



Roadmap Tecnologica e di sviluppo innovativo dell'Area di Specializzazione Agrifood



Aggiornamento 2026

Documento a cura del Comitato Tecnico Scientifico del Cluster Agrifood Nazionale.

Un particolare ringraziamento va a:

Nicolò Targhetta e Ruggero Targhetta (EURIS) per l'introduzione

Daniele Rossi (Confagricoltura) e Rosalba Lanciotti (Alma Mater - Università di Bologna) per la Priorità 1 – Sostenibilità

Michele Suman (Barilla G. e R. F.lli SpA) e Massimo Iannetta (ENEA) per la Priorità 2 – Qualità e Sicurezza

Cinzia Menchise (Unione Italiana Food) e Maria De Angelis (Università di Bari – Aldo Moro) per la Priorità 3 – Nutrizione e Salute

Luca Cocolin (Università di Torino) per l'allegato "Dottorati Industriali"

Nicoletta Piccardo (TICASS) per l'Allegato "Il Contratto di Alta Formazione"

Nicoletta Piccardo (TICASS) e Nicola Colonna (ENEA) per l'Allegato "Gli Istituti Tecnologici Superiori (ITS *Academy*) e gli investimenti PNRR"

Maria Cristina Di Domizio e Celestina Coccia (Segreteria Tecnica del CL.A.N. per la Priorità 4 – Formazione e la revisione stilistica e grafica della Roadmap

Sommario

Punti chiave del documento

- 0** | **Introduzione**
- 1** | **Priorità 1 – Sostenibilità**
- 2** | **Priorità 2 – Qualità e Sicurezza**
- 3** | **Priorità 3 – Nutrizione e Salute**
- 4** | **Priorità 4 – Formazione**
- 5** | **Allegati Tecnici**



Innovazione, resilienza e competitività

La trasformazione dei sistemi agroalimentari europei nel nuovo quadro delle politiche UE per competitività, resilienza, innovazione e sostenibilità.

Il nuovo quadro europeo per l'agrifood

La *Roadmap Tecnologica e di Sviluppo Innovativo dell'Area di Specializzazione Agrifood – Aggiornamento 2026*, elaborata dal Cluster Tecnologico Nazionale Agrifood CL.A.N., si colloca in una fase di profonda evoluzione delle politiche europee dedicate all'agricoltura, all'alimentazione, alla bioeconomia e alla competitività industriale.

Le trasformazioni climatiche, geopolitiche, energetiche e demografiche degli ultimi anni hanno, infatti, modificato il quadro strategico nel quale operano le filiere agroalimentari europee, imponendo una revisione delle priorità economiche, tecnologiche e regolatorie dell'Unione.

L'agrifood europeo non è oggi considerato soltanto un settore da accompagnare verso la sostenibilità ambientale, ma una vera infrastruttura strategica dell'autonomia dell'Unione, chiamata a garantire sicurezza degli approvvigionamenti, resilienza delle filiere, qualità alimentare, competitività industriale, tutela del territorio e capacità di innovazione tecnologica.

In questo nuovo contesto, la sostenibilità non viene più interpretata esclusivamente come riduzione dell'impatto ambientale, ma come capacità integrata di produrre valore economico, sicurezza alimentare, stabilità sociale e resilienza sistemica.

Dalla transizione verde alla competitività sostenibile

Le recenti crisi globali - dalla pandemia alle tensioni geopolitiche, dalle perturbazioni energetiche agli eventi climatici estremi - hanno evidenziato la centralità strategica delle catene agroalimentari europee e la necessità di rafforzarne la capacità di adattamento, riducendo le vulnerabilità produttive, logistiche ed energetiche.

Parallelamente, il dibattito europeo ha progressivamente spostato l'attenzione verso il tema della competitività sostenibile, dell'autonomia e sovranità alimentare, della semplificazione regolatoria, dell'accelerazione dell'innovazione e della valorizzazione industriale delle tecnologie strategiche.

È in questa prospettiva che va letta la nuova *Vision for Agriculture and Food* della Commissione europea, che individua nella costruzione di sistemi agroalimentari attrattivi, resilienti, sostenibili e competitivi uno degli assi fondamentali del ciclo politico europeo 2024-2029.

La Visione europea supera una lettura settoriale dell'agricoltura e propone, invece, una concezione integrata delle filiere alimentari, nelle quali ricerca, produzione primaria, trasformazione industriale, logistica, dati, bioeconomia e salute convergono in un ecosistema produttivo ad alta intensità di conoscenza ed integrazione.



Il nuovo lessico europeo: resilienza, sicurezza, autonomia strategica

Lo *Strategic Dialogue on the Future of EU Agriculture* ha contribuito a ridefinire il rapporto tra sostenibilità e competitività, evidenziando la necessità di accompagnare la transizione verde con strumenti economici, tecnologici e regolatori capaci di sostenere produttività, investimenti e tenuta economica delle imprese agricole e agroindustriali europee.

Nella nuova agenda europea stanno assumendo crescente centralità la resilienza delle filiere, la sicurezza alimentare, l'autonomia strategica dell'Unione, la riduzione delle dipendenze tecnologiche ed energetiche, la capacità di risposta agli *shock* climatici e geopolitici.

In questa direzione si collocano anche le analisi sviluppate dall'OCSE e i più recenti rapporti europei sulla competitività (Draghi, Letta e Heitor), che sottolineano il ruolo strategico dell'innovazione tecnologica, delle biotecnologie, della digitalizzazione e delle competenze avanzate per il futuro del sistema agroalimentare continentale.

Innovazione tecnologica e bioeconomia: il futuro industriale dell'*agrifood*

La *Roadmap CL.A.N. 2026* intercetta molte di queste direttrici evolutive, proponendo una visione ampia dell'innovazione *agrifood*, fondata sull'integrazione tra sostenibilità ambientale, qualità e sicurezza alimentare, nutrizione e salute, bioeconomia circolare, sviluppo delle competenze.

Le traiettorie individuate dal documento evidenziano il ruolo crescente delle tecnologie digitali, dell'agricoltura di precisione, della sensoristica, dell'intelligenza artificiale, della tracciabilità avanzata, delle biotecnologie e delle nuove piattaforme collaborative per la gestione dei dati e delle filiere.

Parallelamente, il rafforzamento della bioeconomia europea apre nuove prospettive per la valorizzazione industriale di biomasse, sottoprodotti, residui organici e nuove fonti proteiche, favorendo lo sviluppo di processi innovativi ad elevata sostenibilità ambientale e industriale.

Le fermentazioni avanzate, le biotecnologie applicate, le nuove tecniche genomiche, i biomateriali e le soluzioni circolari rappresentano oggi non soltanto strumenti di sostenibilità, ma anche fattori di competitività tecnologica e industriale dell'Europa nei confronti dei principali *competitor* globali.

Dati, intelligenza artificiale e filiere intelligenti

La digitalizzazione assume oggi un valore strategico trasversale. L'evoluzione verso sistemi interoperabili di raccolta e gestione dei dati, il *Common European Agricultural Data Space*, le applicazioni dell'intelligenza artificiale ai sistemi previsionali, alla gestione dei rischi e al supporto alle decisioni, così come le nuove infrastrutture digitali per la tracciabilità e la sostenibilità delle produzioni, rappresentano alcuni degli elementi chiave della trasformazione in atto.

In questo scenario, il dato agricolo e agroindustriale diventa una vera infrastruttura economica strategica, essenziale per misurare, certificare, prevedere, decidere e comunicare valore lungo l'intera catena alimentare.

L'innovazione digitale non rappresenta quindi una dimensione accessoria, ma una leva strutturale per rafforzare sostenibilità, sicurezza, *governance*, qualità, trasparenza e competitività delle filiere agroalimentari europee.



Nuove tecniche genomiche e innovazione regolatoria

Anche l'evoluzione del quadro normativo europeo sulle nuove tecniche genomiche (NGT/TEA) segnala un cambiamento significativo di approccio. L'orientamento europeo più recente mira, infatti, a costruire un quadro regolatorio più proporzionato e coerente con l'evoluzione scientifica, nella consapevolezza che innovazione biotecnologica, resilienza climatica, riduzione degli *input* chimici e sicurezza alimentare costituiscano obiettivi sempre più interconnessi. In questa prospettiva, la capacità di tradurre rapidamente ricerca e innovazione in applicazioni produttive richiede anche contesti regolatori più semplici, prevedibili e favorevoli agli investimenti, in grado di sostenere la competitività delle imprese europee e accelerare l'adozione delle nuove tecnologie.

Competenze e capitale umano: la vera infrastruttura della transizione

La trasformazione dei sistemi agroalimentari richiede nuove competenze scientifiche, tecnologiche, digitali, gestionali, informative e regolatorie.

In coerenza con la *Union of Skills*, il *Pact for Skills*, l'evoluzione degli *Agricultural Knowledge and Innovation Systems* (AKIS) della PAC e le nuove politiche europee per le competenze, la formazione assume un ruolo decisivo per accompagnare la diffusione dell'innovazione e rafforzare la capacità competitiva delle imprese e dei territori.

Il raccordo tra ricerca, università, ITS *Academy*, imprese, *cluster* e sistemi territoriali dell'innovazione diventa pertanto una condizione essenziale per tradurre conoscenza scientifica e tecnologica in sviluppo produttivo, attrattività per i giovani, crescita sostenibile, nuova imprenditoria e resilienza dei territori rurali.

Una piattaforma strategica per il futuro dell'agrifood italiano

In questo quadro, la *Roadmap* CL.A.N. 2026 offre un contributo importante al dibattito nazionale sulle traiettorie di sviluppo del sistema agroalimentare italiano, valorizzando il ruolo della ricerca, del trasferimento tecnologico e della cooperazione tra attori pubblici e privati.

Le direttrici individuate dal documento appaiono coerenti con molte delle priorità europee emergenti e possono contribuire ad orientare future iniziative di ricerca e innovazione, investimento industriale, collaborazione pubblico-privata, infrastrutturazione strategica, sviluppo territoriale, trasferimento tecnologico e formazione avanzata.

La sfida che si apre per l'Europa e per l'Italia non riguarda infatti soltanto la sostenibilità ambientale delle produzioni, ma la capacità di costruire sistemi agroalimentari resilienti, innovativi, competitivi e inclusivi, capaci di integrare qualità, sicurezza, salute, innovazione tecnologica e sostenibilità economica e sociale.

In questa prospettiva, il dialogo tra istituzioni, ricerca, imprese e territori rappresenterà uno degli elementi decisivi per accompagnare la transizione del settore *agrifood* europeo nel nuovo scenario globale e nella sua dimensione competitiva.

Oltre il 2027: verso un nuovo ciclo europeo dell'agrifood

Le proposte europee relative al Quadro Finanziario Pluriennale 2028-2034 delineano una fase di profonda evoluzione delle politiche dell'Unione dedicate alla competitività, all'agricoltura, alla coesione e allo sviluppo territoriale.

Nel nuovo scenario europeo, la tradizionale distinzione tra politiche agricole, sviluppo rurale, innovazione, coesione e competitività tende progressivamente a lasciare spazio a strumenti programmatori più integrati, orientati ai risultati e maggiormente collegati alle priorità



strategiche dell'Unione europea. La crescente attenzione alla sicurezza economica, alla resilienza delle filiere, all'autonomia strategica europea e alla capacità industriale del continente contribuisce infatti a ridefinire anche il ruolo dell'*agrifood* nel progetto europeo.

In questa prospettiva, agricoltura, bioeconomia, ricerca, digitale, competenze, energia e sviluppo territoriale appaiono sempre più come componenti interconnesse di un unico ecosistema produttivo e sociale. La competitività del sistema agroalimentare europeo dipenderà quindi non soltanto dalla disponibilità di risorse finanziarie dedicate, ma dalla capacità di integrare politiche, conoscenze, investimenti e *governance* multilivello.

L'evoluzione delle future politiche europee sembra inoltre orientarsi verso una maggiore integrazione tra strumenti finanziari, strategie territoriali e priorità industriali, con un crescente collegamento tra politiche agricole, innovazione, transizione tecnologica e sviluppo regionale. Alla luce di tali dinamiche, la capacità dei territori di costruire partenariati stabili tra imprese, ricerca, istituzioni e comunità locali – *innovation platforms/hubs* - potrà rappresentare un elemento decisivo per attrarre investimenti, sperimentare innovazione e rafforzare la resilienza economica e sociale delle filiere agroalimentari.

Anche il ruolo delle aree rurali e dei sistemi territoriali locali potrà assumere nuova rilevanza. Le future politiche europee sembrano infatti orientarsi verso modelli di sviluppo locale maggiormente collegati alla qualità progettuale, alla capacità di innovazione territoriale e alla costruzione di reti tra attori pubblici e privati. In questa prospettiva, strumenti come *LEADER* (*Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale*) potrebbero evolvere da semplici meccanismi di finanziamento a piattaforme territoriali di innovazione, cooperazione e resilienza.

La transizione dell'*agrifood* europeo oltre il 2027 richiederà, pertanto, una capacità crescente di cooperazione tra filiere produttive, sistemi della ricerca, territori e istituzioni, in un contesto nel quale sostenibilità, innovazione, competitività e sicurezza strategica saranno sempre più strettamente integrate. In questo quadro, la capacità di connettere ricerca scientifica, sviluppo industriale, politiche territoriali e *governance* multilivello rappresenterà uno dei principali fattori competitivi del sistema agroalimentare europeo.



Priorità 1 – Sostenibilità

Motivazione e fabbisogni

In questa delicata fase di progressiva transizione climatica, economica e sociale, il termine “sostenibile” identifica un modello di produzione agricola e industriale e, più in generale, di filiera agroalimentare capace di rispondere sia ai nuovi e reali bisogni della collettività (che hanno registrato un aumento nonostante la crisi economica degli ultimi anni), sia alle conseguenze degli impatti negativi dei fattori produttivi sulle risorse naturali e l’ambiente. L’Europa ed il mondo intero stanno programmando interventi di correzione e recupero degli effetti negativi della concentrazione urbana, dell’antropizzazione dell’ambiente e dello sfruttamento delle risorse naturali. Tali interventi sono stati ampiamente discussi nell’ambito delle Conferenze delle Parti sul Clima delle Nazioni Unite (dalla COP27 alla COP30), che hanno progressivamente rafforzato il riconoscimento del ruolo strategico dei sistemi agroalimentari nella mitigazione e nell’adattamento agli impatti dei cambiamenti climatici e nella salvaguardia della sicurezza alimentare globale, e sono stati ulteriormente definiti nell’ambito di strategie quali il *Green Deal* europeo e i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs) delle Nazioni Unite.

Nell’ambito del *Green Deal* europeo – attualmente oggetto di un significativo processo di revisione - il sistema di produzione e consumo agroalimentare (il cosiddetto “*food system*”) riveste un ruolo centrale, tanto da essere oggetto di due strategie specifiche: “*Farm to Fork*” e “*Biodiversity*”. Queste ultime hanno delineato un insieme di obiettivi strategici e traiettorie di transizione, con orizzonti temporali al 2030 e al 2050, volti a promuovere sistemi agroalimentari più sostenibili, resilienti e competitivi. Tra i principali indirizzi rientrano:

- ✿ integrità della biosfera, attraverso il recupero del livello della biodiversità presente nel 2000;
- ✿ completamento di un programma nazionale che scaturisce dalle 27 Revisioni della Politica Agricola Comune, orientato alla transizione ecologica verso modelli agroalimentari locali più sostenibili;
- ✿ riduzione del 50% dell’uso e del rischio dei prodotti fitosanitari entro il 2030-35, con un obiettivo di riduzione pari al 75% entro il 2050;
- ✿ conseguimento della neutralità climatica (zero-CO2 equivalente netto delle emissioni) entro il 2050 (*carbon-sequestration/neutrality*);
- ✿ riduzione, entro il 2030, del 55% di emissioni di gas a effetto serra, del 40% dei consumi energetici e contestuale aumento del 45% di energia rinnovabile;
- ✿ riprogettazione dell’uso e del consumo del suolo: 2/3 della superficie europea dovrà essere recuperata in maniera ecosistemica, il 25 % della SAU dovrà essere destinata alle produzioni biologiche, la PAC dovrà mantenere gli ecoschemi destinati a sostenere la messa a riposo per la biodiversità e gli impollinatori;
- ✿ riduzione, entro il 2050, dell’utilizzo di fosforo e di azoto, rispettivamente dell’81% e dell’86% (*biogeochemical flows*), e riduzione delle perdite di nutrienti di almeno il 50% entro il 2030-35, con conseguente riduzione dell’uso di fertilizzanti di almeno il 20%, nel rispetto della produttività agricola;



- ⚙️ progressiva riduzione dell'impiego di plastiche di origine fossile, attraverso lo sviluppo di materiali alternativi, bioplastiche sostenibili e modelli di bioeconomia circolare e simbiosi industriale;
- ⚙️ riduzione del 50% dello spreco alimentare lungo l'intera filiera agroalimentare, dalla produzione primaria all'industria di trasformazione fino alla distribuzione, tradizionale e moderna, e alla fase di post consumo e gestione del rifiuto urbano;
- ⚙️ evoluzione dei sistemi zootecnici verso modelli più sostenibili, con maggiore efficienza nell'uso delle risorse, miglioramento del benessere animale e riduzione degli impatti ambientali;
- ⚙️ incremento e stabilizzazione dei redditi degli agricoltori, nonché recupero e sviluppo delle aree interne e rurali, anche attraverso strategie che favoriscano il ritorno dei giovani all'agricoltura, lo sviluppo dell'agricoltura sociale e l'infrastrutturazione dei territori periferici e nelle aree minori;
- ⚙️ costruzione di reti digitali e schemi condivisi per l'analisi della sostenibilità e la definizione di metriche affidabili, in grado di favorire aggregazioni stabili e caratterizzate da un elevato livello di condivisione di informazioni e dati economici, sociali e ambientali lungo l'intera filiera.

Gli obiettivi riportati integrano *target* europei formalizzati, indirizzi strategici della Commissione europea e traiettorie evolutive di lungo periodo verso sistemi agroalimentari sostenibili, digitali e resilienti.

L'Intensificazione Sostenibile della Produzione (ISP), con particolare riferimento alla sostenibilità ambientale, risponde alla necessità di mantenere e, auspicabilmente, incrementare gli attuali livelli quali-quantitativo delle produzioni agroalimentari, limitandone l'impatto sull'ambiente in termini di consumo di risorse e di emissioni, attraverso l'adozione e l'integrazione nei sistemi produttivi di innovazioni tecnologiche e digitali in grado di orientare i modelli di sviluppo verso una crescita sostenibile.

Con l'estensione di questo approccio metodologico all'intera filiera agroalimentare, è possibile valorizzare ulteriori externalità positive generate nelle diverse fasi di coltivazione, raccolta, stoccaggio, conservazione, trasformazione, confezionamento, fino allo scaffale e/o alla tavola. Tale approccio non deve tuttavia trascurare le potenzialità e il valore economico dei servizi ecosistemici indiretti che possono essere generati, a partire dalla riduzione dei processi di erosione, dei fabbisogni idrici e di emissione di gas serra e di altri inquinanti, con un incremento parallelo della biodiversità. Un ruolo centrale, in questa prospettiva olistica, deve essere attribuito alla riduzione degli sprechi alimentari e delle perdite lungo la filiera, attraverso la promozione di buone pratiche di produzione, lavorazione e consumo, lo sviluppo di tecnologie atte a prolungare la durata di conservazione dei prodotti deperibili e la realizzazione di una migliore corrispondenza tra domanda e offerta, anche grazie a una crescente disponibilità di informazioni per il consumatore.

Tuttavia, la vera sfida del settore agroalimentare italiano è rappresentata dalla capacità di mettere a punto e introdurre nel sistema produttivo **le innovazioni e le biotecnologie** avanzate in grado di trasformare scarti, sottoprodotti, eccedenze e fonti proteiche alternative in prodotti ad alto valore aggiunto, quali, ad esempio, ingredienti e alimenti, mangimi, biostimolanti, fertilizzanti, composti chimici e materiali incluse cellulose batteriche e plastiche biodegradabili. L'adozione di tali innovazioni nel sistema produttivo italiano, in sinergia con quelle strategie basate su formazione, *living lab*, co-creazione e nuovi modelli di collaborazione, finalizzate a trasformare i tradizionali schemi lineari di produzione-consumo-



gestione del fine vita in modelli di bioeconomia circolare, può rappresentare un elemento determinante per affrontare e superare alcune delle principali sfide dell'agroalimentare italiano.

Gli irrinunciabili obiettivi sopra descritti trovano ampio riscontro nei principali indirizzi strategici europei, tra cui la strategia “Europa 2030”, i Rapporti Draghi, Letta ed Heitor sulla competitività dell'Unione europea, la *Vision* del Commissario europeo all'*Agrifood* Hansen, l'iniziativa “Food 2030-35”, la programmazione europea del Fondo di Competitività e la seconda finestra su “Salute, agricoltura e bioeconomia” prevista dal *Multiannual Financial Framework 2028 – 2034* e la nuova programmazione di “*Horizon Europe*”, in coerenza con le finalità generali della revisione della Politica Agricola Comune (PAC).

Anche l'Italia, pertanto, beneficia di una PAC che integra la dimensione ecologica nei processi produttivi, non come elemento contrapposto, ma come **componente strategica dello sviluppo delle filiere, ponendo maggiore attenzione alle relative dinamiche produttive**. Tale approccio consente di rispondere alla crescente domanda mondiale di alimenti sani e di alta qualità, determinata sia dall'aumento della popolazione sia dall'evoluzione dei modelli alimentari adottati da ampie fasce della popolazione nei Paesi emergenti. Questa sfida, divenuta non più rinviabile, consentirà anche di definire appropriati sistemi di qualità “superiore” e di recuperare il ritardo accumulato nel conferire autenticità a specifici prodotti agroalimentari¹ che, pur rispettando norme obbligatorie e certificazioni volontarie, non trovano adeguata e distintiva collocazione nella distribuzione, nei cataloghi, nelle mense e nei mercati, con il rischio che il termine “sostenibile” venga utilizzato prevalentemente come semplice dicitura commerciale, talvolta erroneamente percepita dal consumatore.

Invece, la modernizzazione biotecnologica, digitale, infrastrutturale, normativa e gestionale delle filiere agroalimentari italiane di qualità potrà garantire, oltre a stimolare la competitività del settore, lo sviluppo di modelli produttivi più efficienti e sostenibili, capaci di ristabilire l'indispensabile equilibrio tra **i tre capisaldi dell'agroalimentare: dimensione ecologica, economica ed eco-socio-sistemica**. Ciascuna di queste dimensioni, e tutte insieme, racchiudono nel prefisso “Eco” i valori e le potenzialità della sostenibilità, indispensabili per soddisfare le esigenze delle generazioni future, non meno di quelle attuali: garantire l'approvvigionamento di alimenti sani, sicuri, di alta qualità e con adeguata durata commerciale, assicurando al contempo la redditività dei fattori produttivi, la disponibilità di quantità sufficienti e la tutela di ambienti non degradati. “Eco-Sostenibile” può rappresentare una risposta efficace, oggi più di ieri e meno di domani, alla scarsa disponibilità di terre coltivabili ed alla conseguente responsabilità di nutrire una popolazione mondiale in aumento. Questo approccio può rappresentare una sfida per il settore agricolo e per le filiere agroalimentari, ma anche una ineguagliabile opportunità per ripristinare l'ambiente rurale ove compromesso e far fronte alle incertezze derivanti dai cambiamenti climatici che influenzano sia la produttività che la sostenibilità, con prevedibili ripercussioni sociali, politiche ed economiche.

¹ In tale direzione si inserisce anche la **Legge 15 maggio 2026, n. 75**, che rafforza gli strumenti di tutela, valorizzazione e riconoscibilità delle produzioni agroalimentari di qualità, contribuendo a una maggiore trasparenza nei confronti dei consumatori e a una più efficace differenziazione dei prodotti sostenibili sul mercato.

Tuttavia, solo un approccio olistico, che preveda anche il **recupero della sostanza organica** presente in scarti, rifiuti, sottoprodotti ed eccedenze attraverso processi produttivi ecosostenibili, in grado di produrre nuovi alimenti, mangimi, fertilizzanti e materiali, può consentire di fornire risposte concrete per garantire, con gli attuali limiti della biosfera, un adeguato approvvigionamento alimentare per una popolazione mondiale destinata a superare i 9 miliardi di persone entro il 2050. Infatti, scarti, residui, sottoprodotti ed eccedenze, se non adeguatamente valorizzati in composti ad alto valore aggiunto, rappresentano una criticità non solo perché riducono la sostenibilità delle catene produttive - a parità di sostanza organica trasformata in alimento, maggiore consumo di suolo, acqua, energia e lavoro per la produzione delle materie prime - ma anche per l'impatto ambientale derivante dal loro smaltimento. Se risultano preoccupanti i dati relativi alla disponibilità di superfici coltivabili nei diversi continenti, quelli riferiti all'Italia assumono carattere particolarmente rilevante: **il nostro Paese dispone infatti di una superficie agricola pro capite di circa 2.000 metri quadrati, pari a circa la metà della media mondiale e inferiore di circa il 40% rispetto alla media europea.**

Per alcune filiere agroalimentari italiane di primaria importanza, che già dispongono di un insieme integrato di tecnologie produttive e di processi di trasformazione - dalla cura e dal rispetto dei cicli produttivi, all'impiego razionale delle risorse naturali e dei mezzi tecnici per la produzione - e che integrano anche modelli di risparmio energetico, cogenerazione e valorizzazione di scarti, reflui e sottoprodotti di lavorazione in un'ottica di economia circolare e avanzata gestione della sicurezza sui luoghi di lavoro, i sistemi di qualità "Eco-Sostenibile" potranno efficacemente crescere, competere e diffondersi nei contesti multidimensionali della globalizzazione. In questo contesto il Cluster *Agrifood*, in collaborazione con il CREA e Federchimica Assobiotech, ha elaborato il **Position Paper "Nuove tecniche genomiche, genome editing e cisgenesi** (ovvero TEA Tecniche di Evoluzione Assistita)" e ha promosso il tema del *genome editing* nel dibattito istituzionale attraverso le proprie attività di *advocacy* e *advisory* verso le Università e i *policy maker*.

È pertanto importante che la ricerca e l'agroindustria possano avvalersi dei benefici delle moderne biotecnologie e valutarne, con cognizione di causa, le potenzialità applicative nel settore agroalimentare, in linea con quanto recentemente riconosciuto e consentito dalla nuova disciplina europea.

Altrettanto importante è la **valorizzazione della biodiversità** naturale che caratterizza il mondo microbico, animale e vegetale, al fine di favorire la transizione ecologica e la sostenibilità delle produzioni agroalimentari, salvaguardando le scarse risorse ambientali. Ad esempio, la biodiversità presente nelle collezioni microbiche dei centri di ricerca e delle università può essere utilizzata per selezionare specifici *starter* di fermentazione o agenti di biocontrollo in grado di migliorare conservabilità, sicurezza, qualità e/o proprietà salutistiche degli alimenti, ma anche per produrre alimenti innovativi anche a partire da fonti proteiche alternative a quelle di origine animale, quali ad esempio biomasse microbiche e *single cell proteins* ottenuti da residui e sottoprodotti dell'industria agroalimentare e in grado di soddisfare le esigenze di un mercato globalizzato.

La **biodiversità microbica** può essere sfruttata anche per selezionare microrganismi in grado di produrre composti ad alto valore aggiunto (coloranti, antimicrobici, lipidi e proteine, surfattanti, *packaging* alternativi, ingredienti, alimenti, mangimi, fertilizzanti etc.) a partire da reflui, scarti, residui e sottoprodotti agroindustriali.

La **biodiversità vegetale** può essere valorizzata per la selezione di varietà più resistenti alla siccità o alle inondazioni, meno suscettibili alle malattie o meno esigenti in termini di concimazioni, oltre che per l'*editing* genomico.



Analogamente la **biodiversità animale** può consentire la scelta di genotipi più adatti per sistemi di allevamento alternativi rispetto a quelli tradizionali o per il recupero delle aree marginali, come ad esempio le zone pedemontane.

Il riconoscimento degli elevati standard di qualità tecnologica e di sicurezza igienico-sanitaria raggiunti dalle filiere agroalimentari italiane – e convalidati da accurati regimi di monitoraggio e controllo idonei a minimizzare la presenza di residui di sintesi e contaminanti di diversa origine, anche mediante strumenti di identificazione e rintracciabilità di filiera – rappresenta un **patrimonio di conoscenze e competenze di eccellenza dell'agricoltura e dell'agroalimentare italiano**, su cui investire in modo deciso per una rinnovata competitività di sistema.

Infine, il valore aggiunto della sostenibilità, interpretata secondo un approccio sistemico e circolare, oltre a valorizzare il ciclo della filiera agroalimentare e ciascuna delle sue fasi – produzione, trasformazione, distribuzione e consumo - si riflette positivamente sui segmenti e sulle filiere laterali correlate tra cui gli input biochimici e tecnologici, la bioeconomia, il settore florovivaistico e il *breeding*, le energie rinnovabili, la logistica, il *packaging*, lo stoccaggio, il recupero, il riciclo e la valorizzazione, mediante processi biotecnologici *ad hoc* di materiali, scarti, reflui, sottoprodotti ed eccedenze, l'individuazione di fonti proteiche alternative, la bioedilizia, i biomateriali, la cosmesi, la farmaceutica, i tessuti naturali e la produzione di micro e macro nutrienti.

Obiettivi

- ⚙️ **O1.** Aumentare la profittabilità della produzione primaria attraverso la razionalizzazione dei costi di produzione, la selezione varietale e il miglioramento della qualità delle materie prime e dei prodotti, in coerenza con i principi dell'economia circolare, promuovendo la valorizzazione di scarti, sottoprodotti ed eccedenze mediante processi *ad hoc* finalizzati alla produzione, ad esempio, di biostimolanti, mangimi, fertilizzanti, materiali per la pacciamatura e altri prodotti ad alto valore aggiunto, nonché attraverso l'adozione di un approccio *One Health*.
- ⚙️ **O2.** Incrementare la sostenibilità ambientale della produzione primaria attraverso la riduzione e il miglioramento degli input chimici immessi, la gestione efficiente delle risorse naturali (acqua, suolo, insetti e microrganismi utili per il biocontrollo), lo sviluppo e la selezione (*editing* e valorizzazione della biodiversità naturale) di materiale genetico idoneo (valorizzando anche le infrastrutture e le collezioni microbiche e di germoplasma), la riduzione delle emissioni climalteranti e nocive; il miglioramento e la tutela del benessere animale, aspetti questi ultimi imprescindibili in un modello efficace di *green economy*.
- ⚙️ **O3.** Rafforzare la resilienza del sistema agroalimentare e la sua capacità di adattamento ai cambiamenti climatici, riducendo allo stesso tempo l'impatto ambientale delle diverse filiere, dalla produzione primaria alla trasformazione fino alla distribuzione ed al consumatore finale.
- ⚙️ **O4.** Accrescere la consapevolezza del consumatore attraverso l'accesso alle informazioni circa l'origine delle materie prime e dei prodotti, le fasi della produzione e della trasformazione, i contenuti nutrizionali e qualitativi, nonché quelli legati alla sostenibilità.
- ⚙️ **O5.** Incrementare la circolarità e la sostenibilità ambientale dei processi di produzione e trasformazione di materie prime e prodotti finiti attraverso la razionalizzazione, la



messa a punto e l'introduzione nel tessuto produttivo di protocolli produttivi, tecnologie e biotecnologie innovative che consentano la riduzione dei consumi energetici, l'incremento dell'uso di energia rinnovabile, la diminuzione del consumo di acqua potabile, il decremento di emissioni climalteranti e/o nocive, il recupero e la valorizzazione di scarti, sottoprodotti ed eccedenze per fini alimentari o energetici o per la generazione di nuove *value chains*.

- ⚙️ **O6.** Analizzare e sviluppare modelli rurali nuovi e integrati, rafforzandone le connessioni con i sistemi di valorizzazione locali e industriali, attraverso la riorganizzazione del sistema infrastrutturale, logistico e distributivo, al fine di favorire la resilienza e l'autosufficienza dei territori e creare valore economico e sociale nel settore. Ciò consentirà di migliorare la qualità della vita e le opportunità di sviluppo per le comunità che vivono e operano nelle aree interne e rurali, garantendo condizioni comparabili a quelle del resto del Paese e contribuendo alla sostenibilità economica, sociale e territoriale del sistema agroalimentare.

Traiettorie tecnologiche

T1.1 Intensificazione sostenibile dei sistemi e miglioramento della qualità delle produzioni vegetali

Attività

- ⚙️ **A1.** Recupero, caratterizzazione fisiologica, valorizzazione e miglioramento della biodiversità vegetale locale come risorsa contro gli stress biotici e abiotici, le patologie emergenti (ad esempio *Xylella*) ed i cambiamenti climatici; sviluppo, attraverso azioni integrate di miglioramento genetico e l'impiego di tecniche di fenotipizzazione *high throughput*, di nuove varietà caratterizzate da elevati standard qualitativi e da una maggiore capacità di adattamento alle diverse condizioni ambientali.
- ⚙️ **A2.** Sviluppo e adattamento al contesto italiano di strumenti digitali 4.0 dell'agricoltura di precisione, con particolare riferimento alle tecnologie per il monitoraggio climatico e la gestione dell'irrigazione, della fertirrigazione, dello smaltimento di reflui e digestati, nonché delle pratiche agronomiche, al fine di incrementare l'efficienza nell'uso delle risorse e migliorare la qualità delle produzioni nei sistemi colturali ad alta intensità produttiva.
- ⚙️ **A3.** Sviluppo di modellistica per l'elaborazione di scenari previsionali e la realizzazione di applicazioni di agricoltura di precisione - attraverso la disponibilità del segnale di rete - grazie ad un sistema di supporto alle decisioni, con particolare riferimento alla produttività, alla qualità e allo stato di salute delle specie vegetali, nonché alla valutazione dei fattori di contesto quali suolo, emissioni di gas climalteranti e consumi idrici.
- ⚙️ **A4.** Sviluppo di tecniche e tecnologie per il monitoraggio e l'analisi dei flussi di materiali impiegati nei processi produttivi (acqua, plastiche per coperture e contenitori, substrati di coltivazione, fertilizzanti, scarti verdi, *by-products*, eccedenze etc.) al fine del loro riuso e riciclo secondo i principi della produzione circolare e modellizzazione di sistemi



produttivi sostenibili e resilienti per l'incremento quanti-qualitativo delle produzioni agroalimentari.

- ⚙️ **A5.** Ottimizzazione dei processi di compostaggio e digestione anaerobica finalizzati sia alla produzione di energia rinnovabile e alla riduzione dell'impronta di carbonio, sia al miglioramento del valore e delle caratteristiche di sicurezza delle produzioni, contribuendo alla tutela dell'ambiente; messa a punto di processi biotecnologici per la produzione di materiali, fertilizzanti, biostimolanti e altri prodotti ad alto valore aggiunto, destinati all'utilizzo in azienda a partire da scarti, residui ed eccedenze.

T1.2 – Miglioramento della sostenibilità delle produzioni e co-produzioni di origine animale

Obiettivo prioritario della traiettoria tecnologica T1.2 è l'incremento della produzione zootecnica di origine e provenienza italiana attraverso il miglioramento della produttività, della biosicurezza e della biodiversità, nonché la rivalutazione di razze autoctone, promuovendone l'allevamento nelle aree rurali vocate.

- ⚙️ **A1.** Adozione di contromisure per il contenimento della riduzione della biodiversità delle principali specie zootecniche; utilizzo di genotipi non tradizionali che, per una loro comprovata capacità di adattamento al contesto locale e migliore produttività, possono efficacemente contribuire al miglioramento del patrimonio genetico italiano; sviluppo della ricerca per l'individuazione di tipi genetici performanti e competitivi con i mercati di riferimento per l'*import*.
- ⚙️ **A2.** Realizzazione di mappature genetiche con idonee metodiche di *Whole Genome Analysis* (WGA) per la identificazione e clusterizzazione delle razze oggetto di intervento. La caratterizzazione fenotipica, infatti, completerà il processo di identificazione della razza, consentendo di definirne il numero di effettivi e di sviluppare idonei programmi di salvataggio genetico e di sviluppo di possibili percorsi di migliore biosicurezza mediante selezione genetica.
- ⚙️ **A3.** Implementazione del potenziale riproduttivo delle razze identificate attraverso metodiche avanzate di controllo della riproduzione, nonché mediante l'impiego di tecniche predittive in grado di orientare lo sviluppo embrionale secondo il genere desiderato.
- ⚙️ **A4.** Recupero delle aree rurali interne attraverso strategie di ripopolamento basate su accoppiamenti programmati, definiti a partire dal *pool* genetico disponibile, e sul reinserimento di capi italiani in aree marginali, anche attraverso il coinvolgimento di enti parco o altre strutture territoriali; previsione di servizi assistenza zootecnica per la gestione di piccoli e micro-allevamenti, nonché sviluppo di filiere locali da affiancare alle nuove tipologie di allevamento autonome o interconnesse a *supply chain* di carattere nazionale; adozione di pratiche di sostegno territoriale volte a favorire l'insediamento stabile di attività zootecniche pascolative in aree soggette ad abbandono e rimboschimento incontrollato; pianificazione di reinsediamento coordinata in filiera e orientata al mercato con sostegno pubblico per il raggiungimento dell'autonomo sostentamento.
- ⚙️ **A5.** Identificazione e validazione di indicatori oggettivi e misurabili di benessere animale, nonché realizzazione di centri di raccolta e strutture intermedie di allevamento idonee allo svolgimento di corrette pratiche di condizionamento alimentare, profilassi



vaccinali e di biosicurezza, anche al fine di prevenire situazioni pandemiche; focus sui sistemi SQNBA, SQNZ e simili.

- ⚙️ **A6.** Sostegno allo sviluppo e alla diffusione di colture foraggere locali specifiche per l'uso mangimistico, ivi comprese quelle proteiche, quale alternativa a prodotti di provenienza extra nazionale, nonché utilizzo di alimenti zootecnici, inclusi pro e prebiotici ottenuti da processi di economia circolare.
- ⚙️ **A7.** Adozione di disciplinari di qualità, di schemi volontari di sostenibilità coerenti con i *target* definiti dagli obiettivi della nuova PAC, nonché di strumenti specifici per la riduzione dell'impronta di carbonio e azoto in allevamento; adozione di pratiche avanzate di letamazione al fine di facilitare la convivenza tra la produzione zootecnica e gli insediamenti urbani.

T1.3 - Incremento della sostenibilità dei processi di trasformazione e consumo

- ⚙️ **A1.** Incremento dell'efficienza nell'utilizzo delle risorse nei processi produttivi in termini di consumo di suolo, energia e acqua, mediante innovazione tecnologica (tecnologie alternative al trattamento termico quali PEF, alte pressioni e gas plasma) e biotecnologica (fermentazioni e colture di biocontrollo o funzionali *tailored* in grado di migliorare la sicurezza, la *shelf life*, e le caratteristiche salutistiche o sensoriali dei prodotti) di impianti e processi industriali e relativi sistemi di monitoraggio dei fattori produttivi, con un maggiore ricorso alle energie rinnovabili.
- ⚙️ **A2.** Incremento dell'efficienza dei processi produttivi volto al contenimento, al recupero e alla valorizzazione, attraverso soluzioni tecnologiche e biotecnologiche, degli scarti di lavorazione solidi, liquidi e gassosi, al fine di ridurre complessivamente l'impatto ambientale.
- ⚙️ **A3.** Valorizzazione dei sottoprodotti attraverso soluzioni destinate agli ambiti *food* e *feed*, alla produzione di energia e ad applicazioni industriali, con l'obiettivo di ottimizzarne le caratteristiche di sostenibilità e sicurezza.
- ⚙️ **A4.** Innovazione nei processi e nei materiali di confezionamento, con particolare riferimento al miglioramento della sicurezza, della qualità e della *shelf life* dei prodotti, ma anche alla riduzione degli sprechi alimentari e dei rifiuti derivanti dagli imballaggi post-uso; sviluppo e adozione di soluzioni finalizzate a massimizzare il recupero e il riciclo dei materiali e a favorire l'evoluzione dei sistemi di confezionamento verso modelli più sostenibili.
- ⚙️ **A5.** Introduzione di innovazioni di processo, quali ad esempio l'impiego di antimicrobici naturali e di tecnologie innovative *mild* alternative ai trattamenti termici, eventualmente in combinazione con colture di biocontrollo o *starter* di fermentazione selezionati per le loro peculiari caratteristiche tecnologiche, al fine di limitare il ricorso a conservanti chimici e alla riduzione del contenuto di sale, garantendo al contempo elevati standard di sicurezza e qualità alimentare.
- ⚙️ **A6.** Introduzione di sistemi di calcolo e tracciabilità in grado di fornire al consumatore informazioni sull'impatto ambientale dei prodotti acquistati, attraverso l'integrazione di strumenti quali analisi del ciclo di vita (LCA), modelli di valutazione e gestione, sistemi di supporto alle decisioni (DSS) e tecnologie *blockchain*, nonché metodologie di



quantificazione delle emissioni di gas a effetto serra secondo gli approcci *Scope 2* e *Scope 3*. Focus *Made Green in Italy*.

■ Attività relative alle priorità trasversali

Comunicazione

Le attività seguiranno due percorsi convergenti, finalizzati a fornire informazioni dettagliate e costantemente aggiornate sul programma, sostenendo il coinvolgimento di tutti i Soci del *Cluster* e di tutti gli interessati alla tematica della “Sostenibilità del settore agroalimentare”. Le priorità, finalizzate a una diffusa sensibilizzazione e a un coinvolgimento attivo, saranno coerenti con quelle definite dagli obiettivi europei e prevedono:

1. illustrazione e diffusione del **piano triennale di Sostenibilità** sulla *web page* e tramite i canali *social*, al fine di diffondere gli obiettivi del programma e le metodologie innovative adottate per favorire una maggiore e virtuosa integrazione dei diversi segmenti delle filiere agroalimentari, e concrete opportunità di consolidamento e sviluppo a livello locale, nazionale e per l'*export*;
2. **valorizzazione della rete** di contatti e partecipazione a eventi rilevanti a livello locale, con particolare riguardo al Mezzogiorno, nazionale e internazionale, al fine di coinvolgere nuovi *partner* e *stakeholder* interessati;
3. **diffusione dei risultati** delle attività, con priorità alle pubbliche amministrazioni ed alle organizzazioni di categoria, al fine di favorire il superamento delle criticità di dialogo che ritardano lo sviluppo di nuovi percorsi, nuove *policy* e nuove regolamentazioni sulla sostenibilità, con l'opportunità ulteriore di indirizzare altri settori sulle innovazioni di sistema che generano valore;
4. **programmazione di eventi** con l'obiettivo di generare nuove idee e diffondere ad altri campi di attività la condivisione di competenze sulla sostenibilità;
5. impiego dei nuovi mezzi di comunicazione, quali ad esempio i *social media*, per **aggiornare le esigenze** di tutti gli attori della filiera, dal produttore di materie prime al consumatore finale, nonché per diffondere gli obiettivi del programma e le metodologie innovative.

Regolamentazione

La regolamentazione europea di riferimento si collocava originariamente nel quadro del *Green Deal* europeo (attualmente in fase di revisione), e comprendeva la *Farm to Fork Strategy* e la *EU Biodiversity Strategy for 2030*. Sebbene il loro percorso di attuazione sia stato solo parzialmente completato e in parte riorientato, gli obiettivi strategici continuano a essere perseguiti attraverso la Politica Agricola Comune (PAC) 2023–2027 e ulteriori iniziative dell'Unione europea, tra cui *Food 2030*, il Piano europeo per l'energia e il clima al 2030, la Visione europea per l'Agricoltura e l'Alimentazione 2025–2040, nonché le future iniziative legislative rappresentate dal *Biotech Act* e dal *Bioeconomy Act*. Il quadro normativo europeo comprende inoltre il Regolamento (UE) 2025/40 sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio (PPWR), la normativa sui materiali e gli oggetti destinati a venire a contatto con gli alimenti, l'evoluzione della legislazione in materia di sostanze chimiche, inquinanti ed emissioni, nonché le misure di sostegno ai sistemi di qualità delle produzioni agroalimentari dell'Unione e degli Stati Membri. Tali strumenti sono finalizzati a rafforzare la fiducia dei consumatori,



accrescere il valore aggiunto delle produzioni agricole e alimentari e favorire l'accesso a nuovi mercati.

Lo sviluppo sostenibile delle aree rurali e la competitività delle imprese agricole continuano a essere sostenuti dal Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR), nell'ambito della Politica Agricola Comune 2023–2027. Parallelamente, il nuovo quadro europeo in materia di imballaggi e di economia circolare introduce obiettivi progressivamente più ambiziosi in termini di prevenzione della produzione dei rifiuti, riuso, riciclabilità e contenuto di materiale riciclato, con scadenze differenziate fino al 2040, contribuendo alla transizione verso sistemi produttivi e filiere agroalimentari sempre più circolari e sostenibili. Infine, a seguito della sentenza della Corte di giustizia dell'Unione europea (causa C-528/16, *Confédération paysanne* e a.), che ha ricondotto gli organismi ottenuti mediante mutagenesi diretta (*genome editing*) nell'ambito di applicazione della direttiva 2001/18/CE sugli organismi geneticamente modificati, nonostante le diverse evidenze e raccomandazioni della comunità scientifica, la Commissione europea ha avviato un processo di revisione del quadro normativo. Tale percorso ha portato, nel luglio 2023, alla **presentazione di una proposta di regolamento sulle nuove tecniche genomiche (NGTs)**, tuttora in fase di definizione nel procedimento legislativo europeo. La proposta introduce un regime differenziato per le piante ottenute mediante NGT, distinguendo tra NGT di categoria 1, considerate equivalenti alle varietà ottenute con tecniche convenzionali di miglioramento genetico, e NGT di categoria 2, soggette a un regime regolatorio più articolato. L'obiettivo è favorire lo sviluppo di innovazioni in grado di migliorare la produttività, la resilienza ai cambiamenti climatici, la sostenibilità dei sistemi agricoli, la qualità delle produzioni alimentari e la sicurezza dell'approvvigionamento, mantenendo al contempo elevati standard di tutela della salute umana e dell'ambiente.

Il protrarsi, negli ultimi anni, di un quadro regolatorio caratterizzato da significativi elementi di incertezza ha rallentato lo sviluppo scientifico, tecnologico e commerciale dell'innovazione genomica in Europa, accentuando il divario competitivo rispetto ai principali Paesi extra-UE, nei quali tali tecnologie hanno beneficiato di un contesto normativo più favorevole. In questo scenario è emersa con forza l'esigenza di aggiornare una disciplina – la direttiva 2001/18/CE – concepita oltre vent'anni fa in un contesto scientifico e tecnologico profondamente diverso da quello attuale e non più pienamente adeguata a regolamentare le applicazioni delle nuove tecniche genomiche. La proposta di nuovo quadro regolatorio va nella direzione auspicata da larga parte della comunità scientifica e produttiva, introducendo **un approccio maggiormente basato sulle caratteristiche del prodotto** rispetto al solo processo utilizzato, e tenendo conto del rapido sviluppo delle biotecnologie, che storicamente ha spesso portato a profondi cambiamenti di prospettiva.

Digitalizzazione

L'evoluzione delle tecnologie di comunicazione, delle capacità di calcolo e memorizzazione remota, nonché la possibilità di scambio dati in tempo reale (quali WiFi, *Bluetooth*, RFID e altre tecnologie di connettività), permette di svolgere operazioni di monitoraggio continuo e in tempo reale basate sulla comunicazione di dati tra sensori diversi. Tali tecnologie consentono la raccolta, l'analisi e l'interpretazione istantanea delle informazioni derivate dai sistemi di posizionamento geografico e da processori di campo e, quindi, la modellizzazione, la digitalizzazione e la preelaborazione dell'informazione fino all'intelligenza artificiale (IA). Le potenzialità derivanti dall'integrazione delle tecnologie digitali – comprese quelle ingegneristiche, meccatroniche, informatiche, logistiche, delle comunicazioni, dell'*Internet of*



Things (IoT), dell'intelligenza artificiale, della sensoristica avanzata e della robotica – favoriscono una crescente interconnessione tra tutti gli attori della complessa filiera agroalimentare italiana. In questo contesto, si inserisce il pieno sviluppo dell'**agricoltura digitale e della robotica applicata**, che consente di automatizzare operazioni ripetitive, gravose o ad elevata precisione, supportare pratiche agronomiche innovative e il recupero di varietà vegetali e razze animali autoctone, migliorare la gestione della variabilità spaziale e temporale delle coltivazioni mediante interventi sito-specifici e tecniche di agricoltura di precisione, fino al livello della singola pianta o del singolo animale. Parallelamente, tali tecnologie rafforzano la tracciabilità e la trasparenza lungo l'intera filiera, rendendo disponibili informazioni affidabili e tempestive a beneficio dei consumatori, dell'industria di trasformazione, delle autorità competenti e dei mercati.

All'interno di questa tematica trasversale, assumono particolare rilevanza alcuni ambiti di intervento prioritari.

- ⚙️ **Potenziamento** della connettività nelle aree rurali e interne, attraverso lo sviluppo di infrastrutture digitali ad alte prestazioni (reti a banda ultra-larga, tecnologie *wireless* e ponti radio, connettività satellitare e soluzioni ibride), al fine di garantire un accesso affidabile ai servizi digitali, ridurre il divario territoriale e favorire nuove opportunità di sviluppo economico, occupazionale e sociale, comprese quelle legate all'agriturismo, ai servizi innovativi e allo *smart working*.
- ⚙️ **Sviluppo di interfacce digitali** per la gestione degli strumenti dell'agricoltura di precisione, sia da remoto che *in situ*, interoperabili e integrate in ambiente di tipo *cloud* e sviluppo di piattaforme informatiche per la gestione dei servizi di agricoltura digitale in un contesto 4.0 e nello sviluppo della strumentazione derivante dalla intelligenza artificiale.
- ⚙️ **Digitalizzazione** dei principali dati produttivi e di utilizzo dei medicinali veterinari, al fine di ottenere la loro condivisione mediante piattaforme integrate e la loro valorizzazione lungo la *supply chain* a sostegno di attività di comunicazione al consumatore.

Stakeholder da coinvolgere: agricoltori, allevatori, imprese agroalimentari e dell'industria del *packaging*; associazioni di categoria e organizzazioni professionali; associazioni ambientaliste e dei consumatori; ordini professionali; contoterzisti e operatori dei servizi alla produzione; grande distribuzione organizzata (GDO), operatori della logistica e dei trasporti; imprese ICT e fornitori di tecnologie digitali; utenti e comunità digitali; enti di promozione turistica; organismi di ricerca e innovazione, università e istituzioni formative; soggetti gestori delle infrastrutture fisiche e digitali.



Risultati attesi e impatti

- ⚙ **Implementazione di filiere produttive**, di trasformazione e distribuzione di prossimità al consumatore finale, favorendo modelli sostenibili e il rafforzamento del legame tra produzioni, territori e mercati.
- ⚙ **Recupero e valorizzazione delle tradizioni culturali** e produttive legate a produzioni di nicchia e al *genius loci*, attraverso modelli innovativi capaci di coniugare identità territoriale, qualità e competitività.
- ⚙ **Sviluppo e ottimizzazione di produzioni agroalimentari di qualità**, sostenibili e competitive, attraverso l'introduzione di innovazioni tecnologiche, digitali e biotecnologiche.
- ⚙ **Valorizzazione dei prodotti tradizionali** mediante l'applicazione e il trasferimento nel tessuto produttivo di tecnologie e biotecnologie innovative, finalizzate all'incremento della produttività e al rispetto degli standard qualitativi richiesti dai mercati globalizzati, preservandone al contempo le caratteristiche qualitative, nutrizionali e identitarie.
- ⚙ **Miglioramento della sicurezza**, della qualità, della sostenibilità e della *shelf-life* delle produzioni agroalimentari attraverso l'implementazione e lo *scaling up* di innovazioni tecnologiche e biotecnologiche, in coerenza con i principi dell'approccio *One Health*.
- ⚙ **Riduzione degli scarti** e delle perdite lungo l'intera filiera agroalimentare attraverso strategie integrate basate sulla prevenzione, sul recupero e sulla valorizzazione delle risorse, secondo i principi dell'economia circolare.
- ⚙ **Valorizzazione di materie prime eccedenti**, residui, scarti e sottoprodotti dell'industria agroalimentare attraverso processi tecnologici e biotecnologici innovativi per la produzione di alimenti, mangimi, ingredienti ad alto valore aggiunto, materiali per il *packaging*, biostimolanti, fertilizzanti innovativi e altri prodotti sostenibili.
- ⚙ **Creazione di nuove filiere produttive sostenibili**, in grado di generare valore economico e occupazione anche nelle aree marginali, in linea con l'approccio *One Health*, attraverso la valorizzazione delle risorse locali e lo sviluppo di nuovi prodotti alimentari innovativi e funzionali (ad esempio la rivitalizzazione della castanicoltura mediante produzioni destinate anche a consumatori con specifiche esigenze nutrizionali).
- ⚙ **Potenziamento delle filiere zootecniche nazionali** attraverso il recupero, la caratterizzazione e la valorizzazione di genotipi e razze animali autoctone a rischio di scomparsa.
- ⚙ **Valorizzazione delle aree marginali** attraverso lo sviluppo di piccoli allevamenti integrati in circuiti locali o in filiere zootecniche nazionali, capaci di contribuire alla tutela del territorio, alla conservazione della biodiversità e alla creazione di nuove opportunità occupazionali.
- ⚙ **Identificazione e applicazione di indicatori** standardizzati *animal-based* per integrare e migliorare gli attuali sistemi di valutazione del benessere animale, prevalentemente basati su parametri aziendali.



Priorità 2 – Qualità e sicurezza

Motivazione e fabbisogni.

Le priorità nell'area "Qualità e Sicurezza" sono state individuate partendo dal lavoro di integrazione e condivisione durante l'elaborazione della *Roadmap* del *Cluster*, con particolare riferimento alle traiettorie 2 e 3, e in coerenza con le Strategie di Specializzazione Intelligente (S3) regionali e con gli obiettivi della traiettoria 2 "Sistemi e tecnologie per il *packaging*, la conservazione e la tracciabilità e la sicurezza delle produzioni alimentari" della Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI). Sono stati presi inoltre in considerazione anche i seguenti documenti di riferimento: (i) *Green Deal* europeo e Strategia "From Farm to Fork"; (ii) documentazione EU su rivisitazione Indicazioni Geografiche (DOP/IGP/STG), (iii) documento 2020 del *Cluster* associato all'emergenza Covid, (iv) PNR 2021-2027, (v) PNRR e (vi) le più recenti iniziative dell'UE, quali il regolamento sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio (Regolamento (UE) 2025/40, PPWR) e la nuova legislazione europea su tracciabilità, etichettatura e benessere animale².

La *Roadmap* rappresentava compiutamente, e in maniera fortemente condivisa, le esigenze di innovazione nel settore della qualità, sicurezza e autenticità, evidenziando un panorama estremamente frammentato. Per questo motivo si è cercato di aggregare tali esigenze entro direttrici comuni, che costituiscono ancora oggi un valido riferimento e che sono state aggiornate alla luce dell'evoluzione del contesto scientifico, tecnologico e normativo. Le priorità dell'area restano principalmente mirate ad accrescere la qualità e l'affidabilità dei prodotti agroalimentari italiani sui mercati, ridurre la vulnerabilità della filiera rispetto a frodi, contraffazioni e manomissioni e garantire al consumatore alimenti di qualità e sicuri. **Le esigenze di innovazione per l'area qualità e sicurezza sono molteplici** e riguardano vari aspetti: dallo sviluppo di nuovi sensori e dispositivi analitici, di metodi rapidi e innovativi per il controllo della qualità e sicurezza, alle tecnologie di trasformazione e conservazione, ai sistemi integrati di controllo di processo e di tracciabilità collaborativa fino allo sviluppo di nuovi approcci basati sul concetto di "azienda distribuita" sia nella sua proiezione di filiera che di territorio.

È necessario, da un lato, dotare il sistema agroindustriale di strumenti tecnologicamente avanzati per promuovere la competitività e l'internazionalizzazione delle imprese, prevenire e gestire le crisi alimentari, valorizzare le produzioni di qualità e rafforzare la resilienza delle filiere. Dall'altro, occorre sviluppare nuove strategie di comunicazione e educazione alimentare sui temi della qualità, della sicurezza e dell'autenticità, rafforzando la collaborazione e l'integrazione tra diverse aziende nell'ambito del comune obiettivo "affidabilità e trasparenza del processo produttivo".

Obiettivi che devono tener conto delle lezioni apprese dalle recenti crisi sanitarie, che ha evidenziato l'importanza di disporre di un sistema alimentare solido e resiliente, nonché delle più recenti crisi geopolitiche, climatiche ed energetiche, che rendono strutturale l'esigenza di rendere le filiere agroalimentari più sicure, resilienti e capaci di adattarsi ai cambiamenti. Così

² Si segnalano le normative in merito al benessere animale: il Reg. (UE) 2016/429 – *Animal Health Law*; la proposta COM (2023) 770_final; l'iniziativa "*Animal Welfare Labelling*", DG SANTE 2023.



come indicato dalla strategia *Farm to Fork*, nell'ambito della sua attuazione attraverso le politiche europee, tra cui la Politica Agricola Comune 2023–2027, e ulteriormente orientata dalla Visione europea per l'Agricoltura e l'Alimentazione 2025–2040, occorre garantire la sicurezza dell'approvvigionamento alimentare, la nutrizione e la salute pubblica, assicurando al contempo la sostenibilità e la competitività dei sistemi agroalimentari.

La pandemia, peraltro, ha evidenziato la priorità di accelerare il processo di digitalizzazione dell'intera filiera agroalimentare, dalla produzione primaria, all'industria di trasformazione, fino alla logistica e alla distribuzione. Tale evoluzione rappresenta un fattore strategico non solo nella gestione di periodi di crisi improvvisa, ma anche per sostenere lo sviluppo futuro del sistema agroalimentare nazionale e internazionale. **Le recenti tensioni geopolitiche hanno ulteriormente sottolineato l'urgenza di rafforzare la resilienza delle filiere e la sicurezza degli approvvigionamenti**, anche attraverso la diversificazione delle fonti, la riduzione della dipendenza energetica e l'ottimizzazione dei processi produttivi e un uso più efficiente e sostenibile delle risorse.

La gestione di piattaforme digitali, insieme con la concreta realizzazione dell'approccio FAIR ai dati (con la capacità di raccogliere, integrare e condividere dati interoperabili), può contribuire a garantire una **gestione più sistemica della sicurezza alimentare**, favorendo l'integrazione di dati, informazioni e conoscenze scientifiche lungo l'intera filiera.

È necessario altresì sviluppare le conoscenze relative a *fingerprint* e *marker* di qualità e autenticità di materie prime e prodotti trasformati, nonché realizzare strumenti operativi basati su modelli matematici predittivi da mettere a disposizione delle aziende per valutare gli effetti delle nuove tecnologie e per implementare sistemi di *food protection* e sistemi innovativi di tracciabilità collaborativa da integrare con la valutazione delle *performance* di sostenibilità ambientale, energetica, sociale, di prodotto e processo. In questo ambito assumono crescente rilevanza anche le tecnologie basate su *blockchain* e intelligenza artificiale per garantire maggiore trasparenza, interoperabilità e rapidità nella condivisione dei dati.

La salvaguardia di **sistemi produttivi e di tecniche di produzione agroalimentari per prodotti di elevato pregio** e di forte impatto sul panorama internazionale riveste un'importanza prioritaria. Per preservare l'autenticità dei prodotti, soprattutto di quelli ad elevato valore aggiunto e a maggior rischio di frode, è indispensabile caratterizzare tali prodotti per garantirne un **"Passaporto"** in grado di identificarli e riconoscerli inequivocabilmente. A tal fine risultano fondamentali sia lo sviluppo di metodiche rapide e non distruttive applicabili lungo la filiera di produzione, sia l'utilizzo di marcatori molecolari. Tali metodiche possono essere utilizzate dall'industria per poter dimostrare l'autenticità dei prodotti, la provenienza e le modalità produttive andando incontro alle molteplici ed impellenti esigenze di un mondo produttivo in evoluzione e alla facilità di movimentazione dei prodotti.

Una prima esigenza, di carattere trasversale, riguarda il **potenziamento dell'infrastruttura metrologica**, che si configura per il settore agroindustriale come un fattore chiave per favorirne lo sviluppo armonico, consentendo una gestione oggettiva e integrata dei temi della qualità, della sicurezza e dell'autenticità dei prodotti. Tale evoluzione contribuirà a rendere più sicuro e trasparente il percorso del prodotto dal campo alla tavola, promuovendo processi di integrazione e di condivisione dei dati lungo la filiera. Questa priorità tecnologica consentirà di sviluppare strumenti nuovi e avanzati per dimostrare su base oggettiva l'origine, l'autenticità, la provenienza, la sicurezza e la qualità di materie prime e prodotti, rispondendo alle molteplici ed impellenti esigenze di un mondo produttivo in continua evoluzione. In tale contesto, la condivisione delle conoscenze e l'interoperatività contribuiranno ad **accrescere la fiducia dei consumatori** verso il sistema produttivo nazionale e verso il sistema dei controlli.



È poi necessario dotare il sistema agroindustriale di soluzioni integrate innovative e rapide di **tracciabilità collaborativa**, che rappresentano uno strumento fondamentale per accrescere e garantire in maniera oggettiva l'affidabilità delle filiere e dei prodotti di qualità, contribuendo ad aumentare la fiducia dei consumatori e a rafforzare la competitività delle imprese, in particolare delle Regioni meno sviluppate e in transizione, sui mercati nazionali e internazionali.

È importante rendere coerenti gli sforzi e attivare sinergie a livello di filiera e territoriale, attraverso lo sviluppo di strumenti in grado di rendere vantaggiosa la collaborazione tra le imprese e di portali collaborativi territoriali capaci di raccogliere, integrare e rendere disponibili dati ambientali, informazioni sulla qualità delle risorse naturali e dati relativi ai processi di produzione. Ciò consentirà di valorizzare e promuovere siti primari di qualità, processi produttivi virtuosi e modelli basati sull'economia circolare, sulla simbiosi industriale e sulla valorizzazione di tutte le componenti estraibili, incluse le biomasse di origine agricola vegetale e animale, secondo un approccio di filiera veramente integrato.

Inoltre, la crescente complessità del sistema alimentare globale rende necessario integrare il concetto tradizionale di "sicurezza alimentare" in quello più ampio della **Food Protection**, in grado di gestire anche le problematiche di *Food Defence*, *Food Fraud* e *Food Crime* nell'industria alimentare. Il tema della *Food Protection* apre nuove sfide e necessita di soluzioni tecnologiche mirate, quali, ad esempio, le piattaforme di prevenzione e *detection untargeted*. Infatti, nei casi di contaminazione volontaria e/o di frode, il contaminante non è noto e risulta difficilmente prevedibile. Sono pertanto necessari **nuovi protocolli operativi, tecnologie per la detection ad ampio raggio** (metodiche multianalitiche, sistemi di *food profiling* e *food fingerprinting*) e sistemi di monitoraggio e allerta lungo l'intero processo produttivo.

Parallelamente, è importante potenziare il sistema produttivo con **tecnologie avanzate per la gestione delle non conformità**. Occorre inoltre rafforzare le capacità di prevenzione e risposta rapida agli incidenti lungo la filiera, integrando i sistemi nazionali con le piattaforme di allerta europee e internazionali, in linea con l'approccio *One Health*. Per quanto riguarda la sicurezza alimentare, la crescente consapevolezza del consumatore e l'evoluzione del quadro normativo impongono lo sviluppo di modelli produttivi agricoli sempre meno dipendenti dall'impiego di prodotti chimici di sintesi potenzialmente impattanti. Tali obiettivi potranno essere perseguiti attraverso l'adozione di pratiche di gestione integrata e di agricoltura di precisione, capaci di ottimizzare l'uso delle risorse, garantire la sicurezza delle produzioni e contribuire alla conservazione della biodiversità vegetale, animale e microbica.

Un'agricoltura intensiva e al contempo sostenibile dal punto di vista ambientale deve inoltre poter utilizzare tutti gli strumenti messi a disposizione dal progresso scientifico e tecnologico, tra cui le nuove biotecnologie e le tecnologie nel settore della gestione dei fattori produttivi. Un'attenzione crescente deve essere dedicata anche alle **Tecniche di Evoluzione Assistita (TEA)**, oggetto di un nuovo quadro regolatorio europeo in fase avanzata di definizione, che ne riconosce il potenziale strategico nel coniugare produttività, sostenibilità, adattamento climatico e riduzione degli *input* chimici, nel rispetto degli elevati standard di sicurezza e tracciabilità europei.

La sfida consiste nel riuscire a migliorare le caratteristiche igienico-sanitarie degli alimenti, incrementarne la conservabilità e prevenire infezioni e altri rischi per la salute di origine alimentare, attraverso l'impiego di tecnologie sempre più selettive e a basso impatto ambientale (*Green Technology*). In tale ambito rientrano, ad esempio, le tecniche di sanificazione non basate sul calore, quali luce pulsata e tecnologie ohmiche, nonché soluzioni



innovative in grado di massimizzare gli effetti positivi dei processi produttivi salvaguardando l'attitudine alla trasformazione (tecnologica) delle materie prime e degli ingredienti.

Nella sua accezione più ampia, il *New Green Deal* della Commissione europea, definisce la progettazione di un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente “Dal produttore al consumatore” (*Farm to Fork*), con l'obiettivo di garantire che il cibo europeo sia sicuro, nutriente e di elevata qualità, rafforzando al contempo il ruolo dell'Europa come riferimento globale per la sostenibilità dei sistemi agroalimentari.

Per riflettere pienamente l'ambizione del *Green Deal* e della strategia "Dal produttore al consumatore", i Piani Strategici Nazionali per l'agricoltura dovrebbero favorire una crescente diffusione di pratiche sostenibili, quali l'agricoltura di precisione, l'agricoltura biologica, l'agroecologia, l'agrosilvicoltura, nonché norme più rigorose in materia di benessere animale, sulla base di solidi criteri climatici e ambientali.

Parallelamente è necessario prevenire il trasferimento di contaminanti ambientali alla catena alimentare e garantire **un'adeguata valutazione delle innovazioni di processo** introdotte, in termini di sicurezza e di rischi per la salute. A fronte dell'innalzamento degli obiettivi ambientali e climatici richiesti agli agricoltori europei, è doveroso garantire che la transizione verso modelli produttivi più sostenibili preservi la capacità produttiva e la competitività del settore agroalimentare europeo, evitando una crescente dipendenza dalle importazioni.

Se è necessario che gli agricoltori europei adottino elevati standard produttivi a tutela dell'ambiente, è altrettanto importante **garantire che anche i prodotti provenienti da Paesi terzi rispettino requisiti equivalenti**. Le derrate alimentari importate dovrebbero pertanto essere **conformi agli standard europei applicabili in materia di ambiente, sicurezza e sostenibilità**, al fine di assicurare condizioni di mercato eque e un principio di reciprocità. A tal fine, devono essere definiti sistemi di controllo all'importazione chiari ed efficaci, in grado di verificare la conformità dei prodotti provenienti dai Paesi terzi agli standard richiesti alle imprese e alle cooperative agricole europee, assicurando che i sistemi privati di garanzia della sostenibilità non siano considerati automaticamente equivalenti ai sistemi ufficiali di controllo dell'Unione europea. In questo contesto, è importante prevedere adeguati meccanismi di reciprocità per garantire condizioni eque di mercato e tutelare la sovranità alimentare europea, rafforzando la resilienza e la competitività delle filiere agroalimentari nazionali ed europee.

Inoltre, ridurre il contenuto di contaminanti chimici (micotossine, fitofarmaci, etc.), microbiologici, di processo (acrilammide, furani, etc.) e da *packaging* (plasticizzanti, composti polifluorurati, etc.), significa ottenere materie prime e prodotti finiti sempre più di qualità, posizionando il sistema produttivo “un passo avanti” rispetto alle prescrizioni normative. Ciò comporta importanti vantaggi in termini di competitività delle produzioni, immagine di “sicurezza” dell'intero sistema produttivo, prevenzione delle crisi alimentari e capacità di rispondere a specifiche esigenze nutrizionali e di consumo legate a fasi fisiologiche dell'individuo (es. gravidanza, svezzamento) o a particolari problematiche di salute (allergie, intolleranze, etc.).

In coerenza con un approccio integrato alla sicurezza alimentare, che considera l'intero percorso “dai campi alla tavola”, è cruciale considerare anche il tema della sicurezza post-vendita, in quanto ciò consente di dare continuità alle azioni intraprese e di proteggere efficacemente i consumatori. Tale approccio contribuisce a rafforzare la fiducia nel sistema ricerca e innovazione, incrementando al contempo il senso di responsabilità e l'attenzione verso le tematiche della sicurezza alimentare. In questo contesto, e in linea con i principi della *General Food Law*, è necessaria la **creazione di una infrastruttura digitale nazionale**



(piattaforma) per la gestione della sicurezza alimentare, attraverso il coordinamento dei diversi soggetti coinvolti nei processi di raccolta e condivisione di dati, informazioni e conoscenze scientifiche. Tutto questo è anche in linea con la definizione di un modello innovativo per la sicurezza igienico-sanitaria degli alimenti e dei mangimi, capace di affrontare in maniera più efficiente le problematiche tradizionali e di anticipare le sfide emergenti sulla base di evidenze scientifiche. Tale modello dovrà coniugare la tutela del consumatore con la sostenibilità ambientale delle produzioni, adottando una visione integrata sulla salute dell'uomo, degli animali e degli ecosistemi (*One Health*), in una prospettiva più ampia che potenzialmente includa anche l'ambiente in cui viviamo (*Global Health*).

Occorre inoltre sostenere le produzioni tipiche, tradizionali, locali su piccola scala e biologiche attraverso l'ottimizzazione dei protocolli produttivi, al fine di ottenere adeguati livelli di sostenibilità ambientale ed economica, preservando al contempo le specificità, la qualità e l'attitudine alla trasformazione dei prodotti. Queste azioni di sostentamento e sviluppo non possono però prescindere da un concreto supporto alle piccole realtà produttive, affinché possano adottare i requisiti normativi richiesti, nonché da un'attenta analisi di studio della sostenibilità economica degli interventi proposti.

La gestione integrata della qualità, della sicurezza e dell'autenticità risulta di fondamentale importanza nel contesto della forte promozione allo sviluppo delle produzioni biologiche da parte dell'UE, che si è posta l'ambizioso obiettivo di estendere l'adozione di questo modello su almeno il 25% della superficie coltivabile a livello europeo entro il 2030 così come di incrementare significativamente l'acquacoltura biologica.

Parallelamente, è necessario dotare il sistema agroindustriale di soluzioni tecnologiche innovative per preservare, **migliorare ed esaltare le proprietà funzionali e sensoriali naturalmente e intrinsecamente presenti nelle materie prime e negli ingredienti alimentari**. Le sfide condivise negli ambienti scientifici ed economici nazionali e internazionali sono: i) privilegiare tecnologie alimentari per il mantenimento e il miglioramento delle proprietà intrinseche delle materie prime e degli ingredienti, ii) adattare gli alimenti alle esigenze nutrizionali, culturali, etiche, edonistiche e di contenuto di servizio del consumatore, sempre più diversificate e in continua evoluzione (*tailor made food*), iii) sviluppare tecnologie e alimenti sostenibili per il pianeta. Per soddisfare tali sfide è importante sviluppare soluzioni basate su *mild-technology* finalizzate ad approfondire le relazioni fra (micro)struttura, processo, caratteristiche dei prodotti, nonché gli effetti del processo sulle proprietà funzionali e sensoriali delle materie prime, degli ingredienti e degli alimenti.

I temi della qualità e della sicurezza alimentare si confrontano spesso con situazioni caratterizzate da grandi contraddizioni, quali ad esempio:

- ⚙️ innovazioni tecnologiche (ad esempio OGM, nanotecnologie), potenzialmente in grado di migliorare la qualità degli alimenti e di ridurre i rischi chimici e biologici, che richiedono tuttavia un'attenta valutazione dei possibili nuovi rischi associati;
- ⚙️ produzioni vicine ai sistemi naturali (tipiche, tradizionali, locali su piccola scala) che incontrano difficoltà nel soddisfare i requisiti imposti dalla normativa;
- ⚙️ alimenti con importanti proprietà nutrizionali che vengono sconsigliati e/o limitati nel consumo per via dell'elevato contenuto di potenziali contaminanti di campo o di processo;
- ⚙️ processi per la produzione e/o il trattamento degli alimenti che possono produrre sostanze tossiche indesiderabili (ad esempio contaminanti da processo nei prodotti da forno).



È pertanto necessario da un lato promuovere una visione globale, e dall'altro lato non generalizzare, valutando caso per caso il rapporto tra rischi e benefici derivanti dalle scelte tecnologiche e delle prescrizioni normative. Tale approccio deve consentire l'individuazione di soluzioni ottimali e lo sviluppo di *best practice* adattate ai diversi contesti produttivi e di consumo. **Questo *pillar* è quindi finalizzato a sviluppare strumenti per affrontare in maniera integrata le problematiche di qualità, sicurezza e autenticità, favorendo una visione olistica.** Lo stesso è particolarmente importante nel rafforzare la collaborazione e le sinergie tra i diversi gruppi di ricerca impegnati nell'approfondimento di tali tematiche legate, contribuendo alla definizione di programmi efficaci di comunicazione e al supporto dell'intero sistema produttivo.

A questo, poi, si aggiungono le opportunità e le sfide derivanti dal **modello di bioeconomia circolare**, che implica da un lato la necessità di ridisegnare in modo approfondito i sistemi produttivi agricoli e industriali e, dall'altro, l'adozione di una metodologia capace di considerare la complessità del sistema, anche in relazione ai controlli. In particolare, risulta necessario approfondire gli aspetti connessi al riuso e al riciclo dei sottoprodotti e delle eccedenze³, soprattutto nella filiera alimentare, in un'ottica di effettiva intersezione tra industria alimentare ed industria mangimistica.

La relazione funzionale fra le traiettorie tecnologiche, individuate per l'area "Qualità e Sicurezza" è rappresentata schematicamente nel successivo diagramma a tempio, dove il potenziamento dell'infrastruttura metrologica rappresenta una traiettoria trasversale abilitante, a supporto delle tre traiettorie tecnologiche verticali, dedicate rispettivamente: alla **qualità**, intesa come proprietà funzionali e sensoriali, alla **sicurezza**, intesa come sviluppo di tecnologie per la riduzione e il controllo dei rischi chimici e biologici e alla **tracciabilità e integrità** di filiera.

³ È importante distinguere due concetti propri dell'economia circolare: **riuso** (*reuse*), ovvero l'impiego di un prodotto, materiale o sottoprodotto per una nuova funzione senza trasformazioni sostanziali e **riciclo** (*recycling*), trasformazione di un materiale o sottoprodotto mediante processi fisici, chimici o biologici per ottenere nuove materie prime o nuovi prodotti.





Obiettivi

Gli obiettivi generali per quest'area sono così sintetizzabili:

- ⚙️ **01.** Dotare il sistema agroindustriale di strumenti tecnologicamente avanzati per prevenire le crisi alimentari, promuovere l'internazionalizzazione e valorizzare le produzioni di qualità.
- ⚙️ **02.** Promuovere la cooperazione, la gestione condivisa della conoscenza e le soluzioni tecnologiche ispirate ai concetti dell'*Internet of Things*.
- ⚙️ **03.** Rafforzare il legame tra produzioni e territorio, tutelare la biodiversità, promuovere la gestione integrata dei rischi lungo la filiera e un approccio olistico alla valutazione dei rischi e dei benefici.
- ⚙️ **04.** Sviluppare nuove strategie di comunicazione ed educazione alimentare sui temi della qualità, della sicurezza e dell'autenticità.



T2.1 Potenziamento dell'infrastruttura metrologica

Attività

- ⚙️ **A1.** Sviluppo di nuovi *tool* quali metodi analitici, materiali di riferimento, sensori (sia di prossimità che remoti) e strategie integrate per il monitoraggio e la tracciabilità lungo la filiera, finalizzati a garantire la sicurezza dei prodotti alimentari e a supportare la valutazione dei rischi e dei benefici derivanti dall'introduzione delle nuove tecnologie.
- ⚙️ **A2.** Avanzamento delle conoscenze e standardizzazione dei modelli in termini di *fingerprint* e di affidabilità dell'individuazione di *marker* di qualità, di processo e di autenticità.
- ⚙️ **A3.** Sviluppo di soluzioni tecnologiche e sistemi innovativi per la raccolta, l'armonizzazione e il trasferimento dei dati, nonché creazione di *database* al fine di facilitare il confronto dei dati raccolti con modelli standard per l'identificazione di indicatori di deviazione e promozione della condivisione e dell'interoperabilità dei dati.
- ⚙️ **A4.** Sviluppo di tecnologie e piattaforme integrate per la rilevazione, la valutazione e la gestione dei pericoli chimici e microbiologici emergenti nella filiera agroalimentare, anche in relazione agli effetti dei cambiamenti climatici.

T2.2. Tracciabilità e integrità di filiera

- ⚙️ **A1.** Progettazione, realizzazione e sviluppo di nuovi sistemi ICT integrati per la tracciabilità collaborativa di filiera.
- ⚙️ **A2.** Progettazione, realizzazione e implementazione di portali collaborativi territoriali e sviluppo di sistemi per la tracciabilità e la valorizzazione del legame tra territorio e produzioni.
- ⚙️ **A3.** Messa a punto di soluzioni tecnologiche per la *Food Protection* e adozione di procedure condivise di *Vulnerability Risk Assessment* applicabili da tutte le industrie alimentari.
- ⚙️ **A4.** Sviluppo del “passaporto di prodotti” per produzioni ad elevato pregio e maggiormente esposte al rischio di frode, finalizzato a garantire l'identificazione inequivocabile.
- ⚙️ **A5.** Sviluppo di modelli spettroscopici per l'identificazione dei prodotti lungo la filiera di produzione e la caratterizzazione degli stessi mediante l'utilizzo di marcatori molecolari.

T2.3. Implementazione di tecnologie per la sicurezza alimentare

- ⚙️ **A1.** Sviluppo e miglioramento di tecnologie per la salvaguardia, il risanamento e la qualificazione delle aree agricole (anche attraverso le metodologie dell'Agricoltura 5.0), per il monitoraggio dei residui chimici e degli inquinanti ambientali a livello suolo e acqua, nonché per il monitoraggio della contaminazione accidentale degli alimenti da



allergeni lungo la catena di produzione. Applicazione di un approccio integrato *One Health* di valutazione del rischio sui pericoli chimici.

- ⚙️ **A2.** Sviluppo di modelli previsionali e loro integrazione con reti e sistemi di monitoraggio ad alto contenuto tecnologico per l'implementazione di strategie di controllo di fitopatogeni e insetti fitofagi e specie aliene.
- ⚙️ **A3.** Sviluppo di strategie per l'utilizzo sicuro e sostenibile di sostanze di origine naturale ad azione antimicrobica (ciò che è "naturale" non è di per sé privo di rischi a prescindere).
- ⚙️ **A4.** Miglioramento e innovazione nelle tecnologie di stoccaggio, imballaggio e distribuzione.
- ⚙️ **A5.** Ottimizzazione dei protocolli produttivi per le produzioni tipiche, tradizionali, locali su piccola scala e biologiche.
- ⚙️ **A6.** Valutazione dei rischi associati all'impiego di nanotecnologie sia in ambito di ingredienti che di materiali a contatto alimentare.
- ⚙️ **A7.** Validazione di tecniche non basate sul calore per la decontaminazione microbica.
- ⚙️ **A8.** Sviluppo di tecnologie, nuovi materiali per il *packaging*, processi e sistemi di confezionamento e dotazioni in grado di preservare la sicurezza e la qualità dei prodotti, riducendo al contempo il rischio di sviluppo di patogeni.

T2.4. Preservare e migliorare le proprietà funzionali e sensoriali

- ⚙️ **A1.** Sviluppo ed evoluzione di processi alimentari e di tecnologie selettive dedicate per esaltare le proprietà funzionali, nutrizionali, strutturali e sensoriali di materie prime, ingredienti, semilavorati e prodotti finiti.
- ⚙️ **A2.** Sviluppo di modelli matematici predittivi e di combinazioni tecnologiche basate sulla teoria della *hurdle technology*, con valutazione degli effetti sulle proprietà sensoriali e funzionali degli alimenti.
- ⚙️ **A3.** Sviluppo di tecnologie, nuovi materiali per il *packaging*, processi, sistemi di confezionamento e dotazioni in grado di prolungare la *shelf-life* dei prodotti, preservandone la qualità e le prestazioni organolettiche e funzionali.

T2.5. Gestione integrata della qualità, sicurezza e autenticità

- ⚙️ **A1.** Sviluppo di procedure per la valutazione e la gestione integrata dei rischi e del rapporto rischi/benefici lungo le filiere (es. filiera cerealicola), anche nell'ottica della bioeconomia circolare e del conseguente riutilizzo di sottoprodotti.
- ⚙️ **A2.** Sviluppo di strumenti innovativi e piattaforme integrate per la caratterizzazione, la conservazione *ex situ* e la valorizzazione della biodiversità microbica presente nelle filiere agroalimentari e industriali, intese come risorse funzionali al miglioramento della sostenibilità ecologica, sociale ed economica.
- ⚙️ **A3.** Sistematizzazione e identificazione dei punti di interfaccia tra origine, autenticità, qualità e sicurezza dei prodotti (es. prodotti olivo-oleicoli).
- ⚙️ **A4.** Sviluppo di applicazioni *ICT-based* per l'analisi e la creazione di modelli *consumer's behaviour* integrati con azioni di *co-creation* e *citizen science*, anche mediante



l'accurata creazione di canali informativi per i consumatori capaci di evidenziare *fake news* ed erronee percezioni sui temi della sicurezza, qualità e nutrizione alimentare.

- ✿ **A5.** Disseminazione di corrette informazioni per alimentare sistemi di Intelligenza Artificiale e contrastare la diffusione di *fake news* e fenomeni di *Italian sounding* tramite possibili addestramenti di IA.

Nel loro insieme, **le traiettorie tecnologiche individuate consentiranno di rafforzare l'integrazione e la competitività dell'intero sistema agroalimentare, generando benefici lungo tutte le fasi della filiera.** Le filiere agroalimentari iniziano dalla formazione e dalle competenze, attraversano la "terra", intesa come insieme del sistema rurale nazionale (dalle aree montane alle zone costiere), proseguono attraverso i processi di trasformazione, che comprendono realtà industriali, artigianali ed enogastronomiche, e coinvolgono infine il sistema della distribuzione, articolato nei servizi logistici, nella grande e piccola distribuzione organizzata e nel canale Ho.Re.Ca., fino a raggiungere un consumatore sempre più consapevole, informato e attento alla qualità, alla sicurezza e alla sostenibilità dei prodotti. Attraverso l'introduzione di queste innovazioni di processo e organizzative si potranno ottenere benefici in termini di riduzione dei costi, contenimento dei contaminanti e miglioramenti dei livelli qualitativi, con un aumento del valore aggiunto e un complessivo incremento dell'affidabilità, della competitività e dell'efficienza del sistema agroindustriale sui mercati nazionali ed esteri, favorendo al contempo una maggiore integrazione tra le diverse attività economiche presenti sul territorio.

Lo studio degli effetti a breve, medio e lungo termine e dei potenziali rischi associati all'introduzione di nuove tecnologie consentirà parallelamente di definire azioni preventive e sviluppare efficaci sistemi di controllo dei processi produttivi. I sistemi innovativi di tracciabilità permetteranno la realizzazione di modelli collaborativi tra le imprese lungo la filiera e tra filiere diverse a livello locale. Tali sistemi integrati contribuiranno a rendere più sicure le linee di produzione e le soluzioni logistiche, consentendo una maggiore capacità di tracciabilità, l'identificazione e l'allontanamento tempestivo dei materiali non conformi, così come l'implementazione di sistemi per la *Food Defence*. **Per poter cogliere appieno i benefici di queste innovazioni tecnologiche sarà essenziale il coinvolgimento dell'utilizzatore finale**, sia attraverso l'inclusione della fase post-vendita nelle attività di ricerca e sviluppo, sia mediante l'adozione di adeguati strumenti e strategie di comunicazione rivolti ai consumatori.

■ Attività relative alle priorità trasversali

Comunicazione

Gran parte delle attività sono finalizzate a promuovere la comunicazione e l'interoperabilità dei dati, attraverso la realizzazione di piattaforme digitali per la comunicazione e diffusione delle informazioni, dedicate ai diversi soggetti della filiera, quali operatori del settore, produttori, consumatori e istituzioni. **Occorre costruire la fiducia dei consumatori attraverso la disponibilità di dati e informazioni scientificamente affidabili e trasparenti**, sviluppando sistemi di comunicazione efficaci in grado di supportare scelte alimentari consapevoli, coerenti con l'età, lo stato di salute, lo stile di vita, i valori e le preferenze individuali. In quest'ottica si intende sviluppare nuove strategie di comunicazione della sicurezza alimentare, della sicurezza post-vendita e dell'educazione alimentare.

Regolamentazione



I risultati delle attività saranno di fondamentale supporto all'evoluzione del quadro regolatorio in materia di alimenti, con particolare riferimento allo sviluppo di metodi ufficiali di analisi e *best practice*, nonché alla rivisitazione e all'aggiornamento degli aspetti normativi sugli alimenti (attività pre-normativa). In questo ambito, di particolare interesse è l'armonizzazione a livello europeo delle definizioni legislative, delle misure preventive, dei deterrenti e delle misure repressive e sanzionatorie in tema di frodi alimentari.

In un contesto caratterizzato da crescenti sfide di natura sanitaria, climatica, geopolitica ed economica, è necessario disporre di un **quadro normativo più flessibile, aggiornato e resiliente, capace di sostenere la competitività e la capacità di adattamento delle filiere agroalimentari anche in occasione di future situazioni di crisi**. Ciò significa favorire una maggiore flessibilità produttiva, garantire l'approvvigionamento di materie prime di elevata qualità sotto il profilo tecnologico, della sicurezza, delle caratteristiche nutrizionali e sensoriali, migliorare la gestione delle scorte e delle oscillazioni dei mercati, promuovere la riduzione e la valorizzazione delle eccedenze alimentari, degli scarti, dei sottoprodotti e dei resi in un'ottica di economia circolare, nonché assicurare adeguate condizioni per la disponibilità di manodopera lungo la filiera.

È inoltre auspicabile sviluppare un'attività di analisi e aggiornamento del quadro regolatorio relativo alla vendita a distanza dei prodotti alimentari, al fine di garantirne sicurezza, trasparenza e adeguata tutela dei consumatori anche nel contesto dell'evoluzione del commercio digitale.

Digitalizzazione

La traiettoria 2.1 è specificamente dedicata alla validazione e armonizzazione dei dati e allo sviluppo di piattaforme e modelli avanzati di gestione delle informazioni, finalizzati a rafforzare un concetto evoluto di fiducia digitale (*digital trust*) basato su qualità dei dati, interoperabilità, sicurezza, trasparenza e responsabilità degli strumenti digitali.

Il tema della digitalizzazione è affrontato non come fine, ma come leva abilitante per consentire alle imprese di utilizzare in modo consapevole ed efficace le nuove tecnologie, generando valore reale in termini di qualità, sicurezza, tracciabilità e competitività lungo l'intera filiera agroalimentare. La velocità e l'immaterialità della comunicazione all'interno del processo di produzione favorisce infatti la creazione di una *supply chain* integrata. In particolare, a livello territoriale si vuole promuovere una visione globale della relazione alimenti-territorio, condividendo dati e informazioni. L'obiettivo è di sviluppare una **strategia di gestione della conoscenza condivisa e soluzioni tecnologiche per attuare collaborazioni di filiera**, consentendo da un lato l'evoluzione del classico concetto di filiera (catena produttiva di aziende) verso quello di "azienda distribuita" e, dall'altro lato, l'instaurarsi di sinergie industriali a livello territoriale.

La finalità più ampia è dunque quella di realizzare un percorso armonico di digitalizzazione e innovazione tecnologica del sistema agroindustriale, mantenendo una stretta coesione tra gli ambiti dell'innovazione, gli strumenti, le soluzioni concrete e le visioni a lungo termine e favorendo le soluzioni tecnologiche ispirate ai concetti dell'*Internet of Things*.

In particolare, l'utilizzo dell'intelligenza artificiale per la previsione dei rischi, la gestione predittiva delle produzioni e il supporto alle decisioni diventa un *driver* fondamentale per l'evoluzione del sistema agroalimentare. In quest'ambito, l'utilizzo di piattaforme integrate in grado di gestire e rendere fruibili i dati e le informazioni lungo e tra filiere, può consentire al sistema produttivo grandi progressi in termini di flessibilità e automazione. Le attività riguardano lo sviluppo di *software* e di interfacce, insieme all'applicazione di tecniche di



aggregazione e fusione dei dati. Saranno inoltre sviluppate applicazioni *ICT-based* per il *consumer's behaviour* e *mobile app* dedicate ai consumatori.

Stakeholder da coinvolgere

Business Operator: aziende agricole di produzione primaria; industrie agroalimentari; produttori di macchine, impianti e tecnologie per la produzione, trasformazione, distribuzione, conservazione e vendita degli alimenti; produttori di utensili ed elettrodomestici per la preparazione e conservazione degli alimenti; aziende ICT e fornitori di soluzioni digitali; aziende per la produzione e l'implementazione di reti di sensori e sistemi di monitoraggio; aziende di servizi per la gestione della qualità, della sicurezza e della certificazione; grande e piccola distribuzione organizzata; aziende per il *packaging* alimentare; imprese della ristorazione commerciale (piccola e grande scala); laboratori e aziende private di analisi agroalimentari.

Università, Enti e Istituti di Ricerca: soggetti pubblici e privati impegnati nella ricerca, innovazione, formazione e trasferimento tecnologico.

Agenzie di ispezione e controllo: organismi deputati alla verifica della conformità normativa, alla sorveglianza e alla tutela della sicurezza alimentare.

Amministrazioni locali e organizzazioni *no-profit*: soggetti impegnati nello sviluppo territoriale, nella conservazione delle risorse naturali e nella promozione della coesione sociale.

Associazioni di consumatori, associazioni di categoria e cittadini: attori coinvolti nei processi di informazione, partecipazione, comunicazione e diffusione della conoscenza sui temi della qualità, sicurezza e autenticità degli alimenti.

Risultati attesi e impatti

-  **Individuazione di nuovi *marker* e *pattern*** di qualità e autenticità per consentire la riconoscibilità e supportare la valorizzazione dei prodotti, l'ottimizzazione e la modellazione dei processi e lo sviluppo di sistemi di monitoraggio non invasivo.
-  **Miglioramento della quantità, qualità e affidabilità dei dati**, attraverso lo sviluppo di tecnologie per la loro condivisione e interoperabilità, rafforzando contestualmente l'**infrastruttura metrologica**.
-  Realizzazione di strumenti operativi e **metodologie innovative per la *Food Protection***.
-  Prevenzione e riduzione del trasferimento di inquinanti ambientali alla catena alimentare.
-  **Riduzione dell'utilizzo di prodotti chimici di sintesi**, salvaguardando la sicurezza in tutte le fasi della filiera alimentare attraverso l'implementazione di nuove formulazioni e nuove o **migliorate tecnologie di produzione e di processo**.
-  Sviluppo di strategie di controllo olistiche per la **gestione sostenibile della difesa fitosanitaria** e per contrastare il fenomeno della resistenza agli antimicrobici.
-  **Miglioramento della sicurezza delle produzioni tipiche**, tradizionali, locali su piccola scala e biologiche, rafforzando il legame con il territorio.
-  **Sviluppo e implementazione di processi combinati** e dedicati di trasformazione, conservazione e preparazione degli alimenti finalizzati a preservare ed esaltare le proprietà funzionali e sensoriali delle materie prime e degli ingredienti.



- ⚙ Sviluppo di **imballaggi attivi e intelligenti** per il prolungamento della *shelf-life* dei prodotti e di soluzioni biodegradabili e compostabili in un'ottica di sostenibilità.
- ⚙ Identificazione, standardizzazione e **mappatura di microrganismi benefici esistenti** e potenziali e di comunità microbiche, per la produzione di ingredienti alimentari con aumentate proprietà nutrizionali, strutturali e funzionali, valorizzando le collezioni microbiche nazionali per promuoverne la contestuale integrazione con le infrastrutture europee.
- ⚙ **Realizzazione di prodotti alimentari** rispondenti a nuove e specifiche esigenze culturali, sensoriali e salutistiche dei consumatori.
- ⚙ Sviluppo di nuove e più selettive tecniche di **trasformazione e conservazione degli alimenti**, basate sui principi della *hurdle technology* e della modellazione predittiva.
- ⚙ Sviluppo di procedure per la **valutazione integrata dei rischi** e dei rapporti rischio/beneficio chimici e microbiologici nelle diverse fasi di produzione e di consumo degli alimenti, anche in relazioni agli effetti dei cambiamenti climatici. Particolare rilievo dovrà essere dato anche alla valutazione dell'impatto delle **nuove normative europee sul packaging e sulla riduzione delle emissioni climalteranti**, al fine di garantire un allineamento competitivo delle imprese italiane.
- ⚙ Sviluppo di sistemi integrati di **controllo di processo on-line** per dare flessibilità e automazione alle modalità produttive.
- ⚙ **Sviluppo di nuove strategie di comunicazione e educazione alimentare** e di strumenti di supporto ai cittadini per favorire scelte consapevoli e appropriate, rafforzando la fiducia dei consumatori.
- ⚙ **Riduzione degli sprechi**, gestione e valorizzazione del *surplus* alimentare.
- ⚙ Miglioramento dell'affidabilità, della trasparenza e della tracciabilità del processo produttivo.



Priorità 3 – Nutrizione e Salute

Motivazione e fabbisogni

Negli ultimi decenni, il drastico cambiamento degli stili di vita, ulteriormente accentuato dalle recenti crisi sanitarie e sistemiche, ha avuto un forte impatto sulle abitudini e comportamenti alimentari della popolazione (“*lifestyles*”), con conseguenze quali un eccessivo apporto calorico e una crescente sedentarietà. Ciò ha portato a un significativo incremento delle patologie croniche e, in particolare di quelle non trasmissibili associate alla dieta (*Diet-Related Diseases*, DRD) quali obesità, sindrome metabolica, diabete di tipo 2 (T2D), steatosi epatica non alcolica (NAFLD), malattie cardiovascolari (CVD), ipertensione e alcune forme di tumore. Tali patologie, caratterizzate da complessi processi multifattoriali, sono strettamente correlate fra loro e, sebbene possano insorgere a qualunque età, sono legate ad uno stato di infiammazione cronica “metabolica”, al processo di senescenza precoce e all’aumento di morbidità e mortalità a livello mondiale. Tutto questo in un contesto di profonde disuguaglianze nei sistemi alimentari mondiali, con 3 miliardi di persone sovrappeso e 2 miliardi di malnutriti, mentre il 25% del cibo prodotto viene annualmente sprecato.

Parallelamente ai profondi cambiamenti degli stili di vita, la nostra società ha assistito anche a una significativa trasformazione demografica, caratterizzata da un forte incremento dell’aspettativa di vita della popolazione. L’Italia si colloca fra i Paesi più longevi al mondo, seconda soltanto al Giappone, ma l’ultima fase di vita è troppo spesso segnata da importanti patologie croniche e disabilità, che compromettono la qualità di vita degli anziani con un forte impatto sul nostro Sistema Sanitario Nazionale. Pertanto, **l’invecchiamento in salute è diventato una priorità per garantire una migliore qualità di vita alle popolazioni e ridurre il carico dei costi sociosanitari legati all’assistenza ospedaliera e territoriale.**

L’adozione di corretti stili di vita, basati su un’alimentazione equilibrata e su un’attività fisica regolare adeguate alle esigenze individuali, rappresenta il pilastro fondamentale di un approccio “*cost-effective*”, a relativo basso costo, in grado di attivare risorse nazionali importanti, anche in coerenza con le politiche europee e nazionali legate alla ristrutturazione e promozione dell’innovazione nel nostro Paese. Un’alimentazione sana, equilibrata e ispirata ai principi della dieta antinfiammatoria può contribuire in modo significativo alla prevenzione delle malattie croniche correlate alla dieta (DRD), favorendo l’invecchiamento in salute (*healthy ageing*) e rallentando l’insorgenza della sindrome geriatrica, caratterizzata da una progressiva riduzione della riserva funzionale dell’organismo, dall’aumento della fragilità e compromissione dell’aspettativa di vita.

Per rispondere ai cambiamenti delle esigenze nutrizionali e degli stili di vita dei consumatori, le imprese agroalimentari italiane sono chiamate a valorizzare le produzioni nazionali, preservandone qualità, tipicità, sicurezza e caratteristiche sensoriali, migliorandone al contempo il profilo nutrizionale e salutistico.

In tale contesto, l’impiego di tecnologie di processo innovative, comprese strategie fermentative avanzate e colture di biocontrollo sviluppate su misura (*tailored*), può consentire di incrementare la stabilità e la biodisponibilità dei nutrienti, preservare o migliorare le proprietà sensoriali degli alimenti e ridurre la presenza o la formazione di contaminanti di processo. Tali approcci rappresentano strumenti strategici per lo sviluppo di alimenti più sicuri, innovativi e sostenibili, in risposta alle nuove esigenze dei consumatori.



Una dieta equilibrata, sana e ispirata ai principi dell'alimentazione antinfiammatoria può contribuire alla prevenzione delle condizioni croniche quali le DRD, favorendo l'invecchiamento in salute e rallentando l'accumulo di patologie alla base della "sindrome geriatrica", con riduzione della riserva funzionale individuale, aumento della fragilità e riduzione della aspettativa di vita. Pertanto, per rispondere alle mutate esigenze e stili di vita dei consumatori, le aziende italiane sono chiamate a valorizzare le proprie produzioni, preservandone qualità, tipicità e gusto, con l'obiettivo di migliorarne il profilo salutistico e nutrizionale. In tale prospettiva, l'applicazione di tecnologie di processo innovative, incluse strategie fermentative e colture di biocontrollo sviluppate su misura (*tailored*) può consentire di ottimizzare le caratteristiche nutrizionali degli alimenti, incrementando la stabilità e la biodisponibilità dei nutrienti, preservando e migliorando gli aspetti sensoriali e minimizzando al contempo la presenza o l'eventuale formazione di contaminanti da processo.

La ricerca scientifica nel settore agroalimentare ha identificato una grande gamma di **composti bioattivi (nutraceutici), di cui è particolarmente ricca la Dieta Mediterranea**, ai quali è stato riconosciuto un ruolo nella riduzione del rischio di numerose condizioni, tra cui aterosclerosi, malattie cardiovascolari, patologie epatiche, neurodegenerative, intestinali croniche, neoplastiche e disturbi depressivi, grazie alle loro dimostrate attività funzionali anti-ossidanti, anti-infiammatorie, insulino-sensibilizzanti e anti-tumorali.

Il miglioramento della produzione primaria, la fortificazione di alimenti con nutraceutici, l'adozione di nuovi approcci nella progettazione di prodotti e lo sviluppo di avanzate tecnologie di processo, che permettano di investigare, anche in prospettiva futura, sulla sicurezza dei singoli additivi alimentari e sulla loro eventuale interazione cumulativa, possono consentire di ottenere nuovi alimenti che favoriscano il mantenimento dello stato di salute del consumatore e la prevenzione delle DRD. Oggi devono inoltre essere considerate le nuove ed impellenti esigenze emerse a seguito delle recenti crisi sanitarie globali, con particolare riferimento alla risposta del nostro sistema immunitario alle diverse sollecitazioni esterne. Il valore riconosciuto del *brand* "Made in Italy" potrebbe ulteriormente aiutare il processo di penetrazione nel mercato alimentare nazionale ed internazionale. Negli ultimi anni, infatti, è cresciuta significativamente la consapevolezza dei consumatori riguardo allo stretto rapporto tra alimentazione e salute, rendendo l'aspetto salutistico uno dei criteri sempre più rilevanti nelle scelte di acquisto e favorendo la diffusione di alimenti e bevande appositamente "pensati" per il benessere.

In tale contesto, la Commissione europea, attraverso la strategia "Farm to Fork" e il più recente quadro di riferimento per sistemi alimentari sostenibili (*Framework for Sustainable Food Systems*), promuove la transizione verso sistemi alimentari capaci di integrare salute pubblica, qualità nutrizionale, sostenibilità ambientale e accessibilità, in coerenza con gli obiettivi della Politica Agricola Comune 2023–2027 e delle altre politiche europee di innovazione e sviluppo.

Inoltre, in un mercato sempre più globalizzato e in continua e rapida evoluzione, **il consumatore finale è sempre più attento, informato e consapevole**. Ciò rende indispensabile che il settore agroalimentare sia in grado di adeguarsi prontamente alle diverse situazioni, proponendo prodotti che rispettino – in aggiunta alle normative in materia di qualità e sicurezza – anche criteri di sostenibilità ambientale e responsabilità sociale.

A conferma del crescente interesse dei consumatori verso il rapporto tra alimentazione, salute e benessere, si osserva il *trend* positivo del mercato degli integratori alimentari in Italia, che



nel 2023 ha superato i 4,5 miliardi di euro⁴, facendo del nostro Paese il principale mercato europeo per valore complessivo e uno dei primi in Europa per spesa *pro capite* destinata a tali prodotti.

È importante sottolineare che, rispetto ad altri Paesi, il mercato italiano dei nutraceutici sotto forma di alimenti funzionali risulta meno sviluppato. Di conseguenza, le aziende italiane sono scarsamente presenti nel segmento più avanzato della produzione e promozione degli ingredienti funzionali. Pertanto, per affrontare le sfide di un mercato sempre più globale e competitivo, occorre che le aziende italiane valorizzino i propri prodotti, senza rinunciare alla loro qualità e tipicità, considerando anche scarti e sottoprodotti come fonti di molecole bioattive. Tale approccio può contribuire a innovare e rafforzare il valore e la qualità della tradizione alimentare territoriale, rispondendo alle mutate esigenze e stili di vita dei consumatori. Di qui l'importanza di processi biotecnologici, basati su microrganismi sicuri e dotati di specifici attributi funzionali, quali *starter* di fermentazione, colture di biocontrollo e probiotici, individuati valorizzando la biodiversità naturale. Questi approcci consentono di migliorare qualità, sicurezza e funzionalità dei prodotti alimentari, sia tradizionali sia innovativi, in relazione sia al loro contenuto di servizio sia alle esigenze dei consumatori cui sono destinati. La disponibilità sul mercato di alimenti fortificati con nutraceutici, garantiti sotto il profilo della qualità e della sicurezza, rappresenta pertanto una leva importante per raggiungere in maniera inclusiva una più ampia fascia di popolazione.

Negli ultimi anni è inoltre emersa con crescente rilevanza l'esigenza di **sviluppare nuove categorie di alimenti destinati a gruppi di popolazione con specifici fabbisogni nutrizionali**, quali anziani, bambini, donne in menopausa, neonati, sportivi, consumatori con intolleranze alimentari, soggetti in sovrappeso, obesi, persone affette da patologie epatiche e metaboliche, etc.

Occorre pertanto sostenere l'innovazione per lo sviluppo di ingredienti ed alimenti che, mantenendo elevate caratteristiche sensoriali, presentino specifici profili nutrizionali e microbiologici, adeguati alla dieta di questi sottogruppi di popolazione verso approcci di nutrizione personalizzata (*proxy personalized nutrition*).

Grande importanza in questo contesto possono e devono assumere i **prodotti fermentati** ottenuti mediante microrganismi in grado di esaltare le proprietà salutistiche delle materie prime, ad esempio incrementando la biodisponibilità di micronutrienti attraverso la riduzione del contenuto di fitati nei prodotti a base di cereali, aumentando il potere antiossidante e riducendo la presenza di fattori antinutrizionali, per esempio, come nel caso dei prodotti a base di legumi. Tali microrganismi possono inoltre conferire nuove funzionalità agli alimenti, favorendo, ad esempio la liberazione di peptidi bioattivi antiipertensivi, o producendo esopolisaccaridi immunostimolanti.

In questo scenario è essenziale fortificare sempre più la collaborazione fra produttori (aziende), ricerca clinica applicata e consumatori, al fine di favorire l'introduzione definitiva di alimenti salutistici innovativi, realmente efficaci e parte integrante di corretti stili di vita. Risulta pertanto di fondamentale importanza promuovere **l'educazione del consumatore e della ristorazione collettiva**, fornendo specifiche indicazioni e consigli sulla corretta e più salutare porzionatura, preparazione e cottura degli alimenti e dei pasti. Non bisogna infatti dimenticare che anche la dieta più sana e gradevole, se caratterizzata da un consumo eccessivo o se preparata e cucinata in modo non adeguato, diventa fonte di alimentazione ipercalorica,

⁴ Fonte: Unione Italiana Food – Integratori & Salute, "Integrazione alimentare: stato dell'arte e nuove evidenze scientifiche", 2024; elaborazioni su dati New Line.



contribuendo all'aumento del rischio di obesità viscerale, insulino-resistenza e successive sequele dismetaboliche.

Di particolare interesse e urgenza risulta la ricerca e la **validazione di nuove risorse alimentari proteiche sostenibili**, sicure e ad alto valore nutrizionale, da affiancare a quelle tradizionalmente utilizzate per la produzione di alimenti innovativi. Ciò si ottiene attraverso la scoperta, la rivalutazione o il semplice incremento nel consumo di varie tipologie di fonti proteiche, di origine vegetale (quali frutta secca, legumi, etc.) o provenienti da risorse marine e dell'acquacoltura, mediante l'impiego di metodi di trasformazione in grado di preservare la biodiversità locale, le caratteristiche sensoriali, le risorse naturali e garantire la disponibilità a prezzi equi.

Anche in questo contesto, la valorizzazione della biodiversità naturale riveste un ruolo fondamentale tanto per l'individuazione di materie prime di origine animale e vegetale dotate intrinsecamente di migliori proprietà nutrizionali e funzionali (ad esempio maggiore contenuto di antiossidanti, maggiore biodisponibilità di AA essenziali, ridotto contenuto di acidi grassi saturi, etc.), quanto per la selezione dei microorganismi più idonei (agenti di fermentazione, colture *starter* o funzionali, ad esempio produttrici di GABA) in grado di conferire al prodotto le funzionalità desiderate in relazione alle esigenze di specifiche categorie di consumatori. L'obiettivo è, da un lato, assicurare a tutta la popolazione **un adeguato apporto di aminoacidi essenziali** e, dall'altro, diversificare l'assunzione di nutrienti al fine di mitigare i potenziali effetti negativi sulla salute associati a un consumo eccessivo e prolungato di singole fonti proteiche.

La Dieta Mediterranea, così come quella tradizionale giapponese e di altri Paesi, è particolarmente ricca di alimenti e bevande fermentati. Si stima, infatti, che **gli alimenti fermentati rappresentino circa il 40% della dieta globale**, costituendo un patrimonio culturale e gastronomico mondiale di alto valore da salvaguardare. Tali alimenti, di origine animale e vegetale, oltre a garantire una maggiore *shelf-life*, **presentano un profilo nutrizionale migliorato, grazie ad un contenuto più elevato di vitamine, peptidi bioattivi, bio-composti e aminoacidi essenziali, a una maggiore digeribilità e biodisponibilità e alla riduzione di fattori anti-nutrizionali**. In questo contesto, le fermentazioni e l'utilizzo di microrganismi dotati di specifiche funzionalità rappresentano uno strumento industriale flessibile ed efficace per migliorare le caratteristiche nutrizionali e salutistiche degli alimenti, con rilevanti ripercussioni economiche nel settore industriale di riferimento.

Grazie alle recenti conoscenze sull'interazione tra alimento e microbioma intestinale, è anche possibile utilizzare l'alimento come vettore di microrganismi utili, per il mantenimento di una sana funzionalità delle mucose intestinali, modulando così i processi pro-infiammatori.

Con riferimento alla **promozione e alla tutela della Dieta Mediterranea**, il *Cluster* ha voluto fornire il proprio contributo al dibattito europeo sull'etichettatura nutrizionale fronte-pacco (*Front-of-Pack Labelling*, FOPL) attraverso la redazione di un *Position Paper* a sostegno del modello italiano "*NutrInform Battery*". Tale sistema si propone di favorire scelte alimentari consapevoli e coerenti con i principi della Dieta Mediterranea, nel quadro del processo europeo di armonizzazione dei sistemi di etichettatura nutrizionale.

Infine, è importante sottolineare come gli obiettivi e le attività sviluppati nell'ambito della priorità *Healthy* abbiano contribuito a orientare alcune delle principali iniziative promosse dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), tra cui il Centro Nazionale per lo sviluppo delle Nuove Tecnologie in Agricoltura (*AgriTech*) e il Partenariato Esteso *ONFOODS (Research and*



Innovation Network on Food and Nutrition Sustainability, Safety and Security), finanziati nell'ambito della Missione 4 – Componente 2. Tali iniziative promuovono lo sviluppo sostenibile delle produzioni agroalimentari, favorendo l'adattamento ai cambiamenti climatici, la riduzione dell'impatto ambientale dei sistemi agroalimentari, la valorizzazione delle aree marginali, il rafforzamento della sicurezza, della tracciabilità e della qualità delle filiere, nonché lo sviluppo di modelli di economia circolare.

Obiettivi

- ✿ **O1. Identificazione, caratterizzazione e quantificazione delle diverse sostanze bioattive**, inclusi i componenti dell'aroma, contenute nei prodotti tradizionali della Dieta Mediterranea, al fine di definirne il profilo nutrizionale salutistico, con particolare riguardo al contenuto di componenti con attività antiossidante, antinfiammatoria e antipertensiva e ai possibili effetti sinergici tra essi, tenendo conto anche delle nuove o migliorate varietà vegetali e animali.
- ✿ **O2. Sviluppo e produzione di nutraceutici**, supportati da evidenze scientifiche, stabili, biodisponibili, facilmente utilizzabili nelle ricette, validati rispetto alla normativa in termini di requisiti di purezza e sicurezza, a costi controllati. Tali composti bioattivi potranno essere estratti, con metodologie *green* nell'ambito di modelli operativi sostenibili di bioraffineria, a partire da matrici vegetali, biomasse marine e sottoprodotti o scarti della lavorazione agroindustriale, oppure attraverso processi biotecnologici.
- ✿ **O3. Produzione di nuovi alimenti** ottenuti mediante tecnologie avanzate e all'avanguardia, ispirati ai principi della Dieta Mediterranea, formulati o fortificati con molecole bioattive salutistiche e microrganismi benefici, al fine di migliorarne il profilo salutistico e nutrizionale.
- ✿ **O4. Sviluppo di nuovi alimenti calibrati sulle specifiche esigenze nutrizionali** di diversi sottogruppi di popolazione (in relazione all'età, al rischio di patologie, a specifiche condizioni carenziali, alle intolleranze alimentari, etc.), caratterizzati sotto il profilo chimico, nutrizionale, sensoriale, salutistico e nutrigenomico.
- ✿ **O5. Identificazione, caratterizzazione e validazione di nuove fonti di proteine alternative** a quelle attualmente in studio, quali, ad esempio quelle utilizzate nella formulazione di alimenti *plant based*, da affiancare alle tradizionali produzioni di alimenti d'origine animale. Tali fonti potranno essere impiegate per lo sviluppo di nuovi alimenti, ingredienti e mangimi ad elevato valore nutrizionale e/o nutraceutico, nonché per lo sviluppo di filiere innovative dedicate alla loro produzione in un'ottica di sostenibilità ambientale. Questo approccio consentirà di garantire, al contempo, la competitività delle industrie dei settori alimentare, mangimistico e dell'acquacoltura ecologica, favorendo la diversificazione e la differenziazione dell'offerta alimentare.
- ✿ **O6. Valorizzazione dell'uso delle fermentazioni e della biodiversità microbica** per migliorare le caratteristiche nutrizionali degli alimenti, conferire nuove funzionalità e potenziarne le proprietà probiotiche, sia mediante l'arricchimento con molecole bioattive sia attraverso la valorizzazione di ingredienti ottenuti da scarti e sottoprodotti delle filiere alimentari. Le fermentazioni rappresentano inoltre una *mild technology*, alternativa a trattamenti termici e/o all'impiego di conservanti e additivi chimici, in grado di estendere la *shelf-life* dei prodotti alimentari e contribuire alla riduzione dello spreco alimentare. La fermentazione e l'impiego di adeguate colture microbiche possono inoltre favorire la degradazione di composti antinutrizionali, la riduzione di



specifiche classi di composti chimici potenzialmente tossici, la bioattivazione di componenti funzionali e l'arricchimento degli alimenti con sostanze benefiche per la salute, contribuendo al contempo al miglioramento del profilo funzionale del microbioma intestinale e della sua resilienza nelle diverse condizioni fisiologiche e patologiche, comprese quelle associate all'invecchiamento.

- ⚙️ **O7. Incremento delle conoscenze sulle relazioni tra dieta, stili di vita, genere e patologie croniche** non trasmissibili correlate alla dieta (DRD); approfondimento delle conoscenze sugli ingredienti alimentari, sui contaminanti derivanti anche dall'inquinamento atmosferico e del suolo e su alimenti interferenti col sistema endocrino.
- ⚙️ **O8. Sviluppo di alimenti e diete studiati per ridurre le DRD e contrastare la malnutrizione**, grazie alla valorizzazione di alimenti ad elevata qualità nutrizionale, che tengano in considerazione anche le caratteristiche specifiche del microbioma intestinale dei singoli individui e la loro genetica. In questo scenario, va incluso l'uso di prodotti alimentari contenenti pre-, pro-, sim-, post- e psico-biotici per condizionare la funzionalità del microbiota e prevenire lo sviluppo di patologie.
- ⚙️ **O9. Valorizzazione della comunicazione con il consumatore, del rafforzamento della sua educazione alimentare e della sua capacità di valutazione critica**, al fine di favorire una dieta equilibrata e varia, anche attraverso la promozione di sistemi di etichettatura nutrizionale *Front of Pack* (FoP) che consentano al cittadino di compiere scelte informate e consapevoli, sulla base del contenuto di specifici nutrienti e nel rispetto dei principi della Dieta Mediterranea; valutazione e studio di sistemi di etichettatura semplificata che, evitando il sovraccarico, favoriscano la comprensione del concetto di equilibrio nella composizione complessiva della dieta.

Traiettorie tecnologiche

T3.1 - Nuove formulazioni e processi innovativi per lo sviluppo di prodotti alimentari con migliorate funzionalità nutrizionali e salutistiche

Attività

- ⚙️ **A1. Produzione primaria:** valorizzazione della biodiversità delle produzioni agricole e alimentari, con particolare riferimento alle colture multiprodotto in grado di soddisfare contemporaneamente più destinazioni d'uso, compresa la nutraceutica, la cosmesi e la farmaceutica; promozione della selezione di razze animali e varietà vegetali basata non solo sulla resa di produzione, ma anche sulle proprietà nutraceutiche e sul contenuto di composti bioattivi delle materie prime da esse derivanti.
- ⚙️ **A2. Innovazione dei processi ad alta sostenibilità ambientale**, inclusi quelli biotecnologici, finalizzati allo sviluppo, alla produzione e al recupero di ingredienti alimentari con caratteristiche sensoriali e nutrizionali migliorate e maggiormente rispondenti alle esigenze delle specifiche fasce di popolazione cui sono destinati. Sviluppo di tecniche innovative (ad esempio micro/nano-incapsulazione) in grado di migliorare la stabilità di specifici componenti della matrice alimentare, di veicolare i



componenti bioattivi durante il transito gastrointestinale e di “mascherare” eventuali caratteristiche organolettiche indesiderate di composti naturali bioattivi.

- ⚙️ **A3. Analisi comparative tra fonti proteiche convenzionali e innovative** che tengano conto del valore nutrizionale (biodisponibilità degli amminoacidi, velocità con cui vengono sintetizzate le proteine tramite la stima del *Fractional Synthetic Rate* (FSR), della sostenibilità ambientale mediante la valutazione dell’impatto ambientale secondo la metodologia PEF (*Product Environmental Footprint*), nonché della sicurezza e degli effetti sulla salute, quali l’impatto sul sistema immunitario e sul microbioma e i potenziali effetti preventivi per le DRD e le patologie oncologiche. Individuazione di nuove tecnologie di trasformazione (fermentazione, digestione enzimatica, texturizzazione), di estrazione con metodiche fisiche (Ultrasuoni, Microonde e Campi elettrici pulsati) o con *green extraction* (DES-NADES) finalizzate alla riduzione del contenuto di eventuali allergeni alimentari e/o antimetaboliti, al miglioramento della bioaccessibilità e biodisponibilità dei nutrienti nonché all’incremento della funzionalità tecnologica per la produzione di alimenti innovativi.
- ⚙️ **A4. Sviluppo di alimenti nutraceutici con effetti fisiologici mirati**, in grado di offrire benefici aggiuntivi a sostegno della prevenzione e del benessere generale, con particolare attenzione all’area dei processi infiammatori con effetti sul bilancio energetico e sul metabolismo glucidico e lipidico. Tali alimenti dovranno essere validati attraverso studi di intervento, risultare economicamente accessibili per favorirne l’introduzione nella dieta quotidiana e presentare caratteristiche che rispondano alle esigenze nutrizionali di diverse categorie di consumatori e che possano portare ad un risparmio sanitario da comprovare con studi di farmacoeconomia. Sviluppo di tecniche di cottura che garantiscano la conservazione della stabilità dei componenti bioattivi durante la preparazione degli alimenti con proprietà funzionali.

T3.2 Approcci innovativi per l’individuazione e la caratterizzazione di nuovi composti bioattivi

- ⚙️ **A1. Sviluppo e produzione di nuovi prodotti nutraceutici** e sostanze bioattive standardizzate e conformi, ottenuti anche mediante approcci biotecnologici, tecnologicamente idonei all’impiego nelle ricette e realizzati attraverso processi sostenibili ed economicamente competitivi, alternativi alla sintesi chimica. I nuovi processi dovranno essere in grado di garantire un elevato livello di sicurezza, l’affrancamento da variazioni e disponibilità stagionali, nonché una maggiore eco-sostenibilità e una riduzione dei costi di produzione.
- ⚙️ **A2. Uso di matrici vegetali non convenzionali** e/o valorizzazione di scarti e sottoprodotti agroalimentari provenienti da filiere sostenibili certificate, anche attraverso fermentazioni in condizioni tecnologiche controllate, sia per l’estrazione di molecole bioattive sia per la formulazione di nuovi alimenti e composti funzionali da impiegare come ingredienti nelle preparazioni alimentari e farmaceutiche.
- ⚙️ **A3. Caratterizzazione di proteine funzionali presenti in matrici naturali**, con particolare riferimento all’individuazione di peptidi bioattivi ad attività immunomodulatoria, antiipertensiva e antiossidante per la produzione di nuovi alimenti. In questa prospettiva, potranno essere utilizzati anche approcci complementari basati su metodologie *in silico* e *in vitro* per la costruzione di modelli



predittivi relativi alla funzionalità, all'allergenicità e ad altri parametri di interesse. Di particolare interesse risulta inoltre l'ottenimento di idrolizzati proteici da utilizzare per la formulazione di alimenti con specifiche caratteristiche nutrizionali (ad esempio *fat replacer*, agenti strutturanti e ingredienti per il miglioramento nutrizionale di prodotti *gluten free*).

- ⚙️ **A4. Studio dell'interazione fra ingredienti salutistici e microbioma intestinale**, permeabilità intestinale e funzione epatica, indagando le possibili alterazioni metaboliche, nonché l'azione immunomodulante, particolarmente rilevante nel corso di infezioni virali e batteriche.
- ⚙️ **A5. Utilizzo delle molecole funzionali e bioattive** (come, ad esempio, la classe dei polifenoli) sia come conservanti alternativi a quelli attualmente in uso, sia per lo sviluppo di *edible coating* (rivestimenti edibili) finalizzati a preservare la qualità degli alimenti deperibili, incrementandone la *shelf-life* e, in taluni casi, migliorandone anche il profilo nutrizionale.

T3.3 Sviluppo di nuovi alimenti “su misura” destinati a classi specifiche di consumatori

- ⚙️ **A1. Sviluppo di alimenti "su misura"** con particolari proprietà nutrizionali:
 - arricchiti con composti nutraceutici, al fine di aumentarne le proprietà antiossidanti, antinfiammatorie, antimicrobiche, immunomodulatorie e prebiotiche;
 - caratterizzati da elevata densità nutrizionale e alta digeribilità (ad esempio per anziani e sportivi);
 - caratterizzati da profili proteici e glucidici nutrizionalmente calibrati, a ridotto contenuto di sale, grassi e FODMAPs (*Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols*);
 - arricchiti di principi utili a integrare le principali carenze nutrizionali o a prevenire disturbi transitori e fenomeni allergici (ad esempio per neonati e nella prima infanzia).
- ⚙️ **A2. Studi di bioaccessibilità e biodisponibilità** di microelementi e nutraceutici assunti con la dieta, nonché validazione della loro attività funzionale su specifici *target* di consumatori.
- ⚙️ **A3. Selezione di vegetali biofortificati** per la prevenzione di patologie carenziali e selezione di varietà di frutta ipoallergeniche.

T3.4 Fermentazioni “su misura” per la produzione di alimenti funzionali

- ⚙️ **A1. Impiego di microrganismi selezionati** (es. batteri lattici e lieviti) in condizioni tecnologiche controllate per:
 - la produzione di molecole funzionali durante i processi di trasformazione di matrici alimentari di origine animale e vegetale;
 - la degradazione di composti antinutrizionali e di composti responsabili di intolleranze e sindromi gastrointestinali;



- la riduzione di ingredienti specifici degli alimenti;
 - la modificazione delle proteine e la produzione di peptidi bioattivi e di sostanze “*health promoting*”;
 - la realizzazione di alimenti “*clean label*”, a basso o nullo contenuto di conservanti e additivi, garantendo la sicurezza igienico-sanitaria e, al contempo, mantenendo o migliorando le caratteristiche qualitative, organolettiche e nutrizionali.
- ✿ **A2. Studio dei meccanismi metabolici** che sottendono alla capacità microbica di generare composti funzionali, con l’obiettivo di sviluppare sistemi di gestione e monitoraggio dei processi fermentativi facilmente trasferibili a livello industriale.
 - ✿ **A3. Isolamento, caratterizzazione e produzione fermentativa di probiotici di nuova generazione** (*next-generation probiotics*), valutazione dei loro effetti *in vivo*, e sviluppo di applicazioni come integratori alimentari o ingredienti funzionali per la trasformazione di alimenti convenzionali; valorizzazione, a livello internazionale, delle collezioni microbiche mediante il deposito di ceppi potenzialmente probiotici e dei dati provenienti dalla loro caratterizzazione e applicazione biotecnologica.

■ Attività relative alle priorità trasversali

Comunicazione

- ✿ Incremento della fiducia del consumatore nell’Industria alimentare, attraverso una maggiore informazione sul valore nutrizionale e sui benefici salutistici comprovati dei prodotti alimentari innovativi, favorendo una maggiore consapevolezza del loro valore aggiunto.
- ✿ Promozione di campagne istituzionali di informazione e sensibilizzazione sulla Dieta Mediterranea e sugli alimenti tipici e tradizionali (DOP, IGP, STG, PAT), anche con il supporto delle istituzioni pubbliche, con particolare attenzione ai bambini e alle giovani generazioni, attraverso messaggi che inducano il meccanismo di emulazione.
- ✿ Sviluppo di campagne di sensibilizzazione attraverso *partnership* pubblico-private, coinvolgendo non solo organismi governativi, ma anche *Cluster* tecnologici, organizzazioni della distribuzione, associazioni mediche, associazioni dei consumatori e altri *stakeholder*.
- ✿ Utilizzo di strumenti e canali di comunicazione innovativi, inclusi quelli digitali e mobili, per diffondere messaggi informativi validati dalle istituzioni, promuovere corretti stili di vita e aumentare la consapevolezza dei cittadini rispetto ai principi di una sana alimentazione.
- ✿ Comunicazione corretta, trasparente e facilmente comprensibile delle informazioni nutrizionali in etichetta, al fine di favorire scelte alimentari consapevoli e una dieta varia ed equilibrata.
- ✿ Sviluppo di strategie di comunicazione per la promozione di stili di vita salutari e sostenibili, che includano una corretta alimentazione, un’adeguata attività fisica e un consumo responsabile di alcol, con l’obiettivo di contribuire alla prevenzione delle malattie correlate alla dieta (DRD).
- ✿ Definizione di percorsi trasparenti per la comunicazione al consumatore di informazioni affidabili, scientificamente validate e verificabili, promuovendo un approccio di *positive nutrition* finalizzato alla valorizzazione della qualità nutrizionale e culturale del modello alimentare mediterraneo.



- ⚙ Supporto all'elaborazione di linee guida nutrizionali a livello nazionale e regionale, che tengano conto dei dati relativi ai consumi alimentari, agli aspetti socioeconomici e culturali, alle differenze legate a età e genere, nonché ai principi di sostenibilità, benessere animale e tutela dell'ambiente, promuovendo diete accessibili ed economicamente sostenibili per tutta la popolazione e contribuendo alla valorizzazione economica, sociale e ambientale dei territori.
- ⚙ Valorizzazione della ristorazione collettiva (scolastica, ospedaliera, aziendale e commerciale) quale leva strategica per la sostenibilità del sistema agroalimentare e luogo privilegiato di educazione e sensibilizzazione alimentare, attraverso la promozione di corretti stili alimentari, la diffusione di informazioni nutrizionali, la conoscenza delle nuove produzioni alimentari, il contenimento degli sprechi, la valorizzazione dei prodotti e dei territori locali, la tutela della biodiversità e il rispetto della stagionalità.
- ⚙ Promozione della ricerca e dell'innovazione nella ristorazione collettiva, attraverso lo sviluppo e l'adozione di nuove tecniche di preparazione, trasformazione, confezionamento e distribuzione degli alimenti, finalizzate a migliorarne qualità, sicurezza e sostenibilità.
- ⚙ Miglioramento dei sistemi di etichettatura nutrizionale e salutistica per supportare il consumatore nell'adozione di scelte alimentari informate e responsabili, attraverso lo sviluppo di sistemi *smart* e di etichettatura elettronica (es. *QR code*) in grado di fornire informazioni aggiuntive e facilmente accessibili su profili nutrizionali, contenuto di fibre e nutrienti, presenza di allergeni e impatto ambientale.
- ⚙ Sviluppo di strumenti digitali, anche personalizzati, a supporto delle scelte alimentari, finalizzati a orientare i consumatori verso modelli alimentari salutarì, nonché di sistemi di connettività e analisi basati sull'utilizzo di *big data* per integrare ed elaborare informazioni provenienti da diversi ambiti, quali comportamenti dei consumatori, apporto dietetico, disponibilità di alimenti, effetti sulla salute pubblica e sostenibilità dei sistemi alimentari.

Regolamentazione

Gli alimenti funzionali non sono ancora stati definiti in modo univoco dalla legislazione europea; tuttavia, il tema è oggetto di crescente interesse e dibattito. Considerata la rilevanza sempre maggiore che tali alimenti stanno assumendo non solo nel settore agroalimentare, ma anche nell'ambito delle tematiche connesse alla salute e alla prevenzione, si può definire funzionale un alimento che, sulla base delle evidenze scientifiche e nel rispetto della normativa vigente, possa contribuire positivamente a una o più funzioni specifiche dell'organismo oltre agli effetti nutrizionali convenzionalmente riconosciuti. Tali effetti possono essere oggetto di indicazioni sulla salute (*health claims*) autorizzate a livello europeo secondo quanto previsto dal Regolamento (CE) n. 1924/2006 relativo alle indicazioni nutrizionali e sulla salute fornite sui prodotti alimentari.

Risulta necessaria un'evoluzione della regolamentazione in materia, tenendo conto del contesto reale del mercato (caratterizzato da una forte spinta all'innovazione da parte del settore produttivo), dei *trend* di consumo e dei progressi delle conoscenze scientifiche, inclusa la disponibilità di nuovi biomarcatori e di strumenti diagnostici sempre facilmente fruibili da operatori sanitari e non. Tale evoluzione dovrebbe consentire lo sviluppo di prodotti innovativi, caratterizzati da buone proprietà sensoriali, elevati standard di sicurezza ed efficacia dimostrabile nel supporto alla prevenzione delle malattie correlate alla dieta.



Pertanto, pur garantendo il rispetto dei necessari criteri di sicurezza, il quadro regolatorio dovrebbe favorire - non inibire - lo sviluppo di nuovi alimenti funzionali, attraverso percorsi chiari, accessibili e adeguati alla validazione delle relative attività funzionali da parte delle imprese, sulla base di evidenze scientifiche consolidate.

Infine, alla luce delle crescenti evidenze scientifiche emerse negli ultimi anni, appare opportuno un aggiornamento della normativa relativa ai probiotici, al fine di favorire lo sviluppo e la diffusione di alimenti funzionalizzati con probiotici.

Digitalizzazione

Sviluppo di dispositivi digitali e *mobile app* per il *self-assessment* dello stato di salute e del profilo nutrizionale, nonché di strumenti di monitoraggio e supporto decisionale basati su dati affidabili e interoperabili, gestiti secondo principi di sicurezza, responsabilità e corretta *governance*, anche in ottica di prevenzione e promozione di corretti stili di vita.

Stakeholder da coinvolgere

- Imprese della filiera agroalimentare;
- Enti e organismi di ricerca;
- Associazioni dei consumatori;
- Associazioni di categoria e rappresentanze del settore;
- Enti territoriali e amministrazioni pubbliche competenti;
- Enti di formazione e soggetti operanti nell'ambito dello sviluppo delle competenze.

Risultati attesi e impatti

- ✱ Valorizzazione nutrizionale e salutistica dei prodotti della Dieta Mediterranea, attraverso la diffusione di tale modello alimentare quale riferimento per una dieta sana, sostenibile e accessibile, nonché attraverso la promozione e valorizzazione delle produzioni agroalimentari nazionali.
- ✱ Sviluppo di prodotti di origine animale (carne e latte) con una composizione in grassi ottimale.
- ✱ Sviluppo di colture e alimenti di origine vegetale ad elevato valore nutrizionale e ridotto potenziale allergenico.
- ✱ Sviluppo di nuovi alimenti basati su ingredienti innovativi.
- ✱ Nuove formulazioni di prodotti con elevate caratteristiche sensoriali destinate a consumatori con intolleranze alimentari.
- ✱ Sviluppo di formulazioni alimentari per neonati e la prima infanzia, arricchite con proteine e peptidi bioattivi da tipologie di latte non vaccino.
- ✱ Sviluppo di alimenti calibrati sulle specifiche esigenze nutrizionali della popolazione anziana.
- ✱ Sviluppo di processi e soluzioni tecnologiche innovative per la produzione di alimenti a ridotto contenuto di additivi, garantendo il rispetto dei requisiti di sicurezza richiesti.
- ✱ Sviluppo di alimenti calibrati per le richieste nutrizionali degli sportivi.
- ✱ Sviluppo di nuovi prodotti alimentari di elevata qualità, adatti ai diversi contesti di consumo (fuori casa, nei luoghi di lavoro, in contesti formali e informali, nelle istituzioni e nei servizi di ristorazione).



- ⚙ Progettazione di alimenti in grado di mantenere ottimali caratteristiche organolettiche e nutrizionali durante i processi di preparazione della ristorazione collettiva.
- ⚙ Miglioramento della qualità percepita e della qualità oggettiva della ristorazione collettiva.
- ⚙ Promozione di comportamenti alimentari salutarì attraverso il ruolo educativo della ristorazione collettiva.
- ⚙ Sviluppo di processi di fermentazione per la produzione di alimenti a ridotto contenuto di sale, grassi, zuccheri o proteine (es. glutine), destinati a specifiche categorie di consumatori.
- ⚙ Sviluppo di processi di fermentazione per la produzione di alimenti arricchiti o fortificati con composti funzionali e di interesse nutraceutico (es. peptidi, acidi fenolici, derivati di amminoacidi, esopolisaccaridi).
- ⚙ Sviluppo di metodi e protocolli di facile trasferimento tecnologico per la gestione e monitoraggio dei processi di fermentazione.



Priorità 4 – Formazione

■ Il Contesto

Con un fatturato complessivo superiore a 707 miliardi di euro e quasi 5,8 milioni di occupati, **il sistema agroalimentare esteso** (comprendente il comparto agricolo, l'industria alimentare e delle bevande, l'intermediazione, la distribuzione e il canale Ho.Re.Ca.) **contribuisce al PIL nazionale con ben il 19,8%**, considerando tanto le attività a monte della filiera (quali, ad esempio, la produzione di macchinari o la fornitura di energia) quanto quelle a valle (come il *packaging*).

Il settore vanta punti di forza importanti e la sua immagine costituisce un patrimonio molto apprezzato in Europa e nel mondo, articolato in un invidiabile ventaglio di offerta di prodotti di alta qualità e su una schiera di produzioni a denominazione di origine protetta o controllata collocati al *top* dei mercati internazionali. Tale successo è dovuto non solo ai legami della produzione alimentare italiana con il territorio e con il patrimonio culturale del Paese, ma anche agli alti standard di sicurezza e qualità, alla particolare attenzione prestata alla formazione del personale, oltre che alla capacità di unire tradizione e innovazione costante di processo e di prodotto.

Tuttavia, il settore agroalimentare è penalizzato da alcuni **gap strutturali che frenano la capacità di competere degli operatori alimentari**. Il fattore principale di limitazione allo sviluppo del settore è l'eccessiva frammentazione della struttura produttiva; a questo si sommano le carenze infrastrutturali, logistiche e distributive, gli eccessivi costi di produzione (inclusi quelli energetici), la scarsa qualità dell'offerta di servizi per le imprese, la scarsità delle risorse finanziarie, nonché le difficoltà di accesso al credito. Ricordiamo inoltre che gran parte delle imprese del settore ha una struttura di limitate dimensioni che non consente lo sviluppo di processi di innovazione avanzati come in una grande impresa; il contesto delle Piccole e Medie Imprese (PMI), soprattutto quelle del Mezzogiorno, soffre della mancanza di un'interazione strutturata e specifica (cioè fatta su misura per le specifiche esigenze delle PMI e del contesto socio-economico-territoriale di riferimento) con il mondo accademico e della formazione tecnico professionale.

Nuovi stili di vita e di consumo, unitamente ai nuovi fattori di rischio che caratterizzano il mercato globalizzato, fanno emergere esigenze differenziate. Sul mercato interno il consumatore si dimostra sempre più attento alla sostenibilità dei prodotti, alla salubrità dei cibi e al loro apporto calorico, alla trasparenza lungo l'intera filiera, mostrandosi incline a variare i propri consumi anche in rapporto alle continue novità che vengono proposte.

L'innovazione di processo e di prodotto - nella direzione di un'integrazione delle diverse attività nella filiera, di un'intensificazione dell'impegno tecnologico e di un'analisi dei comportamenti al consumo - diventano elementi fondamentali per accrescere nel settore il proprio grado di competitività sia interna che internazionale.

Il settore deve confrontarsi, oltre che con l'intensificazione della concorrenza internazionale, anche con l'esigenza di rispondere ad un *target* diverso dal passato perché costituito da nuovi consumatori, aventi una maggiore disponibilità di reddito e provenienti da quella quota di popolazione residente nei Paesi emergenti. Questi ultimi possiedono una struttura demografica molto simile a quella dei Paesi più avanzati, con nuclei familiari sempre meno numerosi, e un forte avanzamento tecnologico-digitale. Inoltre, il consumatore moderno è più



consapevole e a conoscenza di quanto siano importanti le scelte alimentari e il loro impatto positivo e negativo sulla salute umana.

È evidente che nel prossimo futuro gran parte dello sviluppo del settore agroalimentare sarà alimentato dalla capacità di fare ricerca e innovazione tecnologica e trasferirla alle imprese.

La formazione si rivela quindi un *driver* fondamentale per la competitività del settore e la valorizzazione del lavoro. Si tratta, soprattutto per le Piccole e Medie Imprese, di un fattore di sviluppo decisivo che può contribuire in modo determinante a migliorare il posizionamento della competitività del settore agroalimentare, garantendo la distintività delle produzioni, anche a fronte del cambiamento degli scenari internazionali.

Il valore del capitale umano

I lavoratori rappresentano la principale risorsa delle imprese e l'arricchimento e il continuo aggiornamento delle loro competenze costituiscono un volano indispensabile per garantire i livelli occupazionali che il settore, virtuosamente, è sempre riuscito ad assicurare. **Per far fronte alle nuove sfide sono necessarie competenze di vario tipo**, a seconda degli ambiti specifici di attività: competenze manageriali, relazionali e negoziali; capacità progettuali, di visione strategica e di *problem solving*; competenze in ambito strategico e di *marketing*; competenze digitali e nell'utilizzo di piattaforme di approvvigionamento e commercializzazione (*sell and buy*); competenze linguistiche, anche con riferimento alla terminologia commerciale e competenze relative allo sviluppo e alla gestione della logistica dei prodotti; competenze interculturali (ascolto attivo, immedesimazione, cooperazione, proattività, etc.). A queste si aggiungono competenze legali specifiche, relative ai mercati di destinazione, alle frontiere, alle certificazioni, alla contrattualistica, alle procedure e ai requisiti istituzionali dei diversi Paesi, nonché al superamento delle barriere non tariffarie all'internazionalizzazione e alla certificazione dei prodotti secondo gli standard internazionali per l'accesso ai mercati extra-UE. Sono inoltre necessarie competenze finanziarie (accesso al credito, *business planning*), competenze di ricerca e analisi (studio dei mercati, della concorrenza, della domanda potenziale e delle aree di innovazione) e competenze di comunicazione, finalizzate alla valorizzazione dell'immagine del prodotto, del *brand* aziendale, del posizionamento sui mercati digitali e allo sviluppo di modelli di analisi del comportamento dei consumatori (*consumer behaviour*).

Le suddette competenze devono essere accompagnate da specifiche conoscenze delle *Supply Chain* settoriali e di prodotto, nonché da un'adeguata conoscenza dei mercati di destinazione. A tali competenze devono inoltre essere associate specifiche capacità e propensioni individuali e organizzative orientate al cambiamento e all'innovazione.

Permane inoltre il rischio che la persistente difficoltà di reperimento di alcune figure professionali coerenti con le esigenze poste dall'evoluzione produttiva e organizzativa del settore rappresenti un fattore limitante per la crescita. È pertanto necessario un cambiamento che coinvolga l'intera filiera dell'istruzione e della formazione, con particolare attenzione allo sviluppo di profili tecnici qualificati.

A valle di analisi e studi finanziati dall'Unione europea, sono state individuate una serie di competenze considerate prioritarie per i lavoratori del sistema agroalimentare, in risposta alle sfide poste dalla transizione verde e digitale, dall'innovazione tecnologica e dai cambiamenti climatici.

Le competenze si articolano in alcune macroaree chiave. Tra queste, le **competenze digitali** rivestono un ruolo centrale per l'adozione di tecnologie quali l'agricoltura di precisione



e la tracciabilità digitale. Le **competenze verdi** riguardano invece l'applicazione di pratiche sostenibili come l'economia circolare e l'agricoltura rigenerativa.

Non meno rilevanti sono le **competenze scientifiche e tecniche** concernenti la trasformazione delle materie prime e la produzione di alimenti e ingredienti alimentari con tecnologie e biotecnologie innovative e sostenibili finalizzate al miglioramento della sicurezza, della *shelf-life* e della funzionalità dei prodotti, secondo un approccio multidisciplinare coerente con i principi dell'economia circolare. In tale ambito assumono particolare importanza le competenze relative alle tecnologie alternative al trattamento termico (Campi elettrici pulsati, Gas plasma, Alte pressioni HP e HPH, antimicrobici naturali, etc.), in grado di migliorare la sicurezza e la qualità dei prodotti alimentari, preservando maggiormente il valore nutrizionale e funzionale delle materie prime con un minore impatto sulle risorse ambientali. Sono altresì fondamentali le conoscenze relative alla valorizzazione della biodiversità microbica per la selezione di colture *starter*, probiotiche o di biocontrollo, dotate di specifici attributi in relazione alle materie prime da trasformare e alle caratteristiche desiderate nei prodotti finali. La selezione di specifiche colture microbiche e le fermentazioni di precisione rappresentano strumenti strategici per migliorare le proprietà salutistiche e nutrizionali degli alimenti fermentati e non, ma anche per lo sviluppo di processi biotecnologici finalizzati alla trasformazione di scarti, sottoprodotti, reflui, rifiuti e fonti proteiche alternative in prodotti ad alto valore aggiunto (ingredienti, alimenti, mangimi, composti chimici, aromi, coloranti, etc.). Alle **competenze** tecnologiche e biotecnologiche devono affiancarsi quelle **imprenditoriali**, necessarie per sviluppare modelli di *business* sostenibili e strategie di *marketing* agroalimentare, nonché le competenze trasversali, quali la comunicazione efficace e la capacità di adattamento, fondamentali in contesti caratterizzati da rapidi cambiamenti. Infine, si evidenzia l'importanza della formazione continua e della conoscenza delle normative europee, al fine di garantire il rispetto dei requisiti in materia di qualità, sicurezza e conformità nella produzione e trasformazione alimentare. In questo contesto i rinnovati Istituti Tecnologici Superiori, le *Academy*, i *VET provider*, oltre alle Università, rappresentano una risposta alla sfida delle nuove competenze richieste dalle PMI del settore agroalimentare.

Fra le priorità rientra anche il rafforzamento delle **competenze dei formatori e l'aggiornamento dei metodi e degli strumenti di apprendimento**, secondo approcci più attuali, pragmatici e maggiormente aderenti alle esigenze del mercato.

Formazione e Competenze: leva trasversale per le Priorità della Roadmap

P1 - Sostenibilità

In linea con i principi del *Pact4Skills* e del programma della *Union of Skills*, è necessario promuovere percorsi di istruzione, qualificazione e aggiornamento continuo rivolti agli operatori delle filiere agroalimentari e zootecniche, dalla formazione secondaria all'università e all'alta formazione, accompagnando il settore nella transizione ecologica e digitale. Tali percorsi dovranno rafforzare le competenze tecnico-scientifiche e operative in ambiti strategici quali bioeconomia, agricoltura e zootecnia di precisione, benessere animale, uso prudente e responsabile dei medicinali veterinari, economia circolare, energie rinnovabili, gestione degli impianti produttivi, digitalizzazione, gestione e valorizzazione dei dati, intelligenza artificiale, nonché innovazione di prodotto e di processo e relativa applicazione nei sistemi produttivi alimentari. Accanto alle competenze specialistiche, assumono crescente rilevanza le competenze trasversali (*soft skills*), ormai indispensabili per affrontare la



complessità dei nuovi modelli organizzativi e produttivi, quali capacità comunicative, collaborazione, lavoro in *team*, creatività, adattabilità, *leadership* e gestione dei processi complessi.

Particolare attenzione dovrà essere dedicata alla formazione di nuove figure professionali caratterizzate da competenze interdisciplinari nei settori degli alimenti funzionali e nutraceutici, delle biotecnologie, delle tecnologie di processo innovative, della valorizzazione di biomasse, co-prodotti e sottoprodotti, del recupero di composti bioattivi e del trasferimento tecnologico.

La rapida evoluzione tecnologica, soprattutto digitale, richiede infatti profili professionali in grado di progettare, gestire, monitorare e ottimizzare le diverse fasi dei processi produttivi, assicurando qualità, sicurezza, sostenibilità, tracciabilità e conformità agli standard normativi e ai sistemi di certificazione lungo l'intera filiera agroalimentare. Per rispondere a tali esigenze è necessario adottare un approccio interdisciplinare, integrando competenze agronomiche, biologiche, ingegneristiche, informatiche, economiche e gestionali e rafforzando il trasferimento delle conoscenze tra ricerca, formazione e imprese.

I percorsi formativi dovranno pertanto evolvere in modo continuo, flessibile e dinamico, attraverso strumenti di apprendimento permanente (*lifelong learning*), così da garantire l'adeguamento delle competenze rispetto all'evoluzione tecnologica, normativa e alle nuove esigenze del mercato del lavoro.

P2 - Qualità e sicurezza

Nel medio/lungo periodo, la misura e l'efficacia degli obiettivi della Priorità Qualità e Sicurezza dipenderanno anche dalla disponibilità di figure professionali in grado di affrontare queste tematiche con una visione olistica e un approccio necessariamente interdisciplinare. Pertanto, dovranno essere pianificate e rapidamente attivate adeguate azioni di *training*, sia di formazione continua (rivolte quindi agli operatori già attivi sul mercato del lavoro in questo specifico ambito), sia di formazione superiore (rivolte invece ai nuovi entranti: studenti, neolaureati, tirocinanti, etc.).

La crescita di queste nuove figure professionali dovrà valorizzare anche l'alta professionalità (es. dottorati), integrata con lo sviluppo di competenze complementari rispetto a quelle maturate in ambito prettamente accademico, accrescendo in particolare la sensibilità e la consapevolezza in termini di imprenditorialità, processi di *scouting*, modelli di *governance* e processi di *Open Innovation*.

La formazione dovrà essere promossa non solo in un'ottica interdisciplinare, ma anche internazionale, favorendo la circolazione della conoscenza tra ricerca e sistema produttivo e coinvolgendo un contesto sociale più ampio, inclusi i consumatori e i territori, contribuendo allo sviluppo socioeconomico delle Regioni.

Lo sviluppo delle competenze dovrà riguardare le tecnologie avanzate e i nuovi sensori e sistemi diagnostici e di monitoraggio, la modellizzazione dei processi e l'applicazione di *smart technologies*, nonché le metodologie per la caratterizzazione dei prodotti attraverso *fingerprint* e *marker* di qualità e sicurezza.

Sarà inoltre necessario rafforzare le conoscenze relative alle *mild technologies* e alle tecnologie alternative al trattamento termico, alle tecnologie omiche e alle fermentazioni di precisione, insieme alle competenze per la gestione delle piattaforme digitali e dei sistemi innovativi di tracciabilità. Particolare attenzione dovrà essere dedicata anche all'analisi del *consumer behaviour*, alla valutazione, gestione e comunicazione dei rischi, nonché alla



gestione e valorizzazione dei dati attraverso approcci di *data science*, intelligenza artificiale e tecnologie digitali applicate alle filiere agroalimentari.

P3 - Nutrizione e Salute

Lo sviluppo del settore richiede un rafforzamento dei percorsi formativi, nell'ambito dell'istruzione secondaria, terziaria e universitaria, finalizzati alla preparazione di figure professionali in grado di rispondere alle nuove esigenze del sistema agroalimentare.

A tal fine, è necessario promuovere competenze specifiche in materia di alimenti nutraceutici, microrganismi probiotici e funzionali, tecnologie di processo capaci di preservare i nutrienti e ridurre la degradazione attraverso trattamenti *soft* e *mild*, biotecnologie innovative, antimicrobici naturali, recupero di composti bioattivi da scarti e sottoprodotti della filiera agroalimentare e trasferimento tecnologico.

Parallelamente, risulta fondamentale favorire percorsi di formazione continua (*lifelong learning*) destinati agli operatori del settore, per assicurarne il costante aggiornamento rispetto all'evoluzione delle conoscenze scientifiche, delle tecnologie e delle esigenze del mercato.

In tale contesto, assume particolare rilevanza l'adozione di un approccio multidisciplinare, fondato sull'integrazione di competenze scientifiche, tecnologiche, nutrizionali, biotecnologiche, digitali, economiche e gestionali, indispensabili per sostenere l'innovazione e la competitività del settore agroalimentare.

ALLEGATI TECNICI

- ⚙ IL CONTRATTO DI ALTA FORMAZIONE
- ⚙ IL DOTTORATO E IL DOTTORATO NAZIONALE NELL'AMBITO FOOD
- ⚙ GLI ISTITUTI TECNOLOGICI SUPERIORI (ITS ACADEMY) E GLI INVESTIMENTI PNRR



IL CONTRATTO DI ALTA FORMAZIONE

Il presente documento illustra il contratto di apprendistato di alta formazione e ricerca, uno strumento che consente ai giovani fino a 29 anni di coniugare studio e lavoro, favorendo l'acquisizione di titoli accademici e professionali attraverso un percorso formativo integrato tra istituzioni educative e imprese. Vengono descritti gli aspetti normativi, organizzativi e contrattuali del modello, evidenziando i vantaggi economici e fiscali per le aziende, le modalità di attivazione e le opportunità di finanziamento disponibili, con particolare riferimento alle buone pratiche e ai bandi regionali.

L'apprendistato di alta formazione e ricerca rappresenta un'opportunità per i giovani fino a 29 anni di essere assunti da un'impresa mentre proseguono il proprio percorso di studi, finalizzato al conseguimento di titoli accademici o professionali quali:

- diploma di istruzione tecnica superiore (diploma ITS);
- titoli di studio di alta formazione artistica, musicale e coreutica;
- laurea triennale e magistrale;
- laurea magistrale a ciclo unico;
- **master di I e II livello;**
- **dottorato di ricerca;**
- attività di praticantato per l'accesso agli ordini professionali.

CARATTERISTICHE

Come per le altre forme di apprendistato deve essere definito un protocollo che definisce i contenuti, la durata e l'organizzazione didattica della formazione, interna o esterna all'azienda, che deve contenere:

- i dati relativi all'azienda, all'apprendista e al tutor;
- le indicazioni sul titolo di studio o di alta formazione da acquisire;
- le modalità di articolazione e di erogazione della formazione: la formazione dell'apprendista è sia "esterna", presso le istituzioni universitarie o di alta formazione, sia "interna", presso il datore di lavoro. Il piano formativo individuale viene redatto in collaborazione tra l'istituzione universitaria (o di alta formazione) e il datore di lavoro ed è parte integrante del contratto. L'apprendista è seguito/a sia da *tutor* aziendale sia da *tutor* formativo dell'Ateneo.

La possibilità di ottenere sgravi contributivi e fiscali, benefici retributivi e, in alcune regioni, di specifici incentivi economici.

Inoltre, in caso di assunzione di un giovane con età non superiore ai 30 anni e che abbia svolto un periodo di apprendistato entro 6 mesi dall'acquisizione del titolo di studio, all'impresa è riconosciuto lo sgravio totale dei contributi previdenziali, escluso premi e contributi INAIL, con un limite di 3.000 euro l'anno e per un periodo massimo di 36 mesi.

DURATA

Il contratto di apprendistato di terzo livello ha una durata minima di 6 mesi, mentre la durata massima è variabile a seconda del percorso formativo:

- 2 anni con master biennale;



- 3 anni con laurea e ricerca.

Al termine della formazione, se le parti non recedono il contratto, l'apprendistato si trasforma in un contratto a tempo indeterminato.

FORMAZIONE

Master di I e II livello

L'apprendistato può avere una durata fino a due anni e la formazione è ripartita, di norma, come segue:

- 400 ore di formazione esterna, svolta presso l'istituzione universitaria o AFAM;
- 1.100 ore di formazione svolta presso l'impresa, che comprendono anche lo studio individuale.

Dottorato di ricerca o Diploma Accademico di formazione alla ricerca

L'apprendistato può avere una durata in anni pari a quella prevista dall'ordinamento didattico e la formazione è ripartita, di norma, come segue:

- formazione esterna svolta presso l'istituzione universitaria o AFAM (massimo 60% della durata degli insegnamenti previsti);
- formazione interna svolta presso l'impresa pari alla differenza tra le ore previste dal percorso ordinamentale e le ore di formazione esterna. La formazione interna comprende anche lo studio individuale.

ASPETTI CONTRATTUALI

Requisiti del datore di lavoro

Ai fini della stipula del contratto, il datore di lavoro deve essere in possesso di alcuni requisiti:

- spazi per consentire lo svolgimento della formazione, prevedendo, in caso di studenti con disabilità, il superamento o abbattimento di barriere architettoniche;
- disponibilità di strumenti per lo svolgimento della formazione, conformi alla normativa vigente in materia di verifica e collaudo tecnico, anche reperiti all'esterno dell'unità produttiva;
- disponibilità di uno o più *tutor* aziendali.

Requisiti dell'apprendista

Possono essere assunti giovani fino al compimento dei 30 anni iscritti a percorsi per il conseguimento di:

- diploma tecnico superiore;
- titoli di Alta formazione artistica, musicale e coreutica;
- laurea triennale, magistrale o a ciclo unico;
- master di primo o secondo livello;
- dottorato di ricerca.



Nel caso di:

- *apprendistato per Attività di ricerca*, gli apprendisti devono essere in possesso di Laurea magistrale;
- *apprendistato per il praticantato per l'accesso alle professioni ordinistiche*, i requisiti dei destinatari sono stabiliti dalla normativa vigente dei singoli ordini professionali.

OBBLIGHI PER L'ATTIVAZIONE, FORMA E CONTENUTI DEL CONTRATTO

Prima di stipulare il contratto di apprendistato di alta formazione e di ricerca, l'istituzione formativa e il datore di lavoro devono sottoscrivere un protocollo, redatto sulla base dello schema approvato con decreto interministeriale 12 ottobre 2015.

Il contratto di apprendistato deve essere stipulato in forma scritta, unitamente al Piano formativo individuale (PFI), parte integrante del contratto di lavoro, redatto sulla base dello schema approvato con decreto interministeriale 12 ottobre 2015.

Nel contratto devono risultare, di norma, i seguenti elementi:

- la durata del periodo di formazione interna e/o esterna all'azienda;
- il titolo di studio universitario o di alta formazione che può essere acquisito al termine del contratto e relativa qualificazione contrattuale;
- il livello di inquadramento iniziale e finale dell'apprendista;
- l'orario di lavoro.

VANTAGGI FISCALI ED ECONOMICI

L'impresa che procede all'assunzione di un apprendista ottiene diversi vantaggi economici e fiscali:

- per le imprese fino a 9 dipendenti, l'aliquota contributiva a carico del datore di lavoro è, oltre all'1,61% previsto dalla legge 92/2012, rispettivamente dell'1,5% il primo anno, del 3% il secondo anno, e del 10% a partire dal terzo anno e, in caso di consolidamento del contratto, per i dodici mesi successivi (per le imprese con più di 9 dipendenti l'aliquota contributiva è sempre del 10%);
- a seconda del CCNL applicato, esiste la possibilità di inquadrare l'apprendista fino a 2 livelli in meno rispetto ai lavoratori ordinari che svolgono le stesse mansioni o, in alternativa, fornire una retribuzione ridotta in misura percentuale e graduata nel tempo;
- l'esclusione degli apprendisti dal computo dell'organico richiesto in base alle norme sul lavoro;
- l'esclusione delle spese sostenute per la formazione degli apprendisti dalla base per il calcolo dell'IRAP;
- ore di formazione esterna all'impresa (esonero retributivo totale);
- ore di formazione interna all'impresa (retribuzione del 10% rispetto a quella che sarebbe dovuta).

ALCUNE BUONE PRATICHE

<https://apprendistato.regione.piemonte.it/altoapprendistato/news>



<https://apprendistato.regione.piemonte.it/altoapprendistato/notizia/operational-excellencemanagement-master-che-forma-gli-ingegneri-dellindustria-aerospaziale>
<https://apprendistato.regione.piemonte.it/altoapprendistato/>
<https://apprendistato.regione.piemonte.it/altoapprendistato/percorso-apprendistato/master>
<https://www.unito.it/territorio-e-societa/formazione-e-placement-imprese/job-placementimprese/apprendistato-di-alta>

FINANZIAMENTI DISPONIBILI

L'attività formativa esterna (compresi i dottorati di ricerca) viene finanziata a) direttamente dalle Aziende partner, b) tramite il Fondo Sociale Europeo tramite le regioni. In questi casi è necessario che il progetto formativo (Master o altro) sia proposto da una istituzione formativa che ha una sede a livello regionale (da verificare se possibile tramite una ATS con capofila un'università regionale).

Non esistono vincoli per la provenienza geografica degli apprendisti e delle aziende anche se ovviamente bisogna considerare la questione logistica per l'attività didattica svolta in presenza presso la sede universitaria (400 ore).

In questo momento non paiono esserci particolari bandi tranne quello, molto interessante, di [Regione Piemonte \(prorogato al 2026\)](#).

Le principali istituzioni formative universitarie piemontesi sono già accreditate.

FONTI

<https://www.regione.piemonte.it/web/>
<https://www.unito.it/>
<https://www.adecco.it/servizi-per-le-aziende>
<https://www.mur.gov.it/it>
<https://www.cliclavoro.gov.it/>
<https://www.anpal.gov.it/>



IL DOTTORATO E IL DOTTORATO NAZIONALE NELL'AMBITO FOOD

Nel panorama della ricerca scientifica, il dottorato rappresenta un percorso di crescita che accompagna giovani studiosi verso la frontiera dell'innovazione. Nell'ambito *food*, questo viaggio assume un valore particolare: qui si incontrano scienza, cultura alimentare, sostenibilità e tecnologia, in un intreccio che definisce il futuro dei sistemi agroalimentari.

Il dottorato di ricerca si svolge tradizionalmente all'interno di un singolo ateneo e si sviluppa nell'arco di tre anni. È un percorso fatto di ricerca quotidiana, corsi specialistici, collaborazioni internazionali e confronto continuo con la comunità scientifica. Il/La dottorando/a, guidato/a dal proprio tutor, esplora un tema specifico e contribuisce alla produzione di nuova conoscenza attraverso l'elaborazione di una tesi finale.

LE NUOVE TIPOLOGIE DI DOTTORATO IN ITALIA

Negli ultimi anni, il sistema italiano del dottorato si è arricchito di nuove forme pensate per rispondere alle esigenze della ricerca contemporanea e del mondo produttivo.

Il **dottorato Industriale** integra in modo strutturato università e impresa. Il/La dottorando/a svolge parte della ricerca in azienda, spesso con un contratto di lavoro, sviluppando progetti direttamente collegati alle esigenze produttive.

Il **dottorato in Alto Apprendistato** è una forma particolare di dottorato industriale, basata sul contratto di apprendistato di alta formazione e ricerca. Consente al dottorando di essere dipendente dell'azienda, con vantaggi contributivi per l'impresa.

Il **dottorato Innovativo a Caratterizzazione Industriale** è un percorso accademico che prevede periodi obbligatori in azienda e attività di ricerca applicata, senza necessariamente richiedere un contratto di lavoro. Negli ultimi anni questa tipologia di dottorati è stata spesso attivata dalle università italiane grazie ai fondi PNRR e ad altri strumenti nazionali: molte borse sono oggi cofinanziate da imprese o enti pubblici, con periodi obbligatori all'estero e attività di ricerca presso partner esterni.

Infine, il **dottorato di Interesse Nazionale** è una delle innovazioni più rilevanti degli ultimi anni. Voluta dal Ministero dell'Università e della Ricerca, coinvolge più atenei e centri di ricerca su un'unica tematica strategica ed offre corsi comuni, infrastrutture condivise e una rete nazionale di competenze.

Alla base di questi percorsi può esserci un contratto di alta formazione, uno strumento che definisce in modo chiaro diritti, doveri e obiettivi del dottorando. Non si tratta solo di un sostegno economico: è un accordo che valorizza il ruolo del ricercatore in formazione, favorisce il trasferimento tecnologico e crea un ponte diretto tra università e mondo produttivo.

LA DIMENSIONE NAZIONALE: IL DOTTORATO D'INTERESSE NAZIONALE FOOD SYSTEMS DELL'UNIVERSITÀ DI TORINO

Accanto al modello tradizionale, negli ultimi anni è nato il dottorato nazionale, una forma innovativa di formazione avanzata. Tra i programmi più significativi spicca il **Dottorato d'Interesse Nazionale in Food Systems**, coordinato dall'Università di Torino. Questo percorso riunisce università, centri di ricerca ed enti pubblici distribuiti sul territorio nazionale, creando una rete di competenze che permette ai dottorandi di accedere a laboratori avanzati, infrastrutture condivise e una comunità scientifica ampia e interdisciplinare. Le tematiche affrontate spaziano dalla microbiologia alimentare alle fermentazioni, dalla sostenibilità delle filiere al *packaging* innovativo, fino ai modelli di economia circolare. Il/La dottorando/a che



intraprende questo percorso vive un'esperienza formativa dinamica: partecipa a corsi comuni, *workshop* tematici, periodi di mobilità e progetti congiunti, sviluppando una visione sistemica dei *food systems* e delle loro sfide.

I vantaggi per l'industria

L'attivazione di un dottorato di ricerca rappresenta un'opportunità strategica per le imprese del settore agroalimentare. I benefici includono:

- **accesso a competenze avanzate:** il/la dottorando/a porta in azienda conoscenze scientifiche aggiornate e capacità analitiche di alto livello;
- **innovazione continua:** la ricerca sviluppata durante il dottorato può generare nuovi prodotti, processi, tecnologie o modelli organizzativi;
- **collaborazione strutturata con l'università:** il dottorato crea un canale stabile di dialogo e co-progettazione tra impresa e mondo accademico;
- **sviluppo di capitale umano qualificato:** l'azienda può formare figure altamente specializzate su tematiche di interesse strategico;
- **accesso a infrastrutture e reti scientifiche:** attraverso il dottorato, l'impresa entra in contatto con laboratori, gruppi di ricerca e *network* nazionali e internazionali.

Agevolazioni per le imprese

Oltre ai benefici strategici e tecnologici, le imprese che investono in un dottorato di ricerca possono accedere a **importanti agevolazioni fiscali**, che rendono l'investimento ancora più sostenibile. Tra le principali opportunità:

- **credito d'imposta per attività di ricerca e sviluppo:** le spese sostenute per finanziare borse di dottorato o contratti di ricerca possono rientrare tra i costi agevolabili;
- **aliquote maggiorate per collaborazioni con università:** i progetti sviluppati congiuntamente con atenei o enti pubblici possono beneficiare di incentivi fiscali più elevati;
- **agevolazioni per l'assunzione di personale altamente qualificato:** in alcuni casi, l'inserimento in azienda di dottorandi o dottori di ricerca può attivare ulteriori crediti d'imposta o sgravi contributivi;
- **accesso facilitato a bandi e finanziamenti:** molte misure regionali, nazionali ed europee premiano le imprese che integrano percorsi di dottorato nei propri progetti di innovazione.

VERSO IL FUTURO

Il dottorato, soprattutto nella sua forma nazionale, è una leva fondamentale per trasformare il sistema agroalimentare. Forma ricercatori e ricercatrici capaci di dialogare con territori, imprese e istituzioni, promuove l'innovazione e sostiene la transizione verso modelli più sostenibili. Nell'ambito *food*, rappresenta un impegno concreto verso il futuro del cibo e della società.



GLI ISTITUTI TECNOLOGICI SUPERIORI (ITS ACADEMY) E GLI INVESTIMENTI PNRR

Nel panorama della formazione terziaria professionalizzante, gli ITS rappresentano un elemento centrale per la crescita del capitale umano e l'innovazione nei sistemi produttivi. La riforma introdotta con la Legge 15 luglio 2022, n. 99, e le misure collegate al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) hanno ridefinito l'identità, la missione e le prospettive di questi istituti, rafforzandone il ruolo all'interno delle filiere industriali e territoriali.

La competitività del comparto agroalimentare dipende sempre più da tecnici in grado di integrare competenze digitali, qualità, sostenibilità e sicurezza alimentare. Per le PMI, che costituiscono la struttura portante della filiera, il ruolo degli ITS risulta particolarmente rilevante.

La riforma ha consolidato gli ITS come **istruzione terziaria professionalizzante**, con una struttura nazionale uniforme e più integrata con università e imprese. In particolare, ha introdotto o rafforzato

- una chiara **identità giuridica e organizzativa**, fondata sulle Fondazioni ITS;
- una maggiore **standardizzazione dei percorsi**, con *curricula* modulati secondo le esigenze delle filiere produttive;
- il modello **4+2**, che integra quattro anni di scuola tecnica con due di ITS, collocandosi pienamente nella strategia di rafforzamento dell'istruzione tecnica delineata dal PNRR;
- un sistema di **monitoraggio nazionale** affidato a INDIRE, che misura capacità formativa, esiti occupazionali, qualità dei docenti e coerenza dei percorsi con il mercato del lavoro.

La logica della riforma è stata orientata all'**occupabilità**: l'84% dei diplomati ITS risulta occupato a un anno dal titolo, e il 93% con un lavoro coerente con gli studi, secondo gli ultimi dati INDIRE (monitoraggio 2025).

La trasformazione degli ITS è stata resa possibile da interventi finanziari molto rilevanti.

L'investimento **1.5 della Missione 4 (università e ricerca) del PNRR** ha destinato **700 milioni di euro** allo sviluppo del sistema ITS, con l'obiettivo di ampliare l'offerta formativa, potenziare i laboratori tecnologici, rafforzare il coinvolgimento delle imprese, sostenere borse di studio e tirocini anche all'estero e promuovere la formazione avanzata dei docenti.

Accanto a questo investimento strutturale, ulteriori fondi sono stati assegnati:

- **48,3 milioni di euro** nel 2023 per sostenere la riforma e l'avvio dei nuovi percorsi formativi;
- **130 milioni di euro nel 2025** per la realizzazione di nuovi laboratori didattici innovativi e interventi edilizi dedicati agli ITS, con l'obiettivo di raggiungere un *target* di **22.000 studenti entro il 2026**.

Parallelamente, il decreto-legge PNRR del marzo 2024 ha introdotto misure di **flessibilità finanziaria** per permettere alle Fondazioni ITS di utilizzare temporaneamente le risorse anche per spese di gestione ordinaria e per alleggerire il cofinanziamento regionale fino al 2025.

Di seguito alcuni esempi degli investimenti realizzati dalle fondazioni ITS che operano nel settore agroalimentare per acquistare nuove attrezzature e allestire laboratori di trasformazione, analisi e controllo qualità, aprire nuovi corsi e sedi e coinvolgere più imprese nei percorsi formativi.



1. **L'ITS Accademia Ligure Agroalimentare di Imperia** ha potenziato i laboratori formativi e ampliato l'offerta didattica (<https://www.itsagroalimentare.liguria.it/its-labs/>). In particolare, sono stati realizzati laboratori dedicati a:
 - microcosmi per la coltivazione e il monitoraggio tecnologico delle piante;
 - sistemi completi per la depurazione e l'analisi del ciclo delle acque;
 - microbirrificio didattico completo;
 - laboratorio per l'impiego di droni multispettrali;
 - laboratorio di realtà virtuale e aumentata in ambiente immersivo.

2. **La Fondazione Minoprio ITS Academy di Como** (<https://www.fondazioneminoprio.it/laboratori-tecnologici-di-fondazione-minoprio-its-academy/>) ha realizzato laboratori nelle seguenti aree e strutture:
 - area per la propagazione di piante orticole e ornamentali;
 - sistemi di coltivazione orticola aeroponica;
 - sistemi di coltivazione orticola idroponica;
 - ceraseto con gestione idrica basata su tecnologia IoT, rete antinsetto, antigrandine e antipioggia;
 - *robot* automatico multifunzione per la gestione delle colture frutticole;
 - sensoristica per il rilevamento in tempo reale dei parametri climatici, ambientali e agronomici;
 - sensoristica per il controllo dell'irrigazione;
 - Strumentazione per l'analisi in campo delle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli;
 - laboratorio didattico di chimica e analisi agrarie.

3. **La Fondazione ITS E.A.T. – Eccellenza Agroalimentare Toscana** (<https://fondazione-eat.it/>) ha realizzato due laboratori integrati in un'unica aula multifunzionale presso la sede di Firenze, finalizzandoli all'agricoltura di precisione e al *marketing* digitale agroalimentare. Il laboratorio è inoltre integrato da un *robot* dotato di sensoristica per l'Agricoltura 4.0 che permette agli studenti di simulare mappature e guida remota per l'acquisizione di dati specifici in ambienti ricreati *indoor/outdoor*.

Lo sviluppo di laboratori nell'ambito dei percorsi ITS ha inoltre favorito il rafforzamento della collaborazione con il sistema della ricerca e con il tessuto imprenditoriale del territorio. Se in passato il coinvolgimento delle imprese era prevalentemente limitato alle attività didattiche, ai tirocini e all'inserimento lavorativo degli studenti, oggi tali soggetti partecipano in modo più strutturato anche alla progettazione e allo sviluppo di attività laboratoriali e di ricerca applicata. Un esempio significativo è rappresentato dalla Fondazione Minoprio ITS Academy (Como – Lombardia), che può contare su oltre cinquant'anni di esperienza nel campo della ricerca e della sperimentazione agraria. Tali attività sono svolte in collaborazione con la Regione Lombardia, di cui la Fondazione costituisce uno strumento operativo, con il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, nonché con numerosi partner privati e istituzioni accademiche.

È infatti attualmente in corso il **progetto ECHO**, avviato nel gennaio 2025 con durata di 30 mesi, che promuove un approccio transfrontaliero tra Italia e Svizzera per la tutela degli ambienti lacustri e la conservazione del carbonio sommerso. Vi partecipa “Minoprio Analisi e Certificazioni”, struttura collegata a Fondazione Minoprio, insieme alla SUPSI (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana) e ad altri *partner* scientifici.



Analogamente, l'ITS Tech&Food *Academy* (Parma/Emilia-Romagna), membro attivo del *Cluster* Agroalimentare della Regione Emilia-Romagna, così come l'ITS *Academy* Agroalimentare di Viterbo e Roma (Lazio), l'ITS Agroalimentare Sostenibile – Lombardia (Mantova) e l'ITS E.A.T. – Eccellenza Agroalimentare Toscana, hanno sviluppato progetti di ricerca in collaborazione con università e enti di ricerca nazionali ed internazionali, volti a favorire la diffusione delle conoscenze più innovative in materia agroalimentare e il contestuale miglior utilizzo dei laboratori finanziati con il PNRR.

Nel complesso, il PNRR ha attivato un flusso di investimenti che non ha precedenti nella storia del sistema e che ha spinto una crescita molto rapida: gli iscritti agli ITS sono **triplicati** in pochi anni, secondo le analisi INDIRE.

La presenza di ITS *Academy* e i numeri dell'area agroalimentare

A fine 2025 i dati riportano:

- **147 Fondazioni ITS *Academy*** attive in Italia;
- **976 percorsi formativi** attivati
- **40.000- 46.000 studenti** coinvolti tra primo e secondo anno nel biennio 2024/2025;
- **87% tasso di occupazione.**

L'offerta formativa degli ITS è erogata in percorsi biennali o triennali, legati alle aree tecnologiche. La quasi totalità dei percorsi è biennale, ad eccezione di cinque percorsi triennali.

Nell'ambito degli ITS, 205 percorsi (pari al 45,6% del totale) afferiscono all'area “Nuove Tecnologie del *Made in Italy*”. Al suo interno, la distribuzione dei percorsi evidenzia una forte concentrazione nei principali sistemi produttivi nazionali:

- 79 percorsi (38,5%) riguardano il Sistema meccanica, che rappresenta l'ambito con il maggior numero di percorsi in valore assoluto (17,6% del totale dei percorsi ITS);
- **56 percorsi (27,3%) afferiscono al Sistema agroalimentare;**
- 36 percorsi (17,6%) al Sistema moda;
- 26 percorsi (12,7%) ai Servizi alle imprese;
- 8 percorsi (3,9%) al Sistema “Tecnologie innovative per i beni e le attività culturali – Turismo e Mobilità sostenibile”.

Le aree “Turismo e Mobilità sostenibile” e “Tecnologie innovative per i beni e le attività culturali” rappresentano rispettivamente la seconda e la terza area per numero complessivo di percorsi erogati, con una quota pari al 15,6% e al 14,7%. Seguono le “Nuove tecnologie della vita”, con 21 percorsi (4,7%).

A livello territoriale, circa un quarto dei percorsi è erogato dagli ITS della Lombardia (24,9%). Tra le altre regioni del Nord, il Veneto si distingue con 58 percorsi (12,9%), mentre il Friuli-Venezia Giulia ne realizza 14. Nel Centro Italia si passa dai 28 percorsi della Toscana ai 10 dell'Umbria. Nel Mezzogiorno, la Puglia è la regione con il maggior numero di percorsi attivati (38, pari all'8,4% del totale), seguita da Sicilia e Campania, rispettivamente con 20 e 17 percorsi.

L'area tecnologica “**Sistema Agroalimentare**”, che si colloca all'interno del *Made in Italy*, rappresenta quindi una delle filiere più rilevanti per diffusione territoriale e rispondenza ai



bisogni delle PMI. I dati specifici sull'agroalimentare, ricavati dai rapporti annuali INDIRE (2024 e 2025), mostrano:

- la presenza di **ITS dedicati all'agroalimentare** in numerose regioni a forte vocazione rurale e manifatturiera;
- una crescita costante del numero di percorsi biennali e triennali legati a trasformazione alimentare, qualità, logistica, agricoltura 4.0, sostenibilità e gestione della filiera;
- un aumento degli studenti iscritti, in linea con la crescita generale degli ITS, sostenuto dalle esigenze di tecnici altamente qualificati nelle imprese del settore.

Il sistema ITS *Academy* dedicato all'**Agroalimentare** conta **24 fondazioni** attive sul territorio nazionale. La distribuzione regionale, come riportato da INDIRE, evidenzia un radicamento particolarmente forte in Lombardia e Sicilia, aree caratterizzate da filiere produttive articolate e ad alta intensità agroindustriale.

Di seguito la **mappatura completa**, con il numero di ITS agroalimentari attivi per regione:

Regione	Numero ITS	Sedi operative
Piemonte	1	ITS Agroalimentare per il Piemonte – <i>Cuneo</i>
Lombardia	5	ITS Fondazione Minoprio – <i>Como</i> ITS per le nuove tecnologie per il <i>Made in Italy</i> – filiera agroalimentare – <i>Lodi</i> ITS Agroalimentare sostenibile – Territorio Mantova – <i>Mantova</i> ITS per l'innovazione del sistema agroalimentare – <i>Sondrio</i> ITS SYMPOSIUM – <i>Brescia</i>
Veneto	1	ITS per le nuove tecnologie per il <i>Made in Italy</i> – comparto agro-alimentare e vitivinicolo – <i>Treviso</i>
Liguria	1	ITS Accademia Ligure Agroalimentare Imperia – <i>Imperia</i>
Emilia-Romagna	1	ITS area agroalimentare – <i>Parma</i>
Toscana	1	ITS E.A.T. – Eccellenza Agroalimentare Toscana – <i>Grosseto</i>
Lazio	3	ITS Bio Campus – <i>Latina</i> ITS per il <i>Made in Italy</i> nel comparto agroalimentare – <i>Viterbo</i> ITS <i>Academy</i> Sistema agroalimentare di Rieti – <i>Rieti</i>
Abruzzo	1	ITS Sistema Agroalimentare – <i>Teramo</i>
Campania	1	ITS TE.LA. – Territorio del Lavoro – <i>Salerno</i>
Molise	1	Fondazione Istituto Tecnico Superiore D.E.Mo.S., <i>Campobasso</i>
Puglia	1	ITS Agroalimentare Puglia / AgriPuglia – <i>sedi in provincia di Bari e BAT</i>
Calabria	2	Istituto Tecnico Superiore per l'area nuove tecnologie per il made in Italy Sistema Agroalimentare Iridea, <i>Cosenza</i> Istituto Tecnico Superiore Nuove Tecnologie per il <i>Made in Italy</i> – Sistema Alimentare Settore Agroalimentare ed Enogastronomico – Fondazione Pinta, <i>Crotone</i>



Sicilia	4	Fondazione Istituto Tecnico Superiore per l'Agricoltura e l'Alimentazione Sicani, Agrigento Fondazione Istituto Tecnico Superiore – Nuove tecnologie per il <i>Made in Italy</i> – Sistema alimentare – Albatros, Messina Istituto Tecnico Superiore Madonie Tecnologie e Sistemi Agroalimentari, Palermo Istituto Tecnico Superiore Nuove tecnologie per il <i>Made in Italy Emporium</i> del Golfo, Trapani
Sardegna	1	Istituto Tecnico Superiore Filiera Agro-alimentare della Sardegna, Sassari

Alcune regioni hanno scelto di non incrementare il numero delle Fondazioni, ma di rafforzare prioritariamente quelle già esistenti attraverso l'ampliamento dell'offerta formativa e delle sedi operative. Questa geografia formativa evidenzia come gli ITS agroalimentari:

- siano distribuiti in modo coerente con le vocazioni produttive regionali;
- contribuiscano a creare **competenze specifiche per le filiere territoriali**;
- rappresentino un **presidio di innovazione** per le PMI, che possono attingere a tecnici formati esattamente sulle necessità delle filiere locali;
- facilitino la cooperazione fra imprese, enti di ricerca e sistemi formativi regionali;
- rappresentino un presidio di innovazione per le PMI, che possono disporre di tecnici formati in relazione alle esigenze specifiche delle filiere locali;
- favoriscano la cooperazione tra imprese, enti di ricerca e sistemi formativi regionali.

Implicazioni per la formazione e per il settore agroalimentare

Le PMI rappresentano la componente prevalente del sistema agroalimentare in tutte le fasi della filiera: dalla produzione agricola alla trasformazione, dalla logistica alla distribuzione, fino ai servizi. Per queste realtà, spesso sprovviste di strutture interne per ricerca, qualità o innovazione, gli ITS *Academy* rappresentano un *partner* formativo ideale grazie:

- a **tecnici**, formati con almeno il 30% delle ore in laboratorio e il 50% dei docenti provenienti dal mondo del lavoro;
- al **raccordo diretto con le imprese**, che partecipano alla progettazione dei *curricula*;
- a **competenze specialistiche** su sicurezza alimentare, controlli di processo, digitalizzazione delle linee, sensoristica, logistica, normativa, economia circolare;
- alla **capacità di trasferire** nelle aziende temi emergenti come tracciabilità digitale, sostenibilità, *package innovation*, *Lean & Quality management*.

La caratteristica chiave del modello ITS è la **coerenza strutturale con i fabbisogni delle filiere locali**.

L'espansione del sistema ITS *Academy*, accompagnata dall'ingresso dei nuovi laboratori finanziati dal PNRR e dall'implementazione del modello 4+2, è destinata a rafforzare ulteriormente il ruolo degli ITS come **strumento per la competitività agroalimentare**. In questo scenario, gli ITS agroalimentari potranno consolidarsi come:

- **hub territoriali di innovazione**, connessi con imprese, distretti e università;
- **presidi di competenze** per sostenere la transizione digitale e sostenibile delle PMI;



- **infrastrutture formative permanenti**, capaci di rispondere al fabbisogno di tecnici specializzati in un comparto storicamente trainante per l'economia nazionale.

Il potenziamento degli ITS *Academy* non riguarda solo la formazione, ma contribuisce a definire una **nuova architettura del capitale umano** per l'agroalimentare italiano: potenzialmente più qualificato, più connesso alle imprese, più adatto a interpretare le trasformazioni tecnologiche e ambientali che stanno ridisegnando il futuro del cibo.

Le imprese, di qualsiasi dimensione, possono partecipare alla vita degli ITS in diversi modi:

- in qualità di membri della Fondazione con il compito di partecipare alle attività istituzionali e di programmazione, di indirizzo tecnico-scientifico, oltre che di rafforzamento delle azioni per la propria sostenibilità aziendale;
- in qualità di *stakeholder* con la possibilità di supportare la progettazione formativa, erogare attività didattica e accogliere studenti e studentesse, opportunamente selezionati, sia durante le attività di *stage* (1.000 ore nell'arco del biennio, totalmente gratuito), sia al termine dell'iter formativo attraverso percorsi di inserimento facilitati e supportati dalla Fondazione ITS;
- promuovendo e sviluppando iniziative specifiche di ricerca, concordando con le Fondazioni sia le eventuali modalità di utilizzo dei laboratori che la partecipazione a progetti di ricerca nei diversi settori di riferimento.

