

## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΦΥΤΑΣΗΣ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΤΩΝ ΠΟΥΛΕΡΙΚΩΝ

Η φυτάση αρχικά αναπτύχθηκε για χρήση στην Ολλανδία για την μείωση της ρύπανσης από τον φωσφόρο στις εντατικές καλλιέργειες. Η αύξηση των τιμών των πρώτων υλών και η αυξανόμενη ανησυχία για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής κρέατος είναι οι πιο συχνά αναφερόμενοι παράγοντες για την αύξηση της χρήσης των ενζύμων στην πτηνοτροφία και την χοιροτροφία τα τελευταία 10 χρόνια. Χρησιμοποιήθηκε εμπορικά για πρώτη φορά το 1991 (Selle, 2007) και βρίσκεται αυτή τη στιγμή παρούσα σε πάνω από το 60% των τροφών για μονογαστρικά ζώα παγκοσμίως και σε ακόμη υψηλότερα ποσοστά στα σιτηρέσια των πουλερικών.

Από την πρώτη εμπορική της χρήση, η φυτάση έχει θεωρηθεί ως το βασικό εργαλείο αύξησης της διαθεσιμότητας του φωσφόρου από φυτικές πηγές και συμβάλλει στην μείωση της συμπερίληψης ακριβότερων πηγών φωσφόρου στη διατροφή όπως το φωσφορικό ασβέστιο και τα υποπροϊόντα ζωικής προέλευσης. Η φυτάση απελευθερώνει το δεσμευμένο φωσφόρο στο μόριο της (μυοϊνοσιτόλη με έξι δεσμευμένες μονάδες φωσφόρου, η βασική πηγή φωσφόρου σε φυτικά προϊόντα) αυξάνοντας την διαθεσιμότητα του ανόργανου αυτού στοιχείου στο ζώο (Onyango, 2005). Επιπλέον, η αύξηση της συμπερίληψης της φυτάσης θα αναμενόταν να απελευθερώσει επιπλέον φωσφόρο από την δύσπεπτη φυτική τροφή και συνεπώς επιτρέπει μια ακόμη πιο μεγάλη υποκατάσταση των υψηλού κόστους πηγών φωσφόρου (Slominski, 2010; Ruiz, 2010).

Με διάφορους προμηθευτές να ανταγωνίζονται για ένα μερίδιο στην αγορά της φυτάσης, είναι προφανές ότι η καινοτομία του προϊόντος και η τεχνική υπεροχή είναι στρατηγική επιτυχίας. Τα προϊόντα της φυτάσης που είναι διαθέσιμα στην αγορά έχουν αλλάξει ουσιαστικά από την πρώτη εισαγωγή της έννοιας στην αγορά την δεκαετία του '90. Παρατηρείται μια καθαρή εξέλιξη των προϊόντων αυτών, με μια απομάκρυνση από τα παραδοσιακά προϊόντα μυκήτων έναντι των προϊόντων βακτηρίων και έπειτα σε επιπλέον τροποποιημένα βακτηριακά προϊόντα. Αυτά τα νέα προϊόντα μπορούν να απελευθερώσουν υψηλότερα επίπεδα φωσφόρου ανά μονάδα δραστηριότητας και είναι ικανά να αποδομούν υψηλότερο ποσοστό φυτικού οξέος που περιέχεται στο σιτηρέσιο. Τα προϊόντα αυτά επιπλέον προωθούνται σε συνθέσεις υψηλότερου διατροφικού matrix από ότι παλαιότερα, κάτι το οποίο γεννά το ερώτημα του αν υπάρχει πάντα διαθέσιμο φυτικό οξύ στο σιτηρέσιο ώστε να επιτρέψει την προσδοκώμενη απελευθέρωση φωσφόρου από το χορηγούμενο προϊόν και την δόση του.

Ο προσδιορισμός της ποσότητας του φυτικού οξέος στις πρώτες ύλες και τα σιτηρέσια έχει υπάρξει παραδοσιακά δύσκολος και ακριβός, αλλά πλέον έχουν αναπτυχθεί διάφορες τεχνικές ανάλυσης. Πρόσφατα έχει αποδειχθεί ότι είναι πιθανή η εφαρμογή NIR (φασματογραφία υπέρυθρης ακτινοβολίας) για το φυτικό οξύ. Αυτή η τεχνική συνήθως χρησιμοποιείται για να προβλέψει το επίπεδο του φυτικού οξέος στην διατροφή. Έχει αποδειχθεί ότι υπάρχει ουσιαστική μεταβλητότητα στα επίπεδα του φυτικού οξέος τόσο μεταξύ του ίδιου υλικού όσο και μεταξύ διαφορετικών υλικών (Santos & Bedford, 2012). Η κατανόηση του πραγματικού επιπέδου φυτικού οξέος-φωσφόρου και η μεταβλητότητα στη διατροφή επιτρέπουν την μέγιστη χρήση φυτάσης με ασφαλή τρόπο. Στο κάτω κάτω, ακόμη και η καλύτερη φυτάση στον κόσμο δεν μπορεί να απελευθερώσει θρεπτικά συστατικά τα οποία δεν υπήρχαν εξ αρχής στο σιτηρέσιο! Αλλά η απελευθέρωση των θρεπτικών

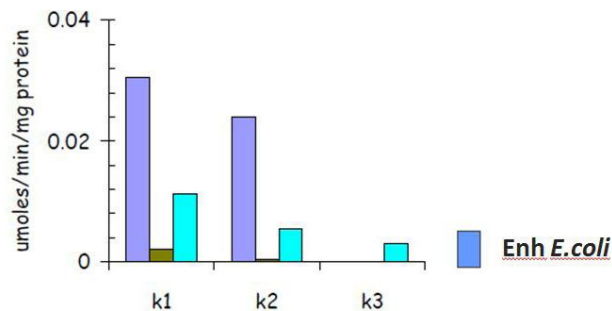
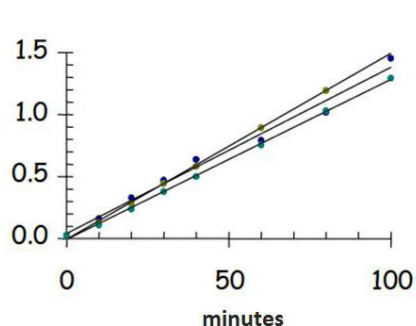
συστατικών δεν είναι το μόνο που η φυτάση μπορεί να κάνει, ούτε ίσως το πιο σημαντικό, παρόλο που είναι αυτό στο οποίο η βιομηχανία των ζωοτροφών έχει επικεντρωθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Όταν η φυτάση δρα στο μόριο του φυτικού οξέος, απελευθερώνοντας φωσφόρο, αυξάνεται η διαλυτότητα του φυτικού οξέος ενώ παράλληλα μειώνεται η αντι-διαιτητική επίδραση.

Το φυτικό οξύ είναι γνωστός αντι-διαιτητικός παράγοντας που αυξάνει την παραγωγή βλέννας και την ενδογενή απώλεια αμινοξέων (Cowieson,2004), μεταβάλλοντας ποσοτικά την έκκριση του νατρίου στο έντερο (Ravidran,2008) και επηρεάζοντας την αποβολή θρεπτικών συστατικών όπως το ασβέστιο (Ca;Plumstead,2008) και ο ψευδάργυρος (Schlegel,2009). Μέρος της αντι-διαιτητικής επίδρασης του φυτικού οξέος σχετίζεται με την σύνδεσή του με θρεπτικά στοιχεία όπως το ασβέστιο σε τιμές pH υψηλότερες από 4.0, μειώνοντας την διαθεσιμότητα αυτών των στοιχείων στο λεπτό έντερο (Εικόνα 1). Επίσης η σύνδεση φυτικού οξέος και πρωτεϊνών (συνήθως μεταξύ φυτικού οξέος και βασικών αμινοξέων όπως η λυσίνη, όταν το pH του στομάχου είναι μικρότερο από το ισοηλεκτρικό σημείο των πρωτεϊνών;Selle 2007) μπορεί να μειώσει την πεπτικότητα των πρωτεϊνών. Αυτό οδηγεί σε αυξημένες ποσότητες άπεπτων πρωτεϊνών στο λεπτό έντερο, στο οποίο το ζώο αντιδρά αυξάνοντας την παραγωγή υδροχλωρικού οξέος (HCL) και πεψίνης. Η παρουσία φυτικού οξέος στην διατροφή έχει δείξει ότι αυξάνει το παγκρεατικό υγρό και την παραγωγή βλεννογόνου, κάτι το οποίο αντιστρέφεται με την προσθήκη φυτάσης. Η αυξημένη παραγωγή βλέννας μπορεί να είναι άμεσο αποτέλεσμα της ύπαρξης φυτικού οξέος (ερεθιστική δράση) ή έμμεσο ως απάντηση στα αυξημένα επίπεδα πεψίνης και υδροχλωρικού οξέος. Όλα αυτά μεταφράζονται σε μια αυξημένη ενδογενή ροή αμινοξέων και ανόργανων υλών στο έντερο και στη μειωμένη επαναρρόφηση του Νατρίου που επίσης βλάπτει τους μεταφορείς των κυτταρικών μεμβρανών (Lui,2008).

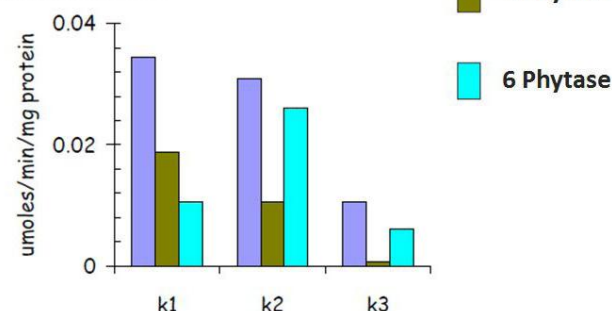
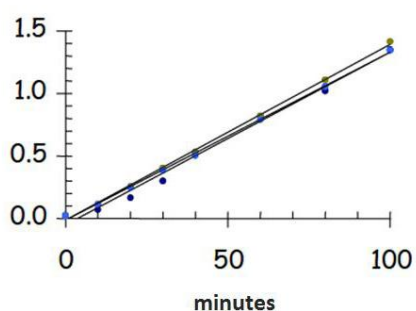
Για την μείωση της αντι-διαιτητικής επίδρασης του φυτικού οξέος, είναι απαραίτητη η διάσπαση του μορίου ενώ είναι διαλυτό, κάτι το οποίο συμβαίνει στο μέρος του γαστρεντερικού σωλήνα με το χαμηλότερο επίπεδο pH. Δεδομένου ότι η κύρια αντι-διαιτητική επίδραση του φυτικού οξέος συμβαίνει όταν το μόριο έχει έξι (IP6) ή πέντε (IP5) δεσμευμένες μονάδες φωσφόρου (Luttrell,1993), η απελευθέρωση του φωσφόρου δεν είναι απαραίτητα συνδεδεμένη με την μείωση της αντι-διαιτητικής επίδρασης του φυτικού οξέος. Ο Prata (2007) παρατήρησε ότι τρεις διαφορετικές φυτάσεις σε συμπερίληψη ίδιας δραστηριότητας είχαν διαφορετικές δυνατότητες δέσμευσης και απελευθέρωσης φωσφόρου από φυτικό οξύ με έξι, πέντε ή τέσσερις (IP4) δεσμευμένες μονάδες φωσφόρου(km). Η φυτάση με την μεγαλύτερη 'συγγένεια' με το φυτικό οξύ, με έξι ή πέντε δεσμευμένες μονάδες φωσφόρου, έχει την μεγαλύτερη ικανότητα μείωσης της αντι-διαιτητικής επίδρασης του φυτικού οξέος (χαμηλότερη km), ακόμη και με την απελευθέρωση του ίδιου ποσοστού φωσφόρου (Εικόνα 2).

## Δραστηκότητα τριών διαφορετικών ενζύμων υπολογισμένη με βάση την απελευθέρωση

pH 2.5



pH 3.5



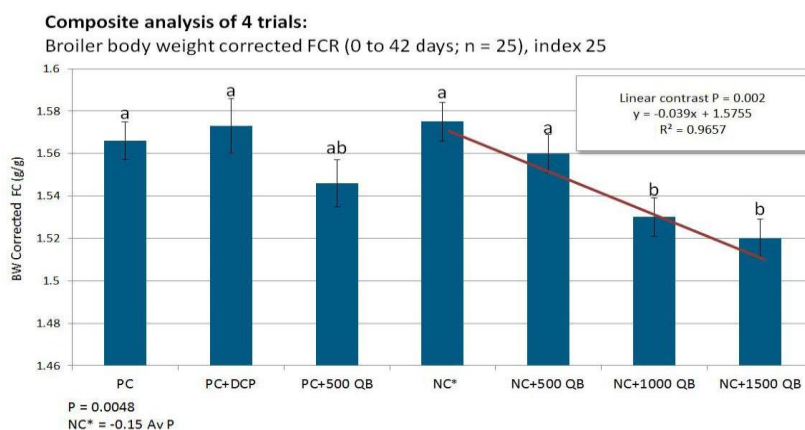
φωσφόρου και σε σχέση με IP6 (k1), IP5 (k2) και IP4 (k3). Prata, 2007.

Δεδομένων των παραπάνω, η χρήση της φυτάσης πρέπει να εστιάζει αρχικά στην μείωση της αντι-διαιτητικής επίδρασης του φυτικού οξέος, πέραν της απελευθέρωσης του φωσφόρου που λαμβάνεται από τα ένζυμα. Αρχικά μια μεγαλύτερη ποσότητα φυτάσης θα θεωρούνταν ότι μειώνει ισοδύναμα την ανάγκη προσθήκης ανόργανου φωσφόρου στο σιτηρέσιο και κατ' επέκταση μειώνει το κόστος της διατροφής διατηρώντας την απόδοση των ζώων. Ωστόσο, εναλλακτική προσέγγιση αποτελεί η εξάλειψη της αντι-διαιτητικής επίδρασης με την χρήση μεγαλύτερης δόσης ενζύμου και ως εκ τούτου η αύξηση της απορρόφησης των θρεπτικών συστατικών και της απόδοσης των ζώων. Επιπρόσθετα, η πιθανή απορρόφηση του μορίου της μυοϊνσοιτόλης και η χρήση του ως στοιχείο του μεταβολισμού του ζώου μπορεί επίσης να αυξήσει την απόδοση. Για παράδειγμα, ο Karadas (2010) παρείχε υψηλή δόση φυτάσης (12,500 FTU/Kg) σε κοτόπουλα κρεοπαραγωγής σε σιτηρέσιο με διαθέσιμα επίπεδα φωσφόρου (0,25%) και παρατήρησε βελτιωμένη απόδοση. Ο Pirgozlev και οι συνεργάτες του (2009) παρατήρησαν όχι απλά αυξημένη απόδοση αλλά επίσης μεγαλύτερη περιεκτικότητα καροτενοειδών σε τροφή για πτηνά με υψηλότερη δόση φυτάσης.

Διάφορες δοκιμές με υψηλότερες δόσεις φυτάσης σε σιτηρέσια με κανονικά επίπεδα φωσφόρου έχουν ήδη δείξει καλύτερη απόδοση στην πτηνοτροφία (Cowieson,2006; Pirgozliev,2008), αλλά αυτή η βελτίωση πάντα συσχετιζόταν με μια αύξηση στην πεπτικότητα του φωσφόρου. Σημειωτέον ότι σε όλες αυτές τις δοκιμές η αύξηση της απόδοσης με υψηλότερη δόση φυτάσης συσχετιζόταν με μια βελτίωση στο συντελεστή μετατρεψιμότητας (FCR). Αυτό δεν είναι συνηθισμένο σε δοκιμές όπου τα επίπεδα του φωσφόρου είναι μειωμένα, όπου το κύριο αποτέλεσμα της επιπλέον προσθήκης φυτάσης

είναι η ανάκαμψη της κατανάλωσης τροφής και της εναπόθεσης βάρους, αλλά χωρίς κανένα αποτέλεσμα, όπως περιγράφει η ανάλυση που δημοσιεύθηκε από τον Rosen (2004).

Το σκεπτικό της χορήγησης υπερδοσολογίας φυτάσης με σαφή σκοπό τη διάσπαση του φυτικού οξέος και την βελτίωση της απόδοσης, έχει ήδη εφαρμοστεί επιτυχώς σε συνθέσεις χοιριδίων στο Ηνωμένο Βασίλειο (Torlis et al., 2010). Οι δοκιμές στην πτηνοτροφία υπήρξαν επίσης επιτυχημένες και η εμπορική εφαρμογή ακολούθησε σε αυτές τις αγορές όπου το πιο κατάλληλο προϊόν για αυτή την ιδέα είναι ήδη διαθέσιμο. Δοκιμές του προϊόντος σε κοτόπουλα κρεοπαραγωγής έχουν δείξει βελτιώσεις καθώς το ποσοστό της δόσης της φυτάσης αυξάνεται από 500-1500FTU/kg, όπως φαίνεται στην Εικόνα 3.



### Βελτιωμένη απόδοση πέραν των 500FTU/kg με εμπλουτισμένη φυτάση

Η ιδέα της χορήγησης φυτάσης σε μεγαλύτερες δόσεις για την μείωση της αντι-διαιτητικής επίδρασης του φυτικού οξέος σημαίνει ότι υπάρχει μια ευκαιρία να επαναπροσδιοριστεί η γνώση σχετικά με την διατροφή, μιας και οι απαιτήσεις των ζώων σήμερα καθορίζονται με βάση την παρουσία του φυτικού οξέος, καθώς και με την αντι-διαιτητική επίδραση της παρουσία του. Όταν χρησιμοποιείται μια υψηλή δόση φυτάσης για την μείωση ή την εξάλειψη της αντι-διαιτητικής επίδρασης του φυτικού οξέος, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή του ενζύμου. Ιδανικά το προϊόν αυτό πρέπει να είναι ενεργό σε χαμηλό pH και να έχει μεγαλύτερη 'συγγένεια' με το IP6 και το IP5, τα μόρια της φυτάσης με τη περισσότερη αντι-διαιτητική επίδραση. Η συνολική σύνθεση της διατροφής θα πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη ότι η απουσία φυτικού οξέος θα αλλάξει άλλες θρεπτικές απαιτήσεις, κυρίως ανόργανων υλών. Από εμπορικής πλευράς προτείνεται η συμπερίληψη μιας νέας γενιάς φυτάσης με E.coli στα 500FTU/kg και να λαμβάνονται υπόψη οι τιμές των ανόργανων στοιχείων (P, Ca, Na) και μετά να προστίθεται επιπλέον φυτάση στην διατροφή για την διάσπαση του φυτικού οξέος χωρίς να γίνονται περαιτέρω αλλαγές στις συνθέσεις.

Με την προσέγγιση αυτή, τα πρώτα 500FTU/kg δημιουργούν μια προσθήκη στο περιεχόμενο των ανόργανων στοιχείων της διατροφής, βοηθώντας έτσι στην μείωση του κόστους του σιτηρεσίου και στην διασφάλιση μιας ισορροπημένης προμήθειας πεπτών ανόργανων στοιχείων στα πουλιά, ενώ το επιπλέον ένζυμο θα διασπάσει κυρίως το φυτικό οξύ που προέρχεται από την διατροφή και θα προάγει την απόδοση του ζώου.

Συμπερασματικά η χρήση της φυτάσης στην πτηνοτροφία έχει προχωρήσει θεαματικά τα τελευταία χρόνια, λόγω της καλύτερης κατανόησης των αρνητικών αποτελεσμάτων του φυτικού οξέος και την ανάπτυξη προϊόντων φυτάσης.

**ΠΗΓΗ: Bob Doeschate, Technical Director EMEA, AB Vista, UK**

### **Feed Compounder Σεπτέμβριος/Οκτώβριος 2013**

#### References:

**Cowieson, A.J. et al.** The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. *British Poultry Science*, 45: 101-108, 2004

**Cowieson, A.J. et al.** Supplementation of corn-soy based diets with an *Escherichia coli*- derived phytase: effects on broiler chick performance and the digestibility of amino acids and metabolizability of minerals and energy. *Poultry Science* 85: 1389-1397, 2006

**Cowieson, A.J. et al.** Uso de Fitase e suas implicações na digestão e absorção de nutrientes. *Anais da Conferência APINCO 2008*

**Graham, H. et al.** Developments in feed phytase. *Phosphates 2010, Brussels-Belgium, 2010*

**Flanagan, S.** Rapid analytical methods for IP6 - feasibility? *2nd International Phytase Summit, Rome, 2012*

**Karadas, F. et al.** Effects of different dietary phytase activities on the concentration of antioxidants in the liver of growing broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 94:519-526, 2010

**Liu, N. et al.** Effect of diet containing phytate and phytase on the activity and messenger ribonucleic acid expression of carbohydrase and transporter in chickens. *Journal of Animal Science*, 86: 3432-3439, 2008

**Luttrell, B.M.** The biological relevance of the binding of calcium ions by inositol phosphates. *The Journal of Biological Chemistry* 268: 1521-1524, 1993

**Onyango, E.M., et al.** Efficacy of an evolved *Escherichia coli* phytase in diets of broiler chicks. *Poultry Science*, 84:248-255, 2005

**Pirgozliev, V. et al.** Diets containing *Escherichia coli*- derived phytase on young chickens and turkeys: effect on performance, metabolizable energy, endogenous secretions, and intestinal morphology. *Poultry Science*, 86: 705-713, 2007

**Pirgozliev, V. et al.** Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens. *British Poultry Science*, 49: 144-154, 2008

**Pirgozliev, V.R. et al.** The effect on performance, energy metabolism and hepatic carotenoid content when phytase supplemented diets were fed to broiler chickens. *Research in Veterinary Science*, In press

**Plumstead, P.W. et al.** Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 1. Effects on apparent prececal digestibility and retention of phosphorus. *Poultry Science* 87: 449-458, 2008

**Prata, R. et al.** Cinética da hidrólização dos fósforos do inositol. Um critério para diferenciar fitases em nutrição animal. *XX Congresso Latinoamericano de Avicultura. Porto Alegre, 2007*

**Ravidran, V. et al.** Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization, and excreta quality of broiler chickens, *Poultry Science*, 87: 677-688, 2008

**Rosen, G. D.** Holo-analysis in animal nutrition. *Feed International*, 25: 17-18, 2004

**Ruiz, J.** Uso de altas doses de fitase para melhor aproveitamento da ração. *PorkExpo, Curitiba, 2010*

- Santos, T.T. et al.** Commercial experience of phytase analysis: factors which influence phytase recovery. International Phytase Summit, Washington, 2010
- Santos, T.T. & Bedford, M.R.** Ingredient phytate content and variability including susceptibility. 2nd International Phytase Summit, Rome, 2012
- Schlegel, P. et al.** Zinc availability and digestive zinc solubility in piglets and broiler fed diets varying in their phytate contents, phytase activity and supplemented zinc source. *Animal*, 4: 200-209, 2010
- Selle, P.H et al.** Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 135: 1-41, 2007
- Slominski, B.A.,** Recent Advances in Enzymes for Poultry Diets. Arkansas Annual Nutrition Conference, 2010
- Toplis, P. et al.,** A Quantum leap introduces low phytate nutrition. *International Pig Topics*, Vol 27, No 7, 2010