



Εκκύλιση σε εργαστηριακή κλίμακα: εύρεση παραμέτρων εκκύλισης για μέγιστη απόδοση.

Αντί υποπροϊόντα:

Αύξηση της βιωσιμότητας και των κερδών της αγροδιατροφής με την επαναχρησιμοποίηση των υπολειμμάτων παραγωγής

Οι παραγωγοί τροφίμων αντιμετωπίζουν διάφορες προκλήσεις: Μείωση των εκπομπών CO₂ και υιοθέτηση βιώσιμης παραγωγής, με παράλληλη διατήρηση της οικονομικής βιωσιμότητας. Η επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων ως πόρου μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη αυτών των στόχων. Ωστόσο, οι δυνατότητες για την εξεύρεση νέων τρόπων επαναχρησιμοποίησης των υποπροϊόντων είναι προς το παρόν περιορισμένες. Για το λόγο αυτό, ένα ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα αναπτύσσει ένα σχέδιο που βοηθά τους παραγωγούς τροφίμων να επαναχρησιμοποιήσουν τα υπολείμματα παραγωγής τους, δημιουργώντας μια πρόσθετη πηγή εισοδήματος.

Οι απώλειες και η σπατάλη τροφίμων αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της κλιματικής κρίσης. Τα τρόφιμα που πετιούνται από τον καταναλωτή ονομάζονται απόβλητα τροφίμων, ενώ η απώλεια τροφίμων συμβαίνει κατά τη διάρκεια της παραγωγής, της μετασυλλεκτικής διαδικασίας και της επεξεργασίας των τροφίμων. Σε ετήσια βάση, ευθύνονται για την εκπομπή [3,3 δισεκατομμυρίων τόνων CO₂](#). Αυτό σημαίνει ότι όταν τα τρόφιμα χάνονται ή σπαταλώνται, όλο το CO₂ που προκύπτει κατά την παραγωγή, αυξάνει το αποτύπωμά μας χωρίς σκοπό. Ωστόσο, ακόμη και οι πόροι που χρησιμοποιούνται για τη παραγωγή αυτών των τροφίμων - όπως το νερό, η γη, η ενέργεια, η εργασία και το κεφάλαιο - καταλήγουν στα σκουπίδια.

Ως εκ τούτου, το ζήτημα της βελτίωσης των επισιτιστικών

συστημάτων αποτέλεσε ένα από τα ζητήματα της τελευταίας διάσκεψης των Ηνωμένων Εθνών για την κλιματική αλλαγή, COP27, που πραγματοποιήθηκε στην Αίγυπτο τον περασμένο Νοέμβριο. Κάθε χρόνο στο εν λόγω συνέδριο, τίθενται προς συζήτηση όλοι οι παράγοντες, τα αίτια και οι πιθανές λύσεις για την κλιματική κρίση. Οι επικριτές υποστηρίζουν ότι οι επιχειρήσεις και οι κυβερνήσεις οφείλουν να εργαστούν με μεγαλύτερη ταχύτητα για να υπάρξει αλλαγή πορείας. «Ένα φωτεινό σημείο σε αυτές τις κρίσιμες αλλά κατά τα άλλα απογοητευτικές διαπραγματεύσεις για το κλίμα υπήρξε η έντονη απαίτηση της κοινωνίας των πολιτών να συμπεριληφθούν τα συστήματα τροφίμων στη συζήτηση μέσω της παρουσίας πολλών περιπτώσεων τροφίμων, παράλληλων εκδηλώσεων και μιας ειδικής ημέρας για τη

γεωργία, θέτοντας τα συστήματα τροφίμων ουσιαστικά στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος των παγκόσμιων ηγετών επιφορτισμένων με τη διάσωση του πλανήτη μας», αναφέρει η Kelly Dent, παγκόσμια διευθύντρια εξωτερικής δέσμευσης της World Animal Protection, ομάδας για τα δικαιώματα των ζώων.

Η απώλεια τροφίμων θεωρείται απώλεια κέρδους

Γενικά, χάνονται μεγάλες ποσότητες τροφίμων. Στον αγροδιατροφικό τομέα, για παράδειγμα, σημειώνεται απώλεια 16-36% των φρούτων μετά τη συγκομιδή κάθε χρόνο. Οι υπολειμματικές ροές, τα μέρη των προϊόντων που δεν μετατρέπονται σε τρόφιμα που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση από τη βιομηχανία τροφίμων, θα μπορούσαν να επαναχρησιμοποιηθούν και, ως εκ τούτου, να αποφέρουν κέρδος. Ωστόσο, οι περισσότερες εταιρείες γνωρίζουν ελάχιστα σχετικά με αυτό.

«Ένας οδικός χάρτης για το διατροφικό σύστημα θα μπορούσε να βοηθήσει τους επενδυτές να εντοπίσουν νέες, βιώσιμες επενδυτικές ευκαιρίες», εξηγεί ο επενδυτής της FAIRR Steve Waygood, υπεύθυνος επικεφαλής επενδύσεων της Avina Investors. Επί του παρόντος, πολλά εμπορικά προγράμματα στοχεύουν στη μοντελοποίηση, αξιολόγηση και βελτιστοποίηση βιομηχανικών διεργασιών, αλλά κανένα δεν προσομοιώνει ολόκληρη την αλυσίδα αξίας. Ωστόσο, ένα ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα, το Model2Bio, επιδιώκει να επιτύχει αυτόν τον σκοπό. Το έργο αυτό θα αναπτύξει ένα νέο σχέδιο, βασισμένο σε μαθηματικά μοντέλα για την πρόβλεψη των υπολειμματικών ροών από τον αγροδιατροφικό τομέα. Για τις εν λόγω υπολειμματικές ροές, το

σχέδιο προσδιορίζει τις βέλτιστες οδούς αξιοποίησης. Με άλλα λόγια, το πρόγραμμα προτείνει επιλογές για την επαναχρησιμοποίηση των υπολειμμάτων παραγωγής. Ως εκ τούτου, το μοντέλο θα καλύπτει διάφορες πτυχές, όπως τη σύνθεση, τον όγκο και το μετασχηματισμό των εν λόγω ροών, καθώς και τη διαχείριση και τις περιπτώσεις εταιριών.

«Θα αναπτύξουμε ένα εργαλείο για την εξεύρεση της βέλτιστης μεθόδου επανεκτίμησης των υπολειμματικών ροών των αγροδιατροφικών προϊόντων». «Το εργαλείο αυτό θα βασίζεται σε μοντέλα που στηρίζονται στα αποτελέσματα των πειραματικών εργασιών που διεξάγονται επίσης στο πλαίσιο του έργου», εξηγεί ο Luis Sancho, ερευνητής στο Ερευνητικό Κέντρο CEIT στην Ισπανία, ο οποίος συμμετέχει στο έργο.

Πολλά υποπροϊόντα, όπως ο ορός τυρογάλακτος, τα χρησιμοποιημένα σιτηρά ζυθοποιίας, τα υπολείμματα αγκινάρας, οι φλούδες πατάτας και οι σπόροι και φλούδες ντομάτας και σταφυλιού, διαθέτουν μεγάλες δυνατότητες ανακύκλωσης. Σε όλα αυτά τα στοιχεία επικεντρώνονται τα πειράματα του Model2Bio, τα οποία δοκιμάζουν και βελτιώνουν τις διαδικασίες εκχύλισης και ζύμωσης για την επαναχρησιμοποίηση των υποπροϊόντων. «Επιλέξαμε αυτά τα υποπροϊόντα για δύο βασικούς λόγους. Αφενός, παράγονται σε μεγάλη ποσότητα, και αφετέρου υπάρχουν ήδη προηγούμενες έρευνες που υποστηρίζουν τις ιδέες μας για την επανεκτίμηση αυτών των υπολειμματικών ροών», περιγράφει η Camille Malterre, ερευνήτρια στο Celabor, το βελγικό κέντρο επιστημονικών και τεχνικών υπηρεσιών που επίσης συμμετέχει



Πιλοτική κλίμακα εκχύλισης: πρωτότυπη παραγωγή για την επιβεβαίωση των πρωτοκόλλων εκχύλισης που καθιερώθηκαν σε εργαστηριακή κλίμακα.

στο έργο. Για την επικύρωση των δεδομένων και την ενίσχυση της αξιοπιστίας του μοντέλου του έργου είναι απαραίτητο να εκτελεστούν τα πειράματα αυτά αρκετές φορές.

Μετατροπή των υπολειμμάτων παραγωγής σε επιπλέον έσοδα

Τι σημαίνει όμως η εκκύλιση; «Αυτό που επιδιώκουμε είναι να διαχωρίσουμε ορισμένα συστατικά που περιέχουν τα φυτά, όπως τα σάκχαρα ή η κυτταρίνη, τα οποία συνήθως αναμειγνύονται», επισημαίνει η Malterre. Οι διαδικασίες εκκύλισης πρέπει να βελτιστοποιηθούν ώστε να ληφθεί η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα των συστατικών. Ο καφές αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα για να γίνει κατανοητό πώς λειτουργεί η βελτιστοποίηση των διαδικασιών εκκύλισης. Η εκκύλιση καφέ είναι απλώς η διαδικασία διάλυσης του καφέ σε ζεστό νερό. Όμως, υπάρχει ολόκληρη επιστήμη πίσω από τη διαδικασία για να πετύχετε το τέλειο



Μπορούμε να αξιοποιήσουμε τα συστατικά σακχάρων από τα υποπροϊόντα και να τα μετατρέψουμε σε προϊόντα υψηλής αξίας, όπως γλυκαντικά χαμηλής θερμιδικής αξίας, έλαια ή βελτιωμένα συστατικά για ζωοτροφές.



φλιτζάνι καφέ. Το καβούρδισμα του καφέ, το μέγεθος του μύλου, η θερμοκρασία του νερού, η αναλογία νερού προς καφέ και ο χρόνος που το νερό έρχεται σε επαφή με τον καφέ παίζουν ζωτικό ρόλο για την επιτυχή εκκύλιση του καφέ. Το Model2Bio λαμβάνει επίσης υπόψη αυτές τις παραμέτρους (θερμοκρασία, πίεση, διαλύτης, χρόνος διάρκειας κ.λπ.) όταν εκτελεί τη διαδικασία της εκκύλισης σε υπολειμματικές ροές των αγροδιατροφικών προϊόντων.

Η ζύμωση ορίζεται ως η διάσπαση και η μετατροπή μιας ουσίας από βακτήρια, ζύμες ή

άλλους μικροοργανισμούς. Κατά τη διαδικασία αυτή, παράγονται νέα πολύτιμα συστατικά από τον μικροοργανισμό. «Μέσω της ζύμωσης, μπορούμε να αξιοποιήσουμε συστατικά σακχάρων από υποπροϊόντα και να τα μετατρέψουμε σε προϊόντα υψηλής αξίας, όπως γλυκαντικά χαμηλής θερμιδικής αξίας, έλαια ή βελτιωμένα συστατικά για ζωοτροφές», εξηγεί ο Lolke Sijtsma, επικεφαλής έργων και ανώτερος επιστήμονας στο «Wageningen Food and Biobased Research», συνεργάτης στο έργο.



Η χρήση των πόρων μπορεί να μεγιστοποιηθεί με την επαναχρησιμοποίηση των σπόρων σταφυλιού και άλλων υποπροϊόντων σε συζευγμένες διαδικασίες. Αυτό ονομάζεται καταιγισμός.

Μεγιστοποίηση της χρήσης των πόρων

Η αποδοτική χρήση των πόρων γίνεται όλο και πιο σημαντική. Κι ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι ο καταιγισμός, η αξιοποίηση των περισσότερων από τα παραπροϊόντα της αγροδιατροφικής βιομηχανίας. Μέσω αυτής της διαδικασίας επιχειρείται πρώτα η εκκύλιση των πιο πολύτιμων προϊόντων και η χρήση των υπολειμμάτων που παράγονται κατά τον πρώτο γύρο επεξεργασίας για πρόσθετες διεργασίες ανακύκλωσης, όπως η ζύμωση.

Ο καταιγισμός μπορεί να γίνει, μεταξύ άλλων, σε σπόρους και φλούδες σταφυλιών. Κατά την παραγωγή κρασιού, οι σπόροι και οι φλούδες αφαιρούνται και δεν χρησιμοποιούνται στην αλυσίδα παραγωγής κρασιού. Έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε φυτικές ίνες που περιέχουν φλαβονοειδή, πολύτιμους πόρους για τον τομέα των καλλυντικών και των συμπληρωμάτων διατροφής. Τα φλαβονοειδή μπορούν να εκκυλιστούν από τις ίνες μετά το διαχωρισμό τους από τα στέμφυλα με μια διαδικασία που ονομάζεται «αργή εκκύμωση». Μετά το διαχωρισμό των ινών, ο εναπομείνας χυμός εξακολουθεί να είναι πλούσιος σε γλυκόζη και φρουκτόζη, γεγονός που τον καθιστά μια ενδιαφέρουσα πηγή για ζύμωση. «Μπορούμε να παράγουμε ερυθριτόλη μέσω μιας

διαδικασίας ζύμωσης με τη Moliniella, μια μαγιά που χρειάζεται οξυγόνο και σάκχαρα για να αναπτυχθεί. Η ερυθριτόλη είναι ένα γλυκαντικό χαμηλών θερμίδων που ενδείκνυται ως εναλλακτικό προϊόν για άτομα που πάσχουν από διαβήτη ή άλλα συναφή μεταβολικά σύνδρομα», εξηγεί ο Sijtsma. Ο καταιγισμός με την αλυσιδωτή δομημένη διαδικασία επαναξιολογεί διαφορετικά συστατικά ενός υποπροϊόντος. Το εργαλείο Model2Bio θα εντοπίσει τέτοιες διαδικασίες καταιγισμού.

Ένα πρόγραμμα που θα βοηθήσει τις βιομηχανίες να επαναχρησιμοποιήσουν τα υπολείμματα παραγωγής

Μετά την εκτέλεση των πειραμάτων, το εργαλείο θα χρησιμοποιήσει τα δεδομένα τους μαζί με πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με περιβαλλοντικές, ηθικές και οικονομικές πτυχές. Με βάση όλες αυτές τις πληροφορίες, το πρόγραμμα θα δώσει την πιο βιώσιμη και οικονομική λύση, ώστε οι εταιρείες

να μπορούν να αξιοποιήσουν στο έπακρο τα υποπροϊόντα τους. «Οι περισσότερες από τις υπολειμματικές ροές εξακολουθούν να περιέχουν πολύτιμα συστατικά και στο μέλλον οι πόροι θα γίνονται όλο και πιο σπάνιοι, οπότε πρέπει να τους αξιοποιήσουμε στο έπακρο», εξηγεί η Malterre από το Celabog. «Επί του παρόντος, δεν υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις για τις βιο-βιομηχανίες για την επαναχρησιμοποίηση των υποπροϊόντων που παράγουν», επισημαίνει ο Sancho από το Ceit. Οι βιο-βιομηχανίες θα μπορούσαν να επωφεληθούν από το συγκεκριμένο εργαλείο και να κερδίσουν χρήματα από αυτά τα υποπροϊόντα, μετατρέποντας αυτό που θεωρείται απόβλητο σε πόρο.



Οι περισσότερες από τις υπολειμματικές ροές εξακολουθούν να περιέχουν πολύτιμα συστατικά και καθώς στο μέλλον οι πόροι θα γίνονται όλο και πιο σπάνιοι, οφείλουμε να τους αξιοποιήσουμε.



**Bio-based Industries
Consortium**



**Horizon 2020
European Union Funding
for Research & Innovation**

This project has received funding from the Bio Based Industries Joint Undertaking (JU) under grant agreement No 887191. The JU receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme and the Bio Based Industries Consortium.