



## Ζύμωση ελαιοπυρήνα με τον εδώδιμο μύκητα *Pleurotus ostreatus* με σκοπό τη δημιουργία νέων ζωοτροφών υψηλής διατροφικής αξίας

Δρ Δημήτριος Αράπογλου, Εντεταλμένος Ερευνητής  
Χρήστος Ηλιόπουλος, Γεωπόνος  
Δρ Γεώργιος Μάρκου, Ερευνητής Βαθμίδας Δ΄  
Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων

**Π**αγκοσμίως παρατηρείται μια σημαντική αύξηση της τιμής των ζωοτροφών, αφού οι πρώτες ύλες που παραδοσιακά χρησιμοποιούνταν ως πρωτεϊνούχα συστατικά των σιτηρεσίων έχουν μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια αφού έχει πλέον εγκαταλειφθεί η χρήση ζωικών υποπροϊόντων, που αποτελούσαν μια από τις κύριες πηγές πρωτεΐνης, ενώ αμφισβητείται και η χρήση του σογιάλευρου (δεύτερη σε σπουδαιότητα πηγή πρωτεϊνών) που λόγω της σημαντικής πιθανότητας να περιέχει γενετικά τροποποιημένες προ-σμίξεις, είναι υπό συνεχή αμφισβήτηση στην Ευρώπη. Η αύξηση αυτή έχει ιδιαίτερα δυσμενή επίπτωση στον κλάδο της ζωικής παραγωγής στην Ελλάδα, που η οικονομική επίδοση των σχετικών μονάδων είναι σε άμεση συνάρτηση με τις χρησιμοποιούμενες ζωοτροφές, επηρεάζοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό την τελική τιμή των παραγόμενων προϊόντων. Λαμβάνοντας το 2010, ως έτος βάσης, ο κόσμος θα χρειαστεί 73% περισσότερο κρέας και 58% περισσότερο γάλα το 2050, ενώ για τις αναπτυσσόμενες χώρες θα είναι 109% και 116%, αντίστοιχα. Για να ικανοποιηθεί αυτή η ζήτηση, θα απαιτηθούν τεράστιες ποσότητες ζωοτροφών, προκαλώντας τη βιωσιμότητα των συστημάτων παραγωγής τους.

Η αξία των ζωοτροφών που αναλώνονται στην Ελλάδα ανέρχεται στα 1,8 δισ. ευρώ και αντιστοιχεί στο 70,1% της αξίας της

κτηνοτροφικής παραγωγής. Συνεπώς, οι ζωοτροφές καθορίζουν το κόστος, την παραγωγικότητα, την ανταγωνιστικότητα του κτηνοτροφικού τομέα, επηρεάζοντας σε πολύ μεγάλο βαθμό την τελική τιμή των παραγόμενων προϊόντων. Αν λάβουμε υπόψη ότι πρακτικά το 100% της σόγιας και των ιχθυάλευρων είναι εισαγόμενα, η μερική ή ολική αντικατάσταση των εισαγομένων ζωοτροφών με παραπροϊόντα της γεωργίας και αγροτοβιομηχανίας, όπως η ελαιοπυρήνα, ζωτικής σημασίας στη σύγχρονη ζωική παραγωγή και με σημαντικό όφελος στην εθνική οικονομία. Ενισχυτικό αυτής της άποψης είναι το γεγονός ότι στην Ελλάδα εισάγονται περίπου 2.000.000 τόνοι συνθετικών ζωοτροφών με περιεκτικότητα σε σόγια 30-40%, συνολικής αξίας πάνω από 400 εκατομμύρια ευρώ (τιμή σόγιας 350 ευρώ/τόνος).



Νεαρά χοιρίδια

Η αύξηση του κόστους παραγωγής και αγοράς των ζωοτροφών έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη χρησιμοποίησης νέων φθηνότερων ζωοτροφών, οι οποίες όμως θα καλύπτουν τις ανάγκες των ζώων, θα εξασφαλίζουν την «ευζωία» τους, καθώς και την παραγωγή ποιοτικών και ασφαλών προϊόντων. Σε αυτή την κατεύθυνση έχει αυξηθεί η χρήση των αποβλήτων – παραπροϊόντων της αγροτοβιομηχανίας στα σιτηρέσια των παραγωγικών ζώων, ως αποτέλεσμα αναζήτησης φθηνότερων ζωοτροφών. Τα υποπροϊόντα της αγροτοβιομηχανίας εξάλλου, θεωρούνται ως πηγές ζωοτροφών σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Κανονισμό ΕΚ 767/2009. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την αποτελεσματική επαναχρησιμοποίηση των υποπροϊόντων της γεωργικής βιομηχανίας, αφού λόγω της εντατικοποίησης της παραγωγής τροφίμων παράγονται ετήσια παγκοσμίως μεγάλες ποσότητες υποπροϊόντων επεξεργασίας τροφίμων που επιβαρύνουν σημαντικά το περιβάλλον.

Παρόλο που τα λιγνοκυτταρινικά απόβλητα της αγροτικής παραγωγής, έχουν βρει σημαντική εφαρμογή ως πηγές ενέργειας (θερμικής και ηλεκτρικής), η χρήση αυτών των αποβλήτων για τη διατροφή των ζώων μπορεί να καταστεί σημαντικότερη. Δυστυχώς, η χρήση τους στη διατροφή των ζώων περιορίζεται από την πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες, βιταμίνες, λίπη και άλλα θρεπτικά συστατικά καθώς και περιορισμένη πεπτικότητα τους.

Στο Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων (ΙΤΑΠ) του ΕΛΓΟ-ΔΗΜΗΤΡΑ υλοποιείται ερευνητικό έργο με τίτλο «Δημιουργία νέων ζωοτροφών υψηλής διαιτητικής αξίας από υποπροϊόντα της ελληνικής αγροτοβιομηχανίας με σκοπό την πλήρη ή μερική αντικατάσταση των εισαγομένων πρωτεϊνικών ζωοτροφών», το οποίο χρηματοδοτείται στο πλαίσιο της ΔΡΑΣΗΣ: «ΕΡΕΥΝΩ-ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ-ΚΑΙΝΟΤΟΜΩ».

Στο έργο αυτό, ως πλούσια-εναλλακτική πηγή πρωτεϊνών προτείνεται η χρησιμοποίηση των υποπροϊόντων από την παραγωγή των μανιταριών *Pleurotus ostreatus*. Τα μανιτάρια παράγονται από φυσικά υλικά, παράγοντας ετησίως εκατομμύρια τόνων υπολειμμάτων, γνωστών ως Εξαντλημένα Υποστρώματα Μανι-



Ελαιοπυρήνας

ταριών (SMS). Αυτά, μετά τη συγκομιδή συνήθως απορρίπτονται. Το υλικό περιλαμβάνει και όλα τα υπολείμματα της καλλιέργειας που προκύπτουν κατά τη συγκομιδή. Η χρησιμοποίηση των υπολειμμάτων της καλλιέργειας ως βάση για την παραγωγή φτηνής λειτουργικής ζωοτροφής αναμένεται να παράσχει ένα πολύ καλό οικονομικό αποτέλεσμα στις εκμεταλλεύσεις της ζωικής παραγωγής, εξασφαλίζοντας συνάμα την ευρωστία των ζώων τους. Τέλος, ως παράλληλα οφέλη λογίζονται η καλύτερη ποιότητα των προϊόντων, με άμεση συνέπεια στην υγεία των καταναλωτών και στην τιμή των προϊόντων.

Ο εδώδιμος μύκητας *Pleurotus ostreatus*, έχει τη δυνατότητα να αποικίζει πολλά είδη αγροτοβιομηχανικών λιγνοκυτταρινικών αποβλήτων, παρουσιάζει σημαντική ικανότητα αποικοδόμησης της λιγνίνης και των φαινολικών ουσιών και μπορεί να εμπλουτίζει τα στερεά υποστρώματα με πρωτεΐνες υψηλής θρεπτικής αξίας. Επίσης, η χρήση του *Pleurotus ostreatus* έχει αποδεδειγμένα πλεονεκτήματα. Είναι πλούσιος σε πρωτεΐνες, φυτικές ίνες, υδατάνθρακες, βιταμίνες και μέταλλα, ενώ εμπλουτίζει τη ζωοτροφή με βιοδραστικούς παράγοντες, όπως οι β-γλυκάνες που επιδρούν θετικά στην υγεία των ζώων. Έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες για την επίδραση των β-γλυκάνων σε διάφορα είδη παραγωγικών ζώων που έχουν δείξει την επίδρασή τους στην ανάπτυξη, την επιβίωση, την προστασία από τα παθογόνα καθώς και ως ανοσοενισχυτικό. Οι β-γλυκάνες κατηγοριοποιούνται ως «GRAS - γενικά αναγνωρισμένες ως ασφαλείς». Αν και δεν είναι απαραίτητη θρεπτική ουσία για ανθρώπους ή ψάρια, μπορούν να ενσωματωθούν σε τρόφιμα και ζωοτροφές δίνοντας πολλά οφέλη που προάγουν την υγεία, ενεργοποιώντας το ανοσοποιητικό σύστημα, ενισχύοντας την αντοχή στις λοιμώξεις και συμβάλλοντας στην καλύτερη υγεία και ευεξία. Οι β-γλυκάνες είναι γνωστές ως "τροποποιητές βιολογικής απόκρισης" λόγω της ικανότητάς τους να ενεργοποιούν το ανοσοποιητικό σύστημα.

Επίσης, ως πρώτη ύλη για την παραγωγή των νέων ζωοτροφών θα χρησιμοποιηθεί ο ελαιοπυρήνας. Αποτελεί ένα από τα κύρια υποπροϊόντα της ελαιοουργίας με ετήσια παραγωγή πάνω από 250.000 τόνους. Ο ελαιοπυρήνας είναι δύσκολα βιοαποικοδομήσιμος και λόγω του υψηλού φαινολικού φορτίου του είναι εξαιρετικά τοξικός με αποτέλεσμα να επιβαρύνει το περιβάλλον σε μεγάλο βαθμό. Δυστυχώς, η χρήση τους στη διατροφή των ζώων περιορίζεται από πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και θρεπτικά συστατικά και επίσης χαρακτηρίζεται από περιορισμένη πεπτικότητα και γευστικότητα στα μηρυκαστικά. Η





Καλλιέργεια του *Pleurotus ostreatus*

η υψηλή θρεπτική αξία του ελαιοπυρήνα, τον καθιστά ως μια κατάλληλη πηγή διατροφής για όλα τα ζώα.

Επιπλέον, το σιτηρέσιο των χοίρων θα εμπλουτιστεί με: α) πολυφαινολικά εκχυλίσματα από υπολείμματα οινοποίησης που διαθέτουν αντιοξειδωτική ικανότητα και θα συμβάλλουν σημαντικά στην ευζωία των διατρεφόμενων χοίρων, β) αιθέρια έλαια που θα απομονωθούν από ποικίλα φυτά της ελληνικής χλωρίδας και θα συμβάλλουν ευεργετικά για την υγεία των χοίρων λόγω της αντιμικροβιακής δράσης που διαθέτουν και γ) εκχυλίσματα από φυτά της ελληνικής χλωρίδας.

Στο πλαίσιο του ανωτέρω έργου, πραγματοποιήθηκαν πειράματα ζύμωσης μίγματος ελαιοπυρήνα με άλλα λιγνοκυτταρινούχα απόβλητα της αγροτοβιομηχανίας, όπως οι βόστρυχοι και τα στέμφυλα, τα κελύφη φιστικιών, το πίτουρο βρώμης κ.ά., σε διαφορετικές αναλογίες. Τα καλύτερα αποτελέσματα, σε σχέση με την αύξηση του πρωτεϊνικού περιεχομένου του ζυμωμένου μίγματος, ελήφθησαν με τον συνδυασμό 70% ελαιοπυρήνα και 30% περιβλήματα φάβας. Η ανάπτυξη του μυκηλίου του *P.*

*ostreatus* στο ανωτέρω υπόστρωμα γίνεται γρήγορα και σε 21 ημέρες έχει επέλθει ο πλήρης αποικισμός του. Ωστόσο, η ζύμωση παρατάθηκε μέχρι τις 28 ημέρες για να επιτευχθεί η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της λιγνίνης και μεγαλύτερη αύξηση της πρωτεΐνης.

Στον Πίνακα 1, δίνονται οι φυσικοχημικές αναλύσεις του ανωτέρω μίγματος μετά από 28 ημέρες στερεάς ζύμωσης με τον μύκητα *Pleurotus ostreatus*. Όπως προκύπτει λοιπόν απ' τις αναλύσεις επιτυγχάνεται πλήρως η αναβάθμιση του προϊόντος, αφού κατά μέσο όρο η περιεκτικότητα του ελαιοπυρήνα σε πρωτεΐνες είναι 7% επί ξηρού και μέσω της στερεάς ζύμωσης ο *Pleurotus ostreatus* τις αύξησε κατά 38% στο 10,17% ΞΒ. Ταυτόχρονα παρατηρήθηκε μείωση της λιγνίνης της τάξης του 16,4% (από 28,6% -day0 σε 23,9% -day28). Επίσης, παρατηρείται μια πολύ μεγάλη αύξηση των β-γλυκανών (η συγκέντρωση των οποίων τετραπλασιάστηκε, λόγω της ανάπτυξης του μύκητα *P. ostreatus*) κάτι που είναι θεμιτό αφού λόγω ανοσοδιεγερτικών ιδιοτήτων τους μπορούν να βελτιώσουν την ευζωία των ζώων.

Η προτεινόμενη βιομετατροπή συνδέει μεταξύ τους διάφορους παραγωγικούς κλάδους της ελληνικής αγροτικής οικονομίας, προσδίδοντας στον κάθε έναν σημαντικά οφέλη. Η ελαιοπαραγωγή και η καλλιέργεια φάβας διαθέτουν τα παραγόμενα απόβλητά τους, η μανιταροπαραγωγή μπορεί να αξιοποιήσει ένα χαμηλού κόστους υπόστρωμα καλλιέργειας και η κτηνοτροφία θα έχει στη διάθεσή της ποιοτικές πρωτεϊνούχες ζωοτροφές ενισχυμένες με βιοδραστικούς παράγοντες

**Πίνακας 1. Φυσικοχημικές παράμετροι ζυμωμένου μίγματος ελαιοπυρήνα – φάβα (70-30) με τον μύκητα *Pleurotus ostreatus*.**

	Day 0	Day 28	Μεταβολή
Υγρασία %	51,9	59,29	
Πρωτεΐνες %	7,33	10,17	38,7 %
Λιγνίνη %	28,6	23,9	-16,4 %
Ινώδεις %	42,5	46,1	8,5 %
β-γλυκάνη	2,25	11,45	408 %
Ολ. Διαλ. Σάκχαρα %	2,04	3,19	
Τέφρα %	4,90	3,30	
Λίπος %		0,63	
Threonine		0,612	
Lysine		0,376	
Methionine		0,017	
Tryptophan		0,051	



Πληροφορίες: Ινστιτούτο Τεχνολογίας Αγροτικών Προϊόντων, Σ. Βενιζέλου 1, 141 23 Λυκόβρυση Αττικής, τηλ.: 210 2845940, e-mail: dimarap@yahoo.com, www.itap.com.gr