

Qualità, sicurezza e sostenibilità nell'agroalimentare

L'Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari del CNR sviluppa soluzioni sostenibili per migliorare qualità, sicurezza e impatto delle produzioni agroalimentari con approccio multidisciplinare.

Agroalimentare • Biodiversità microbica • Sicurezza • Sostenibilità

Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari

Dipartimento di Scienze
Bio-Agroalimentari

L'ISPA: la sua storia

L'Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari (ISPA), operativo dal 1° gennaio 2002, nasce dall'accorpamento dei seguenti Organi di ricerca del Consiglio Nazionale delle Ricerche: Istituto tossine e micotossine da parassiti vegetali (Bari), Istituto per la fisiologia della maturazione e della conservazione del frutto delle specie arboree mediterranee (Sassari), Istituto di ricerca sulle biotecnologie agroalimentari (Lecce), Centro di studio per l'alimentazione degli animali in produzione zootecnica (Torino), Centro per lo studio tecnologico, bromatologico e microbiologico del latte (Milano) e Istituto sull'orticoltura industriale (Bari).

L'ISPA: oggi

L'ISPA opera su tutto il territorio nazionale attraverso sei sedi: Bari, Lecce, Foggia, Torino, Milano e Sassari. Complessivamente, conta oltre 130 unità tra personale di ricerca e tecnico-amministrativo.

La *mission* dell'ISPA si fonda sull'integrazione di competenze in agronomia, chimica, microbiologia, patologia vegetale e tecnologie alimentari. A queste si affiancano specializzazioni trasversali avanzate, come le tecnologie "omiche", la bioinformatica e la

valutazione del rischio. L'Istituto è un punto di riferimento nazionale e internazionale per la sicurezza e la qualità agroalimentare,

con un forte impegno verso la sostenibilità dell'intera filiera.

L'ISPA sviluppa le sue attività di ricerca in laboratori e strutture dotati di strumentazione e sistemi avanzati, condividendoli con infrastrutture di ricerca internazionali. Questo sistema costituisce la base per il consolidamento e l'espansione della rete di collaborazioni nazionali, europee e intercontinentali. La partecipazione dei suoi ricercatori a commissioni tecniche e tavoli di lavoro istituzionali (Ministeri, Commissione Europea) consente di veicolare il contributo dell'Istituto alla definizione di norme tecniche, standard e input per politiche future. Il personale dell'ISPA è coinvolto in numerosi progetti finanziati nell'ambito del PNRR, ricoprendo, in alcuni casi, il ruolo di coordinamento delle attività svolte dal CNR. Coordina, inoltre, la EU Food Safety Platform, che raggruppa una rete di oltre 80 partner europei e nazionali fra cui istituzioni scientifiche, enti regolatori, imprese e società civile. La piattaforma è oggi un punto di riferimento per la condivisione di conoscenze, la promozione di soluzioni innovative e la costruzione di strategie comuni per affrontare le sfide della sicurezza alimentare e della sostenibilità.

Linee strategiche dell'ISPA

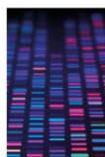
Vengono riportate brevemente le attività di ricerca dell'ISPA.

Processi innovativi in ambito agroalimentare

L'attività si articola in ricerche condotte in camera di crescita, serra e pieno campo, anche con l'impiego di sistemi fuori suolo, con l'obiettivo di ottimizzare la produzione e migliorare la qualità delle colture agrarie. Particolare attenzione è rivolta alla riduzione dell'impiego di input produttivi (acqua, fertilizzanti, fitofarmaci), in un'ottica di efficienza e sostenibilità, secondo il principio del "produrre di più con meno risorse". Le ricerche sono rivolte anche all'impiego di sostanze naturali ecocompatibili e microrganismi per la protezione delle colture. Contestualmente, si promuovono la conservazione, la valorizzazione e l'utilizzo della biodiversità ortofrutticola. Un ulteriore ambito di intervento riguarda la trasformazione delle materie prime agricole in alimenti a elevato valore aggiunto, quali formaggi, salumi e conserve.

Conservare e valorizzare la biodiversità microbica

L'attività di conservazione, caratterizzazione, gestione e distribuzione della diversità microbica fa parte della storia dell'ISPA sin dal precedente Istituto ITEM, di cui la collezione ha conservato l'acronimo. Infatti, la Agri-Food Microbial Collection-ITEM è una collezione di colture microbiche riconosciuta a livello internazionale e certificata ISO 9001. In questo contesto l'attività dell'ISPA non è solo quella di preservare *ex situ* la biodiversità microbica, ma anche caratterizzare da un punto di vista biologico, molecolare e metabolico ceppi microbici non ancora studiati. La collezione conserva oltre 14000 distinte unità microbiche (ceppi eucariotici e procariotici), per la maggior parte funghi filamentosi con rilevanza fitopatologica e tossicologica, produttori di un enorme numero di metaboliti di interesse biologico. Inoltre, sono presenti lieviti e batteri lattici



Scienze "omiche"

- Metabolomica
- Genomica
- Proteomica
- Banche genetiche



Chimica degli alimenti

- Sviluppo di metodi di rilevamento di contaminanti
- Tracciabilità
- Biomarcatori
- Decontaminazione



Produzione agricola sostenibile

- Produzione biologica
- Sistemi innovativi (i.e. agricoltura verticale, senza suolo)
- Valorizzazione della biodiversità vegetale



Alimenti e tecnologie dell'alimentazione

- Produzione alimentare
- Biotecnologie
- Marcatori per agenti microbici
- Collezione microbica



Tecnologie Intelligenti

- Agricoltura di precisione
- Biosensori e biochip
- Digitalizzazione



Tecnologie "verdi"

- Biocomposti
- Compost
- Scarti alimentari

L'integrazione delle competenze dell'ISPA è alla base dello sviluppo di strategie per la sicurezza, qualità e sostenibilità delle produzioni alimentari.

caratterizzati come colture *starter* per vari prodotti fermentati (caseari, pane, vino, birra), alcuni di essi caratterizzati come probiotici.

Post-raccolta di frutta, ortaggi e produzioni ittiche

La ricerca è orientata alla valorizzazione sostenibile di prodotti vegetali e biorisorse marine attraverso l'impiego di tecnologie post-raccolta innovative. In particolare, si studiano soluzioni avanzate per migliorare la qualità, la sicurezza e la conservazione dei prodotti freschi, come il packaging ecocompatibile, strategie di biocontrollo naturale e tecniche non distruttive, quali la spettroscopia e l'*imaging* iperspettrale. Queste tecnologie sono applicate anche alla valorizzazione della biodiversità vegetale, con l'obiettivo di promuovere filiere agroalimentari resilienti, rigenerative e capaci di adattarsi ai cambiamenti climatici, ottimizzando la sostenibilità del processo. Viene posta grande attenzione alla valorizzazione dei prodotti tradizionali e tipici, compresi quelli a Indicazione Geografica, come parte del patrimonio enogastronomico, incluse le biorisorse marine.

Alimenti con qualità nutrizionali e organolettiche migliorate

L'attività prevede la produzione di alimenti con caratteristiche organolettiche e nutrizionali migliorate tramite approcci integrati basati sulla selezione, ottimizzazione e *scale-up* di processi tecnologici e biotecnologici. L'obiettivo principale è l'incremento del profilo nutrizionale, funzionale, strutturale e



Sistema di digestione dinamica (SHIME®).

sensoriale degli alimenti, partendo da matrici provenienti da produzioni tipiche o alternative, quali sottoprodotti dell'industria agroalimentare, in un'ottica di economia circolare e sostenibilità. Le attività includono la caratterizzazione delle materie prime e lo sviluppo di processi avanzati, anche biotecnologici, per migliorare la biodisponibilità dei nutrienti e ottenere metaboliti bioattivi. I nuovi ingredienti vengono inclusi in formulazioni innovative o integrati in prodotti esistenti, verificandone le caratteristiche tecnologiche e sensoriali. La fase di *scale-up* permette il trasferimento delle condizioni operative da livello di laboratorio a sistemi pilota, garantendo riproducibilità e robustezza dei protocolli. La caratterizzazione finale dei prodotti include analisi nutrizionali, funzionali e sensoriali per validarne la qualità, l'effetto salutistico e l'impatto sul consumatore. Tale approccio consente di coniugare innovazione scientifica e trasferibilità industriale, promuovendo la realizzazione di alimenti ad alto valore aggiunto.

Sicurezza alimentare

L'ISPA rappresenta un punto di riferimento nazionale e internazionale nel campo della sicurezza alimentare. Le attività di ricerca si concentrano sullo sviluppo di metodiche avanzate per la rilevazione di contaminanti chimici e microbiologici – inclusi micotossine, pesticidi, allergeni, metalli pesanti, microrganismi patogeni e tossigeni – e per l'individuazione di adulterazioni lungo tutta la filiera agroalimentare. Vengono sviluppati e messi a

L'ISPA rappresenta un punto di riferimento nazionale e internazionale nel campo della sicurezza alimentare.

disposizione strumenti innovativi per la diagnosi rapida e in tempo reale, nonché per il controllo ufficiale, rivolti sia agli operatori del settore agroalimen-

tare (inclusa la mangimistica) sia agli enti preposti alla vigilanza. Nei laboratori ISPA sono condotti studi approfonditi sul destino dei contaminanti durante il processo di trasformazione, dalle materie prime ai prodotti finiti, e vengono sviluppate strategie efficaci di decontaminazione e detossificazione per il recupero delle derrate contaminate. Si identificano e analizzano marcatori di esposizione ai contaminanti chimici attraverso l'analisi di fluidi biologici e tessuti. Si conducono, inoltre, studi

di valutazione del potenziale allergenico di alimenti emergenti (*novel food*). Queste attività si integrano in un contesto di collaborazione e interlocuzione con il Ministero della Salute, l'Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare (EFSA) e con enti di controllo come istituti zooprofilattici, dogane, ARPA, nonché con organismi di standardizzazione quali CEN e UNI. I dati raccolti nei numerosi progetti nazionali e internazionali rappresentano un contributo fondamentale per la valutazione del rischio di esposizione e per la definizione o l'aggiornamento del quadro normativo vigente.

Valorizzazione di composti bioattivi da piante e scarti agroalimentari

L'estrazione di composti bioattivi da piante e scarti dell'industria agroalimentare è una grande opportunità per coniugare salute, innovazione e sostenibilità. Molte sostanze naturali, come polifenoli, flavonoidi e carotenoidi, hanno proprietà benefiche notevoli – antiossidanti, antinfiammatorie e protettive – e si trovano in grande quantità proprio in scarti come bucce, vinacce, acque di vegetazione o residui del carciofo. L'ISPA lavora da anni su questo tema e ha sviluppato metodi *green* per estrarre tali molecole preziose. Una volta recuperati, i composti vengono studiati e testati per verificarne le proprietà e valutarne le possibili applicazioni. Gli scarti, in definitiva, si trasformano in risorse, riducendo i costi, creando nuove opportunità e rispondendo alla domanda di soluzioni sane e sostenibili.

La dotazione infrastrutturale

Grazie a una dotazione infrastrutturale altamente specializzata, l'Istituto partecipa – anche in qualità di coordinatore – a infrastrutture di ricerca, reti scientifi-

che, *partnership* strategiche e comitati internazionali nei settori dell'agroalimentare, delle biotecnologie, della microbiologia e della sostenibilità ambientale. Le infrastrutture disponibili (se ne elencano qui solo alcune) rappresentano un supporto essenziale per lo sviluppo di attività scientifiche avanzate, favorendo l'integrazione tra ricerca di base e applicata, trasferimento tecnologico e collaborazione interdisciplinare.

Sistema di digestione dinamica SHIME

Il sistema SHIME® (*Simulator of the Human Intestinal Microbial Ecosystem*) riproduce in vitro le condizioni fisiologiche del tratto gastrointestinale umano con cinque reattori sequenziali: stomaco, intestino tenue e tre regioni del colon. Il modello è validato con dati in vivo e presenta alta correlazione per metabolismo e modulazione del microbiota (es. con pre- e probiotici). Le applicazioni sono numerose: un esempio è la valutazione dell'effetto di composti bioattivi (polifenoli, fibre) e/o alimenti funzionali sul microbiota e sulla produzione di metaboliti, nonché l'azione del microbiota su tali componenti.

L'Infrastruttura MIRRI-IT

La collezione dell'ISPA fa parte della Joint Research Unit MIRRI-IT, la rete italiana delle collezioni di colture microbiche, che comprende 29 partner titolari di collezioni e operanti nei settori clinico, alimentare, ambientale, agricolo e dei beni culturali, di recente elevata a infrastruttura europea. Nell'ambito di un progetto finanziato dal PNRR coordinato dall'Università di Torino, con il coinvolgimento di 15 istituzioni, l'ISPA ha potenziato la sua capacità di raccolta e di servizi scientifici per clienti e *stakeholder*, grazie all'acquisizione di nuove attrezzature necessarie per l'identificazione e la caratterizzazione dei ceppi e per la loro conservazione a lungo termine.

Laboratorio di spettrometria di massa

Il laboratorio avanzato di spettrometria di massa dispone di apparecchiature all'avanguardia, tra cui sistemi di cromatografia liquida ad alte prestazioni e gascromatografia accoppiati con spettrometri di massa ad alta risoluzione con tecnologia Orbitrap e spettrometri di massa con tecnologia a triplo quadrupolo. Queste strumentazioni consentono di effettuare analisi a elevata sensibilità e specificità per la rilevazione di contaminanti, dei relativi metaboliti e forme chimicamente modificate in matrici alimentari e fluidi biologici. Le piattaforme strumentali, inte-



Preservare *ex situ* la biodiversità microbica: la collezione ITEM.

grate con software per analisi chemiometrica, consentono anche di sviluppare modelli innovativi per l'identificazione di frodi alimentari e adulterazioni, oltre a effettuare determinazioni di origine e autenticità. Vengono studiati inoltre i profili metabolici e le loro modificazioni in risposta a fattori di stress, come le interazioni tra ospite e patogeno, nonché la caratterizzazione di parametri di qualità come la caratterizzazione varietale o l'analisi dei profili aromatici.

Competenze per il futuro

Considerando la posizione di rilievo a livello nazionale e internazionale nelle attività di ricerca sulla sicurezza, qualità e sostenibilità delle produzioni alimentari, l'ISPA è attivo nella formazione e sviluppo di nuove competenze nei settori fondamentali per la transizione ecologica in atto, quali bio-economia ed economia circolare, e a orientare prontamente le proprie ricerche verso settori di elevato valore o interesse scientifico, sia di base, sia applicata.

