

Συνδυαστικότητα γεωργικών φαρμάκων με έμφαση στα ζιζανιοκτόνα

Ανέστης Καρκάνης¹ και Αναστασία Καζαντζίδου²

¹Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Ζιζανιολογίας, Οδός Φυτόκου, 38446, Βόλος. e-mail: akarkanis@agr.uth.gr

²SYNGENTA HELLAS, Λεωφόρος Ανθούσας, Τ.Κ. 15349, Ανθούσα Αττικής. e-mail: anastasia.kazantzidou@syngenta.com

1. Γενικά

Η **συνδυαστικότητα** των γεωργικών φαρμάκων είναι μια σημαντική παράμετρος που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή των γεωργικών φαρμάκων καθώς και κατά την προετοιμασία του ψεκαστικού διαλύματος. Ο συνδυασμός γεωργικών φαρμάκων (γ.φ.) είναι πολλές φορές αναγκαίος όταν θέλουμε να καταπολεμήσουμε 2 ή περισσότερους εχθρούς των καλλιεργειών, ενώ συμβάλει σημαντικά στη μείωση του κόστους εφαρμογής τους.

Συγκεκριμένες πληροφορίες σχετικές με τη συνδυαστικότητα ενός γεωργικού φαρμάκου αναγράφονται σε αρκετές περιπτώσεις στις ετικέτες των φυτοπροστατευτικών προϊόντων. Σε αρκετές περιπτώσεις αναγράφεται ότι το σκεύασμα:

- “δεν πρέπει να συνδυάζεται με άλλα σκευάσματα” ή
- “δεν πρέπει να συνδυάζεται με αλκαλικά σκευάσματα” ή
- “για τη συνδυαστικότητα του σκευάσματος με άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα συνιστάται να γίνεται **δοκιμαστική εφαρμογή**” κ.α.



2. Προβλήματα συνδυαστικότητας

Ένα τύπος ασυμβατότητας κατά τον συνδυασμό των γεωργικών φαρμάκων είναι η **φυσική ασυμβατότητα** (physical incompatibility). Σε αυτή την κατηγορία ο συνδυασμός διαφορετικών γεωργικών φαρμάκων οδηγεί στην δημιουργία μη ομοιογενούς ψεκαστικού διαλύματος. *Είναι δυνατόν να παρατηρηθεί διαχωρισμός του μείγματος σε στρώματα, σχηματισμός συσσωματωμάτων, δημιουργία ιζήματος ή παχύρευστου υγρού* (Sarwar, 2015). Σε κάποιες περιπτώσεις είναι δυνατόν να προκληθεί φράξιμο των ακροφυσίων. Προβλήματα φυσικής ασυμβατότητας μπορεί να προκληθούν και εξαιτίας της μη κατάλληλης ανάδευσης των γεωργικών φαρμάκων κατά την προετοιμασία του ψεκαστικού διαλύματος.

Για την πρόληψη της φυσικής ασυμβατότητας συστήνεται να γίνεται **δοκιμή συνδυαστικότητας** (Sarwar, 2015). Η συνήθης διαδικασία (Jar test) που ακολουθείται είναι η εξής: σε δοχείο με νερό προστίθενται διαδοχικά σε μικρή αναλογική ποσότητα τα γ.φ. Μετά από την κάθε προσθήκη γίνεται ανακίνηση του διαλύματος, ενώ σε μικρό χρονικό διάστημα (10-15 λεπτά) μετά από την τελευταία προσθήκη παρατηρούμε τις φυσικές ιδιότητες του διαλύματος. Το διάλυμα που θα προκύψει θα πρέπει να είναι ομοιογενές.

Ορισμένοι γενικοί κανόνες κατά την προετοιμασία του ψεκαστικού διαλύματος που μπορεί να συμβάλουν όχι στην πλήρη εξάλειψη, αλλά στην μείωση του ποσοστού εμφάνισης των προβλημάτων φυσικής ασυμβατότητας είναι οι εξής:

- ✓ Για κάθε σκεύασμα πρέπει να γίνεται αραίωση πριν την προσθήκη στο βυτίου του ψεκαστικού μηχανήματος, ενώ πρέπει να ακολουθεί καλή ανάδευση πριν την προσθήκη του επόμενου γεωργικού φαρμάκου, κάτι που πολλές φορές δεν πραγματοποιείται από αρκετούς γεωργούς.
- ✓ Το ψεκαστικό διάλυμα θα πρέπει να εφαρμόζεται σύντομα μετά την προετοιμασία του, ενώ θα πρέπει να αναδεύεται συνεχώς τόσο κατά την προετοιμασία όσο κατά τη διάρκεια του ψεκασμού. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι *ορισμένα γεωργικά φάρμακα (πχ. οργανοφωσφορικά) υφίσταται υδρόλυση όταν το ψεκαστικό διάλυμα έχει υψηλό pH*. Η υδρόλυση είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί σε μικρό



χρονικό διάστημα. Οι Kwon et al. (2004) σε πειράματα που πραγματοποίησαν σε ρυθμιστικά διαλύματα διαπίστωσαν ταχύτερη υδρόλυση του ζιζανιοκτόνου flumioxazin σε pH 9.

- ✓ Να αποφεύγεται ο τριπλός συνδυασμός των γεωργικών φαρμάκων. Οδηγία που αναφέρεται στην ετικέτα ορισμένων γ.φ.
- ✓ Ο τύπος του σκευάσματος αποτελεί κριτήριο για την σειρά ανάμειξης των σκευασμάτων κατά τη δοκιμή συνδυαστικότητας. *Η σειρά ανάμειξης συστήνεται να ακολουθεί το πρότυπο ή μέθοδο W.A.L.E.S. (Wettable powders and water dispersible granules-βρέξιμες σκόνες και βρέξιμοι κόκκοι, Agitate (ανάδευση του ψεκαστικού υγρού, προσθήκη αντιαφριστικών ουσιών (anti-foaming agents) ή ρυθμιστών (buffers)), Liquid flowables: πχ. εναιωρήματα, Emulsifiable concentrates: γαλακτωματοποιήσιμο συμπύκνωμα, Surfactants:επιφανειοδραστικές ουσίες).* Ενδεικτικά η σειρά ανάμειξης μερικών κύριων μορφών τυποποίησης στο ψεκαστικό διάλυμα είναι η εξής: WG (βρέξιμοι κόκκοι), WSP (υδατοδιαλυτή σκόνη)-WP (βρέξιμη σκόνη), SL (υδατικό διάλυμα), SC (συμπυκνωμένο εναιώρημα), EC (γαλακτωματοποιήσιμο συμπύκνωμα), επιφανειοδραστικές ουσίες-προσκολλητικές ουσίες-έλαια (λάδια), υδατοδιαλυτά λιπάσματα.

Άλλα πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν κατά τον συνδυασμό των γ.φ. είναι η ανταγωνιστική δράση (antagonism) ή η πρόκληση φυτοτοξικότητας (Cloyd, 2011). Χαρακτηριστικό παράδειγμα ανταγωνιστικής δράσης ζιζανιοκτόνων είναι η συνδυασμένη εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου rinoxaden με ορμονικά ζιζανιοκτόνα. Αναφέρεται στην ετικέτα σκευασμάτων του rinoxaden ότι ο συνδυασμός τους με ορμονικά ζιζανιοκτόνα (πχ. 2,4 D και MCPA) έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της δράσης του rinoxaden έναντι των αγρωστωδών ζιζανίων. Σε ορισμένες περιπτώσεις προβλήματα ασυμβατότητας κατά το συνδυασμό γεωργικών φαρμάκων μπορεί να προκληθούν εξαιτίας των περιβαλλοντικών συνθηκών που ακολουθούν μετά την εφαρμογή τους (Εικόνα 1). Η εφαρμογή ορισμένων ζιζανιοκτόνων με μυκητοκτόνα που ανήκουν στη χημική



ομάδα των στρομπιλουρινών ή των τριαζολών έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση φυτοτοξικότητας σε καλλιέργειες σιταριού εάν επικρατήσουν χαμηλές θερμοκρασίες μετά την εφαρμογή τους (Robinson et al., 2013). Σε άλλη έρευνα έχει διαπιστωθεί μείωση της δράσης ορισμένων ζιζανιοκτόνων όταν συνδυάστηκαν με συγκεκριμένα μυκητοκτόνα (Lancaster et al., 2008).



Εικόνα 1. Πρόκληση φυτοτοξικότητας σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού μετά από συνδυασμένη εφαρμογή ζιζανιοκτόνου και μυκητοκτόνου. Ακολούθησαν χαμηλές θερμοκρασίες μετά την εφαρμογή (Βελεστίνο, Μάρτιος 2015).

3. Συνεργιστική δράση γεωργικών φαρμάκων

Κατά τον συνδυασμό των γεωργικών φαρμάκων μπορεί να παρατηρηθεί συνεργιστική δράση, δηλαδή αύξηση της δραστηριότητας του ενός ή και των δύο γ.φ. που συνδυάζονται. Η συνεργιστική δράση μπορεί να συμβάλει στη μείωση των δόσεων εφαρμογής. Συνεργιστική δράση είναι δυνατόν να προκληθεί και εξαιτίας του συνδυασμού δύο ουσιών στο ίδιο σκεύασμα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ουσία *pireperonyl butoxide* που προκαλεί αύξηση της τοξικότητας των εντομοκτόνων της χημικής ομάδας των πυρεθρινών (Giddings et al., 2016).



4. Συμπεράσματα

Σε κάθε περίπτωση όταν δεν γνωρίζουμε για πιθανά προβλήματα ασυμβατότητας κατά το συνδυασμό των γεωργικών φαρμάκων θα πρέπει να ακολουθούμε πιστά τις οδηγίες που αναγράφονται στις ετικέτες των φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την αποφυγή προβλημάτων φυτοτοξικότητας ή μείωσης της αποτελεσματικότητας τους. Για την πρόληψη της φυσικής ασυμβατότητας συστήνεται να γίνεται δοκιμή συνδυαστικότητας, ενώ τα προβλήματα της φυτοτοξικότητας ή της ανταγωνιστικής δράσης που μπορεί να προκύψουν κατά το συνδυασμό 2 ή περισσότερων γεωργικών φαρμάκων είναι δυνατόν να περιοριστούν εφόσον πραγματοποιηθεί δοκιμαστική εφαρμογή του μείγματος στον αγρό.

5. Βιβλιογραφία

- Cloyd, R.A., 2011. Pesticide Mixtures, Pesticides - Formulations, Effects, Fate, Prof. Margarita Stoytcheva (Ed.), ISBN: 978-953-307-532-7, InTech. pp. 69-80.
- Giddings, J., Gagne, J., Sharp, J., 2016 Synergistic effect of piperonyl butoxide on acute toxicity of pyrethrins to *Hyalella Azteca*. Environmental Toxicology and Chemistry. 35 (8), 2111-2116.
- Kwon, J.W., Armbrust, K.L., Grey, T.L., 2004 Hydrolysis and photolysis of flumioxazin in aqueous buffer solutions. Pest Management Science. 60, 939-943.
- Lancaster, S.H., Jordan, D.L., Johnson, P.W., 2008. Influence of graminicide formulation on compatibility with other pesticides. Weed Technology. 22(4), 580-583.
- Robinson, M. A., Cowbrough, M. J., Sikkema, P. H., Tardif, F. J., 2013. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) tolerance to mixtures of herbicides and fungicides applied at different timings. Canadian Journal of Plant Science. 93, 491-501.
- Sarwar, M., 2015. Commercial insecticide formulations and their applications in the field. International Journal of Materials Chemistry and Physics. 1, 116-123.