WP1

D.1.1.1 Report tematico sul potenziale transfrontaliero per l'innovazione biotecnologica

Tematsko poročilo o čezmejnem potencialu za biotehnološke inovacije

WP	WP1 – Raccolta dati, networking e gestione e valutazione della qualità / Zbiranje podatkov, mreženje ter upravljanje in ocenjevanje kakovosti
Attività / Aktivnost	1.1 MAPPATURA E COLLEZIONE DEI DATI / ZBIRANJE PODATKOV IN KARTIRANJE
Partner responsabili / odgovorni partnerji	Fondazione Agrifood & Bioeconomy FVG (FAB FVG) ZRS Koper
Periodo di consegna / obdobje dostave	2
Lingua / Jezik	ITA / SLO

Titolo del conseguimento/ Naziv dosežka	Pacchetto di lavoro/ Delovni paket	Versione/ Verzija	Data/ Datum	Contributore / Dosežek pripravil:	Commento/ Opomba
D1.1.1	1	V0.1	31/01/2025	FAB FVG ZRS Koper	draft
D1.1.1	1	V0.2	28/02/2025	FAB FVG ZRS Koper	final

INDICE DEI CONTENUTI

1. Sintesi del progetto
2. Applicazione delle biotecnologie alle filiere agroalimentari e opportunità legate all'innovazione biotecnologica
    2.1 Definizione e classificazione delle biotecnologie
    2.2 L'importanza delle biotecnologie
3. Biotecnologie disponibili nell'area di programma per l'innovazione della filiera agroalimentare
    3.1 Friuli Venezia Giulia e Veneto rispetto al contesto nazionale italiano
    3.2 Friuli Venezia Giulia
    3.3 Veneto
    3.4 Slovenia
4. Caso studio: estrazione di principi attivi dalla vite e dall'olivo
5. Caso studio: colture cellulari vegetali e sostenibilità
6. Conclusioni
7. Bibliografia

ALLEGATI

1. Sintesi del progetto

BioTech2Agri si concentra sul potenziamento dell'innovazione e della competitività nel settore agroalimentare tramite l'utilizzo di soluzioni biotecnologiche.

Il progetto promuove la cooperazione transfrontaliera tra Italia e Slovenia, con l'obiettivo di aumentare il valore aggiunto delle filiere agroalimentari italo-slovene, consentendo lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi, migliorando la sostenibilità e favorendo un uso più efficiente delle risorse naturali.

In particolare, BioTech2Agri prevede la mappatura delle biotecnologie applicabili in ambito agrifood disponibili nell'area transfrontaliera, allo scopo di poter fornire un supporto qualificato alle aziende per l'introduzione di soluzioni biotech per applicazioni in vari ambiti (food, feed, nutraceutica, cosmetica, etc.).

Al contempo il progetto vuole animare una rete di attori dell'economia della conoscenza presenti ai due lati del confine, creando un ecosistema dell'innovazione biotech.

Si prevede di fornire un concreto sostegno alle imprese attraverso la pubblicazione di una Open call dedicata, che consentirà a ciascun caso selezionato di valutare la percorribilità tecnica e la sostenibilità economica di percorsi di sviluppo basati sull'impiego di biotecnologie. Questo schema modulare di supporto sarà denominato meccanismo "Innovation Coins" e verrà realizzato dai partner, mettendo a sistema le rispettive competenze complementari.

Il deliverable 1.1.1 "Report tematico sul potenziale transfrontaliero per l'innovazione biotecnologica" supporta la prima fase di attuazione progettuale, fornendo un quadro completo e ragionato sul potenziale dell'ecosistema produttivo e della ricerca tra Slovenia, FVG e Veneto per contribuire all'assorbimento dell'innovazione biotech da parte delle filiere agroalimentari.

2. Applicazione delle biotecnologie alle filiere agroalimentari e opportunità legate all'innovazione biotecnologica

2.1 Definizione e classificazione delle biotecnologie

La biotecnologia è nata dal campo tedesco della zimotecnologia, che ha avuto inizio con la ricerca di una migliore comprensione della fermentazione industriale, partendo dai noti processi di fermentazione nella produzione di alimenti e bevande. L'industria della zimotecnologia ha avuto un'impennata durante la Prima Guerra Mondiale, con l'aumento della domanda di prodotti come mangimi per animali e acido lattico, un sostituto del fluido idraulico. Altri traguardi nella storia della biotecnologia includono la produzione su larga scala di penicillina negli anni '40, utilizzando un processo di fermentazione sviluppato in America.

Dal 1945 in poi, il campo della biotecnologia si è concentrato sull'uso dell'ingegneria genetica e sulla creazione di nuovi medicinali come i vaccini e la produzione su larga scala di altri, come l'insulina. Nel 1994, negli Stati Uniti sono stati introdotti per la prima volta i coltivatori geneticamente modificati. Attualmente, ci sono 13 colture con varietà GM disponibili commercialmente in tutto il mondo. L'industria biotecnologica ha mostrato una rapida crescita dal 1970 e il mercato globale della biotecnologia è attualmente valutato a 752,8 miliardi di dollari. Le aziende biotech globali hanno raggiunto un valore complessivo di 2,0 trilioni di dollari (Inpart, 2023).

Il termine "biotecnologia" combina i sostantivi "**biologia**" e "**tecnologia**", dove il primo si riferisce allo studio e alla comprensione (logos) degli organismi viventi (bios), e il secondo (technè) riguarda l'applicazione e l'uso degli strumenti tecnici.

Il termine è apparso per la prima volta in un libro di testo nel 1919, quando l'ingegnere ungherese Károly Ereky utilizzò il termine "biotecnologia" per riferirsi alla lavorazione dei prodotti agricoli per il mangime animale (Ereky, 1919).

Tra le prime definizioni ufficiali c'è quella della Federazione Europea di Biotecnologia nel 1982, che descrive la biotecnologia come "*l'uso integrato della biochimica, microbiologia e scienze ingegneristiche al fine di ottenere l'applicazione tecnologica (industriale) delle capacità di microrganismi, cellule di tessuti coltivati e loro parti*" (Bull et al., 1982).

Tra le molte definizioni successive, la più moderna e completa oggi è quella inclusa nella Convenzione sulla Diversità Biologica (CBD). La CBD (adottata nel 1992 ed entrata in vigore nel dicembre 1993) ha definito la biotecnologia come "*qualsiasi applicazione tecnologica che utilizza*

sistemi biologici, organismi viventi o derivati di essi, per produrre o modificare prodotti o processi per usi specifici".

La biotecnologia implica "*la manipolazione (come attraverso l'ingegneria genetica) degli organismi viventi o delle loro componenti per produrre prodotti utili, di solito commerciali (come colture resistenti ai parassiti, nuove ceppi batterici o farmaci innovativi)*" (Merriam-Webster, 2016).

Gli elementi chiave sono di seguito riportati.

• **Fondamenti biologici**: sfrutta cellule, enzimi, DNA e altre biomolecole.
• **Strumenti tecnologici**: tecniche come l'editing genetico (ad esempio, CRISPR), la bioinformatica e la tecnologia del DNA ricombinante sono centrali.
• **Alcune possibili applicazioni**: includono lo sviluppo di farmaci, organismi geneticamente modificati (OGM), biocarburanti, cibo e mangimi, e materiali biodegradabili.

Si fa una distinzione tra biotecnologie tradizionali (o convenzionali) e biotecnologie innovative (o avanzate).

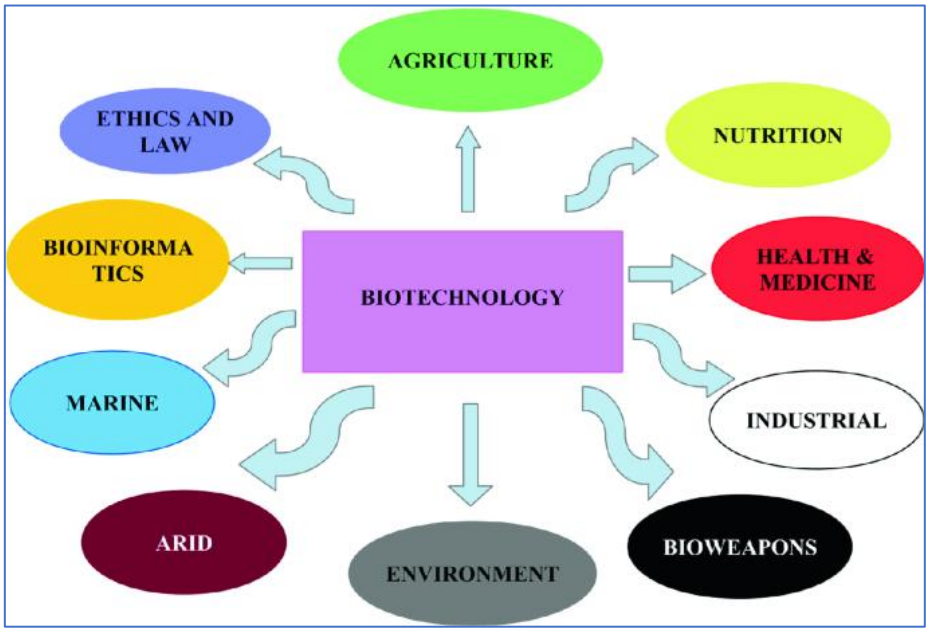
Le **biotecnologie tradizionali** si concentrano sulle scoperte, mentre le biotecnologie innovative riguardano invenzioni e la creazione di strumenti e oggetti che non esistevano in precedenza. Le biotecnologie tradizionali comprendono tutte le tecnologie di produzione utilizzate per millenni, in particolare quelle che coinvolgono l'uso di organismi viventi come batteri, lieviti, cellule vegetali o cellule animali. Esempi di biotecnologie tradizionali includono il latte trasformato in formaggio e il succo d'uva trasformato in vino. Il loro utilizzo risale a tempi in cui non c'era conoscenza della biologia o della biotecnologia. Nel mezzo del XIX secolo, il chimico e biologo francese Louis Pasteur scoprì le cause della fermentazione e identificò i batteri e i lieviti responsabili di certi processi nella trasformazione delle sostanze alimentari, rendendo possibile la produzione metodologica standardizzata di birra, vino e aceto.

Le **biotecnologie innovative**, d'altra parte, si basano su scoperte moderne nell'ingegneria genetica e nella biologia molecolare. L'emergere delle tecnologie del DNA ricombinante, comunemente note come ingegneria genetica, rappresenta un punto di svolta significativo tra le biotecnologie tradizionali e quelle moderne. La nascita dell'ingegneria genetica è un sviluppo relativamente recente e segna una chiara distinzione tra biotecnologie tradizionali e innovative. Le biotecnologie innovative sono definite dalla modifica precisa delle attività degli organismi attraverso alterazioni del loro patrimonio genetico. La loro ampia gamma di applicazioni può essere suddivisa, secondo l'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), in quattro macro-aree: farmacologia, medicina e diagnostica; agricoltura, medicina veterinaria e zootecnia; bioindustria; ambiente. Le biotecnologie innovative risalgono alla metà del XX secolo, quando nel 1928, il medico britannico Frederick Griffith, durante un esperimento con un vaccino contro lo streptococco responsabile della polmonite, osservò che questi

microrganismi potevano acquisire e conservare materiale ereditario da altri batteri e trasformarsi. Da quel momento, i ricercatori di tutto il mondo lavorarono per identificare la base di questo fattore trasformante. Griffith è considerato il padre dell'ingegneria genetica. Un scienziato di grande intuizione, non poteva sapere all'epoca che questo materiale ereditario era, in effetti, il DNA. La scoperta effettiva avvenne nel 1944, e nel 1953 fu scoperta la struttura del DNA e il suo meccanismo di replicazione.

Mentre l'OCSE identifica quattro macro-aree per le biotecnologie innovative, i settori di applicazione sono numerosi. **I diversi campi applicativi della biotecnologia possono essere classificati per colori**. Kafarski (2012) ha introdotto un sistema a colori per distinguere le aree principali della biotecnologia (Figura 1).

Figura 1: Le aree e i colori delle biotecnologie



Fonte: Verna and Ravichandran, 2020

Verde - Biotecnologia Agricola

La biotecnologia verde si concentra sul miglioramento della produttività agricola e sulla sostenibilità, sviluppando piante con maggiore fertilità, resistenza a stress biotici e abiotici e promuovendo l'uso di fertilizzanti ecocompatibili e bio-pesticidi. Le tecnologie chiave includono:

• **Coltivazione di cellule e tessuti vegetali e micropropagazione**: consente la produzione rapida di piante uniformi e sane.

• **Ingegneria molecolare**: utilizzata per la selezione e lo sviluppo di piante (e, in misura minore, animali) con specifiche proprietà desiderabili, inclusi gli organismi geneticamente modificati (OGM).

• **Selezione assistita da marcatori (MAS):** strumenti come marcatori molecolari e impronte genetiche del DNA permettono la mappatura di migliaia di geni, consentendo agli allevatori di piante di esaminare efficientemente grandi popolazioni per identificare individui che possiedono caratteristiche desiderabili.

• **Riproduzione inversa e haploidi doppiati**: metodi che permettono la produzione efficiente di piante omozigoti da una pianta eterozigote di partenza, garantendo il mantenimento di tutte le caratteristiche desiderabili.

Giallo - Biotecnologia per il settore food

La biotecnologia gialla, uno dei rami più antichi, si concentra sulla produzione di alimenti per esseri umani e animali. Originaria dalle **tecniche di fermentazione** primitive come la produzione di pane, birra e formaggio, oggi mira a migliorare la qualità del cibo aumentando il valore nutrizionale, eliminando gli allergeni e fortificando gli alimenti con additivi salutari. Gli alimenti funzionali, o nutraceutici, giocano un ruolo significativo nella prevenzione delle malattie, supportando sistemi biologici chiave come il tratto gastrointestinale, il sistema circolatorio e il sistema immunitario. Questi progressi riflettono l'integrazione delle pratiche tradizionali con le **moderne tecnologie enzimatiche, microbiche e genetiche**.

Rosso - Biotecnologia Medica e Farmaceutica

La biotecnologia rossa si concentra sul miglioramento della salute umana attraverso la produzione di vaccini, antibiotici, terapie rigenerative, organi artificiali e diagnostiche avanzate, tutte basate sulla **biologia molecolare**. Gli esempi includono:

• Pomodori protettivi contro il cancro con elevati livelli di antociani.

• Lattuga che somministra vaccini contro l'epatite.

• Farmaci derivati da animali transgenici, come l'antitrombina III (capre), fattori del sangue ricombinanti per emofilia (pecore) e α1-antitripsina per il trattamento dell'enfisema (pecore e capre).

Sebbene le terapie genetiche rimangano sperimentali a causa di risultati misti, si prevede che la diagnostica guiderà i progressi medici, con sviluppi nelle diagnosi molecolari, nelle tecnologie

"-omiche" (genomica, proteomica, metabolomica), nelle matrici di anticorpi e nei sistemi miniaturizzati lab-on-a-chip.

Bianca - Biotecnologia Industriale

La biotecnologia bianca applica la **biocatalisi** ai processi industriali, offrendo alternative sostenibili alle tecnologie tradizionali. Viene utilizzata in vari settori, tra cui chimico, farmaceutico, cosmetico, tessile, alimentare e dell'energia. Le aree chiave includono:

• Sostituire i processi classici con processi biocatalitici per produrre prodotti chimici fini, farmaceutici e additivi alimentari.

• Sviluppare polimeri biodegradabili e polimeri speciali "intelligenti".

• Produrre biocarburanti utilizzando risorse rinnovabili o microrganismi fotosintetici, inclusi quelli geneticamente modificati.

• Fabbricare enzimi industriali e microrganismi.

Le biorefinery, ispirate alle raffinerie di petrolio, trasformano la biomassa in biocarburanti, prodotti chimici ed energia, evidenziando il ruolo della biotecnologia bianca nella sostenibilità e nella chimica verde.

Nera - Bioterrorismo e Armi Biologiche

DaSilva, nel suo lavoro pubblicato nel 1999, definisce la guerra biologica come "l'uso intenzionale di microrganismi e tossine, generalmente di origine microbica, vegetale o animale, per produrre malattia e morte in esseri umani, bestiame e colture" (DaSilva, 1999). Usate fin dai tempi antichi, le armi biologiche hanno avuto effetti devastanti sulle popolazioni e sulla geopolitica, rendendo questa un'applicazione della biotecnologia altamente controversa e pericolosa.

Grigia - Biotecnologia Ambientale

La biotecnologia grigia si concentra sulla protezione e il restauro ambientale utilizzando **sistemi biologici per affrontare inquinamento e rifiuti**. Le applicazioni includono (Adepoju et al., 2019):

• Bioremediation: l'uso di microrganismi per pulire il suolo, l'acqua e l'aria contaminati.

• Fitoremediation: l'uso di piante per assorbire e neutralizzare gli inquinanti.

• Conservazione della biodiversità e ecologia microbica: studio delle interazioni tra microrganismi per ripristinare gli ecosistemi e gestire l'inquinamento.

Marrone - Biotecnologia per il Deserto e le Regiono Aride

La biotecnologia marrone affronta le sfide agricole nelle regioni aride e desertiche, in particolare in aree con risorse scarse come l'Africa. Utilizza la **tecnologia OGM** per migliorare i raccolti, sviluppare l'agricoltura salina e ottimizzare l'uso di acqua e acque reflue. Un esempio notevole è il progetto di Magnus Larson per combattere la desertificazione nel Sahara utilizzando il batterio Bacillus pasteurii per stabilizzare le dune di sabbia, formando una barriera di 6.000 chilometri contro l'espansione del deserto.

Blu - Biotecnologia Marina

La **biotecnologia blu** sfrutta le risorse oceaniche e marine per applicazioni industriali, mediche e di ricerca, beneficiando della biodiversità degli ambienti acquatici. Le aree chiave includono:

• Produzione di materiali derivati dal mare come idrocolloidi e agenti gelificanti per alimenti, salute e cosmetici.

• Sviluppo di biocarburanti di nuova generazione utilizzando microalghe fotosintetiche, che possono sostituire i carburanti convenzionali (benzina, diesel, carburante per aerei).

• Isolamento di molecole derivate dal mare utilizzate come marcatori molecolari e composti enzimi attivi per diagnosi, terapie e studi scientifici.

Oro - Bioinformatica e Nano-Biotecnologia

La biotecnologia oro integra **bioinformatica, nanotecnologia e informatica**. Si concentra sulla creazione e manutenzione di database biologici, sulla manipolazione dei processi biologici a livello sub-microscopico e sul supporto a settori specializzati come (Kanwugu et al., 2018):

• Genomica, proteomica e trascrittomica.

• Scoperta e sviluppo di farmaci.

• Avanzamenti agricoli.

• Applicazioni ambientali come la pulizia dei rifiuti.

Viola - Biotecnologia Etica, Legale e Filosofica

La biotecnologia viola affronta i **dilemmi etici, legali e morali sollevati dai progressi biotecnologici**, in particolare riguardo alla brevettabilità delle invenzioni. Questi problemi hanno suscitato dibattiti tra eticisti, gruppi religiosi e il pubblico, portando alla creazione di

piattaforme di dialogo. La biotecnologia viola è emersa nel 1980 quando la Corte Suprema degli Stati Uniti ha stabilito che i microrganismi geneticamente modificati potevano essere brevettati, segnando un punto di svolta nella regolamentazione e nell'etica della biotecnologia (Kafarski, 2012).

2.2 L'importanza delle biotecnologie

La biotecnologia è di grande rilevanza perché affronta sfide globali critiche e migliora vari aspetti della vita sfruttando il potere dei sistemi biologici. La sua importanza si estende su più settori, tra cui salute, agricoltura, industria e ambiente. La Tabella 1 fornisce una panoramica completa delle principali applicazioni in riferimento alle sfide globali critiche.

Tabella 1: Sfide globali e applicazioni

Sfide globali	Applicazioni
Sfide sanitarie globali	**Trattamento e prevenzione delle malattie**. La biotecnologia ha rivoluzionato la medicina con innovazioni come i vaccini, le terapie mirate e gli strumenti diagnostici. Ad esempio, la tecnologia mRNA ha svolto un ruolo cruciale nello sviluppo rapido dei vaccini contro il COVID-19. **Medicina personalizzata**. I progressi nell'editing genetico e nella genomica consentono trattamenti personalizzati in base al patrimonio genetico di un individuo, migliorando l'efficacia e riducendo gli effetti collaterali. **Lotta contro le malattie rare**. La biotecnologia fornisce strumenti per affrontare malattie che prima erano incurabili, grazie alla terapia genica e ai farmaci orfani.
Rafforzamento della sicurezza alimentare	**Maggiori rese agricole.** Le colture biotecnologiche sono progettate per una maggiore produttività, resistenza ai parassiti e adattabilità ai cambiamenti climatici. **Miglioramenti nutrizionali.** La biofortificazione (ad esempio, il Riso Dorato) affronta le carenze nutrizionali nei paesi in via di sviluppo**.** **Agricoltura sostenibile.** La biotecnologia riduce la necessità di fertilizzanti chimici e pesticidi, promuovendo pratiche agricole ecologiche.
Promozione della sostenibilità	**Energia rinnovabile.** Le innovazioni biotecnologiche, come i biocarburanti e le celle a combustibile microbiche, offrono alternative ai combustibili fossili, contribuendo a un mix energetico più ecologico**.** **Materiali biodegradabili.** La biotecnologia consente la produzione di materiali ecologici come i bioplastiche, riducendo l'inquinamento da plastica.

Sfide globali	Applicazioni
	Bonifica ambientale. Le tecnologie di bioremediazione utilizzano microrganismi per ripulire le fuoriuscite di petrolio, degradare i rifiuti di plastica e disintossicare gli ambienti inquinati.
Combattere il cambiamento climatico	**Sequestro del carbonio.** Microrganismi e alghe ingegnerizzati possono catturare e immagazzinare il diossido di carbonio dall'atmosfera. **Colture resistenti.** Le soluzioni biotecnologiche rendono le piante più resistenti alla siccità, alle inondazioni e alle temperature estreme, garantendo la produzione di cibo in un clima che cambia. **Valorizzazione dei rifiuti.** La conversione dei rifiuti agricoli e industriali in prodotti preziosi supporta i principi dell'economia circolare
Rivoluzionare l'industria	**Produzione efficiente.** La biotecnologia industriale consente la produzione di prodotti chimici, enzimi e materiali attraverso processi ecologici ed economici. **Biologia sintetica.** La progettazione di sistemi biologici personalizzati supporta le scoperte in settori come medicina, energia e scienza dei materiali.
Promozione del progresso scientifico	**Progressi nella ricerca.** La biotecnologia guida la ricerca all'avanguardia in genetica, biologia molecolare e biologia sintetica, approfondendo la nostra comprensione della vita. **Impatto interdisciplinare.** Stimola l'innovazione in settori come l'intelligenza artificiale, la scienza dei dati e la nanotecnologia.
Soddisfacimento delle sfide sociali	**Invecchiamento della popolazione.** La biotecnologia sviluppa soluzioni per le condizioni legate all'età, come il morbo di Alzheimer e l'osteoporosi. **Disuguaglianze globali.** Gli strumenti biotecnologici accessibili possono fornire alle regioni a basso reddito l'accesso a medicinali, acqua potabile e fonti alimentari sostenibili.

Fonte: Autori vari, 2020

Per quanto riguarda il progetto Biotech2Agri, l'obiettivo si concentra sulle applicazioni della biotecnologia nei settori alimentare, mangimi, nutraceutico, agritech e cosmetico. Le sezioni seguenti forniranno un focus dettagliato su ciascun campo di applicazione.

Biotecnologie per l'alimentare, la nutraceutica e la mangimistica

Le opportunità legate alle innovazioni biotecnologiche sono ampie. L'aumento dell'uso di risorse sostenibili e le avanzate tecnologie aprono la strada allo sviluppo di processi produttivi più ecologici che non solo migliorano la qualità dei prodotti, ma riducono anche i costi di produzione (Sharma et al., 2020). Ciò consente di essere competitivi sul mercato globale e stimola lo sviluppo di nuovi prodotti o il miglioramento di quelli esistenti, che rispondono alle mutevoli esigenze dei consumatori. Le innovazioni biotecnologiche contribuiscono così non solo al progresso del settore agroalimentare, ma anche al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità (Santos et al., 2020).

- **Settore alimentare**

La trasformazione degli alimenti per via fermentativa è il più antico processo biotecnologico utilizzato per la conservazione di alimenti e bevande nel quale l'attività microbica svolge il ruolo chiave.

La fermentazione in ambito alimentare è un processo biochimico nel quale gli enzimi prodotti da specifici microrganismi (quali lattobacilli, lieviti e muffe), in assenza di ossigeno, scompongono e trasformano le molecole organiche dei nutrienti contenuti nelle materie prime di partenza ottenendo composti quali acidi, alcool e sostanze aromatiche.

I metodi di fermentazione vengono utilizzati da millenni per produrre alimenti: nei secoli le colture microbiche sono state impiegate per creare alimenti e bevande alcoliche che vanno dallo yogurt alla birra, dall'aceto all'idromele fino al tempeh.

Ai giorni nostri le tecniche di fermentazione possono essere suddivise in 3 categorie:

1. Fermentazione tradizionale: utilizzata da millenni nella produzione alimentare, sfrutta la coltura microbica per conservare gli alimenti, creare bevande alcoliche e migliorare il valore nutrizionale e la biodisponibilità di alimenti.

2. Fermentazione delle biomasse: utilizza l'alto contenuto proteico e la crescita rapida di microrganismi per produrre in modo efficiente grandi quantità di alimenti ricchi di proteine.

3. Fermentazione di precisione: un'applicazione che utilizza microrganismi come batteri, lieviti o funghi per produrre ingredienti funzionali specifici.

Oggi, a fianco ai metodi tradizionali, le biotecnologie moderne stanno ulteriormente espandendo le possibilità offerte dai processi di fermentazione, con particolare attenzione all'estrazione e purificazione di composti bioattivi.

L'utilizzo delle biotecnologie ha consentito lo sviluppo di nuovi metodi per migliorare il sapore, la consistenza, la conservabilità e il valore nutrizionale degli alimenti; la fermentazione con batteri selezionati permette ad esempio di aumentare il contenuto di vitamine e di altre sostanze bioattive negli alimenti (Martínez-Villaluenga et al., 2019).

Le tecniche di fermentazione svolgono anche un ruolo centrale nell'affrontare uno dei problemi più pressanti e urgenti del nostro tempo: l'enorme quantità di sottoprodotti generati quotidianamente dalle filiere agroalimentari.

Infine altre moderne tecniche di biotecnologia come l'ingegneria genetica e la biologia molecolare sono utilizzate per modificare piante, animali e microrganismi con il fine ultimo di migliorare la qualità e la quantità di cibo disponibile per la popolazione globale.

Nuovi metodi di conservazione

Nelle filiere agroalimentari, la biotecnologia viene frequentemente utilizzata per sviluppare metodi di fermentazione innovativi utilizzati per estendere la durata di conservazione dei prodotti.

La conservazione degli alimenti è il processo di fermare o inibire il deterioramento degli alimenti, prevenendo le malattie alimentari, mantenendo intatti il valore nutrizionale, il sapore e la consistenza degli alimenti. La conservazione alimentare svolge un ruolo vitale nella sicurezza e nella qualità del cibo. Le tecniche di conservazione alimentare sono anche utili per soddisfare la domanda globale di cibo, poiché offrono la possibilità di conservare il cibo per lunghi periodi.

Le tecniche come la salatura, l'essicazione e la fermentazione sono state utilizzate dai nostri antenati fin dagli albori dell'umanità per aumentare la durata degli alimenti crudi.

Ai giorni nostri, tecniche antiche e tecniche moderne, come l'asciugatura, il congelamento, la pastorizzazione da un lato e la bio-conservazione e la nano-incapsulazione dall'altro, vengono utilizzate per fermare o rallentare la distruzione chimica e biochimica degli alimenti.

I bio-conservanti vengono comunemente usati per soddisfare la domanda di conservazione degli alimenti, in sostituzione ai conservanti chimici. La biotecnologia ha infatti introdotto metodi innovativi di conservazione degli alimenti, come l'uso di enzimi e microrganismi per estendere naturalmente la durata di conservazione dei prodotti alimentari, senza la necessità di conservanti artificiali.

Gli antimicrobici naturali vengono estratti ed isolati come metaboliti secondari di piante, animali e microrganismi. Le piante, in particolare le erbe e le spezie, sono fra le principali fonti di antimicrobici naturali; inoltre i microrganismi usati nella fermentazione alimentare

producono anche diversi metaboliti antimicrobici, tra cui acidi organici, perossido di idrogeno, e diacetile, oltre alle batteriocine (Teshome et al., 2022).

La nanotecnologia aiuta nella lavorazione degli alimenti con agenti antiagglomeranti (migliorano la consistenza), agenti gelificanti (migliorano la texture del cibo) e nano-carrier (proteggono il sapore, l'aroma e altri ingredienti nel cibo) (Singh et al., 2017).

Novel foods

Vista la crescita della popolazione globale e l'intensificarsi della crisi ecologica, la biotecnologia viene utilizzata per creare alternative alimentari sostenibili, fonti proteiche alternative alla carne e altre soluzioni valide per ridurre l'impatto ambientale della produzione tradizionale di carne.

Proprio l'interesse crescente verso sistemi alimentari sostenibili ha messo in campo nuovi approcci per coltivare, fermentare, coltivare in laboratorio e sintetizzare nuovi ingredienti e prodotti alimentari.

I progressi nella tecnologia agricola e l'intensificazione dell'allevamento animale hanno reso la produzione di carne più economica, rendendola accessibile e conveniente nei paesi sviluppati, ma questo progresso ha comportato anche una serie di svantaggi ai quali ricercatori e leader dell'industria stanno rispondendo attraverso l'utilizzo delle biotecnologie come colture cellulari vegetali e animali offrendo alternative più sostenibili ed etiche per il futuro del cibo (Rubio et al., 2020); ci si sta inoltre concentrando sul miglioramento delle qualità sensoriali della carne vegetale.

Valorizzazione di scarti e sottoprodotti alimentari

La maggior parte degli scarti e sottoprodotti dalle filiere alimentare ed agricola contengono un alto contenuto di proteine, carboidrati e grassi, utilizzabili come ambiente di coltura per vari microrganismi.

Secondo il rapporto dell'EU food Loss and Waste Prevention Hub nel 2021 nell'Unione Europea l'industria alimentare è stata responsabile del 21,4% degli sprechi nel settore Food.

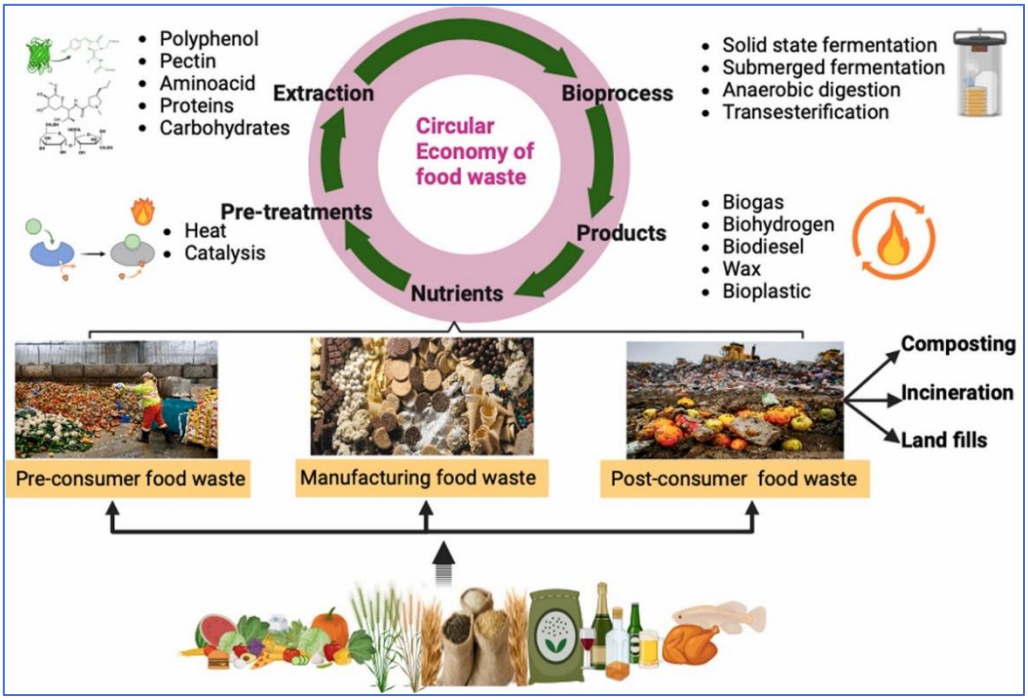
Una gestione inadeguata degli sprechi alimentari danneggia l'ambiente attraverso le emissioni di gas serra (GHG), il rilascio di metano durante la decomposizione nelle discariche e contribuisce alla contaminazione e scarsità di acqua, sprecando annualmente 250 miliardi di litri d'acqua. Studi suggeriscono che gli sprechi alimentari siano responsabili del 6,8% delle emissioni di GHG.

Al contrario, la valorizzazione di scarti e sottoprodotti alimentari ha numerose potenziali applicazioni, come mostrato nella Figura 2. Il futuro della valorizzazione dei sottoprodotti è

pronto per significativi progressi grazie anche all'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale: approcci basati su CRISPR e nanotecnologia possono migliorare sia l'efficienza che la sostenibilità.

La crescita delle Bio-Raffinerie e delle piattaforme integrate consentirà la produzione simultanea di diversi prodotti bio-based a partire dai sottoprodotti della filiera agricola e alimentare, ottimizzando l'uso delle risorse e riducendo al minimo gli sprechi.

Figura 2: Utilizzi degli scarti alimentari



La ricerca nell'ambito degli scarti e dei sottoprodotti della filiera alimentare ha molteplici applicazioni; per quanto riguarda ad esempio la filiera del caffè, Castaldo et al. (2018) hanno analizzato la caratterizzazione metabolomica e le proprietà della buccia di caffè derivante dalla torrefazione, mentre Castaldo et al. (2021) hanno esplorato il potenziale riutilizzo dei fondi di caffè per produrre biscotti innovativi con proprietà salutistiche.

Più recentemente, i sottoprodotti della filiera dell'olio d'oliva sono stati utilizzati per la preparazione di alimenti funzionali, portando alla progettazione e produzione pilota di pâté d'oliva innovativi con proprietà salutistiche o per ottenere sottoprodotti potenzialmente più salutari.

Studi sulla bioaccessibilità e biodisponibilità, così come la valutazione delle attività antiossidanti e biochimiche dei baccelli di pisello, tradizionalmente utilizzati come ingredienti a basso valore gastronomico, hanno trasformato questo sottoprodotto in una fonte di molecole funzionali di grande interesse per il settore nutraceutico.

Il cavolo rosso, con la sua ricchezza di molecole nutraceutiche, si è rivelato utile per progettare nuovi integratori destinati agli atleti. Il regno vegetale offre ulteriori spunti, fra i quali ad esempio la filiera del finocchio e la possibilità di riutilizzare gli scarti derivanti dalla lavorazione dei bulbi, che rappresentano oltre il 50% dei volumi lavorati, per formulare nuovi alimenti nutraceutici e bevande funzionali.

- **Nutraceutica**

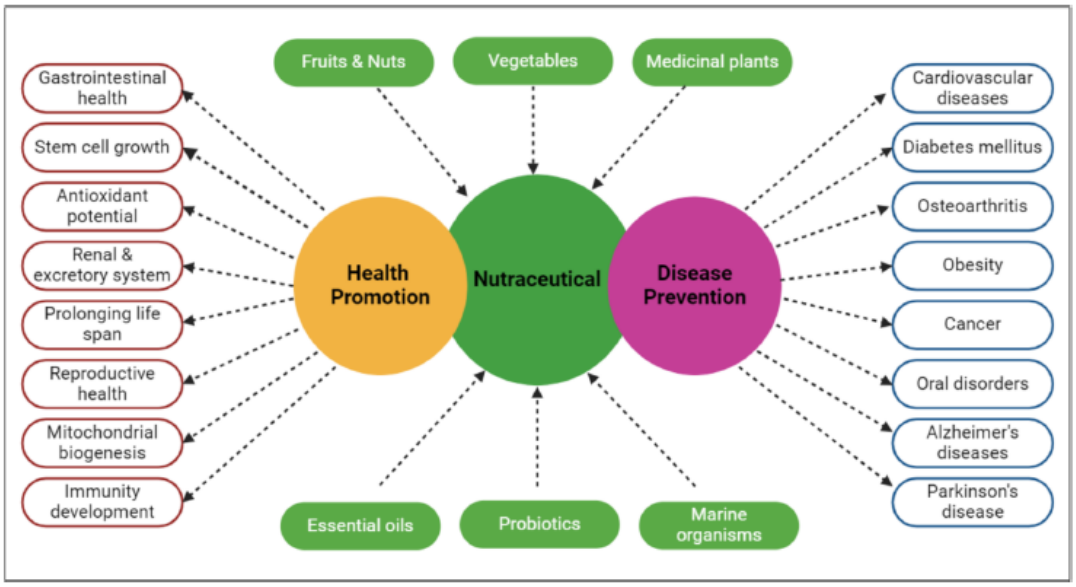
I metodi di fermentazione biotecnologica sono spesso utilizzati anche per produrre alimenti funzionali, come i probiotici: i processi biotecnologici consentono la crescita selettiva di microrganismi che influenzano positivamente il microbiota intestinale e la salute generale delle persone (Parvez et al., 2017).

In questo contesto, nel 1989, Stephen De Felice coniò il termine "Nutraceutico" per descrivere come la nutrizione possa essere utilizzata per la prevenzione delle malattie (DeFelice, 1995).

Infatti se un alimento apporta benefici fisiologici dimostrati o protegge contro le malattie croniche, può essere chiamato nutraceutico.

Alimenti o additivi alimentari che integrano la dieta e forniscono benefici per la salute sono noti popolarmente come nutraceutici, alimenti funzionali e integratori alimentari. I prodotti nutraceutici possono contenere sostanze che tradizionalmente non sono consumate come cibo, ma che possono avere un beneficio fisiologico positivo collocandoli in una posizione intermedia tra il cibo e i farmaci (Figura 3).

Figura 3: Ruolo della nutraceutica nella prevenzione delle malattie e nella promozione del benessere



Ci sono lievi differenze tra le definizioni di alimenti nutraceutici, alimenti funzionali e integratori alimentari.

Gli **alimenti funzionali** sono definiti come alimenti preparati utilizzando conoscenze scientifiche e che forniscono al corpo la quantità necessaria di vitamine, proteine, carboidrati, minerali, grassi, ecc., per la sua sopravvivenza sana (El Sohaimy, 2012). A differenza degli alimenti convenzionali, gli alimenti funzionali si distinguono per la loro capacità intrinseca di andare oltre la semplice fornitura di nutrimento di base e che contribuiscono attivamente a promuovere e preservare la salute (Harford et al., 2011).
L'uso di specifici principi attivi estratti dalle piante consente la produzione di alimenti funzionali che influenzano positivamente la salute dei consumatori, riducendo al contempo la necessità di conservanti artificiali (Zhang et al., 2021)

Il concetto di alimenti funzionali si è evoluto considerevolmente, enfatizzando il ruolo della dieta nel migliorare la salute e il benessere. Gli alimenti funzionali coprono un ampio spettro, inclusi cereali, legumi, semi oleosi, verdure, frutta, prodotti lattiero-caseari, bevande, pesci, erbe e spezie, ognuno dei quali offre proprietà uniche di promozione della salute (Vignesh et al., 2024).

In questo campo la biotecnologia ha consentito la creazione di alimenti funzionali che offrono benefici per la salute oltre che alla nutrizione di base. Esempi includono alimenti arricchiti con probiotici per migliorare la salute dell'apparato digerente o alimenti fortificati con vitamine e minerali per curare carenze nutrizionali; i probiotici, sono microrganismi vivi che offrono benefici per la salute e hanno dimostrato efficacia nel modificare la composizione e la funzione del microbiota intestinale (Obayomi et al., 2024).

Ci sono inoltre i prebiotici, che sono fibre indigeribili che promuovono specificamente la crescita e l'attività di batteri benefici della flora intestinale.
In ambito vegetale i tocoferoli (vitamine E), i carotenoidi, i polifenoli e i fitosteroli vengono estratti da frutta e verdura ed utilizzati per arricchire alimenti rendendoli funzionali e benefici per la salute umana. dagli scarti di cavolfiore possono ad esempio essere ricavati principi quali glucosinolati (con proprietà antitumorali) da utilizzare come ingrediente funzionale in prodotti da forno.

Gli **integratori alimentari** come definiti dal Dietary Supplement Health and Education Act del 1994 (DSHEA) degli Stati Uniti includono prodotti che possono contenere minerali, vitamine, amminoacidi, erbe, ecc., sotto forma di sciroppo, capsula o pillole (Zeisel, 1999). Tali integratori non sono concepiti come un alimento vero e proprio, ma come un supporto per aumentare la longevità, fornire benefici per la salute o soddisfare i requisiti dietetici speciali legati all'età o a particolari condizioni di salute.

- **Settore Mangimistico**

Analogamente a quanto succede nell'ambito dell'alimentazione umana, la biotecnologia viene applicata nell'alimentazione animale per migliorare la disponibilità di nutrienti—attraverso l'uso di enzimi, prebiotici, probiotici e altri additivi—per migliorare la qualità del mangime, proteggere nutrienti essenziali come proteine, amminoacidi e grassi, e ridurre la presenza di agenti anti-nutrizionali. Inoltre, la biotecnologia consente la valutazione dell'espressione genica legata a tratti specifici (ad esempio, produzione di carne o latte), permettendo lo sviluppo di diete ottimizzate per massimizzare la produttività del bestiame (Shete, 2023).

La produzione di bestiame è destinata ad aumentare e questo aumento richiede inevitabilmente un corrispondente aumento della produzione di mangimi. Tuttavia, mentre la produzione alimentare per il consumo umano è aumentata, non si sono registrati significativi miglioramenti nella disponibilità di mangimi per animali. L'espansione della coltivazione di altre colture ha lasciato poco spazio per la produzione di foraggi. Metodi tradizionali di allevamento del bestiame sono stati impiegati negli ultimi anni per soddisfare la crescente domanda di cibo, ma gli approcci utilizzati fino ad oggi non sono più sufficienti per sostenerla.

Tra i principali progressi resi possibili dalle biotecnologie figurano:

- *Miglioramento della disponibilità di nutrienti*

Gli enzimi sono stati utilizzati per migliorare la digeribilità del mangime e ridurre gli sprechi. Un esempio comune è l'uso dell'enzima fitasi nei mangimi per monogastrici; questo enzima ha un'applicazione generale in quanto il loro substrato è invariabilmente presente nelle diete di maiali e pollame, e il loro utilizzo genera fosforo bio-disponibile riducendo il carico di fosforo sull'ambiente.

- *Protezione dei nutrienti essenziali e rimozione di fattori anti-nutrizionali dai mangimi*

Applicando le biotecnologie è possibile produrre mangimi e foraggi con valore nutrizionale superiore.

La protezione di proteine, amminoacidi e grassi, aumenta il valore nutrizionale delle diete animali.

I fattori anti-nutrizionali naturalmente presenti nei tessuti vegetali, come inibitori della proteasi, tannini e cianogeni nelle leguminose, e glucosinolati e tannini nella colza e in altre componenti dei mangimi hanno effetti negativi soprattutto nella nutrizione dei non ruminanti.

In questo campo l'utilizzo di tecniche biotecnologiche combinate con una selezione convenzionale delle piante potrebbe portare a una sostanziale riduzione o rimozione dei principali fattori anti-nutrizionali nelle specie vegetali di interesse come mangimi per animali (vedi ad esempio l'introduzione di varietà di colza a basso contenuto di acido erucico e glucosinolati)

- *Miglioramento della sicurezza del mangime e della prevenzione delle malattie*

Le biotecnologie applicate al settore mangimistico hanno contribuito alla salute degli animali grazie all'inclusione di anticorpi, stimolanti immunitari e additivi funzionali nel mangime. Questi elementi migliorano la resistenza alle malattie e riducono l'uso di antibiotici e diminuiscono il rischio di antibiotico-resistenza.

Inoltre, gli additivi per mangimi derivati dai processi biotecnologici, come oli essenziali e acidi organici, migliorano la salute intestinale degli animali e promuovono il benessere animale.

- *Miglioramento dell'attività del rumine*

La modifica con tecniche biotecnologiche dei microrganismi presenti nel rumine può migliorare la salute intestinale e le prestazioni generali degli animali. L'attività del rumine potrebbe beneficiare della tecnologia transgenica: ciò include, ad esempio, lo sviluppo di batteri transgenici con attività cellulolitica potenziata, in grado di scindere i complessi di lignoemicellulosa, ridurre la produzione di metano ed aumentare la capacità di fissazione dell'azoto e la capacità da parte dei microrganismi di sintetizzare specifici amminoacidi.

- *Sostenibilità ambientale*

La biotecnologia svolge un ruolo cruciale nel ridurre l'impronta ambientale degli allevamenti zootecnici. Migliorando l'utilizzo dei nutrienti e l'efficienza del mangime, riduce gli sprechi e abbassa le emissioni di gas serra derivanti dal bestiame. Inoltre, colture geneticamente modificate e microrganismi possono essere utilizzati per produrre ingredienti per mangimi bio-based, riducendo la dipendenza dalle risorse naturali.

Integrando queste innovazioni biotecnologiche, il settore zootecnico può ottenere una maggiore produttività, migliorare il benessere animale e utilizzare in modo più sostenibile le

risorse, sostenendo infine la crescente domanda di prodotti di origine animale in un mondo in rapido cambiamento.

Agritech

L'importanza della biotecnologia nell'agricoltura moderna è trattata da Sinha et al. (2024) i quali hanno messo in evidenza il potenziale trasformativo della biotecnologia nell'incrementare la produttività delle colture, la qualità nutrizionale e la sostenibilità ambientale.

I progressi nella biotecnologia hanno aperto nuove strade per migliorare la diversità alimentare, sia in termini di quantità che di qualità, per soddisfare le esigenze di una popolazione globale in crescita e garantire la sicurezza alimentare. Nella lotta contro la malnutrizione globale, la biotecnologia applicata in ambito agricolo gioca un ruolo fondamentale migliorando ad esempio la composizione nutrizionale delle materie prime di origine vegetale. Per molti, le colture vegetali sono la principale fonte di proteine, carboidrati, grassi, vitamine e minerali essenziali. Sfruttando i progressi biotecnologici, il settore agricolo è meglio attrezzato per fornire cibo ricco di nutrienti e di energia a una popolazione mondiale in espansione e sempre più dipendente dal cibo.

Le scoperte della metà del XX secolo nella biologia molecolare, nel sequenziamento del DNA e nella tecnologia del DNA ricombinante hanno spianato la strada alle moderne tecniche di miglioramento molecolare, che hanno dato origine all'ingegneria genetica e ad altri metodi biotecnologici strettamente associati all'agricoltura di oggi. Questo progresso è stato guidato dagli sforzi interdisciplinari in genetica, biologia molecolare e biotecnologia.

Le applicazioni delle **biotecnologie in agricoltura** includono l'ingegneria genetica, le tecniche di miglioramento molecolare e la biotecnologia microbica. L'applicazione di queste tecniche ha permesso di ottenere colture con tratti migliorati come la resistenza ai parassiti, la tolleranza alla siccità, il miglioramento del contenuto nutrizionale con conseguenti minore richiesta di pesticidi, riduzione dell'impatto ambientale, miglioramento della salute del suolo, delle rese e della sostenibilità.

Lo studio della biodiversità microbica del suolo agricolo e delle sue funzioni (fatto attraverso l'utilizzo delle biotecnologie) ha permesso di formulare degli inoculi di microbi endemici al fine di creare condizioni ottimali per promuovere la crescita di piante anche in condizioni avverse e permettendo di sostituire i fertilizzanti chimici con microrganismi e batteri naturalmente presenti nel suolo: questo ha portato allo sviluppo dei **biofertilizzanti e bioinoculanti**.

Infatti diversi gruppi di microrganismi del suolo (funghi endofitici radicali, funghi micorrizici, batteri della rizosfera, rizobi e specie solubilizzanti del fosforo) esercitano effetti positivi sulla crescita delle piante attraverso meccanismi diretti o mediati dalle piante stesse.

Questi microorganismi possono avere un impatto notevole sulla resa e sulla qualità delle produzioni grazie all'aumento da parte delle piante della capacità di assorbimento dei nutrienti e di efficienza d'uso dei fertilizzanti chimici od organici applicati.

L'applicazione di tutte queste innovazioni biotecnologiche può portare a una riduzione dei costi di produzione ed a benefici ambientali, permettendo di affrontare con successo sfide quali il cambiamento climatico.

Infine c'è la **coltura di tessuti e di cellule vegetali** che consiste nella crescita e nella moltiplicazione di cellule, tessuti e organi vegetali in vitro in condizioni di sterilità. Le cellule vegetali coltivate con substrati nutritivi in un ambiente artificiale possono essere usate per la propagazione clonale su larga scala, per produrre più rapidamente piante mature e prive di malattie. I materiali vegetali uniformi e di elevata qualità così ottenuti possono essere propagati rapidamente per applicazioni di ingegneria genetica, selezione vegetale, produzione orticola e conservazione ambientale.

Tali materiali possono essere utilizzati anche per scopi di ricerca vegetale, algologia, ricerca ed estrazione di principi farmaceutici, produzione ed estrazione di molecole bioattive da utilizzare anche in ambito alimentare, in questo senso l'agricoltura cellulare può essere considerata un metodo per la produzione di ingredienti a partire da colture cellulari vegetali.

Le cellule vegetali coltivate in ambienti controllati possono costituire una biomassa alimentare innovativa e di alta qualità. Grazie a questi modelli produttivi si possono superare i problemi legati alla diminuzione della produttività delle colture in campo e limitare lo sfruttamento delle risorse naturali come terra e acqua, oltre a ridurre gli scarti di produzione e l'uso di pesticidi.

Maggiori dettagli ed esempi applicativi riguardo a questa tecnica sono riportati nel paragrafo 5 del presente documento.

Cosmetica

La biotecnologia è diventata un motore fondamentale dell'innovazione nell'industria cosmetica, offrendo soluzioni sostenibili, efficienti e scientificamente avanzate per lo sviluppo di prodotti di bellezza e cura personale. Sfruttando i processi microbici, l'ingegneria genetica e la biotecnologia vegetale, il settore sta ottenendo importanti progressi nella produzione di ingredienti attivi, migliorando l'efficacia dei prodotti e riducendo l'impatto ambientale.

• **Produzione di ingredienti attivi**

La biotecnologia consente la produzione di ingredienti bioattivi di alta qualità attraverso la fermentazione microbica, la coltura cellulare e i processi enzimatici. Alcuni esempi includono (Avila Rodríguez et al., 2018; Tiwari et al., 2019):

o **Acido ialuronico.** La produzione basata sulla fermentazione tramite microrganismi geneticamente modificati ha sostituito i metodi tradizionali di estrazione, rendendola più sostenibile e scalabile.

o **Collagene.** I processi biotecnologici ora producono collagene tramite fermentazione microbica, eliminando la necessità di fonti di origine animale, garantendo un prodotto più puro e consistente.

o **Peptidi.** I peptidi bioattivi personalizzati vengono sintetizzati utilizzando tecnologie di DNA ricombinante per promuovere la salute e la riparazione della pelle.

Questi composti vengono utilizzati nelle formulazioni dei prodotti per la cura della pelle, dove migliorano l'idratazione e stimolano la rigenerazione della pelle (Ganceviciene et al., 2012)

Inoltre, i metodi biotecnologici consentono la produzione sostenibile di ingredienti come pigmenti naturali e fragranze, riducendo così l'impatto ambientale della produzione (Brenner et al., 2018).

• **Biotecnologia vegetale per applicazioni cosmetiche**

La biotecnologia vegetale consente lo sviluppo di ingredienti cosmetici naturali e sostenibili migliorando le vie metaboliche delle piante o producendo attivi vegetali in vitro. Alcuni esempi (Gorelick e Bernstein, 2014; Murthy et al., 2014):

o Le colture cellulari vegetali producono composti bioattivi rari come antiossidanti, flavonoidi e vitamine senza la necessità di ampie superfici di terreno o raccolti.

o La modificazione genetica migliora la produzione di composti vegetali desiderabili, come polifenoli e oli essenziali, con rese più elevate e maggiore stabilità.

• **Ricerca sul microbioma e probiotici**

La biotecnologia ha rivoluzionato la comprensione del microbioma della pelle, portando alla creazione di prodotti progettati per mantenere o ripristinare il suo equilibrio naturale. Le formulazioni probiotiche e prebiotiche vengono sempre più utilizzate per migliorare la salute della pelle, trattare condizioni come acne o eczema e rafforzare la barriera protettiva della pelle (Zheng et al., 2021).

• **Innovazione sostenibile ed etica**

Gli approcci biotecnologici contribuiscono alla sostenibilità e alle pratiche etiche nell'industria cosmetica attraverso (Silva et al., 2021):

o **Riduzione dei test sugli animali.** Le tecniche avanzate di ingegneria tissutale permettono lo sviluppo di modelli di pelle per i test dei prodotti, riducendo la dipendenza dai modelli animali.
o **Ingredienti biodegradabili.** I biosurfattanti e i biopolimeri derivati da risorse rinnovabili sostituiscono gli ingredienti sintetici e non biodegradabili.

o **Upcycling.** I sottoprodotti dell'agricoltura e degli alimenti, come le bucce e i semi della frutta, vengono trasformati in ingredienti cosmetici di alto valore tramite processi biotecnologici.

• **Personalizzazione e formulazioni di precisione**

I progressi nella genomica e nella bioinformatica stanno abilitando soluzioni cosmetiche personalizzate. Analizzando i profili genetici individuali e i microbiomi della pelle, la biotecnologia aiuta a creare formulazioni su misura per tipi di pelle e condizioni specifiche, offrendo una cura di precisione per risultati migliorati (Sagar et al., 2018).

3. Biotecnologie disponibili nell'area di programma per l'innovazione della filiera agroalimentare

La biotecnologia può offrire ampie opportunità per l'innovazione nella filiera agroalimentare, ma gli stakeholder si trovano ancora ad affrontare sfide nell'introdurla. Nonostante gli sforzi per migliorare i processi e aumentare il valore aggiunto, ci sono ancora importanti lacune nel trasferimento di conoscenze e nella collaborazione tra le istituzioni di ricerca e l'industria.

Questa sezione esamina l'offerta di innovazione biotecnologica per le filiere agroalimentari nell'area del Programma. È strutturata in tre capitoli principali, ciascuno focalizzato rispettivamente su Friuli Venezia Giulia, Veneto e Slovenia. Ogni capitolo fornisce una breve introduzione alla rispettiva area, seguita da un'analisi derivata dall'attività di mappatura tecnologica condotta dai partner nel WP1.

1. Friuli Venezia Giulia e Veneto rispetto al contesto nazionale italiano

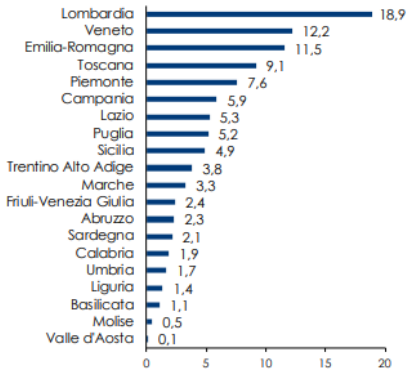
Nel campo della bioeconomia l'Italia gioca un ruolo di primo piano con un giro di affari di circa 328 miliardi di euro nel 2017 (10% del Pil nazionale) che la posiziona al terzo posto in Europa, dietro a Francia e Germania nel 2015, e al secondo posto per numero di occupati (2015) del settore, con 2 milioni di posti di lavoro nel 2017.

Il Governo italiano ha costituito un Gruppo di Coordinamento nazionale in seno al Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze della Vita e istituito presso l'allora Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca (MIUR) i CTN (Cluster Tecnologici Nazionali) identificati come delle realtà che agiscono da propulsori della crescita economica sostenibile dei territori e dell'intero Sistema economico nazionale.

Nel VII Rapporto "La Bioeconomia in Europa", redatto con la Direzione Studi e Ricerche di Intesa Sanpaolo e il Cluster SPRING, la stima della produzione e dell'occupazione della Bioeconomia in Italia è stata aggiornata al 2020. Nel Rapporto viene proposta, per la prima volta, la stima del valore della Bioeconomia, in termini di valore aggiunto e occupati, nelle regioni italiane. Le stime evidenziano come la regione Veneto spicchi sia in termini di valore aggiunto e di occupazione (Figura 1, Figura 2). Per contro, considerando l'incidenza della bioeconomia sul

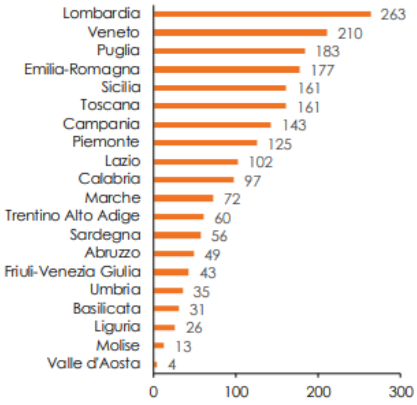
valore aggiunto, si evince come il Veneto e il Friuli Venezia Giulia abbiano dei valori superiori alla media nazionale (Figura 3).

Figura 1: Valore aggiunto per regione (miliardi di euro, 2018)



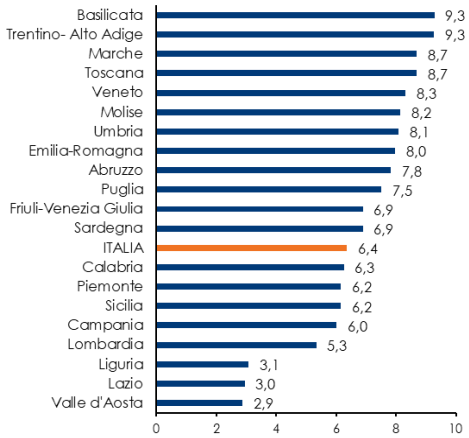
Fonte: elaborazioni SRM e Intesa San Paolo su dati Istat ed Eurostat

Figura 2: Occupati per regione (migliaia, 2018)



Fonte: elaborazioni SRM e Intesa San Paolo su dati Istat ed Eurostat

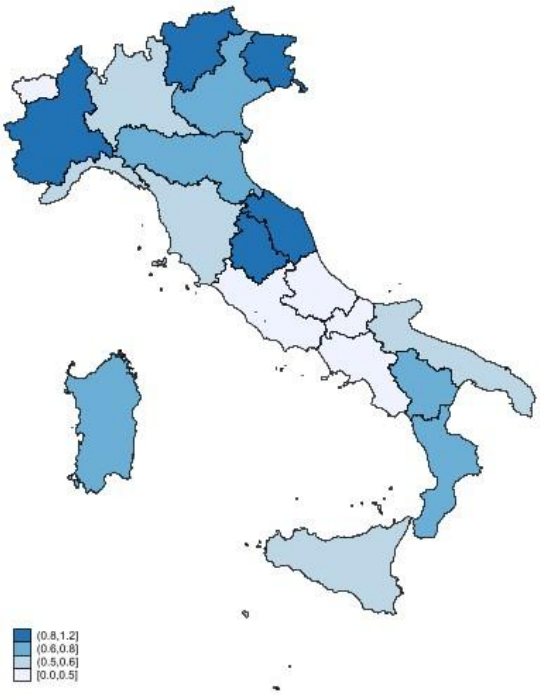
Figura 3: Peso del Valore Aggiunto della Bioeconomia sull'economia delle singole regioni (percentuale, 2018)



Fonte: elaborazioni SRM e Intesa San Paolo su dati Istat ed Eurostat

Da un punto di vista geografico, la chimica bio-based risulta nel complesso ben diffusa lungo tutta la penisola. Emergono, comunque, alcune regioni che stanno declinando le loro specializzazioni territoriali in ottica sostenibile e circolare. In primis, sicuramente Lombardia con circa il 20% dei soggetti identificati, a seguire Piemonte, soprattutto per il coinvolgimento delle imprese dei settori ingegneristici nell'economia circolare, Trentino- Alto Adige e Friuli-Venezia-Giulia (in particolare nella R&S) e Veneto per la chimica.

Figura 4: Le imprese del mondo della chimica bio-based per regione (numero ogni 1000 imprese attive)



Fonte: elaborazione Intesa Sanpaolo

3.2 Friuli Venezia Giulia

Nella prima Strategia Regionale di ricerca e innovazione per la Specializzazione Intelligente del Friuli Venezia Giulia - S3 è stata individuata la presenza di diverse tematiche coerenti con la bioeconomia negli ambiti dell'agroalimentare, della chimica verde e dei materiali a base biologica (bio-based), della crescita blu e delle biotecnologie. Successivamente, nel maggio del 2017, la revisione di aggiornamento delle traiettorie di sviluppo della strategia regionale per il settore agroalimentare ha evidenziato la strategicità dell'integrazione dei concetti di circolarità e sostenibilità nell' economia agricola e alimentare del territorio regionale.
Da ultimo, la S3 per il periodo 2021-2017 nell'area di specializzazione "**Salute, Qualità della vita, Agroalimentare e Bioeconomia**" individua le traiettorie 1, 5 e 6:

- **Traiettoria 1: Sistemi e soluzioni per il mantenimento della salute e il supporto alla cura: nutraceutici, integratori alimentari, alimenti funzionali, nutrizione medica e cosmetica funzionale**.
  In particolare, tale traiettoria ambisce a promuovere processi innovativi di ricerca, sviluppo, validazione e produzione di nuovi prodotti – nutraceutici, integratori alimentari, alimenti funzionali, alimenti personalizzati, alimenti per utilizzo a fini medici speciali e cosmetici funzionali – anche in base al profilo genetico individuale. Questi prodotti includono, ad esempio, probiotici, postbiotici, prebiotici, simbiotici, estratti vegetali o da alghe e micro alghe e loro diverse formulazioni, nonché modulatori del microbioma in ambito cosmetico.

- **Traiettoria 5: Sviluppo di un approccio bieconomico integrato per l'aumento di valore delle risorse territoriali favorendo la sicurezza (safety and security) delle produzioni e la resilienza delle catene del valore del sistema imprenditoriale regionale attraverso l'integrazione di interventi di innovazione su filiere sostenibili e circolari capaci di portare valore al consumatore**.
  In particolare, tale traiettoria ambisce a:
  - Promuovere un'agricoltura e un allevamento innovativi (incluse selvicoltura, acquacoltura e maricoltura) sostenibili (anche attraverso pratiche agro ecologiche), avendo cura di considerare anche l'impatto dei cambiamenti climatici, costieri e lagunari; la fertilità dei suoli; la disponibilità idrica.
  - Stimolare l'innovazione industriale, attraverso: l'efficienza dei processi aziendali e di filiera; il packaging e la conservazione; la tracciabilità e identificabilità; la sostenibilità ambientale dei materiali prodotti e utilizzati; la funzionalizzazione delle componenti e/o

dei prodotti; l'applicazione di tecniche biomolecolari avanzate; la creazione di alimenti "nuovi" e/o più sicuri, anche funzionali e in relazione ai segmenti dei mercati di destinazione (inclusi gli alimenti per animali da reddito e da compagnia); la riduzione delle "impronte" chimica e idrica.

- **Traiettoria 6: Valorizzare le potenzialità del territorio, da un lato, sostenendo lo sviluppo di comunità locali smart e resilienti nel pieno rispetto della biodiversità, degli ecosistemi montani, rurali e costieri (compresi i loro servizi ecosistemici) e, dall'altro, integrando nello sviluppo economico, sociale ed ambientale i concetti di circolarità e sostenibilità delle catene del valore bioeconomiche allargate**.
  In particolare, tale traiettoria ambisce a:
  - Promuovere la produzione di risorse rinnovabili provenienti dall'agricoltura, dall'allevamento, dalla silvicoltura, dalla maricoltura e dall'acquacoltura.
  - Valorizzare l'utilizzo di sottoprodotti dei processi produttivi e delle materie prime seconde ed "end of waste" raccolte sul territorio regionale, anche attraverso i diversi sistemi di conferimento agli impianti di recupero di rifiuti o il riutilizzo di beni/prodotti derivanti comunque dal territorio.
  - Valorizzare il destino di esuberi ed "end of life" della bioeconomia (non solo agroalimentare) garantendo l'aumento di circolarità anche a favore delle fasce deboli.
  - Definire e adottare soluzioni e tecnologie innovative per la protezione, il ripristino, l'osservazione e la valorizzazione del capitale naturale che fornisce servizi ecosistemici.

Il Friuli Venezia Giulia è la prima regione italiana che si è dotata di un **documento di posizionamento sulla bioeconomia**. Il documento è stato completato e approvato dal Gruppo di lavoro interdirezionale "Bioeconomia del Friuli Venezia Giulia per il consolidamento del Documento regionale di primo posizionamento", costituito con Decreto del Direttore Generale n. 381 del 09.07.2019 e s.m.i., e approvato nell'incontro del 3 luglio 2020 (RAFVG, 2020).

Dal lavoro svolto emerge la necessità di mantenere la funzionalità degli ecosistemi regionali che erogano servizi ecosistemici, in particolare i servizi di approvvigionamento, ossia di produzione di materie prime funzionali alla bioeconomia.

In quest'ottica, gli interventi che mirano alla crescita e innovazione del meta-settore della bioeconomia non vanno intesi tanto a promuovere una singola filiera produttiva ma piuttosto a potenziare la **sinergia tra diverse filiere**, appartenenti a comparti produttivi molto diversi tra loro anche dal punto di vista dell'innovazione. Questo nuovo modo di ragionare attraverso l'integrazione funzionale di filiere, sino ad oggi trattate singolarmente (logica a silos), permetterà di innovare mirando ad affrontare le sfide attraverso soluzioni di ampio respiro territorialmente sostenibili. Una componente essenziale per un'innovazione intelligente e

sostenibile è oggi ritenuta l'individuazione e l'applicazione delle **tecnologie abilitanti** (cd. KETs) nella chimica verde, nei materiali avanzati, nelle scienze alimentari, nelle **biotecnologie**, nei sistemi ingegneristici di produzione e nell'ICT.

Per quel che riguarda il settore primario l'obiettivo è quello di spronare gli attori che già operano all'interno di sistemi bioeconomici rurali e quelli che ancora non hanno iniziato a farlo, a dialogare e a iniziare a cooperare.

Il **settore primario**, tenendo conto anche della fase di mappatura preliminare realizzata nell'ambito del task 1.1 del progetto BioTech2Agri, può concretamente beneficiare di diverse soluzioni e opportunità di potenziale interesse sviluppate nell'area di confine italo-slovena:

- estrazione di ingredienti attivi da piante per applicazioni innovative in ambito food, feed, nutraceutica, cosmetica, agritech;
- valorizzazione di sottoprodotti (vinacce, foglie d'olivo, etc.) per usi di maggiore valore aggiunto in segmenti di mercato con potenziale di sviluppo;
- produzione di biostimolanti vegetali che consentano la riduzione dei trattamenti fitosanitari;
- per le aree marginali e demaniali prevalentemente incolte o inutilizzate, promozione di colture di erbe alimurgiche, piante officinali e di specie autoctone destinate all'estrazione di attivi, alla produzione di fibra (quali canapa e ginestra) o di proteine (quali erba medica e pisello proteico);
- per diminuire le pressioni sul suolo, sviluppo di linee cellulari vegetali fuori suolo.

Non solo il settore primario può beneficiare delle (bio)tecnologie presenti nell'area di programma, ma anche l'**industria bio-based**, che ricerca tecnologie innovative grazie alle quali mettere a punto processi produttivi che consentano di pervenire alla definizione di prodotti ad alto valore aggiunto in campi di applicazione quali food & feed, nutraceutica, cosmetica, agritech, chimica verde, biomedicale, etc.

Il mondo della ricerca regionale si occupa di biotecnologie con diversi campi di applicazione e approcci. In particolare, si citano il Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali e Animali (DI4A) e il Dipartimento di Scienze Mediche (DAME) dell'Università di Udine, il Dipartimento di Scienze della Vita dell'Università di Trieste, enti quali IGA (Istituto di Genomica Applicata) e ICGEB (Centro internazionale per l'Ingegneria Genetica e Biotecnologie). Sono inoltre presenti sul territorio diverse imprese e spin-off, perlopiù raggruppate nel Cluster regionale Scienze della Vita.

A livello regionale tra le soluzioni innovative sviluppate ci sono bioinoculanti per l'incremento della fertilità del suolo, tecniche di sequenziamento genetico, impianti di fermentazione,

tecnologie di birrificazione, tecnologie di estrazione di attivi da biomassa vegetale, tecnologie per la validazione di processi, biotecnologie per la messa a punto di integratori alimentari.

3.3 Veneto

La Strategia Regionale della Regione Veneto per il periodo 2014–2020, che si concentra su agricoltura, agri-food, foreste e aree rurali più in generale, sottolinea un numero relativamente limitato di opzioni strategiche da perseguire entro il 2030. Tra queste, la Priorità 5 è dedicata all'economia circolare e alle innovazioni nella bioeconomia, con l'obiettivo di migliorare l'uso delle risorse naturali secondo i principi dell'economia circolare. Questo obiettivo viene raggiunto adottando un approccio agroecologico multifunzionale, una gestione sostenibile delle risorse forestali e sfruttando le innovazioni della bioeconomia, il tutto nel contesto della pianificazione e protezione del territorio rurale.

Per il periodo 2021–2027, la Strategia di Specializzazione Intelligente (S3) identifica due missioni strategiche, una delle quali è la **Bioeconomia (MS1)**. Questa missione include tutte le traiettorie legate ai sistemi produttivi avanzati basati su risorse rinnovabili e applicazioni tecnologiche che coinvolgono organismi viventi. I temi di investimento strategico sotto questa missione comprendono la bioenergia, l'idrogeno e le biotecnologie.

Inoltre, nell'ambito del **dominio Smart Agrifood**, sono state definite 11 traiettorie, alcune delle quali sono strettamente funzionali al raggiungimento della MS1.

• Traiettoria "Innovazioni e risorse per l'ottimizzazione dello stato nutrizionale e della protezione fitosanitaria ecosostenibile delle colture". Questa traiettoria comprende innovazioni e tecnologie progettate per ottimizzare lo stato nutrizionale e fitosanitario delle colture, riducendo contemporaneamente il loro impatto ambientale. Tra queste si intende:

- Sviluppare strategie per ridurre l'uso di trattamenti fitosanitari, l'applicazione di principi attivi meno impattanti e l'uso di biotecnologie per produrre prodotti di alta qualità.
- Lavoraresul miglioramento genetico per aumentare la resilienza delle colture, in particolare in risposta a stress ambientali e per la protezione contro patogeni, parassiti delle piante e parassiti animali;
- Riprodurre ecosistemi specifici, funzionali alle colture del territorio, e ottimizzare le relazioni ecologiche per aumentare l'efficacia; analizzare e impiegare la biodiversità nelle produzioni agricole locali; intensificare lo studio delle interazioni microbiche tra pianta, suolo e ambiente; individuare le tecnologie in grado di rilevare la presenza di patogeni e parassiti per ridurre l'impiego di fitosanitari.

- Sviluppare fitofarmaci a basso impatto ambientale che possano da un lato diminuire l'inquinamento del suolo e delle falde acquifere e dall'altro ampliare il mercato dei prodotti ecosostenibili per la difesa delle colture.

• Traiettoria "Recupero dei sottoprodotti derivanti dalle attività di produzione/trasformazione delle filiere agroalimentari". In questa traiettoria rientrano tutte le soluzioni innovative utili a:

- Convertire scarti e sottoprodotti agroalimentari e forestali in prodotti a valore aggiunto applicabili in diversi settori e a minore impatto ambientale (ad es. nuovi materiali e bio-materiali, bioplastiche per packaging intelligente, chimica verde);
- Recuperare e trasformare gli scarti e sottoprodotti da industria agro-alimentare per la produzione di energia (ad es. biogas) o fertilizzanti/alimenti/mangimi per il settore primario o come materia prima secondaria di altri settori (bioeconomia, Nature Co-Design);
- Sviluppare soluzioni per il monitoraggio/gestione delle risorse tramite utilizzo dei Big data, AI e ICT;
- Sviluppare soluzioni per il riutilizzo e la valorizzazione degli scarti e sottoprodotti da trasformazione primaria (es. reflui oleari o recupero di polifenoli dalle produzioni agroalimentari) in altri settori (bioeconomia, chimica verde, agro-alimentare, farmaceutica, nutraceutica).

• Traiettoria "Packaging innovativo e più sostenibile per prodotti agroalimentari". In questa traiettoria sono previsti interventi per:

- Sviluppare packaging innovativi e più sostenibili per i prodotti agroalimentari. Sono comprese soluzioni non invasive per il controllo in linea e in laboratorio dell'integrità del packaging e per la rilevazione di contaminanti e di corpi estranei nei prodotti alimentari, l'utilizzo di materiali anche attivi che non rilascino sostanze contaminanti negli alimenti;
- Sviluppare soluzioni innovative e sensoristiche più performanti per il miglioramento della shelf-life dei prodotti agroalimentari e per identificare eventuali contaminazioni; lo sviluppo di conservanti naturali innovativi (es. biofilm, fitoestratti, ecc.); soluzioni innovative per il monitoraggio della catena del freddo.
- Ridurre gli imballaggi per i prodotti alimentari, della nutraceutica e cosmetici, anche grazie allo studio di nuove soluzioni tecnologiche da impiegare in tutte le fasi di produzione.
- Promuovere attività di ricerca che sviluppino l'impiego di materiali naturali quali carta, legno, e fibre vegetali provenienti dal recupero, il riciclo o il reimpiego di prodotti di scarto o di sottoprodotti secondo i principi dell'economia circolare.

L'infrastruttura di ricerca veneta si caratterizza per la sua multifunzionalità, in grado di ospitare progetti in vari ambiti tematici, tra cui tecnologia alimentare e tecnologie agri-food, bioindustria, biotecnologie, aerospazio, materiali avanzati, risorse naturali, ambiente e gestione sostenibile dei sistemi agricoli e forestali. Il progetto è sviluppato dall'Università Ca' Foscari di Venezia con il finanziamento del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Tecnologie e biotecnologie di interesse per le filiere agroalimentari sviluppate in Veneto riguardano, ad esempio, lo sviluppo di colture cellulari vegetali, l'upcycling di materie seconde per applicazioni innovative in vari settori, piattaforme per il monitoraggio degli effetti biologici di composti, soluzioni per determinare l'autenticità di prodotti, processi per la preparazione di alimenti dieto-terapeutici.

3.4 Slovenia

La Slovenia è un leader emergente nel settore delle biotecnologie, sfruttando la sua posizione strategica nell'Europa centrale, un solido ecosistema di ricerca e un forte sostegno governativo all'innovazione. Il settore biotecnologico del paese copre applicazioni diversificate, tra cui la salute, l'agricoltura, la produzione alimentare e la sostenibilità ambientale. L'attenzione della Slovenia all'integrazione delle biotecnologie all'avanguardia con le industrie tradizionali l'ha posizionata come un hub per l'innovazione e lo sviluppo sostenibile.

I settori dell'agricoltura e dell'agri-food in Slovenia sono profondamente radicati nella tradizione, ma i progressi biotecnologici stanno assumendo un ruolo sempre più significativo nel miglioramento della produttività e della sostenibilità.

Secondo la Camera di Commercio della Slovenia, è necessario rafforzare il trasferimento di conoscenze, innovazioni e tecnologie nel settore agroalimentare. La mancanza di collegamenti tra le istituzioni di ricerca e le aziende limita il potenziale per lo sviluppo di soluzioni biotecnologiche che potrebbero migliorare l'efficienza e la sostenibilità della produzione. In Slovenia, l'economia biologica è ancora poco sfruttata, il che significa che esiste un potenziale significativo per la crescita e lo sviluppo, che deve essere meglio utilizzato.

La Slovenia conta circa 100 aziende biotecnologiche che coprono vari ambiti, dalla ricerca e sviluppo alla produzione e commercializzazione di prodotti biotecnologici. Il settore biotecnologico, insieme alla farmaceutica, contribuisce per oltre il 6% al PIL sloveno e occupa oltre 50.000 persone. Gli investimenti in ricerca e sviluppo nel settore farmaceutico sono in aumento, con costi annuali complessivi superiori a 180 milioni di euro.

La Slovenia si è affermata come un attore chiave nel settore biotecnologico sanitario, con un forte focus su farmaceutici, diagnostica e ricerca medica. Il paese ospita importanti aziende come Krka e Lek (una filiale di Sandoz), che sviluppano farmaci generici e innovativi utilizzando metodi biotecnologici avanzati, tra cui la tecnologia del DNA ricombinante. La produzione di

biosimilari, anticorpi monoclonali e altri biofarmaci contribuisce significativamente all'economia delle esportazioni slovene. Le istituzioni di ricerca slovene, come l'Istituto Nazionale di Biologia, sono all'avanguardia nella ricerca genomica, favorendo lo sviluppo della medicina personalizzata e della diagnostica avanzata. Il settore biotecnologico della Slovenia è supportato da un ecosistema di ricerca dinamico, che include università, istituti di ricerca e centri di innovazione. I principali istituti come l'Istituto Jožef Stefan e l'Istituto Nazionale di Biologia giocano un ruolo centrale nell'avanzamento della ricerca biotecnologica e nella promozione di collaborazioni con l'industria. Il finanziamento dell'Unione Europea e le iniziative transfrontaliere, in particolare con i vicini Italia e Austria, rafforzano ulteriormente la capacità innovativa della Slovenia.
Il partenariato strategico di sviluppo e innovazione (SRIP) in Slovenia opera in ambiti mirati dalla Strategia di Specializzazione Intelligente (S4) e riunisce rappresentanti del settore industriale, delle istituzioni accademiche e delle autorità statali.
Il partenariato opera in nove diversi settori: Materiali come prodotti finiti, Produzione alimentare sostenibile, Turismo sostenibile, Reti per la transizione verso un'economia circolare, Smart Cities, Smart building, Aziende del futuro, Salute e medicina e Mobilità.

La Camera di Commercio della Štajerska guida la SRIP-Rete per la transizione verso un'economia circolare (SRIP – Economia circolare), una rete di aziende slovene, istituzioni educative e di ricerca (RRI), organizzazioni non governative e altri stakeholder in collaborazione con lo Stato, che hanno l'obiettivo di creare nuove catene del valore basate sui principi dell'economia circolare dei flussi di materiali.

Gli ambiti di focus della SRIP-Economia Circolare includono:

1. Energia sostenibile (utilizzo dei rifiuti per la produzione di energia).
2. Biomassa e materie prime alternative (bioraffinerie).
3. Materie prime secondarie (riciclo di rifiuti industriali e biologici).
4. Materiali funzionali sostenibili (materiali avanzati per imballaggio e compositi).
5. Tecnologie green (chimiche e polimeri bio-based).
6. Modelli di business circolari (processi sostenibili e reti tecnologiche).

La Facoltà di Biotecnologie dell'Università di Lubiana offre un'educazione universitaria di alta qualità, formazione professionale e post-laurea e svolge attività di ricerca, supporto tecnico e consulenza nei settori delle scienze naturali (biologia, microbiologia), agricoltura e silvicoltura (silvicoltura, agronomia) e tecnologie di produzione correlate (lavorazione del legno, tecnologie alimentari, biotecnologia), che sono settori chiave nell'economia circolare bioeconomica. Inoltre, l'Università di Nova Gorica, seppur più giovane, offre numerosi programmi di studio a supporto del settore agro-alimentare.

I progetti di ricerca attivi includono:

- Un **modello completamente circolare** per la produzione commerciale di abbigliamento, che trasforma i rifiuti tessili post-consumo in nuovi capi di abbigliamento realizzati con materiali riciclati, riducendo significativamente l'impatto ambientale rispetto ai metodi di produzione tradizionali.
- L'**estrazione di polifenoli** dai nodi e dalla corteccia della biomassa di abete bianco meno utilizzata, per ottenere estratti con un alto contenuto di polifenoli.
- Lo **sviluppo di tecnologie innovative** e la creazione di nuovi prodotti nell'ambito dei **(bio)prodotti** basati su materie prime rinnovabili.
- La **produzione di materiali e chimici verdi bio-based**, con processi per la produzione e il trattamento di polimeri, e composti biotecnologicamente prodotti.
- La **riduzione della necessità di trattare le soluzioni tampone di scarto** o il loro impatto ambientale, con l'eliminazione dei fosfati, la diluizione sufficiente della concentrazione di sali di cloruro di sodio, che non rappresentano più un onere per l'ambiente. Ciò ha portato anche a una riduzione dei consumi energetici per la filtrazione, una riduzione del volume del siero di latte, con conseguenti minori costi di trasporto, e un aumento del suo valore per la produzione di biogas o altre conversioni biotecnologiche (con un maggiore valore energetico del siero di latte concentrato).
- **Biotecnologie microbiche** che sviluppano nuovi **bioprodotti** e processi di produzione sostenibili per vari settori industriali, tra cui alimentare/foraggero, agricolo e industriale (produzione di biochimici e materiali sostenibili da CO_2 di scarto).

Questi progetti sono esemplificativi dell'approccio innovativo della Slovenia nel promuovere una bioeconomia circolare attraverso l'uso delle biotecnologie per ridurre l'impatto ambientale e migliorare l'efficienza delle risorse.

Tecnologie e biotecnologie di interesse per le filiere agroalimentari sviluppate in Slovenia riguardano, ad esempio, tecnologie di estrazione di attivi, tecnologie per l'estrazione di biofenoli da foglie di olivo e test antimicrobici degli estratti, tecnologie di fermentazione, tecnologie per il rilevamento e l'eliminazione dei microrganismi in vari settori, vaccini di nuova generazione, etc.

4 Caso studio: estrazione di principi attivi dalla vite e dall'olivo

I tessuti dell'uva della vite (Vitis vinifera), così come i tessuti di altri organi della pianta, sono ricchi di antiossidanti, tra cui le sostanze fenoliche più riconosciute e prevalenti. Nella letteratura scientifica sono state identificate oltre 180 composti fenolici (Baroi et al., 2022). Questi composti si suddividono in non-flavonoidi e flavonoidi. Tra i non-flavonoidi troviamo gli acidi fenolici e gli stilbeni, mentre tra i flavonoidi ci sono i flavonoli, i flavan-3-oli e i proantocianidini, oltre agli antociani (presenti solo nell'uva rossa).

La letteratura menziona anche flavoni, flavononi e cumarine, che sono comunque presenti nella vite in quantità minore (Goufo et al., 2020). Le differenze nelle concentrazioni e nel tipo di sostanze prevalenti dipendono dal fatto che si tratti di uva bianca o rossa. Le sostanze fenoliche più diffuse nell'uva bianca sono i flavan-3-oli, mentre nell'uva rossa sono gli antociani, che conferiscono il caratteristico colore. Inoltre, la buccia dell'uva rossa contiene una concentrazione maggiore di acidi idrossicimetici rispetto alla buccia delle varietà di uva bianca. Oltre ai composti fenolici, sono importanti anche altre sostanze antiossidanti presenti nell'uva (Gerós et al., 2012), come l'acido ascorbico (vitamina C), il beta-carotene (vitamina A), i tocoferoli (vitamina E) e il glutatione. L'uva è anche una fonte eccezionale di fitosteroli, fibre, proteine, carboidrati e minerali.

Come accennato, le concentrazioni di queste sostanze dipendono dalla varietà di uva, ma anche dalle condizioni di crescita. La loro presenza varia a seconda dell'organo della vite. Le diverse sostanze attive non possono essere estratte separatamente, ma devono essere ottenute complessivamente da ciascun organo, e si può definire in quale organo una determinata sostanza è più prevalente. Gli organi della vite da cui si possono potenzialmente estrarre questi composti sono la buccia dell'uva, i semi, il raspo, le foglie e anche il legno.

L'uva della vite è coltivata per la produzione di vino. Dopo la pressatura, però, rimangono come sottoprodotti non utilizzati gli organi dell'uva: buccia, semi e raspo (Yu e Ahmedna, 2013). Questi sono ancora ricchi dei composti precedentemente menzionati, che rimangono non utilizzati quando le vinacce vengono scartate.

Un fenomeno simile avviene anche durante la potatura delle viti, quando il legno, ricco di stilbeni e acidi fenolici, rimane inutilizzato (Aliaño-González et al., 2020). A ciò si aggiungono le foglie della vite, che, sebbene non vengano rimosse tranne in particolari tecniche ampelometriche, sono ricche di acidi fenolici e flavonoli (Nzekoue et al., 2022).

I semi dell'uva possiedono un ulteriore potenziale, in quanto da essi è possibile estrarre un olio, anch'esso ricco di sostanze fenoliche, vitamina E, acidi grassi insaturi e fitosteroli (Baroi et al., 2022; Garavaglia et al., 2016). I composti fenolici presenti in maggior concentrazione nei semi sono i catechini, gli epicatechini (flavan-3-oli), il procyanidin B1 e il trans-resveratrolo (stilbene). Sebbene l'uva sia ricca di numerose sostanze, solitamente l'attenzione si concentra sul resveratrolo, un stilbene (Filimon et al., 2023; Yu e Ahmedna, 2013), poiché i ricercatori lo indicano frequentemente come un composto con effetti molto benefici sulla salute umana (Meng et al., 2020).

L'olivo (Olea europaea) è una delle colture più antiche nel bacino del Mediterraneo, gioca un ruolo chiave nella produzione di olio d'oliva ed è quindi una delle specie fruttifere più importanti del Mediterraneo (Savournin et al., 2001). L'olio extra vergine di oliva viene ottenuto dalle olive esclusivamente mediante processi meccanici. È composto da acidi grassi insaturi (98-99% di triacilgliceroli), con una componente significativa rappresentata dall'acido oleico, che contribuisce al valore nutrizionale elevato dell'olio d'oliva (Foscolou et al., 2009). Inoltre, nell'olio sono presenti anche le cosiddette componenti minori (1-2%), tra cui i fitosteroli (steroli di origine vegetale), la vitamina E (alfa-tocoferolo), composti aromatici e infine i biofenoli. Questi ultimi sono molto importanti poiché, con il loro amaro e piccante, conferiscono all'olio un profilo sensoriale unico. Insieme alla vitamina E, impediscono i processi ossidativi nell'olio e mantengono questa attività antiossidante anche nel corpo umano dopo il consumo (Servili et al., 2009).

L'olivo non è solo una fonte di olio d'oliva di alta qualità, ma è anche molto prezioso per il suo potenziale biotecnologico. I suoi tessuti, oltre ai semplici biofenoli come tirosolo e idrossitirosolo, contengono anche numerosi composti fenolici più complessi. Questi composti sono costituiti da più unità del costituente base (fenolo) e da altre componenti biologiche, come zuccheri e acidi carbossilici. Per questo motivo, si tratta di composti molto specifici, che dipendono dalla specie della pianta e non possono essere confrontati chimicamente o tossicamente tra loro, né sono uguali ai composti fenolici industrialmente ottenuti. I biofenoli rappresentano uno dei gruppi più comuni di fitochemici nelle piante (Foscolou et al., 2009). Tra i composti biologicamente attivi nell'olivo, i biofenoli giocano un ruolo centrale, essendo metaboliti secondari con una tipica solubilità in acqua e un'elevata massa molecolare. La loro funzione fisiologica e morfologica nella pianta è cruciale, poiché proteggono la pianta da patogeni e parassiti, permettendo alla pianta di rispondere in modo efficace ai danni causati dagli insetti. Queste funzioni sono alla base delle loro straordinarie proprietà biologiche.

Nell'olivo predominano i composti fenolici secoroidi, tipici esclusivamente della famiglia "Oleaceae". Tra questi vi sono i glicosidi secoroidi, come oleuropeina e ligstrozide, e i loro prodotti di conversione, tra cui i più noti tirosolo e idrossitirosolo (Cicerale et al., 2012). I glicosidi secoroidi sono presenti in diverse fasi di lavorazione delle olive, sia nell'olio che nelle vinacce e nelle acque di frantoio. Oltre ai secoroidi, le olive, e quindi anche le vinacce di oliva, contengono altri composti fenolici, tra cui flavonoidi come apigenina e luteolina e i loro glicosidi, nonché verbaskozide e lignani. I biofenoli sono presenti in quasi tutte le parti dell'olivo, ma la loro concentrazione e natura variano significativamente a seconda del tessuto. Nei frutti di olivo e nell'olio d'oliva sono stati identificati numerosi composti fenolici, tra cui flavonoli come quercetina 3-rutinoside, luteolina 7-O-glucoside, luteolina 5-O-glucoside e apigenina 7-O-glucoside, oltre a acidi fenolici come l'acido clorogenico, l'acido caffeico, l'acido p-idrossibenzoico, l'acido protocatechico, l'acido vanillico, l'acido sinapico, l'acido p-cumarico, l'acido o-cumarico, l'acido ferulico, l'acido sinapico, l'acido benzoico, l'acido cimico e l'acido gallico. Tra gli alcoli fenolici spiccano 3,4-DHPEA e p-HPEA, mentre tra i secoroidi predominano oleuropeina, demetiloleuropeina, ligstrozide e nuženide. Tra i derivati dell'acido idrossicimetico, il verbaskozide è il più abbondante. In concentrazioni elevate si trovano idrossitirosolo e tirosolo, mentre l'oleuropeina è il secoroide più prevalente nei frutti acerbi di olivo (Dermeche et al., 2013). Oltre ai frutti, anche altre parti dell'olivo, come le foglie, il legno e i sottoprodotti della lavorazione, sono importanti per il loro potenziale biotecnologico. Durante la lavorazione dell'olio d'oliva si producono sottoprodotti, come le vinacce di olivo e l'acqua di scarto, che contengono quantità significative di composti fenolici (Alburquerque et al., 2004).

Le foglie di olivo sono ricche di composti bioattivi, tra cui fenoli semplici, flavonoidi e secoroidi. Poiché le foglie rappresentano un ampio sottoprodotto della coltivazione delle olive, è sensato promuovere il loro utilizzo per ottenere prodotti preziosi. Le foglie di olivo sono particolarmente ricche di oleuropeina, un potente antiossidante che possiede anche marcate proprietà anti-infiammatorie e antimicrobiche. Per questo motivo, gli estratti delle foglie vengono spesso utilizzati in integratori alimentari e cosmetici naturali, poiché contribuiscono alla protezione delle cellule dallo stress ossidativo e supportano il sistema immunitario.

Nelle foglie di olivo sono state identificate diverse sostanze fenoliche, tra cui oleuropeosidi come oleuropeina e verbaskozide, flavoni come luteolina 7-O-glucoside, apigenina 7-O-glucoside, diosmetina 7-O-glucoside, luteolina e diosmetina, flavonoli come rutina, flavan-3-oli come catechina, nonché fenoli sostitutivi come tirosolo, idrossitirosolo, vanillina, acido vanillico e acido caffeico. Sono stati anche identificati derivati dialdeidici diacetossidici dei secoroidi, tra

cui oleocantale e oleaceina. Inoltre, sono stati trovati composti fenolici come luteolina 4'-O-glucoside e apigenina 7-O-rutinoside. La concentrazione maggiore nelle foglie è rappresentata dall'oleuropeina, seguita da idrossitirosolo, flavonoli 7-glucosidi di luteolina e apigenina, e verbaskozide (Moudache et al., 2016). L'oleuropeina è un antiossidante estremamente efficace (Kiritsakis et al., 2010), e i suoi idrolizzati sembrano avere anche proprietà antimicrobiche (Fleming et al., 1973; Walter et al., 1973). Le foglie di olivo rappresentano quindi una fonte preziosa per l'estrazione di oleuropeina (Silva et al., 2006).

Inoltre, l'oleuropeina può inibire l'ossidazione di determinate lipoproteine, conferendo potenti proprietà antiossidanti, e mostra anche attività antivirale, antimicrobica e anti-infiammatoria. Oltre a questi effetti, è stato dimostrato che l'oleuropeina riduce la pressione sanguigna negli animali e previene l'ossidazione dei lipidi in alcuni prodotti a base di carne (Hayes et al., 2009, 2010).

Le ricerche sull'incapsulamento delle foglie di olivo e dei loro composti attivi, come l'oleuropeina, hanno mostrato risultati promettenti nel migliorare l'efficacia biologica di questi composti. L'incapsulamento consente di proteggere i componenti sensibili dall'ossidazione e migliora la loro assorbimento nel corpo. In uno studio, i ricercatori hanno sviluppato l'incapsulamento liposomiale dell'oleuropeina, che ha contribuito ad aumentare la sua attività antiossidante e la sua biodisponibilità (Rodrigo et al., 2021). Gli estratti delle foglie di olivo hanno forti proprietà antiossidanti, il che può essere utile nel prevenire diverse malattie, tra cui quelle cardiovascolari e degenerative. Le ricerche hanno dimostrato che i composti fenolici come l'oleuropeina e l'idrossitirosolo giocano un ruolo chiave nel ridurre l'infiammazione e lo stress ossidativo, confermando ulteriormente il potenziale delle foglie di olivo (de Oliveira et al., 2021).

L'uso delle foglie di olivo come ingrediente nella produzione della birra e il loro impatto sulla composizione chimica e sull'attività antiossidante del prodotto finale è stato studiato in una ricerca di Guglielmotti et al. (2020). L'aggiunta di foglie di olivo si è rivelata un metodo efficace per aumentare significativamente il contenuto di biofenoli nella birra, come oleuropeina e 3-idrossitirosolo.

5 Caso studio: colture cellulari vegetali e sostenibilità

Tra le biotecnologie un capitolo a parte va dedicato alle colture cellulari vegetali, che rappresentano una soluzione innovativa sia in termini di propagazione della biomassa vegetale che di sostenibilità (non implicando il consumo di suolo, acqua e pesticidi/fertilizzanti), ma anche nella prospettiva della successiva estrazione di metaboliti secondari da piante.

Infatti, l'estrazione di bioattivi di interesse da piante presenta alcune criticità, legate ad esempio alla disponibilità di volumi adeguati di biomassa vegetale, alla stagionalità delle colture in campo, alla fase di sviluppo della pianta, alla possibile diffusione di fitopatologie ed anche agli effetti del cambiamento climatico.

L'uso di linee cellulari e metodi avanzati di estrazione è funzionale alla ricerca di modi per migliorare la produzione di principi attivi vegetali. Consente di aumentare il rendimento dei composti bioattivi e contribuisce anche a una migliore comprensione dei processi biochimici, il che può portare a nuove applicazioni nell'industria alimentare e farmaceutica. Inoltre, rappresenta un approccio sostenibile.

La coltura cellulare vegetale è in grado di generare linee cellulari vegetali a partire una piccola porzione di una pianta target, ottenere la quantità desiderata di biomassa (tramite scale-up attraverso l'impiego di bioreattori) e di pervenire, in fase finale, all'estrazione di attivi botanici di elevata qualità, standardizzati e ad alte rese.

La valorizzazione delle piante come fonte di metaboliti attraverso l'impiego di biotecnologie assicura, pertanto, vantaggi in termini di sostenibilità, efficienza nella gestione delle risorse, sicurezza, scalabilità e risparmio nei costi di produzione.

Il caso dell'olivo

Con l'uso di linee cellulari e metodi avanzati di estrazione, i ricercatori stanno cercando modi per migliorare la produzione di principi attivi da piante. L'uso delle linee cellulari aumenta il rendimento di composti bioattivi e contribuisce anche a una migliore comprensione dei processi biochimici, che può portare a nuove applicazioni nell'industria alimentare e farmaceutica. Inoltre, rappresenta un approccio sostenibile.

Il brevetto US20190231837A1 descrive un metodo che consente la coltivazione in vitro di cellule di olivo, con un focus particolare sulla produzione di composti bioattivi. La coltivazione delle cellule di olivo avviene in un ambiente laboratoristico controllato, evitando così la necessità di estrazione dai frutti interi. Questo metodo consente di ottenere una fonte costante e di alta qualità di principi attivi presenti nelle olive, come l'idrossitirosolo, l'oleuropeina e il

verbascoside. Le colture cellulari di olivo prodotte possono essere utilizzate per la realizzazione di nutraceutici, che sono integratori alimentari con effetti benefici sulla salute. Il processo include l'uso di bioreattori per aumentare la produzione di cellule di olivo, con bioreattori di diverse dimensioni, da piccole unità a grandi apparecchiature in grado di trattare centinaia o migliaia di litri. Il prodotto finale è descritto come una polvere contenente colture cellulari di olivo concentrate, adatta per diverse applicazioni sanitarie. Il brevetto sottolinea i potenziali benefici per la salute dei polifenoli prodotti da queste cellule coltivate, rappresentando un importante progresso nell'uso delle colture cellulari vegetali per prodotti salutistici. Inoltre, offre un approccio innovativo per ottenere composti preziosi senza l'uso dei tradizionali metodi di estrazione dalle piante intere.

Nonostante l'innovatività nell'uso delle colture cellulari per la produzione di composti bioattivi da olive, questo approccio può essere discutibile dal punto di vista della sostenibilità. L'industria tradizionale dell'olio d'oliva, infatti, già produce grandi quantità di sottoprodotti, come le vinacce di olive e le acque di scarto generate durante l'estrazione. Questi sottoprodotti contengono quantità significative di polifenoli e altri composti preziosi e hanno un potenziale per essere ulteriormente lavorati e utilizzati, ad esempio, nella cosmetica, nei nutraceutici o come bioenergia. Tuttavia, l'uso delle colture cellulari potrebbe escludere completamente questi materiali dalla filiera, il che comporterebbe il loro smaltimento come rifiuti, aumentando il carico ambientale. Una tale soluzione potrebbe creare ulteriori sfide nella gestione dei rifiuti, invece di promuovere un'economia circolare.

6 Conclusioni

Le biotecnologie possono contribuire in modo diretto e concreto al rafforzamento della capacità di innovazione e della sostenibilità delle filiere agroalimentari dell'area di Programma.

Un loro utilizzo mirato e validato consente di valorizzare la biomassa vegetale a disposizione per applicazioni di valore aggiunto in numerosi campi, tra i quali risultano particolarmente promettenti i seguenti:

- **food & feed e nutraceutica** (alimenti e prodotti di mangimistica arricchiti in nutrienti, integratori alimentari, novel food, etc.);
- **cosmetica** (prodotti per la cura del corpo contenenti composti attivi estratti da piante);
- **agritech** (prodotti per migliorare la qualità e la fertilità del suolo, etc.).

In alternativa, permettono di propagare piccole parti di pianta per ottenere fuori suolo, e pertanto con criteri di efficienza e sostenibilità, volumi adeguati di biomassa vegetale, dalla quale estrarre successivamente ingredienti e attivi di interesse per applicazioni in diversi ambiti, tra cui quelli precedentemente citati.

Il mondo produttivo e della ricerca tra Slovenia, FVG e Veneto esprime un interessante potenziale per supportare l'introduzione dell'innovazione biotech nel settore agrifood, come emerso dall'attività di mappatura realizzata dai partner del progetto BioTech2Agri. Sono state infatti messe a punto, con diversi livelli di maturità tecnologica, (bio)tecnologie trasferibili a un'ampia gamma di attori delle catene del valore dell'agroalimentare, dai produttori primari ai trasformatori, dai fornitori di servizi agritech all'industria alimentare, della mangimistica, della nutraceutica e della cosmetica.

Si impone, pertanto, la necessità di stimolare la domanda di innovazione biotech da parte delle aziende, facendo loro conoscere questo potenziale, spesso poco conosciuto, e rendendo possibile la sua concretizzazione futura in una pluralità di nuovi prodotti, processi e servizi.

Nelle successive fasi progettuali, quindi, BioTech2Agri si porrà l'obiettivo di favorire l'incontro tra la domanda di innovazione sostenibile, da parte delle filiere afferenti al comparto agrifood, e l'offerta di innovazione biotech proveniente da enti di ricerca, aziende, technology e service provider presenti nell'area transfrontaliera italo-slovena.

7 Bibliografia

Adepoju F.O., Ivantsova M.N., Kanvugu O.N. (2019) *Gray Biotechnology: an Overview*. AIP Conference Proceedings 2174, 020199 (2019); https://doi.org/10.1063/1.5134350

Alburquerque, J. A., Gonzálvez, J., Garcıa, D., Cegarra, J., 2004*: Agrochemical characterisation of "alperujo", a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction*. Bioresource technology. 91(2): 195–200.

Ana L.S. Oliveira, Sheila Gondim, Ricardo Gómez-García, Tânia Ribeiro, Manuela Pintado*, Olive leaf phenolic extract from two Portuguese cultivars –bioactivities for potential food and cosmetic application*., 2021, Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 9, Issue 5, 2021, 106175, ISSN 2213-3437, https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106175.

Avila Rodríguez M.I., Rodríguez Barroso L.G., Sánchez, M.L. (2018). *Collagen: A review on its sources and potential cosmetic applications*. Journal of Cosmetic Dermatology, vol. 17, n. 1, pp. 20–26.

Baiano, A. (2014) *Recovery of biomolecules from food wastes—a review*. Molecules vol. 19, n. 9, pp. 14821–14842. https://doi.org/10.3390/molecules190914821.

Bapat, Vishwas Anant, P. B. Kavi Kishor, Naravula Jalaja, Shri Mohan Jain, and Suprasanna Penna., 2023. *Plant Cell Cultures: Biofactories for the Production of Bioactive Compounds* Agronomy 13, no. 3: 858. https://doi.org/10.3390/agronomy13030858

Baroi, A.M., Popitiu, M., Fierascu, I., Sărdărescu, I.-D., Fierascu, R.C., 2022. *Grapevine Wastes: A Rich Source of Antioxidants and Other Biologically Active Compounds*. Antioxidants 11, 393. https://doi.org/10.3390/antiox11020393

Bull A.T., Holt G., Lilly M.D. (1982) *Biotechnology: International Trends and Perspectives* Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development.

Casiraghi A, Roda G, Casagni E, Cristina C, Musazzi UM, Franzè S, Rocco P, Giuliani C, Fico G, Minghetti P, Gambaro V. 2018 *Extraction Method and Analysis of Cannabinoids in Cannabis Olive Oil Preparations*, Planta Med. 2018 Mar;84(4):242-249. doi: 10.1055/s-0043-123074. Epub 2017 Dec 4. PMID: 29202510.

Castaldo L., Graziani G., Gaspari A., Izzo L., Luz C., Mañes J., Rubino M., Meca G., Ritieni A. (2018) *Study of the Chemical Components, Bioactivity and Antifungal Properties of the Coffee Husk*, Journal of Food Research, vol. 7, n. 4, pp. 43-54.

Castaldo L., Lombardi S., Gaspari A., Rubino M., Izzo L., Narváez A., Ritieni A., Grosso M. (2021) *In Vitro Bioaccessibility and Antioxidant Activity of Polyphenolic Compounds from Spent Coffee Grounds-Enriched Cookies*. Foods vol. 10, 1837. https://doi.org/10.3390/foods10081837.

Cicerale S, Lucas LJ, Keast RS., 2012. *Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil*. Curr Opin Biotechnol. Apr;23(2):129-35. doi: 10.1016/j.copbio.2011.09.006. Epub 2011 Oct 13. PMID: 22000808.

DaSilva E.J. (1999) *Biological warfare, bioterrorism, biodefence and the biological and toxin weapons convention*. Electronic Journal of Biotechnology versión On-line ISSN 0717-3458 Electron. J. Biotechnol. vol. 2, n. 3 Valparaíso dic. 1999 http://dx.doi.org/10.4067/S0717-34581999000300001

DeFelice S.L. (1995) *The nutraceutical revolution: ist impact on food industry R&D*. trends food Sci Technol, vol. 6, n. 1, pp. 59-61.

Dermeche, S., Nadour, M., Larroche, C., Moulti-Mati, F., Michaud, P., 2013: *Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies*. Process Biochemistry 48: 1532–1552.

El Sohaimy S. (2012) *Functional foods and nutraceuticals-modern approach to food science.* World Appl Scie J, vol. 20, n. 5, pp. 691-708.

Ereky I.C. (1919) *Biotechnologie der Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Grosbetriebe*. Verlag Paul Parey, Berlin, VII., 84.

Filimon, R.V., Bunea, C.I., Bora, F.D., Filimon, R.M., Dunca, S.I., Rózsa, S., Ciurlă, L., Patraș, A., 2023. *Physico-Chemical Characterization, Phenolic Compound Extraction and Biological Activity of Grapevine (Vitis vinifera L.) Canes*. Horticulturae 9, 1164. https://doi.org/10.3390/horticulturae9111164

Fleming, H. P., W.M. Walter & J.L. Etchells (1973): *Antimicrobial properties of oleuropein and products of its hydrolysis from green olives*. Applied Microbiology, 26(5), 777-782.

Foscolou A, Critselis E, Panagiotakos D., 2009. *Olive oil consumption and human health: A narrative review.* Maturitas. Dec;118:60-66. doi: 10.1016/j.maturitas.2018.10.013. Epub 2018 Oct 26. PMID: 30415757.

Garavaglia, J., Markoski, M.M., Oliveira, A., Marcadenti, A., 2016. *Grape Seed Oil Compounds: Biological and Chemical Actions for Health*. Nutr Metab Insights 9, 59–64. https://doi.org/10.4137/NMI.S32910

Gerós, H., Manuela Chaves, M., Delrot, S. (Eds.), 2012. *Phenolics in Grape Berry and Key Antioxidants, in: The Biochemistry of the Grape Berry.* BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS, pp. 89–110. https://doi.org/10.2174/978160805360511201010089

González-Ortega, R., Šturm, L., Skrt, M. et al. *Liposomal Encapsulation of Oleuropein and an Olive Leaf Extract: Molecular Interactions, Antioxidant Effects and Applications in Model Food Systems*. Food Biophysics., 2021, 16, 84–97 2021. https://doi.org/10.1007/s11483-020-09650-y

Gorelick J., Bernstein N. (2014) *Elicitation: An underutilized tool in the development of medicinal plants as a source of therapeutic secondary metabolites*. Advances in Agronomy, n. 124, pp. 201–230.

Goufo, P., Singh, R.K., Cortez, I., 2020. *A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (Vitis vinifera L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves*. Antioxidants 9, 398. https://doi.org/10.3390/antiox9050398

Guglielmotti M, Passaghe P, Buiatti S. 2020 *Use of olive (Olea europaea L.) leaves as beer ingredient, and their influence on beer chemical composition and antioxidant activity*. J Food Sci. 2020 Aug;85(8):2278-2285. doi: 10.1111/1750-3841.15318. Epub 2020 Jul 11. PMID: 3265259

Harford J.B., Otero I.V., Anderson B.O., Cazap E., Gradishar W.J., Gralow J.R., Kane G.M., Niens L.M., Porter P.L., Reeler A.V. (2011) *Problem solving for breast health care delivery in low and middle resource countries*

(LMCs): Consensus statement from the Breast Health Global Initiative. The Breast, vol. 20, S20–S29. https://doi.org/10.1016/j.breast.2011.02.007

Hayes, J. E., V. Stepanyan, P. Allen, M.N. O' Grady, N.M. O Brien & J.P. Kerry (2009): T*he effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on lipid oxidation and oxymyoglobin oxidation in bovine and porcine muscle model systems*. Meat Science, 83(2), 201-208.

Hayes, J. E., V. Stepanyan, M.N. O' Grady, P. Allen & J.P. Kerry., 2010: *Evaluation of the effects of selected phytochemicals on quality indices and sensorial properties of raw and cooked pork stored in different packaging systems*. Meat Science, 85(2), 289-296.

Inpart (2023) *Top biotechnology innovations*. https://www.inpart.io/

Kafarski P. (2012) *Rainbow code of biotechnology*. Chemik; n. 66, pp. 814-6.

Kanwugu O.K., Ivantsova M.N., Chidumaga K.D. (2018) *Gold biotechnology: Development and advancements*. AIP Conf. Proc. 2015, 020034 (2018) https://doi.org/10.1063/1.5055107

Kiritsakis, K., Kontominas, M.G., Kontogiorgis, C. et al. (2010) *Composition and Antioxidant Activity of Olive Leaf Extracts from Greek Olive Cultivars.* J Am Oil Chem Soc 87, 369–376. https://doi.org/10.1007/s11746-009-1517-x

Malusá E.- Lidia Sas - Małgorzata Tartanus) *Inoculi microbici per migliorare la fertilità biologica del suolo* Frutticoltura - n. 2 – 2020

Meng, X., Zhou, J., Zhao, C.-N., Gan, R.-Y., Li, H.-B., 2020. *Health Benefits and Molecular Mechanisms of Resveratrol: A Narrative Review*. Foods 9, 340. https://doi.org/10.3390/foods9030340

Merriam-Webster (2016). *Biotecnology*. in: https://www.merriam-webster.com/dictionary/biotechnology

Moudache in sod., *Phenolic content and antioxidant activity of olive by-products andantioxidant film containing olive leaf extract*., 2016, Food Chemistry 212, 521–527.

Murthy H.N., Lee E.J., Paek K.Y. (2014). *Production of secondary metabolites from cell and organ cultures: Strategies and approaches for biomass improvement and metabolite accumulation. Plant Cell*, Tissue and Organ Culture, vol. 118, n. 1, pp. 1–16.

Nzekoue, F.K., Kouamo Nguefang, M.L., Alessandroni, L., Mustafa, A.M., Vittori, S., Caprioli, G., 2022. *Grapevine leaves (Vitis vinifera): Chemical characterization of bioactive compounds and antioxidant activity during leave development.* Food Bioscience 50, 102120. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102120

Pavlovic R., Nenna G., Calvi L., Panseri S., Borgonovo G., Giupponi L., Cannazza G., Giorgi A. *Quality traits of "cannabidiol oils": Cannabinoids content, terpene fingerprint and oxidation stability of European commercially available preparations*., 2018, Molecules. 2018;23:1230. doi: 10.3390/molecules23051230.

Plant Material, Extraction Methods, Quantification, and Applications. Biomolecules 10, 1195. https://doi.org/10.3390/biom10081195

Obayomi V.O., Olaniran F.A., Owa O.S. (2024) *Unveiling the role of functional foods with emphasis on prebiotics and probiotics in human health: A review*, Journal of Functional Foods, vol. 119, pp. 106337.

RAFVG-regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (2020) *La biotecnologia nel Friuli Venezia Giulia –Documento di primo posizionamento versione 1.1*, Allegato alla generalità n. 1393 dell'11 settembre 2020.

Rubio N.R., Xiang N., Kaplan D.L. (2020) *Plant-based and cell-based approaches to meat production*. Nature communications, 11:6276 | https://doi.org/10.1038/s41467-020-20061-y | www.nature.com/naturecommunications.

Shete P. (2023) *Biotechnological Application in Animal Nutrition and Feed Technology: Mini Review*. Acta Scientific Veterinary Sciences, vol. 5, n. 5, pp. 67-70.

Singh K.K., Ishar A.K., Singh S., Changdeo W.B., Kashyap S., Saini K., Ramesh G., Swamy G.N. (2024) *The Role of Biotechnology in Shaping the Future of Modern Agriculture*. Journal of Advances in Biology and Biotechnology, vol. 27, n. 11, pp. 621-634.

Singh T., Shukla S., Kumar P., Wahla V., Bajpai V.K., Rather I.A. (2017). *Application of nanotechnology in food science: Perception and overview*. Front Microbiol vol. 8:1501.

Sinha T., Sharma A., Das A., Kumar A., Rahman T., Panotra N., Anbarasan S. (2024) *The impact of Biotechnology in Shaping the Modern Agriculture*. Journal of Advances in Biology and Biotechnology, vol. 27, n. 11, pp. 844-851.

Sagar N.A., Pareek S., Sharma S. et al. (2018). *Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, vol. 17, n. 3, pp. 512–531.

Savournin, C., B. Baghdikian, R. Elias, F. Dargouth-Kesraoui, K. Boukef, G. Balansard, 2001: R*apid high-performance liquid chromatography analysis for the quantitative determination of oleuropein in Olea europea leaves.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(2), 618-621.

Servili M, Esposto S, Fabiani R, Urbani S, Taticchi A, Mariucci F, Selvaggini R, Montedoro GF., 2009. *Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure*. Inflammopharmacology. Apr;17(2):76-84. doi: 10.1007/s10787-008-8014-y. PMID: 19234678.

Silva S.N.R.L., Faria S., Freitas C.M.L. (2021). *Biosurfactants in cosmetics and personal care: Trends and challenges*. Critical Reviews in Biotechnology, vol. 41, n. 4, pp. 631–644.

Smith, J. (2019). *Method for extracting bioactive compounds from olive oil. US20190231837A1*. United States Patent and Trademark Office https://patents.google.com/patent/US20190231837A1

Teshome E., Forsido S.F., Rupasinghe H.P.V., Olika Keyata E. (2022) *Potentials of Natural Preservatives to Enhance Food Safety and Shelf Life: A Review*. Scientific World Journal, vol. Sep, n. 23, pp. 2022:9901018. doi: 10.1155/2022/9901018. PMID: 36193042; PMCID: PMC9525789.

Tiwari A., Chauhan A., Chauhan P. (2019). *Peptides in cosmetics*. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, vol. 6, n. 1, pp. 36–42.

Various Authors (2020) *Biotechnology Business - Concept to Delivery*, Arpita Saxena (Ed), Springer Nature Switzerland.

Verna G., Ravichandran S. (2020) *Evolution of Biotechnology as a Million Dollar Market: The Management and Commerce of a Biotech Start-up*. Arpita Saxena (Ed), Biotechnology Business - Concept to Delivery, Springer Nature Switzerland.

Vignesh A., Cheeran Amal T., Sarvalingam A., Vasanth K. (2024) *A review on the influence of nutraceuticals and functional foods on health*, Food Chemistry Advances, vol. 5, pp. 100749.

Walter, W. M., H.P. Fleming & J.L. Etchells (1973): *Preparation of antimicrobial compounds by hydrolysis of oleuropein from green olives*. Applied Microbiology, 26(5), 773-776.

Yu, J., Ahmedna, M., 2013. *Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications*. International Journal of Food Science & Technology 48, 221–237. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03197.x

Zeisel S.H. (1999) *Regulation of "nutraceuticals"*. Science, vol. Sep 17, n. 285(5435), pp. 1853-5. doi: 10.1126/science.285.5435.1853. PMID: 10515789.

Zheng J., Wittouck S., Salvetti E. et al. (2021). *A taxonomic note on the genus Lactobacillus: Description of 23 novel genera, emended description of the genus Lactobacillus Beijerinck 1901, and union of the genera Pediococcus and Lactobacillus*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, vol. 71, n. 8, pp. 1–73.

https://www.gzs.si/matpro/vsebina/ENG

https://srip-circular-economy.eu/srip-circular-economy/focus-areas/

SEZNAM VSEBIN

1. Povzetek projekta
2. Uporaba biotehnologij v kmetijsko-živilski verigi in priložnosti, povezane z biotehnološkimi inovacijami
   2.1 Opredelitev in klasifikacija biotehnologij
   2.2 Pomembnost biotehnologij
3. Ponudba biotehnologij za inovacije v agroživilski verigi na območju programa
   3.1 Furlanija - Julijska Krajina in Veneto v primerjavi z italijanskim nacionalnim kontekstom
   3.2 Furlanija - Julijska Krajina
   3.3 Veneto
   3.4 Slovenija
4. Študija primera: ekstrakcija aktivnih sestavin iz trte in oljke
5. Študija primera: rastlinske celične kulture in trajnost
6. Zaključki
7. Bibliografija

PRILOGE

1. Povzetek projekta

BioTech2Agri se osredotoča na krepitev inovacij in konkurenčnosti v kmetijsko-živilski panogi z uporabo biotehnoloških rešitev.

Projekt spodbuja čezmejno sodelovanje med Italijo in Slovenijo z namenom povečanja dodane vrednosti italijansko-slovenskih kmetijsko-živilski verig, omogočanja razvoja novih izdelkov in storitev, izboljšanja trajnosti ter spodbujanja bolj učinkovite rabe naravnih virov.

Posebej BioTech2Agri predvideva kartiranje biotehnologij, ki so uporabne v kmetijsko-živilski panogi in so na voljo na čezmejnem območju, da bi podjetjem zagotovil kvalificirano podporo pri uvajanju biotehnoloških rešitev za različne aplikacije (hrana, krma, nutracevtika, kozmetika itd.).

Hkrati projekt želi spodbuditi omrežje akterjev znanstvene ekonomije na obeh straneh meje, s ciljem ustvariti biotehnološki inovacijski ekosistem.

Projekt predvideva konkretno podporo podjetjem z objavo odprtega razpisa, ki bo vsakemu izbranemu primeru omogočil oceno tehnične izvedljivosti in ekonomske trajnosti razvojnih poti, temelječih na biotehnologijah. Ta modularni podporni mehanizem bo poimenovan "Innovation Coins" in ga bodo izvedli partnerji, pri čemer bodo združili komplementarne kompetence.

Projektni rezultat 1.1.1 "Tematsko poročilo o čezmejnem potencialu za biotehnološke inovacije" podpira prvo fazo izvajanja projekta, saj zagotavlja celovit in premišljen pregled potenciala proizvodnega in raziskovalnega ekosistema med Slovenijo, FJK in Veneto za prispevanje k absorpciji biotehnoloških inovacij v kmetijsko-živilske verige.

2. Uporaba biotehnologij v kmetijsko-živilski verigi in priložnosti, povezane z biotehnološkimi inovacijami

2.1 Opredelitev in klasifikacija biotehnologij

Biotehnologija se je razvila iz nemškega področja zimotehnologije, ki se je začelo z raziskavami za boljše razumevanje industrijske fermentacije. Te raziskave so izhajale iz že znanih postopkov fermentacije pri proizvodnji hrane in pijač. Industrija zimotehnologije je doživela vzpon med prvo svetovno vojno, ko je naraslo povpraševanje po izdelkih, kot so krma za živali in mlečna kislina, nadomestek za hidravlično tekočino. Drugi pomembni dosežki v zgodovini biotehnologije vključujejo množično proizvodnjo penicilina v 40. letih prejšnjega stoletja, ki je uporabljala postopek fermentacije, razvitem v Združenih državah Amerike.

Po letu 1945 se je biotehnološko področje osredotočilo na uporabo genskega inženiringa ter ustvarjanje novih zdravil, kot so cepiva, ter množično proizvodnjo drugih, kot je inzulin. Leta 1994 so bili v Združenih državah Amerike prvič predstavljeni gensko spremenjeni pridelki. Trenutno je na voljo 13 komercialno dostopnih gensko spremenjenih pridelkov po vsem svetu. Biotehnološka industrija je od leta 1970 doživela hitro rast, globalni trg biotehnologije pa je trenutno ocenjen na 752,8 milijard dolarjev. Globalne biotehnološke podjetja so dosegla skupno vrednost 2,0 trilijona dolarjev (Inpart, 2023).

Beseda "biotehnologija" združuje samostalnika "**biologija**" in "**tehnologija**", pri čemer prvi pomeni študij in razumevanje (logos) živih organizmov (bios), drugi pa (technè) se nanaša na uporabo in uporabo tehničnih orodij.

Beseda se je prvič pojavila v učbeniku leta 1919, ko je madžarski inženir Károly Ereky uporabil izraz "biotehnologija" za označevanje predelave kmetijskih proizvodov za krme za živali (Ereky, 1919).

Med prvimi uradnimi definicijami je definicija Evropske federacije za biotehnologijo iz leta 1982, ki biotehnologijo opisuje kot "*integrirano uporabo biokemije, mikrobiologije in inženirskih znanosti za dosego tehnološke (industrijske) uporabe sposobnosti mikroorganizmov, celic gojenih tkiv in njihovih delov*" (Bull et al., 1982).

Med mnogimi poznejšimi definicijami je najnovejša in najbolj celovita danes tista, ki je vključena v Konvencijo o biološki raznovrstnosti (CBD). CBD (sprejeta leta 1992 in v veljavi od decembra 1993) biotehnologijo opredeljuje kot "*vsako tehnološko uporabo, ki uporablja biološke sisteme,*

žive organizme ali njihove derivate za proizvodnjo ali spreminjanje izdelkov ali procesov za specifične namene".

Biotehnologija vključuje "*manipulacijo (kot je gensko inženirstvo) z živimi organizmi ali njihovimi komponentami za proizvodnjo uporabnih izdelkov, običajno komercialnih (kot so pridelki, odporni na škodljivce, novi sevi bakterij ali inovativna zdravila)*" (Merriam-Webster, 2016).

Ključni elementi so naslednji:

• **Biološki temelji:** izkorišča celice, encime, DNA in druge biomolekule.

• **Tehnična orodja:** tehnike, kot je gensko urejanje (npr. CRISPR), bioinformatika in tehnologija rekombinantne DNA, so osrednjega pomena.

• **Nekatere možne uporabe:** vključujejo razvoj zdravil, gensko spremenjene organizme (GSO), biogoriva, hrano in krme ter biološke materiale.

Naredi se ločnica med tradicionalnimi biotehnologijami (ali konvencionalnimi) in inovativnimi (ali naprednimi) biotehnologijami.

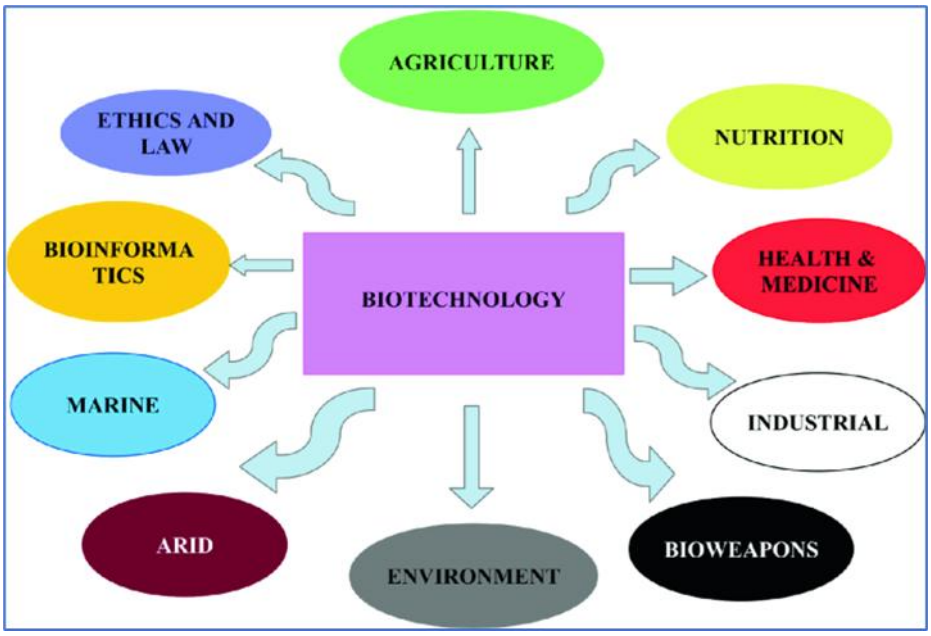
Tradicionalne biotehnologije se osredotočajo na odkritja, medtem ko inovativne biotehnologije vključujejo iznajdbe in ustvarjanje orodij ter predmetov, ki prej niso obstajali. Tradicionalne biotehnologije vključujejo vse tehnologije proizvodnje, ki so se uporabljale že tisočletja, zlasti tiste, ki vključujejo uporabo živih organizmov, kot so bakterije, kvasovke, rastlinske celice ali živalske celice. Primeri tradicionalnih biotehnologij vključujejo predelavo mleka v sir, in grozdnega soka v vino. Njihova uporaba sega v čas, ko ni bilo znanja o biologiji ali biotehnologiji. V sredini 19. stoletja je francoski kemik in biolog Louis Pasteur odkril vzroke fermentacije in identificiral bakterije ter kvasovke, ki so odgovorne za določene procese pri preoblikovanju prehranskih snovi, kar je omogočilo standardizirano in metodološko proizvodnjo piva, vina in kisa.

Inovativne biotehnologije pa temeljijo na sodobnih odkritjih v genskem inženirstvu in molekularni biologiji. Pojav tehnologij rekombinantne DNA, znane tudi kot gensko inženirstvo, predstavlja pomemben mejnik med tradicionalnimi in sodobnimi biotehnologijami. Gensko inženirstvo se je razvilo v drugi polovici 20. stoletja in pomeni jasno ločnico med tradicionalnimi in inovativnimi biotehnologijami.Inovativne biotehnologije so opredeljene z natančnim spreminjanjem lastnosti organizmov s spreminjanjem njihovega genetskega materiala. Njihova široka paleta uporabe je lahko razdeljena, po mnenju OECD (Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj), na štiri glavna področja: farmakologija, medicina in diagnostika; kmetijstvo, veterinarska medicina in živinoreja; bioindustrija; okolje. Inovativne biotehnologije segajo v sredino 20. stoletja, ko je britanski zdravnik Frederick Griffith leta 1928, med poskusom z zdravilom proti streptokoku, ki povzroča pljučnico, opazil, da lahko ti mikroorganizmi pridobijo

in shranijo dedni material drugih bakterij ter spremenijo svoje lastnosti. Od takrat so raziskovalci po vsem svetu delali na identifikaciji osnovnega dejstva tega transformacijskega faktorja. Griffith velja za enega od pionirjev genskega inženirstva. Velik raziskovalec, ki je imel izjemno intuicijo, takrat ni mogel vedeti, da je ta dedni material v resnici DNA. Dejanska odkritja so se zgodila leta 1944, medtem ko je bila leta 1953 odkrita struktura DNA in njen mehanizem replikacije.

Medtem ko OECD identificira štiri glavna področja za inovativne biotehnologije, so aplikativna področja številna. **Različna področja uporabe biotehnologije lahko razvrstimo glede na barvno klasifikacijo.** Kafarski (2012) je uvedel barvni sistem za ločevanje glavnih področij biotehnologije (Slika 1).

Slika 1: Področja in barve biotehnologij



Verna and Ravichandran, 2020

Zeleno - Kmetijska biotehnologija

Zelena biotehnologija se osredotoča na izboljšanje kmetijske produktivnosti in trajnostnosti, razvoj rastlin z večjo rodnostjo, odpornostjo na biotske in abiotčne stresne dejavnike ter spodbujanje uporabe ekoloških gnojil in bioloških pesticidov. Ključne tehnologije vključujejo:

• **Gojenje celic in tkiv rastlin ter mikropropagacija**: omogoča hitro proizvodnjo enotnih in zdravih rastlin.

• **Molekularno inženirstvo**: uporablja se za selekcijo in razvoj rastlin (in v manjšem obsegu živali) s specifičnimi zaželenimi lastnostmi, vključno z gensko spremenjenimi organizmi (GSO).

• **Selekcija, podprta z markerji (MAS):** orodja, kot so molekularni markerji in genetski odtisi DNA, omogočajo kartiranje tisočev genov, kar pridelovalcem rastlin omogoča učinkovito pregledovanje velikih populacij za identifikacijo posameznikov z zaželenimi lastnostmi.

• **Inverzna reprodukcija in podvojeni haploidi**: metode, ki omogočajo učinkovito proizvodnjo homozigotnih rastlin iz heterozigotnih začetnih rastlin, kar zagotavlja ohranjanje vseh zaželenih lastnosti.

Rumeno - Biotehnologija za prehrambeni sektor

Rumena biotehnologija, ena od najstarejših vej, se osredotoča na proizvodnjo hrane za ljudi in živali. Izvira iz prvih **fermentacijskih tehnik**, kot so proizvodnja kruha, piva in sira, danes pa si prizadeva izboljšati kakovost hrane z večanjem hranilne vrednosti, odstranjevanjem alergenov in obogatitev hrane s koristnimi dodatki. Funkcionalna živila ali nutracevtiki igrajo pomembno vlogo pri preprečevanju bolezni, saj podpirajo ključne biološke sisteme, kot so prebavni trakt, krvni obtok in imunski sistem. Ti napredki odražajo integracijo tradicionalnih praks z **modernimi encimatskimi, mikrobioloških in genetskimi tehnologijami**.

Rdeče - Medicinska in farmacevtska biotehnologija

Rdeča biotehnologija se osredotoča na izboljšanje človeškega zdravja s proizvodnjo cepiv, antibiotikov, regenerativnih terapij, umetnih organov in naprednih diagnostik, pri čemer vse temelji na **molekularni biologiji**. Primeri vključujejo:

• Paradižnike,bogate z antociani, ki lahko zmanjšajo tveganje za razvoj raka..

• Gensko spremenjeno solato, ki proizvaja virusne beljakovine. Z zaužitvijo deluje kot užitno cepivo proti hepatitisu, saj sproži imunski odziv v telesu.

• Zdravila, pridobljena iz transgenih živali, kot je antitrombin III (koze), rekombinantni krvni faktorji za hemofilijo (ovce) in α1-antitripsin za zdravljenje emfizema (ovce in koze).

Čeprav genske terapije ostajajo eksperimentalne zaradi mešanih rezultatov, se pričakuje, da bo napredek v diagnostiki vodil prihodnje medicinske inovacije, z razvojem molekularnih

diagnoz, "-omskih" tehnologij (genomika, proteomika, metabolomika), protitelesnih matric in miniaturiziranih sistemov lab-on-a-chip.

Bela - Industrijska biotehnologija

Bela biotehnologija uporablja **biokatalizo** v industrijskih procesih ter ponuja trajnostne alternative tradicionalnim tehnologijam. Uporablja se v različnih panogah, kot so kemična, farmacevtska, kozmetična, tekstilna, prehrambena industrija in energetika. Ključna področja vključujejo:

• Zamenjavo klasičnih procesov z biokatalitičnimi procesi za proizvodnjo kemikalij, farmacevtskih izdelkov in prehranskih aditivov.

• Razvoj biološko razgradljivih polimerov in posebnih "pametnih" polimerov.

• Proizvodnjo biogoriv z uporabo obnovljivih virov ali fotosintetičnih mikroorganizmov, vključno z gensko spremenjenimi.

• Proizvodnjo industrijskih encimov in mikroorganizmov.

Biorefinerije, ki sledijo konceptunaftnih rafinerij, predelujejo biomaso v biogoriva, kemikalije in energijo, ter poudarjajo vlogo bele biotehnologije v trajnostnem razvoju in zeleni kemiji.

Črna - Bioterorizem in biološke orožja

DaSilva v svojem delu, objavljenem leta 1999, definira biološko vojno kot "namerno uporabo mikroorganizmov in toksinov, običajno mikrobnega, rastlinskega ali živalskega izvora, za povzročanje bolezni in smrti pri ljudeh, živini in pridelkih" (DaSilva, 1999). Biološka orožja so se uporabljala že od davnih časov in so imela uničujoče učinke na prebivalstvo in geopolitiko, zaradi česar je ta uporaba biotehnologije zelo kontroverzna in nevarna.

Siva - Okoljska biotehnologija

Siva biotehnologija se osredotoča na zaščito in obnovo okolja z uporabo **bioloških sistemov za obvladovanje onesnaževal in odpadkov**. Aplikacije vključujejo (Adepoju et al., 2019):

• Bioremediacija: uporaba mikroorganizmov za čiščenje onesnaženih tal, vode in zraka.

• Fitoremediacija: uporaba rastlin za absorpcijo in nevtralizacijo onesnaževal.

• Ohranitev biotske raznovrstnosti in mikrobne ekologije: študij interakcij med mikroorganizmi za obnovo ekosistemov in obvladovanje onesnaževal.

Rjava - Biotehnologija za puščave in sušne regije

Rjava biotehnologija obravnava kmetijske izzive v sušnih in puščavskih območjih, zlasti na območjih z omejenimi viri, kot je Afrika. Uporablja **tehnologijo GSO** za izboljšanje pridelkov, razvoj soliščnega kmetijstva in optimizacijo uporabe vode in odpadne vode. Pomemben primer je projekt Magnusa Larsena za boj proti dezertifikaciji v Sahari z uporabo bakterije Bacillus pasteurii za stabilizacijo peščenih sipin, kar oblikuje 6.000 kilometrov dolgo pregrado proti širjenju puščave.

Modra - Morska biotehnologija

Modra biotehnologija izkorišča morske in oceanske vire za industrijske, medicinske in raziskovalne aplikacije, pri čemer koristi biotsko raznovrstnost vodnih okolij. Ključna področja vključujejo:

• Proizvodnja materialov, pridobljenih iz morja, kot so hidrokoloidni in gelirni agensi za živila, zdravje in kozmetiko.

• Razvoj nove generacije biogoriv z uporabo fotosintetskih mikroalg, ki lahko nadomestijo običajna goriva (bencin, dizelsko gorivo, letalsko gorivo).

• Izolacija molekul, pridobljenih iz morja, ki se uporabljajo kot molekularni markerji in encimske spojine za diagnozo, terapije in znanstvene raziskave.

Zlato - Bioinformatika in nano-biotehnologija

Zlata biotehnologija vključuje **bioinformatiko, nanotehnologijo in računalništvo**. Osredotoča se na ustvarjanje in vzdrževanje bioloških baz podatkov, manipulacijo bioloških procesov na submikroskopski ravni in podporo specializiranim področjem, kot so (Kanwugu et al., 2018):

• Genomika, proteomika in transkriptomika.

• Odkritje in razvoj zdravil.

• Kmetijski napredki.

• Okoljske aplikacije, kot je čiščenje odpadkov.

Vijolično - Etična, pravna in filozofska biotehnologija

Vijolična biotehnologija se ukvarja z **etičnimi, pravnimi in moralnimi dilemami, ki jih povzročajo biotehnološki napredki**, zlasti na področju patentiranja izumov. Ta vprašanja so sprožila razprave med etiki, verskimi skupinami in širšo javnostjo, kar je pripeljalo do ustvarjanja platform za dialog. Vijolična biotehnologija se je pojavila leta 1980, ko je Vrhovno sodišče ZDA odločilo, da se lahko gensko spremenjeni mikroorganizmi patentirajo, kar je zaznamovalo mejnik v regulaciji in etiki biotehnologije (Kafarski, 2012).

2.2 Pomembnost biotehnologij

Biotehnologija ima velik pomen, saj se sooča z globalnimi kritičnimi izzivi in izboljšuje različne vidike življenja zizkoriščanjem moči bioloških sistemov. Njena vloga sega na več področij, vključno z zdravjem, kmetijstvom, industrijo in okoljem. Tabela 1 nudi celovit pregled glavnih aplikacij v povezavi s kritičnimi globalnimi izzivi.

Tabela 1: Globalni izzivi in aplikacije

Globalni izzivi	Aplikacije
Globalni zdravstveni izzivi	**Zdravljenje in preprečevanje bolezni.** Biotehnologija je revolucionirala medicino z inovacijami, kot so cepiva, ciljna terapija in diagnostična orodja. Na primer, mRNA tehnologija je igrala ključno vlogo pri hitrem razvoju cepiv proti COVID-19. **Personalizirana medicina.** Napredek na področju genske tehnike in genomike omogoča personalizirane terapije, ki temeljijo na genski dediščini posameznika, kar izboljša učinkovitost in zmanjša stranske učinke. **Boj proti redkim boleznim.** Biotehnologija zagotavlja orodja za obvladovanje bolezni, ki so bile prej neozdravljive, zahvaljujoč genski terapiji in zdravilom za redke bolezni.
Krepitev varnosti hrane	**Višji kmetijski donosi.** Biotehnični pridelki so zasnovani za večjo produktivnost, odpornost proti škodljivcem in prilagodljivost na podnebne spremembe. **Izboljšanje prehranskih vrednosti.** Biofortifikacija (na primer, zlati riž) rešuje prehranske pomanjkljivosti v državah v razvoju. **Trajnostno kmetovanje.** Biotehnologija zmanjšuje potrebo po kemijskih gnojilih in pesticidih ter spodbuja ekološke kmetijske prakse.
Spodbujanje trajnostnosti	**Obnovljivi viri energije.** Biotehnične inovacije, kot so biogoriva in mikrobne gorivne celice, ponujajo alternative fosilnim gorivom, kar pripomore k bolj ekološki energetski mešanici. **Biološki materiali.** Biotehnologija omogoča proizvodnjo ekoloških materialov, kot so bioplastika, s čimer zmanjšuje onesnaževanje s plastiko.

Globalni izzivi	Aplikacije
	Okoljska sanacija. Tehnologije bioremediacije uporabljajo mikroorganizme za čiščenje izlivov nafte, razgradnjo plastičnih odpadkov in razstrupljanje onesnaženih okolij.
Boj proti podnebnim spremembam	**Zajem ogljikovega dioksida.** Inženirirani mikroorganizmi in alge lahko zajamejo in shranjujejo ogljikov dioksid iz atmosfere. **Odpornost pridelkov.** Biotehnološke rešitve naredijo rastline bolj odporne na sušo, poplave in ekstremne temperature, kar zagotavlja proizvodnjo hrane v spreminjajočem se podnebju. **Izraba odpadkov.** Pretvorba kmetijskih in industrijskih odpadkov v dragocene izdelke podpira načela krožnega gospodarstva.
Revolucionirati industrijo	**Učinkovita proizvodnja.** Industrijska biotehnologija omogoča proizvodnjo kemikalij, encimov in materialov skozi ekološke in gospodarne procese. **Sintetična biologija.** Oblikovanje prilagojenih bioloških sistemov podpira odkritja na področjih, kot so medicina, energija in znanost o materialih.
Spodbujanje znanstvenega napredka	**Napredek v raziskavah.** Biotehnologija vodi raziskave na vrhunski ravni na področjih genetike, molekularne biologije in sintetične biologije, poglablja naše razumevanje življenja. **Interdisciplinarni vpliv.** Spodbuja inovacije na področjih, kot so umetna inteligenca, znanost o podatkih in nanotehnologija.
Reševanje socialnih izzivov	**Staranje prebivalstva.** Biotehnologija razvija rešitve za starostne bolezni, kot sta Alzheimerjeva bolezen in osteoporoza. **Globalne neenakosti.** Dostopna biotehniška orodja lahko zagotovijo regijam z nizkimi dohodki dostop do zdravil, pitne vode in trajnostnih virov hrane.

Različni avtorji, 2020

Kar zadeva projekt Biotech2Agri, je cilj osredotočen na aplikacije biotehnologije na področjih hrane, krme, nutraceutike, kmetijske tehnologije in kozmetike. Naslednje poglavje bo podalo podroben pregled vsakega od teh področij.

Biotehnologije za živilsko industrijo, nutraceutiko in krmo

Možnosti, povezane z biotehnološkimi inovacijami, so široke. Povečana uporaba trajnostnih virov in napredne tehnologije odpirajo pot razvoju ekoloških proizvodnih procesov, ki ne le izboljšujejo kakovosti izdelkov, temveč tudi znižujejo stroške proizvodnje (Sharma et al., 2020). To omogoča konkurenčnost na globalnem trgu in spodbuja razvoj novih izdelkov ali izboljšanje obstoječih, ki odgovarjajo na spreminjajoče se potrebe potrošnikov. Biotehnološke inovacije tako prispevajo ne le k napredku agroživilske industrije, temveč tudi k doseganju ciljev trajnostnosti (Santos et al., 2020).

- **Živilski sektor**

Fermentacija hrane je najstarejši biotehnološki proces, ki se uporablja za konzerviranje hrane in pijače, pri katerem mikrobiološke aktivnosti igrajo ključno vlogo.

Fermentacija v prehrambeni industriji je biokemičen proces, v katerem encimi, ki jih proizvajajo specifični mikroorganizmi (kot so laktobacili, kvasovke in plesni), v odsotnosti kisika razgrajujejo in spreminjajo organske molekule hranil v osnovnih surovinah ter ustvarjajo spojine, kot so kisline, alkohol in aromatične snovi.

Fermentacijske metode se uporabljajo že tisočletja za proizvodnjo hrane: skozi stoletja so bile mikrobiološke kulture uporabljene za razvoj različnih živil in alkoholnih pijač, od jogurta, piva, kisa in medice do tempeha.

Danes so fermentacijske tehnike razdeljene v tri kategorije:

1. Tradicionalna fermentacija: že tisočletja se uporablja pri proizvodnji hrane, pri čemer mikrobiološke kulture omogočajo konzerviranje živilproizvodnjo alkoholnih pijač in izboljšanje hranilne vrednosti ter biološke razpoložljivosti hrane.

2. Fermentacija biomase: izkorišča visoko vsebnost beljakovin in hitro rast mikroorganizmov za učinkovito proizvodnjo velikih količin beljakovinsko bogate hrane.

3. Precizna fermentacija: gre za aplikacijo, ki uporablja mikroorganizme, kot so bakterije, kvasovke ali gobe, za proizvodnjo specifičnih funkcionalnih sestavin.

Poleg tradicionalnih metod sodobne biotehnologije še naprej širijo možnosti, ki jih ponujajo fermentacijski procesi, s posebnim poudarkom na ekstrakciji in čiščenju bioaktivnih spojin.

Uporaba biotehnologij je omogočila razvoj novih metod za izboljšanje okusa, teksture, trajnosti in hranilne vrednosti hrane. Fermentacija s selekcioniranimi bakterijami omogoča, na primer,

povečanje vsebnosti vitaminov in drugih bioaktivnih snovi v hrani (Martínez-Villaluenga et al., 2019).

Fermentacijske tehnike prav tako igrajo osrednjo vlogo pri reševanju enega izmed najbolj perečih in nujnih problemov našega časa: ogromne količine stranskih proizvodov, ki nastanejo vsakodnevno v agroživilski verigi.

Nazadnje se druge sodobne biotehnološke tehnike, kot sta genski inženiring in molekularna biologija, uporabljajo za spreminjanje rastlin, živali in mikroorganizmov z namenom izboljšanja kakovosti in količine hrane, ki je na voljo svetovnemu prebivalstvu.

Nove metode konzerviranja

V agroživilski verigi se biotehnologija pogosto uporablja za razvoj inovativnih metod fermentacije, ki se uporabljajo za podaljšanje roka trajanja izdelkov.

Konzerviranje hrane je postopek ustavitve ali zaviranja kvarjenja hrane, preprečevanje prehranskih bolezni in ohranjanje hranilne vrednosti, okusa in teksture hrane. Konzerviranje hrane igra ključno vlogo pri zagotavljanu varnosti in kakovosti hrane. Tehnike konzerviranja hrane so prav tako koristne za zadostitev globalnega povpraševanja po hrani, saj omogočajo njeno dolgotrajnejše shranjevanje.

Tehnike, kot so soljenje, sušenje in fermentacija, so naši predniki uporabljali že od začetkov človeštva za podaljšanje trajnosti surove hrane.

Danes se uporabljajo tako tradicionalne kot sodobne tehnike, kot so sušenje, zamrzovanje, pasterizacija na eni strani ter bio-konzervacija in nano-inkapsulacija na drugi, da se ustavi ali upočasni kemična in biokemična razgradnja hrane.

Bio-konservansi se pogosto uporabljajo za zadostitev potreb po konzerviranju hrane, kot nadomestilo za kemijske konzervanse. Biotehnologija je namreč uvedla inovativne metode za konzerviranje hrane, kot je uporaba encimov in mikroorganizmov za naravno podaljšanje roka trajanja prehrambenih izdelkov, brez potrebe po umetnih konzervansih.

Naravni antimikrobi se izločajo in izolirajo kot sekundarni metaboliti rastlin, živali in mikroorganizmov. Rastline, zlasti zelišča in začimbe, so glavni vir naravnih antimikrobov; poleg tega mikroorganizmi, ki se uporabljajo v fermentaciji hrane, proizvajajo tudi različne antimikrobne metabolite, vključno z organskimi kislinami, vodikovim peroksidom, diacetilom in bakteriocini (Teshome et al., 2022).

Nanotehnologija pomaga pri predelavi hrane z agensi proti zlepljanju (izboljšujejo teksturo), gelirnimi agensi (izboljšujejo teksturo) in nano-nosilci (ščitijo okus, aromo in druge sestavine v hrani) (Singh et al., 2017).

Novi prehrambni izdelki

Glede na rast svetovne populacije in naraščajočo ekološko krizo se biotehnologija uporablja za ustvarjanje trajnostnih alternativnih živil, kot so meso, pridelano v laboratoriju, in rastlinski nadomestki, ki so smiselna rešitev za zmanjšanje okoljskega vpliva tradicionalne proizvodnje mesa.

Rastoči interes za trajnostne prehranske sisteme je odprl nove pristope za gojenje, fermentacijo, laboratorijsko pridelavo in sintezo sestavin in prehrambenih izdelkov.

Napredek v kmetijski tehnologiji in intenziviranje živinoreje sta postala razlog, da je proizvodnja mesa postala cenejša, dostopna in ugodna v razvitih državah. Vendar pa so ti napredki prinesli tudi vrsto pomanjkljivosti, na katere raziskovalci in voditelji industrije odgovarjajo z uporabo biotehnologij. Celično kmetijstvo omogoča proizvodnjo mesa na osnovi celic ter ponuja bolj trajnostne in etične alternative za prihodnost hrane (Rubio et al., 2020); prav tako se osredotočajo na izboljšanje senzoričnih lastnosti rastlinskega mesa.

Izraba odpadkov in stranskih proizvodov hrane

Večina odpadkov in stranskih proizvodov iz prehrambne in kmetijske verige vsebuje visoke vsebnosti beljakovin, ogljikovih hidratov in maščob, ki jih je mogoče uporabiti kot gojišče za različne mikroorganizme.

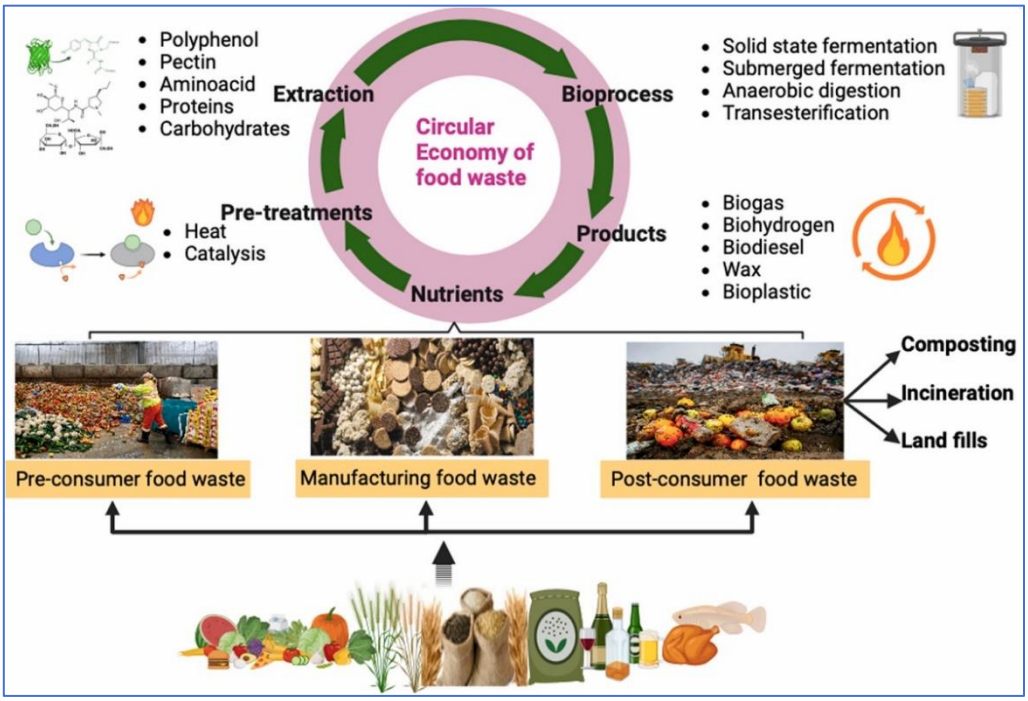
Po poročilu EU Food Loss and Waste Prevention Hub je bila v letu 2021 prehrambena industrija v Evropski uniji odgovorna za 21,4 % odpadkov v prehrambnem sektorju.

Neustrezno ravnanje s prehrambnimi odpadki škoduje okolju zaradi emisij toplogrednih plinov (GHG), sproščanja metana med razpadanjem na odlagališčih ter prispeva k onesnaženju in pomanjkanju vode, pri čemer se vsako leto izgubi 250 milijard litrov vode. Študije kažejo, da so prehrambni odpadki odgovorni za 6,8 % emisij GHG.

Nasprotno pa ima izraba odpadkov in stranskih proizvodov hrane številne potencialne aplikacije, kot je prikazano na sliki 2. Prihodnost izrabe stranskih proizvodov bo slonela nauporabi umetne inteligence: pristopi, kot so CRISPR in nanotehnologija, lahko izboljšajo tako učinkovitost kot trajnost.

Rast biokemijskih rafinerij in integriranih platform bo omogočila istočasno proizvodnjo različnih bio-naslovljenih izdelkov iz stranskih proizvodov kmetijske in prehrambne verige ter optimizirala uporabo virov in zmanjšala odpadke na minimum.

Slika 2: Uporabe odpadkov hrane.



Raziskave na področju odpadkov in stranskih proizvodov iz prehrambene verige imajo številne aplikacije; na primer v primeru verige kave so Castaldo et al. (2018) analizirali metabolomsko karakterizacijo in lastnosti kave lupine, ki nastanejo pri praženju, medtem ko so Castaldo et al. (2021) raziskovali potencialno ponovno uporabo kavnih usedlin za proizvodnjo inovativnih piškotov, ki vsebujejo koristne lastnosti za zdravje.

V zadnjem času so se stranski proizvodi iz verige oljčnega olja uporabljali za pripravo funkcionalnih živil, kar je privedlo do zasnove in pilotne proizvodnje inovativnih olivnih paštet s koristnimi lastnostmi za zdravje ali za pridobivanje potencialno bolj zdravih stranskih proizvodov.

Raziskave o biodostopnosti, kot tudi ocena antioksidativnih in biokemičnih aktivnosti grahovih stročnic, ki so tradicionalno uporabljene kot sestavine z nizko kulinarično vrednostjo, so spremenile ta stranski proizvod v vir funkcionalnih molekul, ki so zelo zanimive za prehranske sektorje.

Rdeči zelje se je s svojo bogatostjo s funkcionalnimi molekulami izkazalo za uporabno pri načrtovanju novih prehranskih dopolnil za športnike. Rastlinsko kraljestvo ponuja dodatne možnosti, med katerimi so na primer potencialni produkti iz proizvodne verige komarčka in možnost ponovne uporabe odpadkov, ki izhajajo iz obdelave čebulic (ki predstavljajo več kot 50 % predelane biomase) za oblikovanje novih prehranskih živil in funkcionalnih pijač.

Nazadnje so se odpadki iz verige tobaka izkazali za bogat vir polifenolov in flavonoidov, ki jih je mogoče ponovno uporabiti kot koristne sestavine v zdravstvenem sektorju.

- **Nutraceutika**

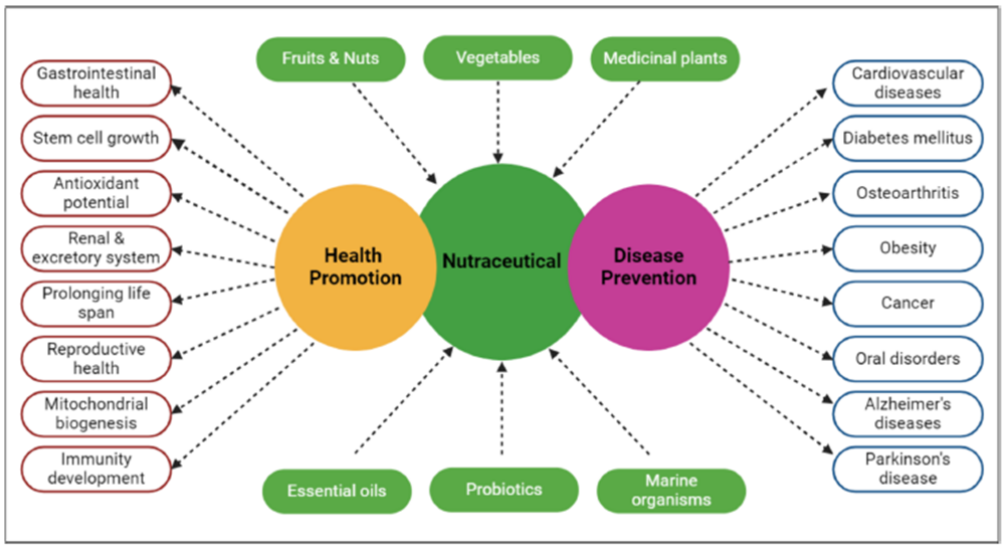
Biotehnološki fermentacijski postopki se pogosto uporabljajo tudi za proizvodnjo funkcionalnih živil, kot so probiotiki. Biotehnološki procesi omogočajo selektivno rast mikroorganizmov, ki pozitivno vplivajo na črevesno mikrobioto in splošno zdravje ljudi (Parvez et al., 2017).

V tem kontekstu je leta 1989 Stephen De Felice skoval izraz "nutraceutik", da bi opisal, kako lahko prehrana pomaga pri preprečevanju bolezni (DeFelice, 1995).

Če živilo prinaša dokazano fiziološke koristi ali ščiti pred kroničnimi boleznimi, ga lahko imenujemo nutracevtik.

Živila ali prehranski dodatki, ki dopolnjujejo prehrano in zagotavljajo koristi za zdravje, so priljubljeno znani kot nutraceutiki, funkcionalna živila in prehranski dodatki. Nutracevtski izdelki lahko vsebujejo snovi, ki tradicionalno niso uživane kot hrana, vendar lahko pozitivno vplivajo na fiziološke učinke, ki se nahajajo med hrano in zdravili (Slika 3).

Slika 3: Vloga nutraceutike pri preprečevanju bolezni in spodbujanju dobrega počutja



Med definicijami nutraceutikov, funkcionalnih živil in prehranskih dodatkov so le manjše razlike.

Funkcionalna živila so opredeljena kot živila, pripravljena z uporabo znanstvenih znanj, ki telesu zagotavljajo potrebno količino vitaminov, beljakovin, ogljikovih hidratov, mineralov, maščob itd., ki so pomembni za njegovo zdravo delovanje (El Sohaimy, 2012). Za razliko od običajnih živil so funkcionalna živila posebna po svoji sposobnosti, da presežejo zgolj osnovno zagotavljanje hranil in aktivno prispevajo k spodbujanju in ohranjanju zdravja (Harford et al., 2011).

Uporaba specifičnih aktivnih sestavin, izbranih iz rastlin, omogoča proizvodnjo funkcionalnih živil, ki pozitivno vplivajo na zdravje potrošnikov in hkrati zmanjšujejo potrebo po umetnih konzervansih (Zhang et al., 2021).

Koncepcija funkcionalnih živil se je znatno razvila in poudarila vlogo prehrane pri izboljšanju zdravja in dobrega počutja. Funkcionalna živila pokrivajo širok spekter, vključno z žiti, stročnicami, oljnicami, zelenjavo, sadjem, mlečnimi izdelki, pijačami, ribami, zelišči in začimbami, pri čemer vsaka od njih ponuja edinstvene lastnosti za promocijo zdravja (Vignesh et al., 2024).

Na tem področju je biotehnologija omogočila ustvarjanje funkcionalnih živil, ki ponujajo koristi za zdravje, poleg osnovne prehrane. Primeri vključujejo živila, obogatena s probiotiki za izboljšanje zdravja prebavnega sistema ali živila, obogatena z vitamini in minerali za zdravljenje prehranskih pomanjkljivosti; probiotiki so živi mikroorganizmi, ki ponujajo koristi za zdravje in so izkazali učinkovitost pri spreminjanju sestave in funkcije črevesne mikrobiote (Obayomi et al., 2024).

Obstajajo tudi prebiotiki, kot so neprebavljive vlaknine, ki specifično spodbujajo rast in aktivnost koristnih bakterij v črevesni flori.

V rastlinskem svetu se tokoferoli (iz vitamina E), karotenoidi, polifenoli in fitosteroli izločajo iz sadja in zelenjave ter uporabljajo za obogatitev živil, kar jih naredi funkcionalna in koristna za zdravje ljudi. Na primer, iz odpadkov cvetače je mogoče pridobiti spojine, kot so glukozinolati (z antitumorskimi lastnostmi), ki se uporabljajo kot funkcionalna sestavina v pekovskih izdelkih.

Prehranski dodatki, kot jih opredeljuje Zakon o prehranskih dopolnilih in zdravju ter izobraževanju iz leta 1994 (DSHEA) ZDA, vključujejo izdelke, ki lahko vsebujejo minerale, vitamine, aminokisline, zelišča itd., v obliki sirupa, kapsul ali tablet (Zeisel, 1999). Takšni dodatki niso zasnovani kot nadomestek za hrano, temveč kot podpora za povečanje življenjske dobe, zagotavljanje koristi za zdravje ali izpolnjevanje posebnih dietetičnih zahtev, povezanih s starostjo ali določenimi zdravstvenimi stanji.

- **Prehrambeni sektor živali**

Podobno kot pri prehrani ljudi, se biotehnologija uporablja tudi pri prehrani živali za izboljšanje dostopnosti hranil: To vključuje uporabo encimov, prebiotikov, probiotikov in drugih dodatkov za izboljšanje kakovosti krme, zaščito esencialnih hranil, kot so beljakovine, aminokisline in maščobe, ter zmanjšanje prisotnosti antinutrientov. Biotehnologija omogoča tudi oceno genske ekspresije, povezane s specifičnimi lastnostmi (npr. proizvodnja mesa ali mleka), kar omogoča razvoj optimiziranih diet za maksimiziranje produktivnosti živine (Shete, 2023).

Proizvodnja živine bo naraščala, kar bo nujno zahtevalo ustrezno proizvodnjo krme. Čeprav je proizvodnja hrane za človeško porabo naraščala, pa ni bilo pomembnih izboljšav v dostopnosti krme za živali. Širitev pridelave drugih kultur je pustila malo prostora za proizvodnjo krmnih rastlin. Tradicionalne metode reje živine so bile v zadnjih letih uporabljene za zadostitev naraščajočega povpraševanja po hrani, vendar pristopi, ki so bili uporabljeni do sedaj, niso več dovolj za njihovo podporo.

Med glavnimi napredki, ki so jih omogočile biotehnologije, so:

- *Izboljšanje dostopnosti hranil*

Encimi so bili uporabljeni za izboljšanje prebavljivosti krme in zmanjšanje odpadkov. Pogost primer je uporaba encima fitaze v krmi za monogastrične živali. Ta encim ima splošno uporabo, saj je njegov substrat natančno prisoten v prehrani prašičev in perutnine, njegova uporaba pa proizvaja bio-dostopen fosfor in zmanjšuje obremenitev fosforja na okolje.

- *Zaščita esencialnih hranil in odstranitev antinutrientov iz krme*

Z uporabo biotehnologij je mogoče proizvesti krmo in krmne rastline z višjo hranilno vrednostjo.

Zaščita beljakovin, aminokislin in maščob povečuje hranilno vrednost živalskih diet.

Antinutrienti, ki se naravno pojavljajo v rastlinskih tkivih, kot so inhibitorji proteaz, tanini in cianogeni v stročnicah ter glukozinolati in tanini v repici ter drugih sestavinah krme, imajo negativne učinke, zlasti pri prehrani neprežvekovalcev.

Na tem področju bi lahko uporaba biotehničnih tehnik, kombiniranih s konvencionalno selekcijo rastlin, privedla do pomembnega zmanjšanja ali odstranitve glavnih antinutrientov v

rastlinskih vrstah, ki so pomembne kot krma za živali (na primer uvajanje sort repice z nizko vsebnostjo erukične kisline in glukozinolatom).

- *Izboljšanje varnosti krme in preprečevanje bolezni*

Biotehnologije, uporabljene v prehrambenem sektorju, so prispevale k zdravju živali z vključitvijo protiteles, imunskih stimulansov in funkcionalnih dodatkov v krmo. Ti elementi izboljšujejo odpornost na bolezni in zmanjšujejo uporabo antibiotikov ter zmanjšujejo tveganje za antibiotikozno odpornost.

Poleg tega biološki dodatki za krmo, pridobljeni iz biotehničnih procesov, kot so eterična olja in organske kisline, izboljšajo črevesno zdravje živali in spodbujajo njihovo dobrobit.

- *Izboljšanje aktivnosti želodca (rumen)*

Spremembe, izvedene z biotehničnimi tehnikami, ki vplivajo na mikroorganizme, prisotne v rumenu, lahko izboljšajo zdravje črevesja in splošno uspešnost živali. Aktivnost rumena bi lahko izboljšali z uporabo transgenične tehnologije: to vključuje, na primer, razvoj transgenih bakterij z izboljšano celulozno aktivnostjo, ki so sposobni razgraditi kompleks ligno-hemiceluloze, zmanjšati proizvodnjo metana in povečati sposobnost vezave dušika ter sposobnost mikroorganizmov za sintezo specifičnih aminokislin.

- *Okoljska trajnost*

Biotehnologija igra ključno vlogo pri zmanjševanju okoljskega odtisa živinoreje. Z izboljšanjem uporabe hranil in učinkovitosti krme se zmanjšajo odpadki in zmanjšajo emisije toplogrednih plinov, ki izhajajo iz živine. Poleg tega se lahko gensko spremenjene rastline in mikroorganizmi uporabljajo za proizvodnjo sestavin za krmo na osnovi bioloških virov, s čimer se zmanjša odvisnost od naravnih virov.

Z vključevanjem teh biotehničnih inovacij lahko živinorejski sektor doseže večjo produktivnost, izboljša dobrobit živali in bolj trajnostno uporablja vire, kar bo na koncu podprlo naraščajoče povpraševanje po izdelkih živalskega izvora v hitro spreminjajočem se svetu.

- **Agrotehnologije**

Pomembnost biotehnologije v sodobnem kmetijstvu obravnavajo Sinha et al. (2024), ki so poudarili transformacijski potencial biotehnologije za povečanje produktivnosti pridelkov, kakovosti hranil in okoljske trajnosti. Napredek v biotehnologiji je odprl nove poti za izboljšanje prehranske raznolikosti, tako v smislu količine kot kakovosti, da bi zadostili potrebam naraščajoče svetovne populacije in zagotovili prehransko varnost.

V boju proti globalni podhranjenosti biotehnologija, uporabljena v kmetijstvu, igra ključno vlogo, na primer pri izboljšanju sestave hranilnih snovi rastlinskih surovin. Za mnoge so rastline glavni vir beljakovin, ogljikovih hidratov, maščob, vitaminov in esencialnih mineralov. Z izkoriščanjem napredka biotehnologije je kmetijski sektor bolje opremljen za zagotavljanje hrane, bogate s hranili in energijo, za naraščajočo svetovno populacijo, ki je vse bolj odvisna od hrane.

Odkritja iz sredine 20. stoletja na področju molekularne biologije, sekvenciranja DNA in tehnologije rekombinantne DNA so odprla pot sodobnim tehnikam molekularnega izboljšanja, ki so vodile v razvoj genske inženiringa in drugih biotehničnih metod, tesno povezanih s sodobnim kmetijstvom. Ta napredek je bil omogočen z interdisciplinarnim sodelovanjem na področju genetike, molekularne biologije in biotehnologije.

Uporaba **biotehnologij v kmetijstvu** vključuje genski inženiring, tehnike molekularnega izboljšanja in mikrobiološke biotehnologije. Uporaba teh tehnik je omogočila pridobivanje pridelkov z izboljšanimi lastnostmi, kot so odpornost proti škodljivcem, toleranca na sušo, izboljšanje hranilne vrednosti, kar pripomore k manjšemu obsegu porabe pesticidov, zmanjšanju vpliva na okolje, izboljšanju zdravja tal, večjim pridelkom in trajnostnemu razvoju.

Raziskovanje mikrobne biodiverzitete kmetijskih tal in njihovih funkcij (preko biotehnološke uporabe) je omogočilo oblikovanje inokulantov endemičnih mikroorganizmov, ki ustvarjajo optimalne pogoje za spodbujanje rasti rastlin tudi v neugodnih razmerah, hkrati pa omogočajo zamenjavo kemičnih gnojil z mikroorganizmi in bakterijami, ki so naravno prisotni v tleh. To je pripeljalo do razvoja **biofertilizatorjev in bioinokulantov**.

Različne skupine mikroorganizmov v tleh (endofitske glive, koreninske mikorizne glive, bakterije iz rizosfere, rizobiji in vrste, ki raztapljajo fosfor) pozitivno vplivajo na rast rastlin preko neposrednih mehanizmov ali mehanizmov, ki jih posredujejo same rastline.Ti mikroorganizmi imajo lahko pomemben vpliv na donosnost in kakovost pridelkov zaradi povečane sposobnosti rastlin za absorpcijo hranil in večje učinkovitosti pri uporabi kemičnih ali organskih gnojil.

Uporaba vseh teh biotehnoloških inovacij lahko pripelje do zmanjšanja proizvodnih stroškov in okoljevarstvenih koristi, kar omogoča uspešno soočanje z izzivi, kot so podnebne spremembe.

Na področju **kulture rastlinskih tkiv in celic** se rastline gojijo in množijo v sterilnih pogojih in vitro, kjer rastlinske celice, gojene na hranilnih substratih v umetnem okolju, omogočajo klonsko razmnoževanje, hitro proizvodnjo zrelih rastlin in zagotovitev zdravih, brezbolezenskih rastlin. Takšen pristop omogoča izdelavo homogeni in visoko kakovostni rastlinski material, ki je primeren za uporabo v različnih področjih, kot so genski inženiring, selekcija rastlin in vrtnarska proizvodnja, hkrati pa podpira trajnostne prakse in naravovarstvene cilje.Takšni materiali se lahko uporabljajo pri raziskavah rastlin, alg, ter pri raziskavah in ekstrakciji farmacevtskih spojin, proizvodnji in ekstrakciji bioaktivnih molekul, ki se uporabljajo tudi v prehrambni industriji. V tem smislu je celično kmetijstvo lahko obravnavano kot metoda za proizvodnjo sestavin iz rastlinskih celičnih kultur.

Rastlinske celice, gojene v nadzorovanem okolju, lahko predstavljajo inovativno in visoko kakovostno prehransko biomaso. Z uporabo teh proizvodnih modelov je mogoče premagati težave, povezane z zmanjšanjem produktivnosti pridelkov na terenu in omejiti izkoriščanje naravnih virov, kot so zemlja in voda, ter zmanjšati odpadke in uporabo pesticidov.

Podrobnosti in primeri uporabe te tehnike so navedeni v petem poglavju tega dokumenta.

- **Kozmetika**

Biotehnologija je postala ključni motor inovacij v kozmetični industriji, saj ponuja trajnostne, učinkovite in znanstveno napredne rešitve za razvoj kozmetičnih izdelkov za lepoto inosebno nego. Z izkoriščanjem mikrobnih procesov, genske inženiringa in biotehnologije rastlin, sektor dosega pomemben napredek pri proizvodnji aktivnih sestavin, izboljšanju učinkovitosti izdelkov ter zmanjšanju vpliva na okolje.

- *Proizvodnja aktivnih sestavin*

Biotehnologija omogoča proizvodnjo visokokakovostnih bioaktivnih sestavin s pomočjo mikrobne fermentacije, celičnih kultur in encimatskih procesov. Nekateri primeri vključujejo naslednje spojine (Avila Rodríguez et al., 2018; Tiwari et al., 2019):

o Hialuronska kislina. Proizvodnja, ki temelji na fermentaciji z gensko spremenjenimi mikroorganizmi, je nadomestila tradicionalne metode ekstrakcije, zaradi česar je postala bolj trajnostna in uporabna.

o Kolagen. Biotehnološki procesi zdaj proizvajajo kolagen s pomočjo mikrobne fermentacije, kar odpravlja potrebo po virih živalskega izvora ter zagotavlja čistejši in bolj dosleden izdelek.

o Peptidi. Bioaktivni peptidi po meri se sintetizirajo z uporabo tehnologij rekombinantne DNK za spodbujanje zdravja in regeneracije kože.

Te spojine se uporabljajo v formulacijah izdelkov za nego kože, kjer izboljšujejo hidracijo in spodbujajo regeneracijo kože (Ganceviciene et al., 2012).

Poleg tega biotehnološke metode omogočajo trajnostno proizvodnjo sestavin, kot so naravni pigmenti in dišave, s čimer se zmanjša vpliv proizvodnje na okolje (Brenner et al., 2018).

- *Biotehnologija rastlin za kozmetične aplikacije*

Biotehnologija rastlin omogoča razvoj naravnih in trajnostnih kozmetičnih sestavin z izboljšanjem presnovnih poti rastlin ali proizvodnjo aktivnih rastlinskih snovi in vitro. Nekateri primeri (Gorelick in Bernstein, 2014; Murthy et al., 2014):

o Rastlinske celične kulture proizvajajo redke bioaktivne spojine, kot so antioksidanti, flavonoidi in vitamini, brez potrebe po velikih površinah tal ali pridelkih.

o Genska modifikacija izboljša proizvodnjo zaželenih rastlinskih spojin, kot so polifenoli in eterična olja, z večjimi donosi in večjo stabilnostjo.

- *Raziskave o mikrobiomu in probiotiki*

Biotehnologija je revolucionirala razumevanje mikrobioma kože, kar je omogočilo razvojizdelkov, ki so zasnovani za vzdrževanje ali obnovo njegovega naravnega ravnovesja. Probiotične in prebiotične formulacije se vse pogosteje uporabljajo za izboljšanje zdravja kože, zdravljenje stanj, kot sta akne ali ekcem, ter za krepitev zaščitne bariere kože (Zheng et al., 2021).

- *Trajnostna in etična inovacija*

Biotehnološki pristopi prispevajo k trajnosti in etičnim praksam v kozmetični industriji zaradi (Silva et al., 2021):

o Zmanjšanega testiranja na živalih. Napredne tehnike inženiringa tkiv omogočajo razvoj modelov kože za testiranje izdelkov, kar zmanjšuje odvisnost od živalskih modelov.

o Biološko razgradljivih sestavin. Biosurfaktanti in biopolimeri, pridobljeni iz obnovljivih virov, nadomeščajo sintetične in nediogradljive sestavine.

o »Upcycling«-a. Podizdelki kmetijstva in hrane, kot so lupine in semena sadja, se s pomočjo biotehnoloških procesov pretvorijo v kozmetične sestavine visoke vrednosti.

- Personalizacija in formulacije za natančno nego

Napredek v genomiki in bioinformatiki omogoča personalizirane kozmetične rešitve. Z analizo individualnih genetskih profilov in mikrobiomov kože biotehnologija pomaga ustvariti

formulacije po meri za specifične tipe kože in stanja, kar omogoča natančno nego za boljše rezultate (Sagar et al., 2018).

3. Ponudba biotehnologij za inovacije v agroživilski verigi na območju programa

Biotehnologija ponuja široke možnosti za inovacije v agroživilski verigi, vendar se deležniki še vedno soočajo z izzivi pri njenem uvajanju. Kljub prizadevanjem za izboljšanje procesov in povečanjem dodane vrednosti še vedno obstajajo pomembne vrzeli v prenosu znanja in sodelovanju med raziskovalnimi institucijami in industrijo.

Ta del preučuje ponudbo biotehnoloških inovacij za agroživilske verige v okviru programa. Struktura je razdeljena v tri glavna poglavja, pri čemer se osredotočajo na Furlanijo - Julijsko krajino, Veneto in Slovenijo. Vsako poglavje ponuja kratek uvod v posamezno območje, sledi pa mu analiza, ki izhaja iz aktivnosti tehnološkega kartiranja, izvedenega s strani partnerjev v delovnem paketu 1 (WP1).

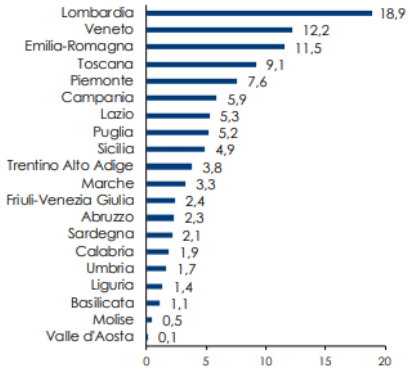
3.1 Furlanija - Julijska Krajina in Veneto v primerjavi z italijanskim nacionalnim kontekstom

Na področju bioekonomije Italija igra pomembno vlogo z obsegom poslovanja, ki je v letu 2017 znašal približno 328 milijard evrov (10 % nacionalnega BDP), kar jo postavlja na tretje mesto v Evropi, za Francijo in Nemčijo v letu 2015, ter na drugo mesto po številu zaposlenih v tem sektorju (2015), z 2 milijonoma delovnih mest v letu 2017.

Italijanska vlada je ustanovila Nacionalno koordinacijsko skupino v okviru Nacionalnega odbora za biovarnost, biotehnologijo in znanosti o življenju ter ustanovila CTN (Nacionalni tehnološki grozdi) na Ministrstvu za izobraževanje, univerze in raziskave (MIUR), ki so prepoznani kot glavni akterji, ki spodbujajo trajnostno gospodarsko rast regij in celotnega nacionalnega gospodarskega sistema.

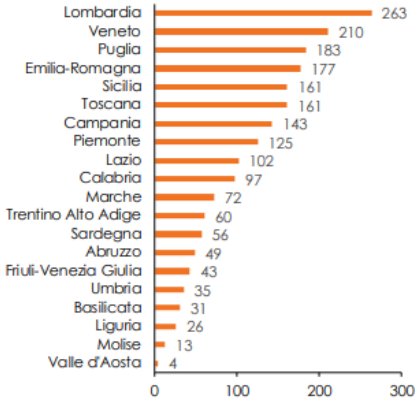
V VII. poročilu "Bioekonomija v Evropi", ki je bilo pripravljeno v sodelovanju z Direkcijo za študije in raziskave Intese Sanpaolo ter grozdom SPRING, je bila posodobljena ocena proizvodnje in zaposlenosti v bioekonomiji v Italiji za leto 2020. V poročilu je bila prvič predstavljena ocena vrednosti bioekonomije, tako v smislu dodane vrednosti kot zaposlenih v italijanskih regijah. Ocene kažejo, da regija Veneto izstopa tako po dodani vrednosti kot po zaposlenosti (Slika 1, Slika 2). Nasprotno pa, ob upoštevanju vpliva bioekonomije na dodano vrednost, kaže, da imata Veneto in Furlanija - Julijska krajina višje vrednosti od nacionalnega povprečja (Slika 3).

Slika 1: Dodana vrednost po regijah (v milijardah evrov, 2018)



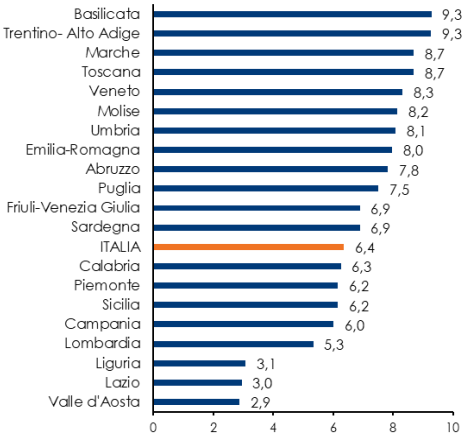
Vir: obdelave SRM in Intesa San Paolo na podlagi podatkov Istat in Eurostat

Slika 2: Zaposleni po regijah (v tisočih, 2018)



Vir: obdelave SRM in Intesa San Paolo na podlagi podatkov Istat in Eurostat

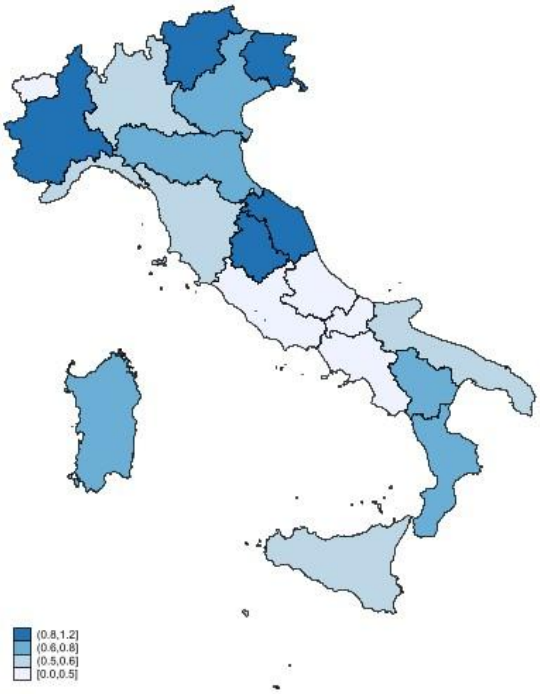
Slika 3: Teža dodane vrednosti bioekonomije v gospodarskih sistemih posameznih regij (%, 2018)



Vir: obdelave SRM in Intesa San Paolo na podlagi podatkov Istat in Eurostat

Z geografskega vidika je bio-kemija na splošno dobro razširjena po celotni Italiji. Vendar pa izstopajo nekatere regije, ki svoje teritorialne specializacije razvijajo v smeri trajnostnega in krožnega gospodarstva. V prvi vrsti je to zagotovo Lombardija, ki predstavlja približno 20 % identificiranih subjektov, sledita Piemont, predvsem zaradi vključenosti podjetij iz inženirskih panog v krožno gospodarstvo, Trentino-Alto Adige in Furlanija-Julijska Krajina (predvsem na področju R&R), ter Veneto, ki izstopa po kemijski industriji.

Slika 4: Podjetja iz sveta bio-kemije po regijah (število na vsakih 1000 aktivnih podjetij)



Vir: obdelava Intesa Sanpaolo

3.2 Furlanija - Julijska Krajina

Prva Strategija regionalnega raziskovanja in inovacij za pametno specializacijo Furlanije-Julijske Krajine (S3) je identificirala različne teme, ki so v skladu z bioekonomijo na področjih agroživilske industrije, zelene kemije in materialov na biološki osnovi (bio-based), modre rasti in biotehnologij. Kasneje, maja 2017, je potekala revizija posodobitve razvojnih poti regionalne strategije za agroživilski sektor. Pokazala je strateško pomembnost vključevanja konceptov krožnosti in trajnosti v kmetijsko in prehransko gospodarstvo regije.

Na koncu pa S3 za obdobje 2021-2027 na področju specializacije "**Zdravje, kakovost življenja, agroživilska industrija in bioekonomija**" opredeljuje poti 1, 5 in 6:

• **Pot 1**: **Sistemi in rešitve za ohranjanje zdravja in podporo zdravljenju: nutracevtiki, prehranski dodatki, funkcionalna živila, medicinska in funkcionalna kozmetika**. Ta pot si prizadeva spodbujati inovativne raziskovalne, razvojne, validacijske in proizvodne procese novih izdelkov – nutracevtikov, prehranskih dopolnil, funkcionalnih živil, personaliziranih živil, živil za posebne medicinske namene in funkcionalnih kozmetičnih izdelkov – tudi glede na individualni genetski profil. Ti izdelki vključujejo probiotike, postbiotike, prebiotike, simbiotike, rastlinske izvlečke ter izvlečke alg in mikroalg, njihove različne formulacije, pa tudi modulatorje mikrobioma na kozmetičnem področju.
• **Pot 5**: **Razvoj integriranega bioekonomskega pristopa za povečanje vrednosti lokalnih virov ob spodbujanju varnosti proizvodnje in odpornosti vrednostnih verig regionalnega podjetniškega sistema skozi integracijo inovacijskih ukrepov na trajnostnih in krožnih verigah, ki prinašajo vrednost potrošnikom**. Ta pot si prizadeva:

- Spodbujati inovativno kmetovanje in rejo (vključno z gozdarstvom in sladkovodne akvakultureter marikulture), trajnostno (tudi z agroekološkimi praksami), ob upoštevanju vpliva podnebnih sprememb, obalnih in lagunskih sprememb, rodnosti tal in razpoložljivosti vode.
- Spodbujati industrijske inovacije, vključno z: izboljšanjem učinkovitosti poslovnih in verižnih procesov; pakiranjem in rokom uporabe; sledljivostjo in identifikacijo; okoljsko trajnostjo proizvedenih in uporabljenih materialov; funkcionalizacijo komponent in/ali proizvodov; uporabo naprednih biomolekularnih tehnik; ustvarjanjem novih in/ali varnejših živil, vključno s funkcionalnimi živili, povezanimi s ciljnimi tržnimi segmenti, vključno z živili za rejne živali in hišne ljubljenčke,; zmanjšanjem kemijskih in vodnih odtisov.

• **Pot 6**: **Povečanje potenciala regije ob spodbujanju razvoja pametnih in odpornih lokalnih skupnosti ob popolnem spoštovanju biotske raznovrstnosti, gorskih, kmetijskih in obalnih ekosistemov ter integracijo konceptov krožnosti in trajnosti v širše bioekonomske vrednostne verige ter njihov prispevek h gospodarskemu, družbenemu in okoljskemu razvoju**. Ta pot si prizadeva:

- Spodbujati proizvodnjo obnovljivih virov iz kmetijstva, reje, gozdarstva in sladkovodne akvakulture ter marikulture.
- Povečati uporabo stranskih proizvodov iz proizvodnih procesov ter drugotnih surovin in "end of waste" materialov, zbranih na regionalnem območju, tudi skozi različne sisteme zbiranja za obrate za reciklažo odpadkov ali ponovno uporabo dobrin/produktov, ki izvirajo iz regije.

- Povečati krožnost "odpadkov" in "end of life" bioekonomije (ne le agroživilske), z zagotavljanjem večje krožnosti tudi za ranljive skupine.
- Opredeliti in uvesti inovativne rešitve in tehnologije za zaščito, obnovo, opazovanje in valorizacijo naravnega kapitala, ki zagotavlja ekosistemske storitve.

Furlanija-Julijska Krajina je prva italijanska regija, ki je sprejela dokument o pozicioniranju bioekonomije. Dokument je bil dokončan in odobren s strani delovne skupine "**Bioekonomija Furlanije-Julijske Krajine za utrditev regionalnega dokumenta prvega pozicioniranja**", ustanovljene z Odredbo Generalnega direktorja št. 381 z dne 09.07.2019 in spremembami, odobreno na srečanju 3. julija 2020 (RAFVG, 2020).

Iz opravljenega dela izhaja potreba po ohranjanju funkcionalnosti regionalnih ekosistemov, ki zagotavljajo ekosistemske storitve, zlasti storitve oskrbe, torej proizvodnjo surovin, pomembnih za bioekonomijo.

V tem okviru intervencije, ki si prizadevajo za rast in inovacije v meta-sektorju bioekonomije, niso namenjene zgolj spodbujanju ene same proizvodne verige, temveč predvsem krepitvi **sinergij med različnimi verigami**, ki pripadajo zelo različnim proizvodnim sektorjem, tudi z vidika inovacij. Ta nov način razmišljanja preko funkcionalne integracije verig, ki so bile doslej obravnavane posamično (logika razdrobljenih enot) omogoča inovacije, ki se osredotočajo na reševanje izzivov s trajnostnimi rešitvami na lokalnem območju. **Glavna** sestavina za razvoj pametnih in trajnostnih inovacij danes je opredelitev in uporaba **ključnih omogočujočih tehnologij (t.i. KETs)**, ki vključujejo zelene kemije, napredne materiale, znanosti o živilih, biotehnologije, inženirske proizvodne sisteme in informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT).

Kar zadeva primarni sektor, je cilj spodbuditi akterje, ki že delujejo znotraj bioekonomskih kmetijskih sistemov, pa tudi tiste, ki tega še niso začeli, da vzpostavijo dialog in sodelovanje. Primarni sektor lahko, ob upoštevanju faze preliminarnega kartiranja, izvedenega v okviru naloge 1.1 projekta BioTech2Agri, konkretno izkoristi različne rešitve in priložnosti, razvite na obmejnem območju Italija-Slovenija:
• ekstrakcija aktivnih sestavin iz rastlin za inovativne aplikacije na področju hrane, krme, nutracevtike, kozmetike, kmetijskih tehnologij;
• valorizacija stranskih proizvodov (npr. vinkse trte, listi oljk itd.) za uporabo z višjo dodano vrednostjo v tržnih segmentih z razvojnim potencialom;
• proizvodnja biostimulantov za rastline, ki omogočajo zmanjšanje fitosanitarnega zdravljenja;
• na obrobnih in državnih območjih, ki so večinoma neobdelana ali neizkoriščena, spodbujanje pridelave užitnih zelišč, zdravilnih rastlin in avtohtonih vrst, namenjenih ekstrakciji aktivnih

snovi, proizvodnji vlaknin (kot so konoplja in navadna žuka) ali beljakovin (kot so lucerna in njivski grah);
• za zmanjšanje pritiska na tla; razvoj celičnih linij.

Primarni sektor lahko znatno pridobi od (bio)tehnologij v okviru programa, vendar tudi **bio-based industrija** išče inovativne tehnologije za optimizacijo proizvodnih procesov, ki omogočajo razvoj izdelkov z visoko dodano vrednostjo. To vključuje različna področja, kot so prehrambena industrija, krmni dodatki, nutracevtika, kozmetika, agrotehnologija, zelena kemija in biomedicina.

Regijski raziskovalni svet se ukvarja z biotehnologijami na različnih področjih uporabe in pristopih. Še posebej so omenjeni Oddelek za agroživilske, okoljske in živalske znanosti (DI4A) in Oddelek za medicinske znanosti (DAME) Univerze v Vidmu, Oddelek za znanosti o življenju Univerze v Trstu, inštituti, kot sta IGA (Inštitut za aplikativno genomiko) in ICGEB (Mednarodni center za gensko inženirstvo in biotehnologije). Na tem območju deluje tudi več podjetij in spin-offov, večinoma združenih v regionalni grozd Znanost o življenju.

Na regionalni ravni med razvitimi inovativnimi rešitvami najdemo bioinokulante za povečanje rodnosti tal, tehnike genetskega sekvenciranja, fermentacijske naprave, tehnologije piva, tehnologije za ekstrakcijo aktivnih snovi iz rastlinske biomase, tehnologije za validacijo procesov, biotehnologije za razvoj prehranskih dopolnil.

3.3 Veneto

Regionalna strategija za obdobje 2014–2020 v **Venetu** je bila osredotočena na kmetijstvo, kmetijsko-prehrambeno industrijo, gozdove in podeželska območja, z namenom spodbujanja krožnega gospodarstva in inovacij v bioekonomiji. Prioriteta 5 se osredotoča na izboljšanje uporabe naravnih virov v skladu s principi krožnega gospodarstva, z uporabo večfunkcionalnega agroekološkega pristopa, trajnostnim upravljanjem gozdnih virov in izkoriščanjem inovacij v bioekonomiji v okviru načrtovanja in zaščite podeželskega prostora.

Za obdobje 2021–2027 je Strategija pametne specializacije (S3) identificirala dve strateški misiji, med katerimi je tudi bioekonomija (MS1). Ta misija vključuje spodbujanje naprednih proizvodnih sistemov, ki temeljijo na obnovljivih virih in tehnologijah, ki vključujejo žive organizme, s strateškimi naložbami v bioenergijo, vodik in biotehnologije.

Področje **Smart Agrifood** v S3 vključuje 11 smernic, med katerimi so nekatere tesno povezane z misijo MS1. Najpomembnejše smernice so:

- **Inovacije za optimizacijo prehranske vrednosti in ekološke zaščite rastlin:**
  - Razvoj strategij za zmanjšanje uporabe fitosanitarnih sredstev ter uporabo biotehnologij za proizvodnjo visokokakovostnih izdelkov.
  - Genetsko izboljšanje pridelkov za povečanje odpornosti na okoljske stresorje, patogene in škodljivce.
  - Reprodukcija funkcionalnih ekosistemov in optimizacija ekoloških procesov za izboljšanje kmetijske učinkovitosti.
  - Razvoj fitofarmacevtskih sredstev z nizkim vplivom na okolje.
- **Reciklaža odpadkov iz kmetijsko-prehrambene industrije in gozdarskih virov:**
  - Pretvorba odpadkov in stranskih proizvodov v izdelke z dodano vrednostjo, kot so novi materiali, bioplastika in zelena kemija.
  - Reciklaža in predelava kmetijsko-prehrambenih odpadkov za proizvodnjo energije, gnojil in krme.
  - Uporaba velikih podatkov, umetne inteligence in IKT za spremljanje in upravljanje virov.
  - Ponovna uporaba stranskih proizvodov v bioekonomiji, zeleni kemiji, kmetijstvu, farmacevtski industriji in nutraceutiki.
- **Inovativno in trajnostno pakiranje za kmetijsko-prehrambene izdelke:**
  - Razvoj okolju prijaznih rešitev za pakiranje in tehnologij za izboljšanje življenjske dobe izdelkov ter zagotavljanje varnosti hrane.
  - Inovacije v materialih za pakiranje, vključno z naravnimi materiali, pridobljenimi iz recikliranih ali ponovno uporabljenih virov.
  - Zmanjšanje uporabe embalaže za živila, nutraceutike in kozmetične izdelke.

Raziskovalna infrastruktura v Venetu se odlikuje po svoji večfunkcionalnosti, saj podpira projekte na področju prehranske tehnologije, bioindustrije, biotehnologij in trajnostnega upravljanja kmetijskih in gozdnih sistemov. Pomemben primer te infrastrukture je projekt, ki ga razvija Univerza Ca' Foscari iz Benetk, podprt s sredstvi iz Nacionalnega načrta za okrevanje in odpornost (PNRR), ki vključuje napredne rešitve, kot so celične kulture rastlin, ponovna predelava sekundarnih materialov za inovativne aplikacije, platforme za spremljanje bioloških učinkov in tehnologije za določanje avtentičnosti izdelkov.

Te pobude in smernice si prizadevajo okrepiti regionalno konkurenčnost skozi trajnostne inovacije in uporabo biotehnologij ter ustvariti dodano vrednost v kmetijsko-prehrambenih verigah in drugih strateških sektorjih, kot so bioekonomija, zelena kemija in nutraceutika.

3.4 Slovenija

Slovenija se uveljavlja kot ena izmed vodilnih držav na področju biotehnologije, saj izkorišča svojo strateško lego v osrednji Evropi, močan raziskovalni ekosistem in močno vladno podporo inovacijam. Biotehnološki sektor v državi pokriva različna področja, vključno z zdravjem, kmetijstvom, proizvodnjo hrane in varovanjem okolja. Poudarek Slovenije na integraciji naprednih biotehnologij s tradicionalnimi industrijami jo je postavil kot središče za inovacije in trajnostni razvoj.

Kmetijski in kmetijsko-prehrambeni sektorji so v Sloveniji globoko zasidrani v tradiciji, vendar napredek v biotehnologiji vse bolj prevzema pomembno vlogo pri izboljšanju produktivnosti in povečanju trajnosti.

Po podatkih Gospodarske zbornice Slovenije je potrebno okrepiti prenos znanja, inovacij in tehnologij v agroživilskem sektorju. Pomanjkanje povezav med raziskovalnimi institucijami in podjetji omejuje potencial za razvoj biotehnoloških rešitev, ki bi lahko izboljšale učinkovitost in trajnost proizvodnje. V Sloveniji je bioekonomija še vedno slabo razvita, kar pomeni, da obstaja velik potencial za rast in razvoj, ki ga je treba bolje izkoristiti.

Slovenija ima približno 100 biotehnoloških podjetij, ki pokrivajo različna področja, od raziskav in razvoja do proizvodnje in komercializacije biotehnoloških izdelkov. Biotehnološki sektor skupaj s farmacevtskim sektorjem prispeva več kot 6 % k slovenskemu BDP in zaposluje več kot 50.000 ljudi. Investicije v raziskave in razvoj v farmacevtskem sektorju naraščajo, letni stroški pa presegajo 180 milijonov evrov.

Slovenija se je uveljavila kot ključni a na področju zdravstvene biotehnologije, s poudarkom na farmacevtskih izdelkih, diagnostiki in medicinskem raziskovanju. V Sloveniji sta pomembni podjetji, Krka in Lek (podružnica Sandoz), ki razvijata generična in inovativna zdravila z uporabo naprednih biotehnoloških metod, vključno z rekombinantno DNA tehnologijo. Proizvodnja biosimilarnih zdravil, monoklonskih protiteles in drugih biofarmacevtskih izdelkov pomembno prispeva k gospodarstvu izvoza v Sloveniji. Raziskovalne institucije, kot je Nacionalni inštitut za biologijo, so na čelu genomskih raziskav, kar spodbuja razvoj personalizirane medicine in napredne diagnostike. Biotehnološki sektor v Sloveniji je podprt z dinamičnim raziskovalnim

ekosistemom, ki vključuje univerze, raziskovalne inštitute in inovacijske centre. Glavni inštituti, kot sta Inštitut Jožef Stefan in Nacionalni inštitut za biologijo, igrajo osrednjo vlogo pri napredovanju biotehnoloških raziskav in spodbujanju sodelovanj z industrijo. Finančna podpora Evropske unije in čezmejni projekti, zlasti z Italijo in Avstrijo, še dodatno krepijo inovacijsko sposobnost Slovenije.

Strateška razvojno-inovacijska partnerstva (SRIPi) v Sloveniji delujejo na ciljnih področjih Strategije pametne specializacije (S4) in združujejo predstavnike gospodarstva, institucij znanja in države. Oblikovanih je devet SRIP-ov: Materiali kot končni produkti, Trajnostna pridelava hrane, Trajnostni turizem, Mreže za prehod v krožno gospodarstvo, Pametna mesta in skupnosti, Pametne zgradbe in dom z lesno verigo, Tovarne prihodnosti, Zdravje – medicina in Mobilnost.

Štajerska gospodarska zbornica vodi SRIP Mrežo za prehod v krožno gospodarstvo (SRIP – Krožno gospodarstvo), ki je mreža slovenskih podjetij, izobraževalnih in raziskovalnih institucij (RRI), nevladnih organizacij in drugih deležnikov v sodelovanju z državo, da bi ustvarili nove vrednostne verige po načelih krožnega gospodarstva materialnih tokov.

Fokusna področja SRIP Krožno gospodarstvo vključujejo:

1. Trajnostna energija (izraba odpadkov za energijo).
2. Biomaso in alternativne surovine (biorefinerije).
3. Sekundarne surovine (recikliranje industrijskih in bioloških odpadkov).
4. Trajnostni funkcionalni materiali (napreden embalažni in kompozitni materiali).
5. Zelene tehnologije (bioosnovane zelene kemikalije in polimeri).
6. Krožni poslovni modeli (trajnostni procesi in tehnološke mreže).

Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani nudi visokokakovostno univerzitetno izobraževanje, strokovno in podiplomsko izobraževanje ter izvaja raziskovalne dejavnosti, tehnično delo in svetovanje na področju naravoslovnih znanosti (biologija, mikrobiologija), kmetijstva in gozdarstva (gozdarstvo, agronomija) ter pripadajočih proizvodnih tehnologij (lesarstvo, živilska tehnologije, biotehnologija), ki so ključni sektorji krožne bioekonomije. Prav tako nekoliko mlajša Univerza v Novi Gorici ponuja številne študijske programe v podporo agro-živilskemu sektorju.

Aktivni raziskovalni projekti vključujejo:

• Popolnoma krožni model za komercialno proizvodnjo oblačil, ki predeluje tekstilne odpadke po končani uporabi v nova oblačila, izdelana iz recikliranih materialov, kar bistveno zmanjšuje okoljski vpliv v primerjavi s tradicionalnimi metodami proizvodnje.

• Ekstrakcijo polifenolov iz manj uporabljene biomase bele jelke (npr. lubja) za pridobivanje ekstraktov z visoko vsebnostjo polifenolov.

• Razvoj inovativnih tehnologij in ustvarjanje novih izdelkov na področju (bio)proizvodov iz obnovljivih surovin.

• Proizvodnjo bioloških in zelenih kemikalij na osnovi biotehnologije, vključno s procesi za proizvodnjo in obdelavo polimerov in biotehnološko proizvedenih spojin.

• Zmanjšanje potrebe po obdelavi odpadnih pufrov ali njihovega vpliva na okolje, z odstranitvijo fosfatov in zadostnim redčenjem koncentracije natrijevega klorida, ki ne predstavljajo več bremena za okolje. To je privedlo tudi do zmanjšanja porabe energije za filtracijo, zmanjšanja količine sirotke, s posledičnimi nižjimi stroški prevoza, ter povečanja njene vrednosti za proizvodnjo bioplina ali druge biotehnološke pretvorbe (z večjo energetsko vrednostjo koncentrirane sirotke).

• Mikrobne biotehnologije, ki razvijajo nove bioprodukte in trajnostne proizvodne procese za različna industrijska področja, vključno s prehrano/krmo, kmetijstvom in industrijo (proizvodnja bio-kemičnih in trajnostnih materialov iz odpadnega CO_2).

Ti projekti predstavljajo primere inovativnega pristopa Slovenije pri spodbujanju krožne bioekonomije s pomočjo uporabe biotehnologij za zmanjšanje okoljskega vpliva in izboljšanje učinkovitosti virov.

Tehnologije in biotehnologije, ki so zanimive za agroživilske verige v Sloveniji, vključujejo tudi tehnologije za ekstrakcijo aktivnih snovi, tehnologije za ekstrakcijo biofenolov iz oljčnih listov, antimikrobne teste izvlečkov, fermentacijske tehnologije, tehnologije za odkrivanje in odstranjevanje mikroorganizmov v različnih sektorjih, nove generacije cepiv itd.

4. Študija primera: ekstrakcija aktivnih sestavin iz trte in oljke

Tkiva grozdja vinske trte (Vitis vinifera) in tudi tkiva drugih organov vinske trte so bogata z antioksidanti, med katerimi so najbolj prepoznane in prevladujoče fenolne spojine. V znanstveni literaturi lahko najdemo identificiranih preko 180 fenolnih spojin (Baroi in sod., 2022). Te delimo na neflavonoide in flavonoide. Pod neflavonoide štejemo fenolne kisline in stilbene, pod flavonoide pa flavonole, flavan-3-ole in proantocianidine, ter antociane (samo v rdečem grozdju). Literatura tudi omejena flavone, flavonone in kumarine, ki so sicer v vinski trti prisotni v manjši meri (Goufo in sod., 2020). Razlike v koncentraciji in vrsti prevladujočih snovi so odvisne od tega, ali gre za belo ali rdečo sorto grozdja. Najbolj razširjene fenolne snovi v belem grozdju so flavan-3-oli, medtem ko so v rdečem grozdju antociani, ki temu tudi dajejo značilno barvo. Prav tako kožice rdečega grozdja vsebujejo večjo koncentracijo hidroksicimetnih kislin kot kožice belih sort. Poleg fenolnih spojin pa so pomembne tudi druge antioksidativne spojine, ki jih najdemo v grozdju (Gerós et al., 2012). Te so: askorbinska kislina (vitamin C), betakaroten (vitamin A), tokoferoli (vitamin E) in glutation. Grozdje je tudi izjemen vir fitosterolov, vlaknin, beljakovin, ogljikohidratov in mineralov.

Kot omenjeno, so koncentracije teh spojin odvisne od sorte grozdja, poleg tega pa tudi od rastnih razmer. Njihova zastopanost se razlikuje glede na organ vinske trte. Različnih aktivnih učinkovin se ne da ločeno ekstrahirati, temveč celokupno iz posameznega organa, pri čemer lahko definiramo, v katerem organu je katera spojina bolje zastopana. Organi vinske trte, iz katerih lahko potencialno pridobivamo predstavljene spojine, so grozdne kožice, pečke, pecljevina, listi in tudi les.

Grozdje vinske trte se vzgaja za predelavo v vino. Po prešanju pa kot stranski produkt ostanejo neizkoriščeni organi grozdov; kožice, pečke in pecljevina (Yu in Ahmedna, 2013). Ti so še vedno bogati s predhodno omenjenimi spojinami, ki ob zavrženju tropin ostanejo neizkoriščene. Podobno se zgodi tudi ob rezi trt, ko les, bogat s stilbeni in fenolnimi kislinami, ostane neizkoriščen (Aliaño-González et al., 2020). Prav tako je smiselno omeniti liste vinske trte, ki pa se, razen v primeru posebnih ampelotehniških prijemov, ne odstranjujejo. Ti so bogati s fenolnimi kislinami in flavonoli (Nzekoue et al., 2022).

Grozdne pečke pa imajo še dodaten potencial, saj se iz njih lahko ekstrahira tudi olje, prav tako bogato s fenolnimi snovmi in tudi z vitaminom E, nesaturiranimi maščobami in fitosteroli (Baroi in sod., 2022; Garavaglia in sod., 2016). Fenolne spojine, ki so v največji koncentraciji v pečkah, so katehini, epikatehini (flavan-3-ola), prociadnidin B1 in trans-resveratrol (stilben).

Čeprav je grozdje bogato z različnimi snovmi, pa po navadi največ pozornosti prejeme stilben-resveratrol (Filimon in sod., 2023; Yu in Ahmedna, 2013), saj ga raziskovalci pogosto izpostavljajo kot spojino z izjemno ugodnim vplivom na zdravje človeka (Meng in sod., 2020).

Oljka (Olea europea) je ena izmed najstarejših gojenih kultur v območju Mediterana, ima ključno vlogo pri pridelavi oljčnega olja in je zato ena najpomembnejših sadnih vrst v Mediteranu (Savournin in sod., 2001). Ekstra deviško oljčno olje pridobimo iz plodov oljke izključno z mehanskimi postopki. Sestavljajo ga nenasičene maščobne kisline (98 - 99 % triacilglicerolov), pomemben delež predstavlja oleinska kislina, ki prispeva k visoki prehranski vrednost oljčnega olja (Foscolou in sod., 2009). Poleg tega so v olju prisotne tudi t. i. minorne sestavine (1 - 2 %) med katerimi so pomembni fitosteroli (steroli rastlinskega izvora), vitamin E (alfa - tokoferol), aromatske spojine ter nenazadnje biofenoli. Slednji so zelo pomembni, saj z grenkobo in pikantnostjo dajejo olju poseben senzorični profil. Skupaj z vitaminom E preprečujejo oksidacijske procese v olju in to antioksidativno aktivnost pri človeku ohranjajo tudi po zaužitju (Servili in sod., 2009).

Oljka ni le vir kakovostnega oljčnega olja, temveč je tudi izjemno dragocena zaradi svojega širšega biotehnološkega potenciala. Njena tkiva poleg enostavnih biofenolov, kot sta tirozol in hidroksitirozol, vsebujejo še številne kompleksnejše fenolne spojine. Te sestavljajo več enot osnovnega gradnika (fenola) in drugih bioloških komponent, kot so sladkorji in karboksilne kisline. Zaradi tega so to zelo specifične spojine, ki so odvisne od vrste rastline in se med seboj kemično ter toksično ne morejo primerjati, prav tako pa niso enake industrijsko pridobljenim fenolnim spojinam. Biofenoli predstavljajo eno najpogostejših skupin fitokemikalij v rastlinah (Foscolou in sod., 2009). Med biološko aktivnimi spojinami v oljki imajo osrednjo vlogo biofenoli, ki so sekundarni metaboliti z značilno topnostjo v vodi ter visoko molekulsko maso. Njihova fiziološka in morfološka funkcija v rastlini je ključna, saj ščitijo pred patogeni in škodljivci ter omogočajo rastlini, da se učinkovito odziva na poškodbe, ki jih povzročijo insekti. Prav te funkcije so temelj njihovih izjemnih bioloških lastnosti.

V oljkah prevladujejo sekoiridoidne fenolne spojine, ki so značilne izključno za družino 'Oleaceae'. Mednje sodijo sekoiridoidni glukozidi, kot sta olevropein in ligstrozid, ter njihovi pretvorbeni produkti, med katerimi sta najbolj poznana tirozol in hidroksitirozol (Cicerale in sod., 2012). Sekoiridoidni glukozidi so prisotni v različnih stopnjah predelave oljk – tako v olju kot v tropinah in vodah iz oljarn. Poleg sekoiridoidov vsebujejo oljke, in posledično tudi oljčne tropine, druge fenolne spojine, med katerimi so flavonoidi, kot sta apigenin in luteolin ter njuni glukozidi, prav tako pa tudi verbaskozid in lignani. Biofenole najdemo v skoraj vseh delih oljke, vendar se njihova koncentracija in narava bistveno razlikujeta glede na tkivo. V plodovih oljke in oljčnem olju so bile ugotovljene številne fenolne spojine, med katerimi so flavonoli, kot so

kvercetin 3-rutinozid, luteolin 7-O-glukozid, luteolin 5-O-glukozid in apigenin 7-O-glukozid, ter fenolne kisline, kot so klorogenska kislina, kavna kislina, p-hidroksibenzojska kislina, protokatehinska kislina, vanilinska kislina, siringska kislina, p-kumarna kislina, o-kumarna kislina, ferulinska kislina, sinapna kislina, benzojska kislina, cimetna kislina in galna kislina. Med fenolnimi alkoholi izstopajo 3,4-DHPEA in p-HPEA, pri sekoiridoidih pa oleuropein, demetiloleuropein, ligstrozid in nuženid. Med derivati hidroksicimetne kisline prevladuje verbaskozid. V največjih količinah sta prisotna hidroksitirozol in tirozol, medtem ko je oleuropein najbolj zastopan sekoiridoid v nezrelih plodovih oljke (Dermeche in sod., 2013). Poleg plodov so tudi drugi deli oljke, kot so listi, les in stranski produkti predelave, pomembni zaradi svojega biotehnološkega potenciala. Med predelavo oljčnega olja nastajajo stranski produkti, kot so oljčne tropine in odpadna voda, ki vsebujejo pomembne količine fenolnih spojin (Alburquerque in sod., 2004).

Oljčni listi so bogati z bioaktivnimi spojinami, vključno z enostavnimi fenoli, flavonoidi in sekoiridoidi. Ker listi predstavljajo obsežen stranski produkt pridelave oljk, je smiselno spodbujati njihovo nadaljnjo uporabo kot vir dragocenih izdelkov. V oljčnih listih prevladuje oleuropein, ki deluje kot močan antioksidant in ima izrazite protivnetne ter protimikrobne lastnosti. Zaradi tega se izvlečki listov pogosto uporabljajo v prehranskih dopolnilih in naravni kozmetiki, saj prispevajo k zaščiti celic pred oksidativnim stresom in podpirajo delovanje imunskega sistema.

V oljčnih listih so bile identificirane različne fenolne spojine, med katerimi so oleuropeozidi, kot sta oleuropein in verbaskozid, flavoni, kot so luteolin 7-O-glukozid, apigenin 7-O-glukozid, diosmetin 7-O-glukozid, luteolin in diosmetin, flavonoli, kot je rutin, flavan-3-oli, kot je katehin, ter nadomeščeni fenoli, kot so tirozol, hidroksitirozol, vanilin, vanilinska kislina in kavna kislina. Prisotni so tudi dialdehidni deacetoksidni derivati sekoiridoidnih spojin, med katerimi sta oleocanthal in oleacein. Poleg tega so bile v listih odkrite fenolne spojine, kot so luteolin 4'-O-glukozid in apigenin 7-O-rutinozid. Največja koncentracija v listih pripada oleuropeinu, sledijo pa mu hidroksitirozol, flavon-7-glukozidi luteolina in apigenina ter verbaskozid (Moudache in sod., 2016). Oleuropein je izjemno učinkovit antioksidant (Kiritsakis in sod., 2010), njegovi hidrolizati pa naj bi imeli protimikrobne lastnosti (Fleming in sod., 1973; Walter in sod., 1973). Oljčni listi tako predstavljajo dragocen vir za pridobivanje oleuropeina (Silva in sod., 2006).

Poleg tega oleuropein lahko zavira oksidacijo določenih lipoproteinov, kar mu daje močne antioksidativne lastnosti, poleg tega pa kaže tudi antiviralno, protimikrobno in protivnetno delovanje. Poleg teh učinkov je bilo ugotovljeno, da oleuropein znižuje krvni tlak pri živalih in preprečuje oksidacijo lipidov v določenih mesnih izdelkih (Hayes in sod., 2009, 2010).

Raziskave o enkapsulaciji oljčnih listov in njihovih aktivnih spojin, kot je oleuropein, so pokazale obetavne rezultate v izboljšanju biološke učinkovitosti teh spojin. Enkapsulacija omogoča zaščito občutljivih komponent pred oksidacijo in izboljšuje njihovo absorpcijo v telesu. V eni izmed študij so raziskovalci razvili liposomalno enkapsulacijo oleuropeina, kar je pripomoglo k povečanju njegove antioksidativne aktivnosti in biološke dostopnosti (Rodrigo in sod., 2021). Izvleček oljčnih listov ima močne antioksidativne lastnosti, kar lahko pomaga pri preprečevanju različnih bolezni, vključno s krvnožilnimi in degenerativnimi obolenji. Raziskave so pokazale, da fenolne spojine, kot sta oleuropein in hidroksitirozol, igrajo ključno vlogo pri zmanjševanju vnetij in oksidativnega stresa, kar dodatno potrjuje potencial oljčnih listov (de Oliveira in sod., 2021).

Uporaba oljčnih listov kot sestavine v proizvodnji piva ter njihov vpliv na kemijsko sestavo in antioksidativno aktivnost končnega izdelka je bila preučevana v raziskavi Guglielmotti in sodelavcev (2020). Dodatek oljčnih listov se je izkazal kot način za znatno povečanje vsebnosti biofenolov v pivu, kot sta oleuropein in 3-hidroksitirozol. Med postopkom varjenja so preizkusili različne oblike oljčnih listov (suhe zdrobljene, infuzije in atomizirani ekstrakt), pri čemer je čas vretja vplival na hidrolizo oleuropeina. Čeprav dodajanje oljčnih listov ni bistveno vplivalo na antioksidativno aktivnost, je višja vsebnost biofenolov prispevala k večji koloidni nestabilnosti piva. Senzorična analiza je pokazala, da je manjša količina oljčnih listov (približno 5 g/L) prinesla bolj prijeten okus, medtem ko so večje količine povzročile kisel ali trpek okus. Obstaja torej potencial uporabe oljčnih listov kot inovativne sestavine v pivovarstvu, ki ponuja tako prehranske koristi kot edinstvene lastnosti okusa (Guglielmotti in sod., 2020).

Oljčno olje je pogosto uporabljen nosilec za različne bioaktivne spojine iz drugih rastlin. Dodajanje aktivnih učinkovin iz različnih rastlin v oljčno olje odpira nove možnosti za ustvarjanje funkcionalnih pripravkov, ki imajo sinergijski učinek na zdravje. Konoplja (Cannabis sativa L.) postaja vse bolj prepoznana kot pomemben vir prehranskih in funkcionalnih spojin, ki ponujajo široko paleto koristi za zdravje. Med bioaktivnimi komponentami konoplje izstopa kanabidiol (CBD), ki ga spremljajo številne raziskave zaradi njegovih protivnetnih in anksiolitičnih učinkov. Pripravki infuzije oljčnega olja in konoplje so postale priljubljen način za uživanje kanabinoidov (Pavlovic in sod., 2018), vendar pa standardizirani postopki ekstrakcije ostajajo izziv. Študija Casiraghija in sodelavcev (2018) je preučevala vpliv temperature in časa ekstrakcije na koncentracije kanabinoidov v oljčnem olju, s poudarkom na uporabi plinske kromatografije za analizo profilov kanabinoidov, s čimer lahko zagotavljamo doslednost med različnimi farmacevtskimi pripravki in zagotovimo potrebo po usklajevanju protokolov za izboljšanje kakovosti in zanesljivosti pripravkov (Casiraghi in sod., 2018).

5. Študija primera: rastlinske celične kulture in trajnost

Med biotehnologijami je posebno poglavje namenjeno rastlinskim celičnim kulturam, ki predstavljajo inovativno rešitev tako z vidika širjenja rastlinske biomase kot tudi z vidika trajnosti (ker ne vključujejo rabe tal, vode in pesticidov), prav tako pa tudi z vidika kasnejše ekstrakcije sekundarnih metabolitov iz rastlin.

Ekstrakcija bioaktivnih snovi iz rastlin namreč predstavlja določene izzive, kot so na primer dostopnost ustreznih količin rastlinske biomase, sezonskost pridelkov na terenu, razvojna faza rastline, morebitna širitev fitopatologij in tudi učinki podnebnih sprememb.

Uporaba celičnih linij in naprednih metod ekstrakcije je pomembna za iskanje načinov za izboljšanje proizvodnje rastlinskih aktivnih sestavin. Omogoča povečanje donosa bioaktivnih spojin in prispeva k boljšemu razumevanju biokemijskih procesov, kar lahko pripelje do novih aplikacij v prehrambeni in farmacevtski industriji. Poleg tega predstavlja trajnostni pristop.

V rastlinskih celičnih kulturah se iz majhnega dela ciljne rastline ustvari rastlinsko celično linije za pridobitev želene količino biomase (s povečanjem obsega preko bioreaktorjev) ter se v končni fazi ekstrakhira visokokakovostne, standardizirane in visoko donosne botanične aktivne snovi.

Valorizacija rastlin kot vira metabolitov z uporabo biotehnologij prinaša prednosti v smislu trajnosti, učinkovitejšega upravljanja virov, varnosti, skalabilnosti in zmanjšanja stroškov proizvodnje.

Primer oljke

Z uporabo celičnih linij in naprednih metod ekstrakcije raziskovalci iščejo načine za izboljšanje proizvodnjeo aktivnih učinkovin rastlin. Uporaba celičnih linij poveča donos bioaktivnih spojin, in hkrati tudi prispeva k boljšemu razumevanju biokemijskih procesov, kar lahko vodi do novih aplikacij v prehrambeni in farmacevtski industriji. Dodatno predstavlja trajnosten pristop.

Patent US20190231837A1 predstavlja metodo, ki omogoča in vitro gojenje oljčnih celic, s posebnim poudarkom na proizvodnji bioaktivnih spojin. Gojenje oljčnih celic poteka v nadzorovanem laboratorijskem okolju, s čimer se izognemo potrebi po ekstrakciji iz celotnih plodov. Ta metoda omogoča dosleden in visokokakovosten vir učinkovin, ki jih najdemo v oljkah, kot so hidroksitirozol, oleuropein in verbaskozid. Pridelane oljčne celične kulture se lahko uporabijo za izdelavo nutracevtikov, ki so prehranski dodatki z blagodejnimi učinki na zdravje. Postopek vključuje uporabo bioreaktorjev za povečanje proizvodnje oljčnih celic, pri

čemer so omenjene različne velikosti bioreaktorjev – od majhnih bučk do velikih enot, ki lahko obdelujejo stotine ali tisoče litrov. Končni produkt je opisan kot prašek, ki vsebuje koncentrirane oljčne celične kulture in je primeren za različne zdravstvene aplikacije. Patent poudarja potencialne zdravstvene koristi polifenolov, proizvedenih iz teh kulturiranih celic, ter predstavlja pomemben napredek pri uporabi celičnih kultur rastlin za izdelke za zdravje. Poleg tega ponuja inovativen pristop k pridobivanju dragocenih spojin brez uporabe tradicionalnih metod ekstrakcije iz celotnih rastlin.

Kljub inovativnosti uporabe celičnih kultur za proizvodnjo bioaktivnih spojin iz oljk je ta pristop z vidika trajnosti lahko vprašljiv. Tradicionalna industrija oljčnega olja namreč že zdaj proizvaja velike količine stranskih produktov, kot so oljčne tropine, in odpadne vode, ki nastanejo pri ekstrakciji. Ti I stranski produkti vsebujejo znatne količine polifenolov in drugih dragocenih spojin in imajo potencial za nadaljnjo predelavo in uporabo, na primer v kozmetiki, nutracevtikih ali kot bioenergija, vendar bi jih z uporabo celičnih kultur morda v celoti izključili iz verige. To bi pomenilo, da ti materiali postanejo odpadek, kar bi povečalo okoljsko obremenitev. Takšna rešitev bi lahko ustvarila dodatne izzive na področju ravnanja z odpadki, namesto da bi spodbujala krožno gospodarstvo.

6. Zaključki

Biotehnologije lahko neposredno in konkretno prispevajo k okrepitvi inovacijskih zmogljivosti in trajnosti kmetijsko-živilske verige na območju programa.

Njihova ciljana in potrjena uporaba omogoča vrednotenje razpoložljive rastlinske biomase za aplikacije z dodano vrednostjo na številnih področjih, med katerimi so še posebej obetavna naslednja:

- hrana in krma ter nutracevtika (hrana in krmni izdelki obogateni s hranili, prehranski dodatki, novosti v prehrani, itd.);
- kozmetika (izdelki za nego telesa, ki vsebujejo aktivne spojine, pridobljene iz rastlin);
- agritehnologija (izdelki za izboljšanje kakovosti in rodovitnosti tal itd.).

Alternativne biotehnologije omogoča razmnoževanje manjših delov rastlin za pridelavo biomase brez rabe tal, kar omogoča doseganje ustreznih količin rastlinske biomase s kriteriji učinkovitosti in trajnosti. Iz tako pridelane biomase se lahko kasneje pridobijo sestavine in aktivne snovi, ki so zanimive za aplikacije na različnih področjih, vključno s prej omenjenimi.

Proizvodni in raziskovalni prostor med Slovenijo, Furlanijo - Julijsko krajinoin Venetom ponuja zanimiv potencial za podporo uvajanja biotehnoloških inovacij v kmetijsko-živilski sektor, kar je bilo ugotovljeno tudi v okviru kartiranja, ki so ga izvedli partnerji projekta BioTech2Agri.

Sprejete so bile biotehnološke rešitve z različnimi stopnjami tehnološke zrelosti, ki jih je mogoče prenesti na širok spekter akterjev v vrednostnih verigah kmetijsko-živilske industrije, od primarnih proizvajalcev do predelovalcev, od ponudnikov agritehnoloških storitev do podjetij v sektorjih prehrane, krme, nutracevtike in kozmetike.

Zato je potrebno spodbuditi povpraševanje podjetij po biotehnoloških inovacijahter jim predstaviti pogosto premalo izkoriščen potencial tega področja. To bo omogočilo prenos inovacij v prakso in razvoj novih proizvodov, procesov in storitev.

Cilj naslednjih faz projekta BioTech2Agri je povezovanje povpraševanja po trajnostnih inovacijah v agroživilskih verigah s ponudbo biotehnoloških rešitev. Te inovacije razvijajo raziskovalne institucije, podjetja ter tehnološki in storitveni ponudniki v čezmejni italijansko-slovenski regiji.

7. Bibliografija

Adepoju F.O., Ivantsova M.N., Kanvugu O.N. (2019) *Gray Biotechnology: an Overview*. AIP Conference Proceedings 2174, 020199 (2019); https://doi.org/10.1063/1.5134350

Alburquerque, J. A., Gonzálvez, J., Garcıa, D., Cegarra, J., 2004*: Agrochemical characterisation of "alperujo", a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction*. Bioresource technology. 91(2): 195–200.

Ana L.S. Oliveira, Sheila Gondim, Ricardo Gómez-García, Tânia Ribeiro, Manuela Pintado*, Olive leaf phenolic extract from two Portuguese cultivars –bioactivities for potential food and cosmetic application*., 2021, Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 9, Issue 5, 2021, 106175, ISSN 2213-3437, https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106175.

Avila Rodríguez M.I., Rodríguez Barroso L.G., Sánchez, M.L. (2018). *Collagen: A review on its sources and potential cosmetic applications*. Journal of Cosmetic Dermatology, vol. 17, n. 1, pp. 20–26.

Baiano, A. (2014) *Recovery of biomolecules from food wastes—a review*. Molecules vol. 19, n. 9, pp. 14821–14842. https://doi.org/10.3390/molecules190914821.

Bapat, Vishwas Anant, P. B. Kavi Kishor, Naravula Jalaja, Shri Mohan Jain, and Suprasanna Penna., 2023. *Plant Cell Cultures: Biofactories for the Production of Bioactive Compounds* Agronomy 13, no. 3: 858. https://doi.org/10.3390/agronomy13030858

Baroi, A.M., Popitiu, M., Fierascu, I., Sărdărescu, I.-D., Fierascu, R.C., 2022. *Grapevine Wastes: A Rich Source of Antioxidants and Other Biologically Active Compounds*. Antioxidants 11, 393. https://doi.org/10.3390/antiox11020393

Bull A.T., Holt G., Lilly M.D. (1982) *Biotechnology: International Trends and Perspectives* Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development.

Casiraghi A, Roda G, Casagni E, Cristina C, Musazzi UM, Franzè S, Rocco P, Giuliani C, Fico G, Minghetti P, Gambaro V. 2018 *Extraction Method and Analysis of Cannabinoids in Cannabis Olive Oil Preparations*, Planta Med. 2018 Mar;84(4):242-249. doi: 10.1055/s-0043-123074. Epub 2017 Dec 4. PMID: 29202510.

Castaldo L., Graziani G., Gaspari A., Izzo L., Luz C., Mañes J., Rubino M., Meca G., Ritieni A. (2018) *Study of the Chemical Components, Bioactivity and Antifungal Properties of the Coffee Husk*, Journal of Food Research, vol. 7, n. 4, pp. 43-54.

Castaldo L., Lombardi S., Gaspari A., Rubino M., Izzo L., Narváez A., Ritieni A., Grosso M. (2021) *In Vitro Bioaccessibility and Antioxidant Activity of Polyphenolic Compounds from Spent Coffee Grounds-Enriched Cookies*. Foods vol. 10, 1837. https://doi.org/10.3390/foods10081837.

Cicerale S, Lucas LJ, Keast RS., 2012. *Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil*. Curr Opin Biotechnol. Apr;23(2):129-35. doi: 10.1016/j.copbio.2011.09.006. Epub 2011 Oct 13. PMID: 22000808.

DaSilva E.J. (1999) *Biological warfare, bioterrorism, biodefence and the biological and toxin weapons convention*. Electronic Journal of Biotechnology versión On-line ISSN 0717-3458 Electron. J. Biotechnol. vol. 2, n. 3 Valparaíso dic. 1999 http://dx.doi.org/10.4067/S0717-34581999000300001

DeFelice S.L. (1995) *The nutraceutical revolution: ist impact on food industry R&D*. trends food Sci Technol, vol. 6, n. 1, pp. 59-61.

Dermeche, S., Nadour, M., Larroche, C., Moulti-Mati, F., Michaud, P., 2013: *Olive mill wastes: Biochemical characterizations and valorization strategies*. Process Biochemistry 48: 1532–1552.

El Sohaimy S. (2012) *Functional foods and nutraceuticals-modern approach to food science.* World Appl Scie J, vol. 20, n. 5, pp. 691-708.

Ereky I.C. (1919) *Biotechnologie der Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Grosbetriebe*. Verlag Paul Parey, Berlin, VII., 84.

Filimon, R.V., Bunea, C.I., Bora, F.D., Filimon, R.M., Dunca, S.I., Rózsa, S., Ciurlă, L., Patraș, A., 2023. *Physico-Chemical Characterization, Phenolic Compound Extraction and Biological Activity of Grapevine (Vitis vinifera L.) Canes*. Horticulturae 9, 1164. https://doi.org/10.3390/horticulturae9111164

Fleming, H. P., W.M. Walter & J.L. Etchells (1973): *Antimicrobial properties of oleuropein and products of its hydrolysis from green olives*. Applied Microbiology, 26(5), 777-782.

Foscolou A, Critselis E, Panagiotakos D., 2009. *Olive oil consumption and human health: A narrative review.* Maturitas. Dec;118:60-66. doi: 10.1016/j.maturitas.2018.10.013. Epub 2018 Oct 26. PMID: 30415757.

Garavaglia, J., Markoski, M.M., Oliveira, A., Marcadenti, A., 2016. *Grape Seed Oil Compounds: Biological and Chemical Actions for Health*. Nutr Metab Insights 9, 59–64. https://doi.org/10.4137/NMI.S32910

Gerós, H., Manuela Chaves, M., Delrot, S. (Eds.), 2012. *Phenolics in Grape Berry and Key Antioxidants, in: The Biochemistry of the Grape Berry.* BENTHAM SCIENCE PUBLISHERS, pp. 89–110. https://doi.org/10.2174/978160805360511201010089

González-Ortega, R., Šturm, L., Skrt, M. et al. *Liposomal Encapsulation of Oleuropein and an Olive Leaf Extract: Molecular Interactions, Antioxidant Effects and Applications in Model Food Systems*. Food Biophysics., 2021, 16, 84–97 2021. https://doi.org/10.1007/s11483-020-09650-y

Gorelick J., Bernstein N. (2014) *Elicitation: An underutilized tool in the development of medicinal plants as a source of therapeutic secondary metabolites*. Advances in Agronomy, n. 124, pp. 201–230.

Goufo, P., Singh, R.K., Cortez, I., 2020. *A Reference List of Phenolic Compounds (Including Stilbenes) in Grapevine (Vitis vinifera L.) Roots, Woods, Canes, Stems, and Leaves*. Antioxidants 9, 398. https://doi.org/10.3390/antiox9050398

Guglielmotti M, Passaghe P, Buiatti S. 2020 *Use of olive (Olea europaea L.) leaves as beer ingredient, and their influence on beer chemical composition and antioxidant activity*. J Food Sci. 2020 Aug;85(8):2278-2285. doi: 10.1111/1750-3841.15318. Epub 2020 Jul 11. PMID: 3265259

Harford J.B., Otero I.V., Anderson B.O., Cazap E., Gradishar W.J., Gralow J.R., Kane G.M., Niens L.M., Porter P.L., Reeler A.V. (2011) *Problem solving for breast health care delivery in low and middle resource countries*

(LMCs): Consensus statement from the Breast Health Global Initiative. The Breast, vol. 20, S20–S29. https://doi.org/10.1016/j.breast.2011.02.007

Hayes, J. E., V. Stepanyan, P. Allen, M.N. O' Grady, N.M. O Brien & J.P. Kerry (2009): T*he effect of lutein, sesamol, ellagic acid and olive leaf extract on lipid oxidation and oxymyoglobin oxidation in bovine and porcine muscle model systems*. Meat Science, 83(2), 201-208.

Hayes, J. E., V. Stepanyan, M.N. O' Grady, P. Allen & J.P. Kerry., 2010: *Evaluation of the effects of selected phytochemicals on quality indices and sensorial properties of raw and cooked pork stored in different packaging systems*. Meat Science, 85(2), 289-296.

Inpart (2023) *Top biotechnology innovations*. https://www.inpart.io/

Kafarski P. (2012) *Rainbow code of biotechnology*. Chemik; n. 66, pp. 814-6.

Kanwugu O.K., Ivantsova M.N., Chidumaga K.D. (2018) *Gold biotechnology: Development and advancements*. AIP Conf. Proc. 2015, 020034 (2018) https://doi.org/10.1063/1.5055107

Kiritsakis, K., Kontominas, M.G., Kontogiorgis, C. et al. (2010) *Composition and Antioxidant Activity of Olive Leaf Extracts from Greek Olive Cultivars.* J Am Oil Chem Soc 87, 369–376. https://doi.org/10.1007/s11746-009-1517-x

Malusá E.- Lidia Sas - Małgorzata Tartanus) *Inoculi microbici per migliorare la fertilità biologica del suolo* Frutticoltura - n. 2 – 2020

Meng, X., Zhou, J., Zhao, C.-N., Gan, R.-Y., Li, H.-B., 2020. *Health Benefits and Molecular Mechanisms of Resveratrol: A Narrative Review*. Foods 9, 340. https://doi.org/10.3390/foods9030340

Merriam-Webster (2016). *Biotecnology*. in: https://www.merriam-webster.com/dictionary/biotechnology

Moudache in sod., *Phenolic content and antioxidant activity of olive by-products andantioxidant film containing olive leaf extract*., 2016, Food Chemistry 212, 521–527.

Murthy H.N., Lee E.J., Paek K.Y. (2014). *Production of secondary metabolites from cell and organ cultures: Strategies and approaches for biomass improvement and metabolite accumulation. Plant Cell*, Tissue and Organ Culture, vol. 118, n. 1, pp. 1–16.

Nzekoue, F.K., Kouamo Nguefang, M.L., Alessandroni, L., Mustafa, A.M., Vittori, S., Caprioli, G., 2022. *Grapevine leaves (Vitis vinifera): Chemical characterization of bioactive compounds and antioxidant activity during leave development.* Food Bioscience 50, 102120. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102120

Pavlovic R., Nenna G., Calvi L., Panseri S., Borgonovo G., Giupponi L., Cannazza G., Giorgi A. *Quality traits of "cannabidiol oils": Cannabinoids content, terpene fingerprint and oxidation stability of European commercially available preparations*., 2018, Molecules. 2018;23:1230. doi: 10.3390/molecules23051230.

Plant Material, Extraction Methods, Quantification, and Applications. Biomolecules 10, 1195. https://doi.org/10.3390/biom10081195

Obayomi V.O., Olaniran F.A., Owa O.S. (2024) *Unveiling the role of functional foods with emphasis on prebiotics and probiotics in human health: A review*, Journal of Functional Foods, vol. 119, pp. 106337.

RAFVG-regione Autonoma Friuli Venezia Giulia (2020) *La biotecnologia nel Friuli Venezia Giulia –Documento di primo posizionamento versione 1.1*, Allegato alla generalità n. 1393 dell'11 settembre 2020.

Rubio N.R., Xiang N., Kaplan D.L. (2020) *Plant-based and cell-based approaches to meat production*. Nature communications, 11:6276 | https://doi.org/10.1038/s41467-020-20061-y | www.nature.com/naturecommunications.

Shete P. (2023) *Biotechnological Application in Animal Nutrition and Feed Technology: Mini Review*. Acta Scientific Veterinary Sciences, vol. 5, n. 5, pp. 67-70.

Singh K.K., Ishar A.K., Singh S., Changdeo W.B., Kashyap S., Saini K., Ramesh G., Swamy G.N. (2024) *The Role of Biotechnology in Shaping the Future of Modern Agriculture*. Journal of Advances in Biology and Biotechnology, vol. 27, n. 11, pp. 621-634.

Singh T., Shukla S., Kumar P., Wahla V., Bajpai V.K., Rather I.A. (2017). *Application of nanotechnology in food science: Perception and overview*. Front Microbiol vol. 8:1501.

Sinha T., Sharma A., Das A., Kumar A., Rahman T., Panotra N., Anbarasan S. (2024) *The impact of Biotechnology in Shaping the Modern Agriculture*. Journal of Advances in Biology and Biotechnology, vol. 27, n. 11, pp. 844-851.

Sagar N.A., Pareek S., Sharma S. et al. (2018). *Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization*. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, vol. 17, n. 3, pp. 512–531.

Savournin, C., B. Baghdikian, R. Elias, F. Dargouth-Kesraoui, K. Boukef, G. Balansard, 2001: R*apid high-performance liquid chromatography analysis for the quantitative determination of oleuropein in Olea europea leaves.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(2), 618-621.

Servili M, Esposto S, Fabiani R, Urbani S, Taticchi A, Mariucci F, Selvaggini R, Montedoro GF., 2009. *Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure*. Inflammopharmacology. Apr;17(2):76-84. doi: 10.1007/s10787-008-8014-y. PMID: 19234678.

Silva S.N.R.L., Faria S., Freitas C.M.L. (2021). *Biosurfactants in cosmetics and personal care: Trends and challenges*. Critical Reviews in Biotechnology, vol. 41, n. 4, pp. 631–644.

Smith, J. (2019). *Method for extracting bioactive compounds from olive oil. US20190231837A1*. United States Patent and Trademark Office https://patents.google.com/patent/US20190231837A1

Teshome E., Forsido S.F., Rupasinghe H.P.V., Olika Keyata E. (2022) *Potentials of Natural Preservatives to Enhance Food Safety and Shelf Life: A Review*. Scientific World Journal, vol. Sep, n. 23, pp. 2022:9901018. doi: 10.1155/2022/9901018. PMID: 36193042; PMCID: PMC9525789.

Tiwari A., Chauhan A., Chauhan P. (2019). *Peptides in cosmetics*. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, vol. 6, n. 1, pp. 36–42.

Various Authors (2020) *Biotechnology Business - Concept to Delivery*, Arpita Saxena (Ed), Springer Nature Switzerland.

Verna G., Ravichandran S. (2020) *Evolution of Biotechnology as a Million Dollar Market: The Management and Commerce of a Biotech Start-up*. Arpita Saxena (Ed), Biotechnology Business - Concept to Delivery, Springer Nature Switzerland.

Vignesh A., Cheeran Amal T., Sarvalingam A., Vasanth K. (2024) *A review on the influence of nutraceuticals and functional foods on health*, Food Chemistry Advances, vol. 5, pp. 100749.

Walter, W. M., H.P. Fleming & J.L. Etchells (1973): *Preparation of antimicrobial compounds by hydrolysis of oleuropein from green olives*. Applied Microbiology, 26(5), 773-776.

Yu, J., Ahmedna, M., 2013. *Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications*. International Journal of Food Science & Technology 48, 221–237. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03197.x

Zeisel S.H. (1999) *Regulation of "nutraceuticals"*. Science, vol. Sep 17, n. 285(5435), pp. 1853-5. doi: 10.1126/science.285.5435.1853. PMID: 10515789.

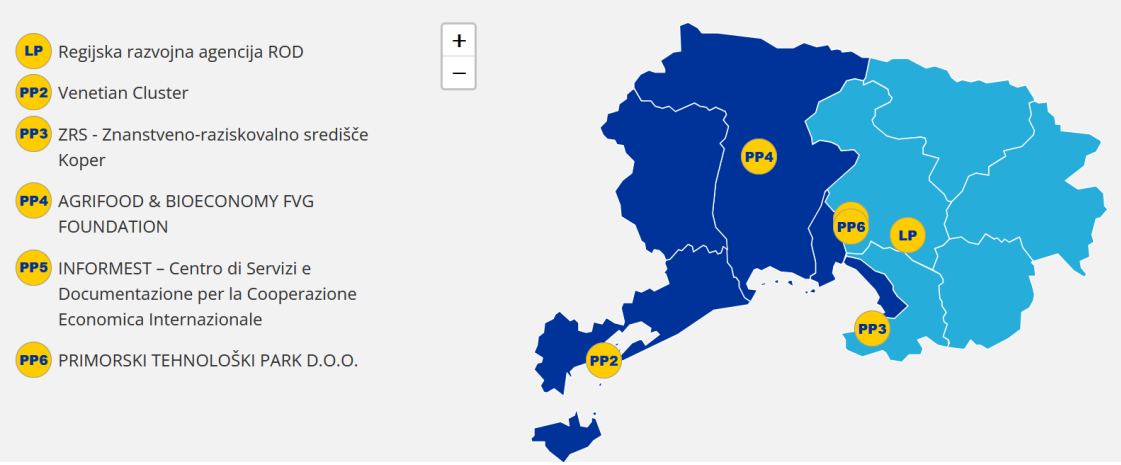
Zheng J., Wittouck S., Salvetti E. et al. (2021). *A taxonomic note on the genus Lactobacillus: Description of 23 novel genera, emended description of the genus Lactobacillus Beijerinck 1901, and union of the genera Pediococcus and Lactobacillus*. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, vol. 71, n. 8, pp. 1–73.

https://www.gzs.si/matpro/vsebina/ENG

https://srip-circular-economy.eu/srip-circular-economy/focus-areas/

ALLEGATI
PRILOGE

ALLEGATO 1 / PRILOGA 1

PROGETTO / PROJEKT	***BioTech2Agri***
DATI DI BASE / OSNOVNI PODATKI	*Programma Interreg VIA Italia-Slovenia, Obiettivo strategico: PO 1 - Un'Europa più competitiva e intelligente attraverso la promozione di una trasformazione economica innovativa e intelligente e della connettività regionale alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC), Obiettivo specifico: SO 1 - Sviluppare e rafforzare le capacità di ricerca e di innovazione e l'introduzione di tecnologie avanzate / Program Interreg Italija-Slovenija, cilj politike: CP1 - Konkurenčnejša in pametnejša Evropa s spodbujanjem inovativne in pametne gospodarske preobrazbe ter regionalne povezljivosti na področju IKT; specifični cilj: SC1 - Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij*
PARTNER	

SINTESI DEL PROGETTO / POVZETEK PROJEKTA	*L'obiettivo del progetto BioTech2Agri è quello di favorire l'assorbimento dell'innovazione nel settore agroalimentare tra Slovenia, Friuli Venezia Giulia e provincia di Venezia in Veneto.* *In particolare, si prevede la mappatura delle biotecnologie applicabili in ambito agrifood disponibili nell'area transfrontaliera, allo scopo di poter fornire un supporto qualificato alle aziende per l'introduzione di soluzioni biotech per applicazioni in vari ambiti (food, feed, nutraceutica, cosmetica, etc.). Al contempo si vuole animare una rete di attori dell'economia della conoscenza presenti ai due lati del confine, creando un ecosistema dell'innovazione biotech. Il sostegno alle imprese si concretizzerà attraverso la pubblicazione di una Open call dedicata, che consentirà a ciascun caso selezionato di valutare la percorribilità tecnica e la sostenibilità economica di percorsi di sviluppo basati sull'impiego di biotecnologie. Questo schema modulare di supporto sarà denominato meccanismo "Innovation Coins" e verrà realizzato dai partner, mettendo a sistema le rispettive competenze complementari* *Cilj projekta BioTech2Agri je spodbuditi uvedbo inovacij v agroživilskem sektorju na območju Slovenije, Furlanije - Julijske krajine in Benečije. Projekt se osredotoča na preučevanje biotehnologij, ki so na voljo na tem čezmejnem območju, in nudi podjetjem strokovno podporo pri uvajanju teh rešitev na različnih področjih, kot so hrana, krma, nutracevtika in kozmetika. Hkrati želi projekt okrepiti povezave med strokovnjaki z obeh strani meje in ustvariti okolje, ki spodbuja biotehnološke inovacije. Podjetjem bo na voljo pomoč prek javnega razpisa, ki jim bo omogočil oceno izvedljivosti in ekonomske vzdržnosti njihovih razvojnih idej, ki temeljijo na biotehnologiji. Ta podporna shema se bo imenovala "inovacijski kovanci", pri čemer bodo projektni partnerji združili svoje znanje in izkušnje za izvedbo.*	
DURATA DEL PROGETTO / TRAJANJE PROJEKTA	*15/04/2024 – 14/04/2026* *24 MESI*	*15/04/2024 - 14/04/2026* *24 MESECEV*

BUDGET E CO-FINANZIAMENTO UE / PRORAČUN IN SOFINANCIRANJE EU	*BUDGET COMPLESSIVO: 886.560,89 €* *CO-FINANZIAMENTO UE: 709.248,70 €* *SKUPNI PRORAČUN: 886.560,89 EUR* *SOFINANCIRANJE EU: 709.248,70 EUR*
PER MAGGIORI INFORMAZIONI SUL PROGETTO BioTech2Agri / ZA VEČ INFORMACIJ O PROJEKTU BioTech2Agri	*www.ita-slo.eu/biotech2agri* BioTech2Agri BioTech2Agri

ALLEGATO 2

INFORMATIVA SUL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI FORNITI CON LA SCHEDA DI MAPPATURA TECNOLOGIE, ATT 1.1 (AI SENSI DELL'ART. 13 DEL REGOLAMENTO (UE) 2016/679)

1. TITOLARE DEL TRATTAMENTO: FONDAZIONE AGRIFOOD & BIOECONOMY FVG	
SEDE: PIAZZA CASTELLO, 7 - 33010 COLLOREDO DI MONTE ALBANO UD **CONTATTI:**	
Website	https://www.fabfvg.it/
Tel	+39 0432 943116
E-mail	info@fabfvg.it
PEC	fondazione@pec.fabfvg.it

2. DPO: DOTT. GILBERTO AMBOTTA	
SEDE: VIA DI PROSECCO, 50 - 34151 TRIESTE LOC. OPICINA TS **CONTATTI:**	
Cell	+39 3291215005
E-mail	privacy@gaservice.info
PEC	gilberto.ambotta@mailcertificata.it

3. Finalità del trattamento e base giuridica

I dati personali verranno trattati dal Titolare nello svolgimento delle proprie funzioni istituzionali per mappare le biotecnologie di interesse per il settore agroalimentare presenti nell'area di confine italo-slovena, nell'ambito dell'attività del progetto BioTech2Agri, co-finanziato dall'Unione Europea attraverso il Programma Interreg Italia-Slovenia 2021-2027.

I dati raccolti potranno successivamente essere riutilizzati per ulteriori attività tecniche, di rendicontazione e/o di comunicazione previste dal progetto BioTech2Agri (www.ita-slo.eu/biotech2agri).

In particolare, le schede di mappatura biotecnologie fornite verranno utilizzate per la realizzazione di un **database, gestito dai partner del progetto BioTech2Agri, di supporto all'incontro tra la domanda e l'offerta di innovazione biotech per il settore agroalimentare** (WP1), oltre che nell'**eventuale erogazione dei servizi relativi allo schema di supporto alle imprese denominato meccanismo "Innovation Coins**" (WP2).

4. Natura del conferimento

In assenza del conferimento dei dati personali di cui al modulo, il Titolare non potrà adempiere all'obbligo legale - sancito dalla vigente normativa - di esaminare le istanze di accesso agli atti che pervengono allo stesso e di dare loro seguito.

5. Modalità del trattamento

Il titolare tratta i dati personali nel rispetto dei principi previsti dal Regolamento, vincolando il trattamento ai principi di correttezza, di liceità e trasparenza, per finalità esplicite e legittime connesse agli adempimenti di legge, alle finalità istituzionali, e alle attività amministrative ad esse strumentali. Vengono trattati solamente i dati personali adeguati, pertinenti e limitati a quanto necessario rispetto alle finalità per le quali sono raccolti e trattati. I dati non saranno utilizzati per finalità diverse e ulteriori rispetto a quelle descritte nella presente informativa, salvo preventiva comunicazione informativa.

6. Tipologia dei dati trattati

Nei limiti delle finalità e delle modalità descritte nella presente informativa, il trattamento riguarda le informazioni fornite con riferimento al progetto BioTech2Agri con la/e scheda/e di mappatura biotecnologie compilata/e e con la dichiarazione sottoscritta allegata (Allegato 3).

7. Trasferimento extra UE

Per le finalità sopra indicate i suoi dati personali non saranno oggetto di trasferimento verso Paesi non appartenenti all'Unione Europea.

8. Periodo di conservazione

Una volta conseguite le finalità per cui sono trattati, i dati personali possono essere conservati per periodi più lunghi solo in presenza di un obbligo di legge in tal senso.

9. Categorie di soggetti ai quali i dati personali possono essere comunicati o che possono venirne a conoscenza in qualità di Responsabili o Persone autorizzate

Potranno venire a conoscenza dei dati personali i dipendenti e i collaboratori, anche esterni, del Titolare e i soggetti che forniscono servizi strumentali alle finalità di cui sopra. Tali soggetti agiranno in qualità di Responsabili o Persone autorizzate del trattamento. Nell'ambito dell'attività di mappatura tecnologie, i dati saranno condivisi anche con gli altri partner del progetto BioTech2Agri (e i loro dipendenti e consulenti coinvolti nell'iniziativa), che sono:
REGIJSKA RAZVOJNA AGENCIJA ROD;
VENETIAN CLUSTER;
ZRS - ZNANSTVENO-RAZISKOVALNO SREDIŠČE KOPER;
INFORMEST – CENTRO DI SERVIZI E DOCUMENTAZIONE PER LA COOPERAZIONE ECONOMICA INTERNAZIONALE;
PRIMORSKI TEHNOLOŠKI PARK D.O.O.

10. Diritti dell'interessato

L'interessato può esercitare i seguenti diritti: accesso ai dati (art. 15 GDPR); rettifica (art. 16 GDPR), cancellazione (art. 17 GDPR), limitazione del trattamento dei dati (art .18 GDPR); portabilità dei dati (art 20 GDPR); opposizione al trattamento (art. 21 GDPR); revoca in qualsiasi momento del proprio consenso eventualmente prestato (art. 13 par. II lett. c GDPR). L'interessato che ritenga che il trattamento dei propri dati personali sia effettuato in violazione di quanto previsto dal Regolamento (UE) 2016/679, del D.Lgs. n. 196/2003 (come modificato dal D.Lgs. n. 101/2018) e della ulteriore normativa nazionale applicabile ha il diritto di proporre reclamo al Garante per la protezione dei dati personali, come previsto dall'art. 77 del Regolamento stesso, o di adire l'autorità giudiziaria (art. 79).

PRILOGA 2

INFORMACIJE O OBDELAVI OSEBNIH PODATKOV, ZAGOTOVLJENIH S KARTICO ZA TEHNOLOŠKO KARTIRANJE, AKT 1.1 (V SKLADU S ČLENOM 13 UREDBE (EU) 2016/679)

1. UPRAVLJAVEC PODATKOV: FONDAZIONE AGRIFOOD & BIOECONOMY FVG	
SEDEŽ: PIAZZA CASTELLO, 7 - 33010 COLLOREDO DI MONTE ALBANO UD, ITALY **KONTAKTI:**	
Website	https://www.fabfvg.it/
Tel	+39 0432-943116
E-mail	info@fabfvg.it
PEC	fondazione@pec.fabfvg.it

2. DPO: DR. GILBERTO AMBOTTA	
SEDEŽ: VIA DI PROSECCO, 50 - 34151 TRIESTE LOC. OPICINA TS, ITALY **KONTAKTI:**	
Mobile	+39 3291215005
E-mail	privacy@gaservice.info
PEC	gilberto.ambotta@mailcertificata.it

3. Namen obdelave in pravna podlaga

Osebne podatke bo upravljavec podatkov obdeloval pri opravljanju svojih institucionalnih funkcij z namenom kartiranja biotehnologij, ki so v interesu kmetijsko-živilskega sektorja na italijansko-slovenskem obmejnem območju, v okviru dejavnosti projekta BioTech2Agri, ki ga sofinancira Evropska unija v okviru programa Interreg Italija-Slovenija 2021-2027.

Zbrani podatki se kasneje lahko ponovno uporabijo za nadaljnje tehnične dejavnosti, poročanje in/ali komuniciranje, predvidene v okviru projekta BioTech2Agri (www.ita-slo.eu/biotech2agri).

Zlasti bodo pridobljeni obrazci za kartiranje biotehnologij uporabljeni za oblikovanje **podatkovne zbirke, ki jo bodo upravljali partnerji projekta BioTech2Agri. Zbirka bo podpirala usklajevanje povpraševanja in ponudbe biotehnoloških inovacij za agroživilski sektor** (WP1), ter **morebitno zagotavljanje storitev, povezanih s shemo podpore podjetjem, imenovano mehanizem „Innovation Coins"**(WP2).

4. Narava zagotavljanja

Brez zagotovitve osebnih podatkov, navedenih v obrazcu, upravljavec ne bo mogel izpolniti svoje zakonske obveznosti - zapisane v veljavni zakonodaji -, da preuči zahteve za dostop do dokumentov, ki jih je prejel, in jim sledi.

5. Načini obdelave podatkov

Upravljavec osebnih podatkov obdeluje osebne podatke skladno z načeli, določenimi v Uredbi. Obdelava temelji na načelih poštenosti, zakonitosti in preglednosti ter je omejena na izrecne in zakonite namene, povezane z izpolnjevanjem zakonskih obveznosti, institucionalnimi cilji in upravnimi dejavnostmi. Obdelani bodo le tisti osebni podatki, ki so ustrezni, relevantni in omejeni na obseg, potreben za dosego določenih namenov. Podatki ne bodo uporabljeni za druge namene, razen v primeru predhodnega obvestila.

6. Vrsta obdelanih podatkov

Obdelava osebnih podatkov v okviru projekta BioTech2Agri vključuje podatke, posredovane prek izpolnjenih obrazcev za kartiranje biotehnologij ter priložene podpisane izjave (priloga 3).

7. Prenos podatkov izven EU

Vaši osebni podatki za zgoraj navedene namene ne bodo preneseni v države zunaj Evropske unije.

8. Obdobje hrambe podatkov

Osebni podatki bodo hranjeni, dokler bo to potrebno za dosego namenov obdelave. Po doseženem namenu bodo hranjeni le, če tako zahteva zakonodaja.

9. Kategorije oseb, ki se jim lahko posredujejo osebni podatki ali ki lahko z njimi seznanijo kot obdelovalci podatkov ali pooblaščene osebe

Osebni podatki se lahko razkrijejo zaposlenim in sodelavcem, vključno z zunanjimi sodelavci upravljavca podatkov, ter osebam, ki opravljajo storitve, ki so instrumentalne za zgoraj navedene namene. Ti subjekti bodo delovali kot obdelovalci podatkov ali pooblaščene osebe. V okviru dejavnosti tehnološkega kartiranja bodo podatki posredovani tudi drugim partnerjem projekta BioTech2Agri (ter njihovim zaposlenim in svetovalcem, vključenim v pobudo), ki so:
REGIJSKA RAZVOJNA AGENCIJA ROD;
VENETIAN CLUSTER;
ZRS - ZNANSTVENO-RAZISKOVALNO SREDIŠČE KOPER;
INFORMEST – CENTRO DI SERVIZI E DOCUMENTAZIONE PER LA COOPERAZIONE ECONOMICA INTERNAZIONALE;
PRIMORSKI TEHNOLOŠKI PARK D.O.O.

10. Pravice posameznika, na katerega se nanašajo osebni podatki

Posameznik, na katerega se nanašajo osebni podatki, lahko uveljavlja naslednje pravice: dostop do podatkov (člen 15 SUVP); popravek (člen 16 SUVP); izbris (člen 17 SUVP); omejitev obdelave podatkov (člen 18 SUVP); prenosljivost podatkov (člen 20 SUVP); ugovor k obdelavi (člen 21 SUVP); preklic dane privolitve kadarkoli (člen 13, odstavek II, točka c SUVP). Posameznik, na katerega se nanašajo osebni podatki, ki meni, da se obdelava njegovih osebnih podatkov izvaja v nasprotju z določbami Uredbe (EU) 2016/679, Zakonodajne uredbe št. 196/2003 (kot je bila spremenjena z Zakonodajno uredbo št. 101/2018) in nadaljnje veljavne nacionalne zakonodaje, ima pravico vložiti pritožbo pri Garante per la protezione dei dati personali, kot je določeno v 77. členu same uredbe, ali zadevo predložiti sodnim organom (79. člen).

ALLEGATO 3, DICHIARAZIONE / PRILOGA 3, IZJAVA

Con la presente il sottoscritto _____, in rappresentanza di _____ (ragione sociale dell'ente / impresa), con indirizzo _____, e P. IVA / C.F. _____,

Podpisani _____, ki zastopam _____ (ime organizacije/podjetja), z naslovom _____ in DDV _____,

☐ *CONFERMA DI AVER LETTO LA SINTESI DEL PROGETTO BioTech2Agri INCLUSA NELL'ALLEGATO 1 / POTRJUJEM, DA SEM PREBRAL POVZETEK PROJEKTA BioTech2Agri I V PRILOGI 1.*
☐ *DICHIARA DI AVER LETTO E COMPRESO L'INFORMATIVA SUL TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI DI CUI ALL'ALLEGATO 2, ED ESPRIME IL CONSENSO AL TRATTAMENTO DEI DATI FORNITI PER LA MAPPATURA DI BIOTECNOLOGIE DEL PROGETTO BioTech2Agri SECONDO LA PREDETTA INFORMATIVA E SECONDO IL GDPR (GENERAL DATA PROTECTION REGULATION / IZJAVLJAM, DA SEM PREBRAL IN SE SEZNANIL Z INFORMACIJAMI O OBDELAVI OSEBNIH PODATKOV, NAVEDENIMI V PRILOGI 2 IN SE STRINJAM Z OBDELAVO PODATKOV, PRIDOBLJENIH ZA KARTIRANJE BIOTEHNOLOGIJ PROJEKTA BioTech2Agri V SKLADU Z NAVEDENIMI INFORMACIJAMI PROJEKTA IN V SKLADU Z GDPR (GENERAL DATA PROTECTION REGULATION).*

DATA / DATUM:

NOME E COGNOME
IME IN PRIIMEK:

FIRMA / PODPIS