transporters 67* είναι γνωστό ότι εμπλέκονται στο σχηματισμό arbuscules. Τα γονίδια καθορισμού του αζώτου, χρησιμοποιούνται ευρέως από τους επιστήμονες σήμερα για να δημιουργήσουν τροποποιημένα φυτά που μπορούν να καθορίσουν το ατμοσφαιρικό άζωτο. Η επαγωγή των γονιδίων *nif* σε περίπτωση βακτηρίων καθορισμού αζώτου πραγματοποιείται υπό χαμηλή συγκέντρωση αζώτου και οξυγόνου στην ριζόσφαιρα. Είναι ενδιαφέρον πως τα φυτά ζαχαροκάλαμου που εμβολιάζονται με ένα άγριο στέλεχος *G. diazotrophicus*, έχουν καταδείξει τη σταθεροποίηση του ραδιενεργού N_2 σε σύγκριση με τη μετάλλαξη *G. diazotrophicus* που έχει μετάλλαξη του γονιδίου *nif D* που αποδεικνύει τη σημασία των γονιδίων *nif*. Η αποτελεσματικότητα της δέσμευσης του αζώτου εξαρτάται από την χρησιμοποίηση του άνθρακα. Ένα βακτηρίδιο όπως *Bacillus subtilis* (UFLA285) μπορεί να μεταφέρει διαφορετικώς 247 γονίδια στα φυτά βαμβακιού αν συγκριθεί με τον έλεγχο που κανένα PGPR δεν παρείχε στα φυτά βαμβακιού. Πολλά γονίδια ανθεκτικότητας ασθενειών που λειτουργούν μέσω της σηματοδότησης ιασμονικού/ αιθυλενίου καθώς και της ρύθμιση της οσμωτικής πίεσης μέσω γονιδίων σύνθεσης προλίνης εκφράστηκαν διαφορεικά με διέγερση UFLA285. Τα διάφορα διαφορετικά εκφρασμένα γονίδια που προσδιορίστηκαν, περιλαμβάνουν πρωτεΐνη ομοιάζουσα με μεταλλοθειονίνη τύπου 1, NOD26 -σαν διαμεμβρανική πρωτεΐνη, ZmNIP2-1 (μια θειονίνη οικογένεια πρωτεϊνών), *oryzain* πρόδρομος αλυσίδα γάμμα, στρεσογόνο πρωτεΐνη που συνδέεται με 1 (OsISAP1), προβενάζόλη-διεγέρσιμο πρωτεΐνη PBZ1, αυξίνη και αιθυλένιο-αποκριτικά γονίδια. Η έκφραση των πρωτεϊνών που σχετίζονται με την άμυνα PBZ1 και θειονίνη βρέθηκε να καταστέλλεται στον σύνδεσμο *seropedicae-H* με ρύζι, υποδεικνύοντας την διαφοροποίηση των αμυντικών αποκρίσεων των φυτών κατά τη διάρκεια του αποικισμού.

Ανάμεσα στα είδη PGPR, το *Azospirillum* προτάθηκε για να εκκρίνει γιββερελλίνες, αιθυλενίου και αυξίνες. Ορισμένα φυτικά συνδεδεμένα βακτήρια μπορούν επίσης να επάγουν τη σύνθεση φυτορμόνης, για παράδειγμα πεύκα (*lodgerole*) όταν εμβολιάστηκαν με *Paenibacillus polymyxa* παρουσίασαν αυξημένα επίπεδα IAA στις ρίζες. Τα *Rhizobium* και *Bacillus* βρέθηκαν να συνθέτουν IAA σε διαφορετικές κλιματικές συνθήκες όπως pH, θερμοκρασία και με παρουσία αγροαποβλήτων ως υπόστρωμα. Το Αιθυλένιο, σε αντίθεση με άλλες φυτορμόνες, είναι υπεύθυνο για την αναστολή της ανάπτυξης των δικοτυλήδων φυτών. Διαπιστώθηκε από τον Glick et al. ότι τα PGPR θα μπορούσαν να ενισχύσουν την ανάπτυξη των φυτών με καταστολή της έκφρασης του αιθυλενίου. Είναι ενδιαφέρον,

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

πως προτάθηκε ένα μοντέλο στο οποίο δείχθηκε ότι η σύνθεση αιθυλενίου από 1-αμινοκυκλοπροπανο-1-καρβοξυλικό άλας (ACC), άμεσο πρόδρομο αιθυλενίου, το οποίο υδρολύεται από το βακτηριακό ACC-δεαμινάση ένζυμο στην ανάγκη πηγής αζώτου και άνθρακα είναι επίσης ένας από τους μηχανισμούς επαγωγής συνθήκων κατάλληλων για την ανάπτυξη. Η δραστηριότητα ACC-δεαμινάσης βρέθηκε επίσης σε βακτήρια όπως *Alcaligenes sp.*, *Bacillus pumilus*, *Pseudomonas sp.* και *Variovorax paradoxus*. Η συμμετοχή της ACC δεαμινάσης στην έμμεση επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών αποδείχθηκε στο *Canola*, όπου οι μεταλλάξεις στο γονίδιο ACC απομινάσης προκάλεσαν την απώλεια επίδρασης των αυξητικών *Pseudomonas putida*. Είναι ενδιαφέρον πως το δυναμικό του PGPRs ενισχύθηκε περαιτέρω με την εισαγωγή γονιδίων που εμπλέκονται στην άμεση οξειδωτική οδό (DO) και διαλυτοποίηση φωσφορικού ορυκτού (MPS) σε κάποια χρήσιμα στελέχη PGPRs. Γονίδιο κωδικοποιώντας αφυδρογονάση γλυκόζης (GCD) που συμμετέχει στην διαβίβαση DO κλωνοποιήθηκε και χαρακτηρίστηκε από *Acinetobacter calcoaceticus*, *E. coli* και *Enterobacter asburiae*. Επίσης, μια διαλυτή μορφή GCD έχει κλωνοποιηθεί από *Acinetobacter calcoaceticus* και *G. oxydans*. Επιπλέον, υπάρχουν αναφορές για τοποκατευθυνόμενη μεταλλαξογένεση της αφυδρογονάσης γλυκόζης (GDH) και της γλυκονικής αφυδρογονάσης (GADH), που έχει βελτιώσει την δραστηριότητα αυτού του ενζύμου. Απλή αντικατάσταση του S771M παρέχει θερμική σταθερότητα στο *E. coli* ενώ μετάλλαξη του γλουταμικού 742 σε λυσίνη βελτιώνει την ανοχή EDTA του *E. coli* PQQGDH. Η εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας επιτεύχθηκε με μεταφορά γονιδίων που εμπλέκονται στην διαβίβαση δηλαδή *GDH*, *GADH* και *pyrroloquinoline quinone (PQQ)* σε rhizobacteria, και phosphoenolpyruvate carboxylase (*PPC*) σε *P. fluorescens*, παρέχοντας το χαρακτηριστικό MPS.

Οι περισσεύουσες θρεπτικές ουσίες συσσωρεύονται στα χόματα, ιδιαίτερα ο φώσφορος που έχει ως αποτέλεσμα επιπλέον λίπανση πέρα των χημικών λιπασμάτων που παρέχονται από τους αγρότες κατά τη διάρκεια των εντατικών γεωργικών πρακτικών. Σημαντικές έρευνες εστιάζουν στην παραγωγή αποτελεσματικών και βιώσιμων βιολιπασμάτων για τα φυτά των καλλιεργειών, όπου όπου η ανόργανη λίπανση μπορεί να μειωθεί σημαντικά για να αποφευχθούν περαιτέρω προβλήματα ρύπανσης.

Οι σημαντικότερες και συγκεκριμένες ερευνητικές ανάγκες, σύμφωνα με τον Swarna Latha Aggani από το Πανεπιστήμιο Kakatiya πρέπει να εστιάσουν στα εξής σημεία:

1. Επιλογή αποτελεσματικών και ανταγωνιστικών πολυλειτουργικών βιολιπασμάτων για ποικιλία καλλιεργειών.
2. Ποιοτικό σύστημα ελέγχου για την παραγωγή εμβολίων και την εφαρμογή τους στις καλλιέργειες, για να εξασφαλίσει και να διερευνήσει τα οφέλη της συμβίωσης των φυτικών μικροοργανισμών.
3. Μελέτη της μικροβιακής ανθεκτικότητας των Βιολιπασμάτων σε εδαφολογικό περιβάλλον κάτω από συνθήκες στρες.
4. Αγρονομική, εδαφολογική και οικονομική αξιολόγηση των βιολιπασμάτων για τα διάφορα συστήματα γεωργικής παραγωγής.

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

5. Μεταφορά τεχνογνωσίας για την παραγωγή Βιολιπασμάτων σε βιομηχανικό επίπεδο και για τη βέλτιστη διαμόρφωση.

6. Θέσπιση νομοθεσίας και αυστηρής ρύθμισης για τον ποιοτικό έλεγχο των αγορών και την εφαρμογή.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι περιβαλλοντικές πιέσεις έχουν γίνει ένα σοβαρό πρόβλημα και η παραγωγικότητα μειώνεται με πρωτοφανή ρυθμό. Η εξάρτησή μας από τα χημικά λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα έχει ενθαρρύνει την ακμάζουσα βιομηχανία που παράγει απειλητικές για τη ζωή χημικές ουσίες, οι οποίες δεν είναι επικίνδυνες μόνο στην κατανάλωση από τον άνθρωπο, αλλά μπορεί επίσης να διαταράξουν την οικολογική ισορροπία. Τα Βιολογικά λιπάσματα μπορεί να βοηθήσουν στην επίλυση του προβλήματος της διατροφής ενός αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού σε μια εποχή που η γεωργία αντιμετωπίζει διάφορες περιβαλλοντικές πιέσεις. Είναι σημαντικό να συνειδητοποιήσουμε τις χρήσιμες πτυχές των Βιολιπασμάτων και να τα εφαρμόσουμε στις σύγχρονες γεωργικές πρακτικές. Η νέα τεχνολογία που αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το ισχυρό εργαλείο της μοριακής βιοτεχνολογίας μπορεί να ενισχύσει τα βιολογικά μονοπάτια της παραγωγής φυτορμονών. Αν εντοπιστούν και να μεταφερθούν σε χρήσιμα PGPRs, αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να βοηθήσουν στην ανακούφιση από τις περιβαλλοντικές πιέσεις. Ωστόσο, η έλλειψη ενημέρωσης σχετικά με τα βελτιωμένα πρωτόκολλα εφαρμογών των βιολιπασμάτων στο πεδίο, είναι ένας από τους λίγους λόγους για τους οποίους πολλά χρήσιμα PGPRs εξακολουθούν να είναι πέρα από τη γνώση των οικολόγων και των γεωπόνων. Παρ'όλα αυτά, πρόσφατες πρόοδοι στον τομέα των τεχνολογιών που σχετίζονται με μικροβιακή επιστήμη, τις αλληλεπιδράσεις φυτών-παθογόνων θα βοηθήσουν να βελτιστοποιήσετε τα απαιτούμενα πρωτόκολλα. Η επιτυχία της επιστήμης που σχετίζονται με βιολογικά λιπάσματα εξαρτάται από τις εφευρέσεις των καινοτόμων στρατηγικών που σχετίζονται με τις λειτουργίες του PGPRs και τη σωστή εφαρμογή του στον τομέα της γεωργίας. Η μεγάλη πρόκληση σε αυτόν τον τομέα της έρευνας έγκειται στο γεγονός ότι μαζί με την αναγνώριση των διαφόρων στελεχών PGPRs και τις ιδιότητές τους, είναι απαραίτητο να αναλύσουμε τον πραγματικό μηχανισμό λειτουργίας του PGPRs για την αποτελεσματικότητά του προς εκμετάλλευση στη βιώσιμη γεωργία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. E. Malusá, L. Sas-Paszt, and J. Ciesielska (2012). Technologies for Beneficial Microorganisms Inocula Used as Biofertilizers, *Scientific World Journal*, Apr 1.
2. Sarathchandra, S.U., Ghani, A.A., Yeates, G.W., Burch, G. and Cox, N.R. (2001): Effect of nitrogen and phosphate fertilizers on microbial and nematode diversity in pasture soils. *J Biol. Biochem*, 33:953-964.
3. Higa, T. and Wididana, G.N. (1991). Changes in soil microflora induced by effective microorganisms. p. 153-163. In J.F. Pait, S/B/Hornick and E.C. Whitman. Proceeding of the first International Conference on Kuysei nature Farming, United States Department of Agriculture, Whashington D.C.
4. Vandergheynst J.S., Scher H., Hong-Yun G. (2006). Design of formulations for improved biological control agent viability and sequestration during storage. *Industrial Biotechnology*; 2(3):213–219.
5. Vandergheynst J.S., Scher H.B., Guo H-Y, Schultz D.L. (2007). Water-in-oil emulsions that improve the storage and delivery of the biolarvacide *Lagenidium giganteum*. *BioControl*; 52 (2):207–229.
6. Pemsel M, Schwab S, Scheurer A, Freitag D, Schatz R, Schlücker E. (2010). Advanced PGSS process for the encapsulation of the biopesticide. *Cydia pomonella* granulovirus. *Journal of Supercritical Fluids*; 53(1–3):174–178.
7. Cocero M.J., Martín Á., Mattea F., Varona S. (2009). Encapsulation and coprecipitation processes with supercritical fluids: fundamentals and applications. *Journal of Supercritical Fluids*. 2009; 47(3):546–555.
8. Qureshi N, Annous B.A., Ezeji T.C., Karcher P., Maddox I.S. (2005). Biofilm reactors for industrial bioconversion process: employing potential of enhanced reaction rates. *Microbial Cell Factories*; 4, article 24
9. Stoodley P., Sauer K., Davies D.G., Costerton J.W. (2002). Biofilms as complex differentiated communities. *Annual Review of Microbiology*. 2002; 56:187–209
10. Sutherland I.W. (2001). Biofilm exopolysaccharides: a strong and sticky framework. *Microbiology*. 2001; 147(1):3–9.
11. Seneviratne G., Zavahir J.S., Bandara WMMS, Weerasekara MLMAW. (2008). Fungal-bacterial biofilms: their development for novel biotechnological applications. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*; 24(6):739–743
12. Jayasinghearachchi H.S., Seneviratne G. A bradyrhizobial-*Penicillium* spp. biofilm with nitrogenase activity improves N₂ fixing symbiosis of soybean. *Biology and Fertility of Soils*; 40 (6), 432-434

13. Ashraf M., Hasnain S., Berge O., Mahmood T. (2004). Inoculating wheat seedlings with exopolysaccharide-producing bacteria restricts sodium uptake and stimulates plant growth under salt stress. *Biology and Fertility of Soils*, Vol 40, (3), pp 157–162.
14. Seneviratne G., Zavahir J.S, Bandara WMMS, Weerasekara MLMAW (2008). Fungal-bacterial biofilms: their development for novel biotechnological applications. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*; 24 (6): 739–743
15. Bandara WMMS, Seneviratne G, Kulasooriya SA. (2006). Interactions among endophytic bacteria and fungi: effects and potentials. *Journal of Biosciences*31(5): 645–650.
16. Callone E., Campostrini R., Carturan G., Cavazza A., Guzzon R. (2008). Immobilization of yeast and bacteria cells in alginate microbeads coated with silica membranes: procedures, physico-chemical features and bioactivity. *Journal of Materials Chemistry*; 18 (40): 4839–4848.
17. Navrotsky A. (2000). Technology and applications Nanomaterials in the environment, agriculture, and technology (NEAT) *Journal of Nanoparticle Research*; 2:321–323.
18. Parashar U.K., Saxena P.S., Srivastava A. (2008). Role of nanomaterials in biotechnology. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*; 3:81–87.
19. Auffan M., Rose J., Bottero J-Y, Lowry G.V., Jolivet J.P., Wiesner M.R. (2009). Towards a definition of inorganic nanoparticles from an environmental, health and safety perspective. *Nature Nanotechnology*;4(10):634–641
20. Bailey K.L., Boyetchko S.M., Längle T. (2010). Social and economic drivers shaping the future of biological control: a Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides. *Biological Control*; 52(3): 221–229.
21. Srivastava A, Srivastava ON, Talapatra S, Vajtai R, Ajayan PM. (2004). Carbon nanotube filters. *Nature Materials*; 3 (9): 610–614.
22. Vandergheynst J. S., Scher H. B., Guo H-Y, Schultz D. L. (2007). Water-in-oil emulsions that improve the storage and delivery of the biolarvacide *Lagenidium giganteum*. *BioControl*. 52 (2): 207–229
23. E. Malusá and N. Vassilev (2014). A contribution to set a legal framework for biofertilisers, *Appl Microbiol Biotechnol*; 98(15): 6599–6607.
24. Compound Annual Growth Rate (CAGR) Definition Investopedia <http://www.investopedia.com/terms/c/cagr.asp#ixzz4IukVi56Y>
25. <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/compound-biofertilizers-customized-fertilizers.asp>
26. <http://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/global-biofertilizers-market.htm>

ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ

27. Deepak Bhardwaj, Mohammad Wahid Ansari, Ranjan Kumar Sahoo, and Narendra Tuteja. Trends in innovative production of Biofertilizers as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4022417/>.