

## ALLEGATO 1: PIANO DIDATTICO LM7 - A.A. 2014/2015

PIANO DIDATTICO														
TAF	AMBITO	MUR	MUR	SSO	NR ESAMI	ANNO	INSEGNAMENTI	CFU	AMB	TAF	ORD MIN	ORD MAX	ORD AF	
B	Discipline biotecnologiche generali		45	AGR07 - Genetica agraria	1	2	Un insegnamento a scelta tra i seguenti: Genetica Molecolare Vegetale Alimenti funzionali	8	33		30	42		
				AGR18 - Microbiologia agraria										
				AGR18 - Microbiologia agraria	1	1	Microbiologia degli alimenti e trasportabilità dei microrganismi	8						
				AGR07 - Genetica agraria										
				AGR17 - Zootecnica generale e miglioramento genetico	1	2	Biotecnologie vegetali	8						
				BIO01 - Botanica generale										
				BIO03 - Botanica ambientale e applicata										
				BIO09 - Fisiologia										
				BIO10 - Biochimica	1	1	Bioinformatica ed ingegneria proteica (Bioinformatica 3, Ingegneria Proteica 3)	8						
				BIO11 - Biologia molecolare										
				CHIM06 - Chimica organica	1	1	Un insegnamento a scelta tra i seguenti: Chimica degli alimenti Biotecnologie microbiche	8						
				CHIM10 - Chimica degli alimenti										
				AGR18 - Microbiologia agraria										
				CHIM11 - Chimica e biotecnologia delle fermentazioni										
				INF01 - Informatica										
				ING-INF06 - Sistemi di elaborazione delle informazioni										
				SECS-3/02 - Statistica per la ricerca sperimentale e tecnologica										
				VET01 - Anatomia degli animali domestici										
	VET02 - Fisiologia veterinaria													
	Discipline biotecnologiche agrarie			45	AGR02 - Agronomia e coltivazioni erbacee	1	2	Un insegnamento a scelta tra i seguenti: Biotecnologie fitopatologiche Processi di trasformazione e conservazione degli alimenti	8	18		18	30	
					AGR03 - Arboricoltura generale e coltivazioni arboree									
					AGR04 - Orticoltura e floricoltura									
					AGR11 - Entomologia generale e applicata									
					AGR12 - Patologia vegetale									
					AGR16 - Scienze e tecnologie alimentari									
					AGR18 - Nutrizione e alimentazione animale									
					AGR19 - Zootecnica speciale									
					AGR20 - Zooteculture									
					BIO04 - Fisiologia vegetale									
					AGR13 - Chimica agraria									
BIO04 - Fisiologia vegetale														
AGR16 - Scienze e tecnologie alimentari														
Discipline gestionali ed etiche			45	AGR01 - Economia ed etimo rurale	1	1	Economia Agroalimentare	8	8		8	8		
				IUS/03 - Diritto agrario										
				IUS/14 - Diritto dell'Unione europea										
				M-FIL/02 - Logica e filosofia della scienza										
				M-FIL/03 - Filosofia morale										
M-PSI/01 - Psicologia generale														
C	Affini o integrative		12	CHIM01	1	1	Metodi analitici molecolari (proteomica 4, trascrittomica 4, Metabolomica 4)	12	18	18	12	24	12	24
				BIO18										
				ING-IND/25										
D	A scelta		8	ING-IND/25	1	2	Trattamenti biotecnologici e valorizzazione di suari e/o effluenti agro-alimentari	8	8	8	8	12	8	12
E	Prova finale								83	32	32	32	32	32
F	Altre attività			ULTERIORI CONOSCENZE LINGUISTICHE							0	3	0	3
				TIROCINI FORMATIVI										
				ALTRE CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO										
<b>NUMERO MINIMO DI CREDITI RISERVATI DALL'ATENEO ALLE ATTIVITA' DI TIPO F</b>											<b>2</b>			
					19				129		129			

## ALLEGATO 2: RAD

<b>Università</b>	Università degli Studi di VERONA
<b>Classe</b>	LM-7 - Biotecnologie agrarie
<b>Nome del corso</b>	Biotecnologie agro-alimentari <i>modifica di: Biotecnologie agro-alimentari (1207348)</i>
<b>Nome inglese</b>	Agro-food biotechnologies
<b>Lingua in cui si tiene il corso</b>	italiano
<b>Codice interno all'ateneo del corso</b>	S70^2012^PDS0-2012^023091
<b>Il corso è</b>	trasformazione ai sensi del DM 16 marzo 2007, art 1 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biotecnologie Agro-Industriali (VERONA cod 33409)</li> </ul>
<b>Data di approvazione della struttura didattica</b>	20/12/2011
<b>Data di approvazione del senato accademico</b>	31/01/2012
<b>Data della relazione tecnica del nucleo di valutazione</b>	12/01/2009
<b>Data della consultazione con le organizzazioni rappresentative a livello locale della produzione, servizi, professioni</b>	16/01/2009 -
<b>Modalità di svolgimento</b>	convenzionale
<b>Eventuale indirizzo internet del corso di laurea</b>	<a href="http://www.scienze.univr.it/fcl/main">http://www.scienze.univr.it/fcl/main</a>
<b>Dipartimento di riferimento</b>	BIOTECNOLOGIE
<b>EX facoltà di riferimento ai fini amministrativi</b>	SCIENZE MATEMATICHE FISICHE e NATURALI
<b>Massimo numero di crediti riconoscibili</b>	12 DM 16/3/2007 Art 4 <b>Nota 1063 del 29/04/2011</b>

### Obiettivi formativi qualificanti della classe: LM-7 Biotecnologie agrarie

I laureati nei corsi della laurea della classe magistrale devono:

- possedere una profonda conoscenza delle basi molecolari e cellulari dei sistemi biologici;
- possedere una profonda conoscenza dei meccanismi molecolari che sono alla base della crescita e del differenziamento di organismi di interesse agrario, dei meccanismi a questi correlati riguardanti la riproduzione e la produzione qualitativa e quantitativa di prodotti agrari alimentari e non alimentari e della loro trasformazione, avere la capacità di operare con tecniche biotecnologiche innovative su tali processi, in modo da modificarne le caratteristiche anche in relazione alle necessità dei consumatori ed alla sostenibilità ambientale;
- essere in grado di eseguire interventi biotecnologici, anche mediante transgenia, atti ad ottimizzare l'efficienza produttiva e riproduttiva degli organismi di interesse agrario;
- possedere la preparazione per elaborare e mettere a punto metodi analitici di indagine biotecnologica, in particolare per la caratterizzazione di organismi e prodotti agricoli ed il controllo della loro qualità e salubrità;
- avere padronanza del metodo scientifico di indagine e di progetto;
- avere un'avanzata conoscenza di strumenti analitici tradizionali e biotecnologici;
- possedere solide conoscenze sulla struttura e sulle funzioni delle macromolecole biologiche e dei processi cellulari nelle quali esse intervengono;
- conoscere gli effetti dei prodotti biotecnologici a livello nutrizionale e ambientale e saperne valutare e prevenire gli effetti nocivi;
- avere un'avanzata conoscenza degli strumenti informatici, con particolare riferimento alla bioinformatica;
- essere in grado di ideare, progettare e gestire progetti tecnico-scientifici correlati con le discipline biotecnologiche del settore agrario;
- essere capaci di operare con autonomia, assumendo responsabilità di struttura e di progetto;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea, di norma l'inglese, oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari;
- possedere le conoscenze e le tecniche per svolgere attività di ricerca di base e applicata, di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, attività professionale e di progetto, in ambiti correlati con le discipline biotecnologiche del settore agrario;
- possedere adeguate conoscenze di economia, di organizzazione e di gestione delle imprese, di creazione di impresa e di attività di marketing di prodotti biotecnologici;
- conoscere la legislazione e le norme etiche connesse con l'applicazione delle biotecnologie;

Ai fini indicati, i curricula dei corsi di laurea magistrale della classe:

- comprendono l'acquisizione di approfondite conoscenze sulla struttura, funzione ed organizzazione dei differenti sistemi biologici di interesse agrario, con particolare attenzione alle logiche molecolari, informazionali, integrative e interattive, comprese la genomica strutturale e funzionale, proteomica e metabolomica;
- comprendono l'acquisizione di approfondite conoscenze di tecniche relative alle molecole informazionali ed alla espressione dei caratteri con attenzione ad approcci multidisciplinari ed integrati;
- comprendono l'acquisizione di conoscenze degli strumenti concettuali e tecnico-applicati per una operatività sperimentale e di processo tendente ad utilizzare e modificare organismi, cellule o loro componenti al fine di ottenere beni e servizi;

- prevedono attività di laboratorio, in particolare dedicate alla conoscenza di metodiche sperimentali, al rilevamento, elaborazione e rappresentazione dei dati;
- prevedono attività dedicate all'uso delle tecnologie relative agli aspetti informatici e computazionali;
- sono previste attività seminariali e tutoriali in piccoli gruppi;
- prevedono, in relazione a obiettivi specifici, attività, come tirocini formativi presso aziende e laboratori, e soggiorni presso altre università italiane ed europee, anche nel quadro di accordi internazionali;
- prevedono attività formative utili a collocare le specifiche competenze nel generale contesto scientifico-tecnologico, culturale, sociale ed economico.
- devono prevedere l'esecuzione di una tesi sperimentale consistente oltre che nella parte sperimentale, nell'elaborazione e discussione dei risultati nonché la stesura dell'elaborato.

#### Attività caratterizzanti

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Discipline biotecnologiche generali	AGR/07 Genetica agraria AGR/16 Microbiologia agraria BIO/01 Botanica generale BIO/10 Biochimica BIO/11 Biologia molecolare CHIM/06 Chimica organica CHIM/10 Chimica degli alimenti CHIM/11 Chimica e biotecnologia delle fermentazioni INF/01 Informatica ING-INF/05 Sistemi di elaborazione delle informazioni SECS-S/02 Statistica per la ricerca sperimentale e tecnologica	30	42	-
Discipline biotecnologiche agrarie	AGR/02 Agronomia e coltivazioni erbacee AGR/03 Arboricoltura generale e coltivazioni arboree AGR/04 Orticoltura e floricoltura AGR/11 Entomologia generale e applicata AGR/12 Patologia vegetale AGR/13 Chimica agraria AGR/15 Scienze e tecnologie alimentari AGR/18 Nutrizione e alimentazione animale BIO/04 Fisiologia vegetale	18	30	-
Discipline gestionali ed etiche	AGR/01 Economia ed estimo rurale IUS/03 Diritto agrario IUS/14 Diritto dell'unione europea M-FIL/02 Logica e filosofia della scienza M-FIL/03 Filosofia morale M-PSI/01 Psicologia generale	6	6	-
<b>Minimo di crediti riservati dall'ateneo minimo da D.M. 45:</b>		-		
<b>Totale Attività Caratterizzanti</b>			54 - 78	

#### Attività affini

ambito disciplinare	settore	CFU		minimo da D.M. per l'ambito
		min	max	
Attività formative affini o integrative	BIO/18 - Genetica CHIM/01 - Chimica analitica ING-IND/25 - Impianti chimici	12	24	12
<b>Totale Attività Affini</b>			12 - 24	

**Altre attività**

ambito disciplinare		CFU min	CFU max
A scelta dello studente		8	12
Per la prova finale		32	32
Ulteriori attività formative (art. 10, comma 5, lettera d)	Ulteriori conoscenze linguistiche	0	3
	Abilità informatiche e telematiche	-	-
	Tirocini formativi e di orientamento	0	3
	Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro	0	3
Minimo di crediti riservati dall'ateneo alle Attività art. 10, comma 5 lett. d		2	
Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali		-	-
<b>Totale Altre Attività</b>		42 - 53	

**Riepilogo CFU**

<b>CFU totali per il conseguimento del titolo</b>	<b>120</b>
<b>Range CFU totali del corso</b>	<b>108 - 155</b>

**Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini**

/

**Note relative alle altre attività****Note relative alle attività caratterizzanti**

RAD chiuso il 09/03/2012

## ALLEGATO 3: Syllabus

### Obiettivi formativi specifici degli insegnamenti (Syllabus)

#### > **Biochimica e Fisiologia dell'interazione suolo pianta**

Il corso intende introdurre lo studente alla conoscenza delle risposte dei vegetali alle variabili condizioni del suolo quali: fluttuazioni di nutrienti, concentrazioni anomale di ioni, pH, presenza di molecole organiche, microrganismi ecc.. Gli argomenti verranno affrontati a livello fisiologico e biochimico-molecolare. Ci si propone di integrare aspetti e dinamiche relativi al sottosistema suolo, con particolare enfasi ai processi propri della rizosfera, con le attività degli apparati radicali e gli eventuali riflessi metabolici associati.

#### > **Biochemistry and physiology of plant-soil interaction**

Aim of the course is to introduce the students to the knowledge of the different plant responses to modifications in soil conditions like: nutrients fluctuations, anomalous ions concentrations, pH, presence of organic molecules, microorganisms etc. All these themes will be approached at molecular, biochemical and physiological levels. We intend to give an integrated view on the dynamics taking place at the rhizosphere involving roots cellular activities and possible metabolic modifications.

#### > **Bioinformatica ed Ingegneria Proteica**

Il corso di Bioinformatica ed Ingegneria proteica si propone di fornire allo studente le basi, teoriche e applicative, riguardanti gli algoritmi, i programmi e i protocolli sperimentali utilizzati nel disegno razionale di proteine. Verranno proposti alcuni casi-modello selezionati dalla letteratura più recente.

Il corso si divide in due moduli: A) Ingegneria proteica *in vitro* e B) Bioinformatica ed Ingegneria proteica *in silico*.

Il modulo A comprende i seguenti argomenti: Struttura delle proteine, motivi, folding; Disegno razionalizzato delle proteine: mutagenesi sito-specifica; Struttura delle proteine, motivi, folding; Evoluzione diretta: mutagenesi random, DNA-shuffling; Ingegneria de novo di proteine; Applicazioni di disegno razionalizzato per ottimizzare le proprietà di catalisi di un enzima, o per l'inserimento di proteine in biosensori.

Il modulo B si svolgerà in laboratorio computazionale e comprende i seguenti argomenti: Analisi di sequenza proteica e caratterizzazione funzionale; Predizioni di siti funzionali; Analisi strutturale di proteine; Predizione strutturale di proteine; Dinamica molecolare; Docking ligando proteina.

#### **Bioinformatics and Protein engineering**

The course aims at introducing to theoretical and applicative Protein Engineering by providing information both on algorithms, software and on experimental protocols employed for protein design. Case studies from up to date literature will be analyzed.

The course is organized in two modules: (A) Protein engineering and (B) Bioinformatic and *in silico* protein engineering.

Module (A) analyzes Protein Structure, motives and folding; furnishes information and compares different engineering techniques such as: Rational Design; Random mutagenesis; Direct evolution; DNA-shuffling; De novo synthesis of proteins; and provides applicative examples of engineered proteins of industrial interest, e.g. increasment in thermostability, change in substrate specificity, sensor-integrable proteins. Module (B) will be held in the Computational Modelling Lab and comprises: analysis of the protein sequence and functional characterization; prediction of functional sites; analysis of protein structure and prediction of protein structure; Molecular Dynamics simulations; Docking techniques.

#### > **Biotechnologie microbiche**

Il Corso è concepito per approfondire le basi teoriche ed i criteri applicativi alla base dello sfruttamento dei sistemi microbici negli ambiti della produzione di composti di interesse economico, del recupero e della produzione di energia, del trattamento dei rifiuti e della detossificazione dell'ambiente. Partendo dal bagaglio di informazioni acquisite durante la frequentazione dei corsi di area microbiologica lungo l'esperienza formativa della Laurea Triennale, gli studenti affronteranno gli aspetti relativi alle proprietà di microrganismi sia procarioti che eucarioti, ivi inclusi batteri, archeobatteri, lieviti, funghi filamentosi e – in posizione distinta in quanto forme a struttura non-cellulare – i virus, in rapporto alle potenziali applicazioni in campo tecnologico. I microrganismi saranno essenzialmente analizzati come catalizzatori biologici di specifiche reazioni biosintetiche e/o degradative condotte sia in ambiente confinato (bioreattori) che in contesti aperti, focalizzando gli interventi tesi al controllo ed all'ottimizzazione dei processi di interesse.

#### > **Microbial biotechnologies**

The course is designed to deepen the theoretical basis and the criteria for the application of microbial systems to the production of compounds of economic interest, to energy recovery and production, to waste treatment and environmental detoxification. Based on the wealth of information acquired while attending previous classes of microbiology content, students will address issues relating to the properties of microorganisms, both prokaryotes and eukaryotes, including bacteria, archaeobacteria, yeasts, filamentous fungi and – in a distinct position because of their non-cell structure – viruses, in relation to potential technological applications. Microorganisms will be mainly analyzed as biological catalysts of specific biosynthetic reactions and/or degradations, carried out either in a confined environments (bioreactors) or in open context, focusing on the

actions aimed at controlling and optimizing the processes of interest.

➤ **Chimica degli alimenti**

Il corso si propone di affrontare aspetti specifici della Chimica degli Alimenti, con particolare attenzione al problema della sicurezza alimentare, sempre più attuale sia per il produttore che per il consumatore.

Verranno fornite allo studente nozioni sulla composizione degli alimenti passando dai macro-nutrienti (glucidi, lipidi e proteine) alle molecole meno rappresentate come vitamine e polifenoli, e come queste sostanze possono interagire e venir modificate durante la produzione degli alimenti attraverso le diverse tecnologie alimentari evidenziando l'importanza dell'impiego di marcatori di processo che permettano di valutare la qualità nutrizionale, tecnologica e organolettica degli alimenti.

➤ **Food chemistry**

The course deals with specific aspects of food chemistry, with particular emphasis for food safety referred to both consumer and producer.

The student will be given notions regarding food composition, starting from macro-nutrients (carbohydrates, lipids and proteins) to substances like, polyphenols and vitamins, present in smaller amounts in foods. Particular consideration will be given to the interactions between the different molecules and to the modifications these undergo during food processing, highlighting the importance of using markers for the evaluation of the nutritional, technological and organoleptic quality of foods.

➤ **Economia agroalimentare**

Il corso si propone di affrontare argomenti del sistema agroalimentare, della filiera e food supply chain, del consumatore, della distribuzione alimentare, dei rapporti di integrazione verticale e dell'innovazione e, infine, della politica alimentare della qualità e della tutela del consumatore.

➤ **Agro-food economy**

The course aims to address issues of: the agro-food system, the food supply chain and supply chain, the consumer, the food distribution, the relations of vertical integration and innovation, and ultimately the policy of the food quality and consumer protection.

> **Fisiologia della produzione e dello stress**

*Fisiologia della produzione*

Il corso è indirizzato all'analisi dei processi fisiologici e molecolari importanti per la crescita e lo sviluppo delle piante in relazione agli aspetti applicativi concernenti la produzione nelle piante agrarie. Gli argomenti trattati includeranno: concetti di base dell'analisi della crescita delle piante; efficienza fotosintetica; efficienza nell'uso delle risorse idriche; allocazione, traslocazione e ripartizione degli assimilati; fissazione biologica di azoto; simbiosi con micorrizze; crescita riproduttiva: produzione e maturazione dei frutti.

The general objective of the course is to provide a link between physiological and molecular processes responsible for plant growth and development and more applied aspects of yield production by crop plants. The program includes: analysis of plant growth: basic concepts; photosynthetic efficiency and water use efficiency; the partitioning of dry matter: assimilate allocation, phloem transport and distribution to harvesting organs; biological nitrogen fixation; mycorrhiza and phosphorus absorption; reproductive growth: fruit set and development.

*Fisiologia dello stress*

Il corso si propone come punto di incontro tra i contributi della biochimica, biofisica e biologia molecolare e genetica nella comprensione della risposta agli stress abiotici, uno dei problemi fondamentali della biologia vegetale: freddo, siccità, caldo, eccesso di luce, carenze minerali, tossicità. Il corso prevede una parte generale in cui si affronteranno i caratteri comuni degli stress ambientali ed i metodi per l'identificazione dei fenotipi e dei geni coinvolti nella resistenza. Centrale appare il ruolo dello stress ossidativo, le cui origini, caratteristiche e specie molecolari coinvolte saranno trattate in dettaglio. Le strutture cellulari e molecolari coinvolte nella risposta allo stress verranno descritte e le loro interazioni verranno messe in evidenza. Un caso di studio verrà trattato sull'impiego biotecnologico delle conoscenze ottenute dallo studio della biologia dello stress.

The subject will be treated as a point of integration between the contribution of the research in molecular biology, genetics, biophysics and biochemistry in the understanding of the mechanisms of resistance to abiotic stress, a key function in plant biology. A few major stress events experienced by plants will be discussed in detail such as drought stress, cold stress, heat stress, mineral deprivation and light excess. A general discussion will be developed on the oxidative stress, a major component of all stresses above listed. The molecular species involved, the ROS species produced and their effects on

biological structure and the signalling in response to this type of stress will be discussed. Each point of discussion will be integrated with possible strategies for biotechnological applications.

> **Metabolismo secondario e Ingegneria metabolica**

Il corso tratta dei principali gruppi di metaboliti secondari delle piante e dei microrganismi da una prospettiva biochimica e biosintetica, con riferimenti a come l'ingegneria genetica può essere utilizzata per manipolare i livelli dei metaboliti secondari di valore economico, così come quelli di importanza per la salute e nella dieta dell'uomo. Il corso di metabolismo secondario si propone di dare una visione integrata di alcuni aspetti fondamentali del metabolismo secondario a partire dalla relazione tra funzione biologica dei metaboliti secondari nella difesa da stress biotici ed abiotici. In particolare verranno trattati i motivi per cui un numero così grande di metaboliti secondari delle piante possiede attività farmacologica. Il corso definisce le principali classi di metaboliti secondari, le loro vie di biosintesi, i metodi di identificazione dei geni codificanti le tappe delle vie biosintetiche ed infine i principali approcci per la modificazione genetica delle piante e dei microrganismi per ottenere una produzione mirata di metaboliti secondari con valore applicativo, indicando vantaggi e svantaggi dei diversi metodi.

> **Secondary metabolism and metabolic engineering**

The course covers the major groups of secondary metabolites in plants and microorganisms, from the perspectives of biochemistry and biosynthesis, with references to how genetic engineering can be used to manipulate levels of secondary metabolites of economic value, as well as those of importance to health and human diet. The course of secondary metabolism is proposed to provide an integrated view of some basic aspects of secondary metabolism from the relationship between biological function of secondary metabolites in defense against biotic and abiotic stress. In particular it will be treated the reasons why so many plant secondary metabolites possess pharmacological activity. The course defines the main classes of secondary metabolites and their biosynthetic pathways, methods for identification of genes coding stages of the biosynthetic pathways and ultimately the main approaches to the genetic modification of plants and microorganisms in order to obtain a targeted production of secondary metabolites with applicable value, giving the advantages and disadvantages of different methods.

> **Metodi analitici Molecolari**

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso di Metodi Analitici Molecolari è un corso avanzato che si propone di fornire nozioni teoriche e pratiche sui concetti fondamentali e sulle metodologie più innovative che caratterizzano l'analisi genomica/trascrittomica, proteomica e metabolomica.

L'insegnamento si propone quindi di fornire agli studenti gli elementi necessari per lo svolgimento di analisi su larga scala riguardanti le principali classi di biomolecole di particolare rilievo nell'ambito della biologia dei sistemi, quali acidi nucleici, proteine e metaboliti.

Il corso si sviluppa attraverso una serie di lezioni frontali con la proiezione di diapositive e presentazione di alcuni articoli affiancate ad esperienze in laboratorio volte ad applicare i concetti appresi.

**PROTEOMICA**

Le scienze "omiche". Analisi proteomica di espressione, funzionale e strutturale.

Metodiche cromatografiche bi- o multi-dimensionali per l'analisi del proteoma.

Metodiche elettroforetiche per l'analisi del proteoma.

La spettrometria di massa nell'analisi del proteoma. La spettrometria di massa/massa nell'analisi del proteoma. La proteomica quantitativa. Caratterizzazione delle modificazioni post-traduzionali delle proteine.

**METABOLOMICA**

La complessità chimica del metaboloma. Approcci metabolomici. Le tecniche analitiche. Separazione e rilevazione dei metaboliti: cromatografia. Spettrometria di massa. Spettroscopia NMR. Altre tecniche. L'estrazione dell'informazione dai dati analitici crudi. L'analisi dei dati: analisi statistica univariata vs multivariata. Esempi di applicazioni di metabolomica "targeted" e "untargeted".

**TRASCRIPTOMICA**

Genomica strutturale e funzionale: metodiche per l'analisi strutturale dei genomi e metodiche per l'analisi funzionale dei geni (richiami), tecnologia gateway per clonaggio, RNA interference e vettori per il silenziamento genico, overespressione per l'analisi della funzione genica e vettori per overespressione, mutagenesi random, mutagenesi sito diretta, mutagenesi inserzionale ed identificazione dei geni di interesse, DNA shuffling,.

Trascrittomica: metodiche per l'analisi dell'espressione genica (richiami), RT-PCR, microarray sintesi ed utilizzo.

### > **Molecular analytical methods**

#### EDUCATIONAL OBJECTIVES

The course of Molecular Analytical Methods is an advanced course that aims to provide theoretical and practical knowledge on the fundamental concepts and the most innovative methodologies characterizing genomic/transcriptomics, proteomics and metabolomics analyses.

The course provide students with the necessary knowledge for the development of large-scale analysis of the major classes of biomolecules of particular interest in the context of systems biology, such as nucleic acids, proteins and metabolites.

The course is developed through a series of lectures with slides and presentation of scientific papers, as well as through laboratory experiments to apply the learned concepts.

#### Proteomics

"Omics" sciences. Expressional, functional and structural proteomics.

Multidimensional chromatographic methods for proteomics analysis. Electrophoretic methods for proteomics analysis. Analysis of proteins/peptides by Mass Spectrometry. Analysis of proteins/peptides by Tandem Mass Spectrometry. Differential and Quantitative proteomics. Characterization of post-translational modifications.

#### Metabolomics

The chemical complexity of the metabolomes and metabolomics approaches.

The analytical techniques. Metabolite separation and detection: chromatographic techniques, mass spectrometry, NMR, other techniques.

The extraction of the relevant information from the raw analytical data.

The data analysis: statistic univariate vs multivariate analyses.

Some example of application of targeted and untargeted metabolomics.

#### Transcriptomics

Structural and functional genomics: methods for genome structural analysis and methods for gene functional analysis (overview), Gateway technology for gene cloning, RNA interference, gene silencing vectors, overexpression for functional studies, overexpression vectors, random mutagenesis, site-specific mutagenesis, insertional mutagenesis and gene identification, DNA shuffling,.

Transcriptomics: methods for expression analysis (overview), RT-PCR, microarray synthesis and application.

### > **Microbiologia degli alimenti e tracciabilità dei microrganismi**

Il corso si prefigge di fornire le conoscenze di base sui microrganismi coinvolti nella trasformazione, conservazione ed alterazione degli alimenti di origine animale e vegetale e delle loro attività con particolare riferimento alle interazioni microrganismo-prodotto e microrganismo-processo. Verranno approfonditi gli aspetti relativi alla sicurezza e alla rintracciabilità degli alimenti mediante l'applicazione di approcci metodologici innovativi che consentono l'evidenziazione rapida e specifica di componenti biotiche indesiderate e potenzialmente pericolose per la salute del consumatore.

#### Esercitazioni di laboratorio

Lo scopo della esercitazione è dimostrare allo studente, a titolo esemplificativo, un procedimento di analisi di un alimento, attraverso l'impiego di metodi analitici classici e molecolari, che possa dare indicazioni generali sulla qualità microbiologica del prodotto stesso.

### > **Microbiology and traceability of microorganisms**

The course aims to provide basic knowledge on the microorganisms involved in the processing, preservation and spoilage of foods of animal and plant origin; their activities will be described with particular reference to the interactions between microorganism-product and microorganism-process. The aspects of safety and traceability of food will be studied through the application of innovative methodological approaches that enable the rapid and specific detection of biotic components both undesired and potentially dangerous to the consumer health.

#### Laboratory teaching

The aim of this laboratory teaching is to show to the students a protocol for the analysis of a food using classical and molecular analytical methods.

### > **Principi di Tecnologie alimentari**

L'obiettivo del corso è quello di fornire agli studenti le conoscenze di base relative alle operazioni unitarie che trovano applicazione nell'industria alimentare. In particolare saranno evidenziate gli effetti positivi e/o negativi delle varie operazioni sulle materie prime e sulla sicurezza dei prodotti. Il corso si prefigge di fornire agli studenti:

le conoscenze necessarie per saper scomporre un processo produttivo nelle sue unità elementari e quindi saper valutare e calcolare i parametri operativi che intervengono in ogni singola operazione unitaria;

le conoscenze per poter scegliere, in base alla tipologia di prodotto che si vuole ottenere, le operazioni da utilizzare per massimizzare le rese, operare in maniera energeticamente efficiente, salvaguardare la qualità dei prodotti e tutelare la salute dei consumatori;

le conoscenze per mettere in atto le pratiche tecnologiche più adatte per il prolungamento della shelf-life di un prodotto alimentare.

### > **Principles of Food Technology**

Aim of the course is to provide the students with a basic knowledge of the unit operations applied in food processing. In particular, the positive/negative impact of various operations on the raw materials, the finished products and on food safety will be highlighted.

Students will acquire:

the skills to analyze and breakdown a process into its basic elements, therefore being able to evaluate and calculate all the parameters that are involved in a single unit operation;

the competencies required to be able to choose, according to the final desired product, the most suitable operations to apply in order to get maximum yields, low energy consumption, high food quality and safety;

the competences needed to use traditional and innovative technologies in order to extend the shelf-life of food products.

### > **Struttura e funzione dei genomi**

ha l'obiettivo di far acquisire allo studente conoscenze relative alla struttura dei genomi eucariotici, procariotici e virali, e alle metodologie di analisi globale per lo studio di genomi e trascrittomi. Fornisce inoltre le informazioni relative alla replicazione ed evoluzione dei genomi, con particolare enfasi sui meccanismi che ne regolano l'attività.

I progetti genoma: organizzazione e obiettivi del progetto genoma umano, genomi animali, vegetali e dei microrganismi. Mappatura, sequenziamento e assemblaggio dei genomi. Interpretazione delle sequenze genomiche e analisi globale dell'espressione genica. Anatomia dei genomi eucariotici, procariotici e virali. Funzionamento dei genomi e regolazione delle loro attività. Replicazione ed evoluzione dei genomi. Filogenetica molecolare.

### > **Structure and function of genomes**

The course structure and function of genomes aims to provide the student with knowledge about the structure of eukaryotic, prokaryotic and viral genomes, and methods of global analysis of genomes and transcriptomes. It also provides information about the replication and evolution of genomes, with particular emphasis on mechanisms that regulate this activity. The genome projects: organization and goals of the Human Genome Project, plants and animals genomes. Mapping, sequencing and assembly of genomes. Interpretation of genomic sequences and global analysis of gene expression. Anatomy of eukaryotic, prokaryotic and viral genomes. Operation of genomes and regulation of their activities. Replication and evolution of genomes. molecular phylogenesis

### > **Alimenti funzionali**

Il corso si propone di fornire gli strumenti per la comprensione del ruolo degli alimenti funzionali nella promozione della salute umana con particolare riferimento ai probiotici, prebiotici e simbiotici. Saranno fornite conoscenze di base relative all'ecologia microbica del tratto gastrointestinale al fine di comprendere le potenzialità protettive degli alimenti funzionali nella salvaguardia della salute e nella prevenzione di patologie.

### > **Functional Foods**

The course aims at providing the tools to understand the role of functional foods in the promotion of human health with a special focus on probiotics, prebiotics and synbiotics. Basic knowledge about the microbial ecology of the gastrointestinal tract will be provided, in order to understand the protective potential of functional foods in the maintenance of health and prevention of diseases.

### > **Biotechnologie fitopatologiche**

Lo studente acquisirà un quadro delle problematiche della difesa fitopatologica, con brevi cenni di biologia ed epidemiologia di alcuni patogeni delle piante e delle principali modalità di diagnosi e di controllo, anche attraverso esercitazioni pratiche. Acquisirà inoltre una conoscenza più approfondita dei meccanismi molecolari della patogenicità e virulenza e della interazione ospite-patogeno, con particolare riferimento alla resistenza delle piante verso i fitopatogeni e alle applicazioni biotecnologiche inerenti.

Generalità sulle malattie delle piante. Meccanismi molecolari della patogenicità e virulenza.

L'interazione ospite-patogeno e la resistenza delle piante alle malattie. Approcci biotecnologici per l'ottenimento di piante resistenti ai patogeni. Diagnostica fitopatologica con mezzi convenzionali, sierologici e molecolari.

Attività di laboratorio inerenti l'applicazione di tecniche diagnostiche.

### **Plant-pathogen interactions and biotechnology**

The student will acquire an overview of the problems of plant disease defense, with brief notes on the biology and epidemiology of plant pathogens and some of the main methods of diagnosis and control, including through practical exercises. Students will also acquire a deep understanding of the molecular mechanisms of pathogenicity and virulence and host-pathogen interactions, with particular reference to the resistance of plants to pathogens and biotechnology applications related.

General information on plant diseases. Molecular mechanisms of pathogenicity and virulence.

The host-pathogen interaction and the resistance of plants to disease. Biotechnological approaches for obtaining plants resistant to pathogens. Diagnosis of plant disease by conventional means, serological and molecular. Laboratory activities related to the application of diagnostic techniques.

### **> Biotecnologie vegetali**

#### Fitobonifica

L'obiettivo del modulo è di dare agli studenti le informazioni sui molteplici aspetti della bonifica biologica fitoassistita tesa alla decontaminazione di siti contaminati da metalli pesanti nonché da composti organici.

Cause di contaminazione ambientale da metalli pesanti e composti organici. Interventi di risanamento. Utilizzo di piante per il trattamento in situ di suoli, sedimenti e acque contaminate. Studio delle specie vegetali iperaccumulatrici. I diversi processi di fito-bonifica. Vantaggi e limitazioni dei processi di fito-bonifica. Cenni sul biomonitoraggio di siti inquinati.

The main objective of this part of the course is to cover the multiple aspects of the soil and water reclamation by plants (phytoremediation) for decontamination of sites polluted by inorganic and organic compounds. Lectures will consider: causes of environmental pollution by heavy metals and organics and reclamation processes; plant species used for in situ treatments of contaminated soil sediment and water; heavy metal hyperaccumulator plants; phytoremediation methods for inorganics and organics; advantages and limitations of phytoremediation processes. Biomonitoring of environmental pollution will also be considered.

#### Bioenergia e Biocombustibili

Il modulo si propone di dare una definizione dei diversi tipi di bio-combustibile, di descrivere i criteri per la scelta degli organismi con cui produrli e di illustrare le diverse strategie bio-tecnologiche con cui procedere all'ingegnerizzazione degli organismi di scelta al fine di ottenere migliori rendimenti nella produzione dei bio-combustibili e nuovi tipi di bio-combustibili dagli organismi esistenti. Verranno inoltre discusse le implicazioni bioenergetiche e le conseguenze/vantaggi per l'ambiente di queste procedure in rapporto a quelle che usano combustibili fossili.

Procedure industriali di conversione della biomassa in bio-combustibile. Piante terrestri come produttori autotrofici di bio-combustibili. Alghe unicellulari e microalghe: produzione autotrofica e mixotrofica. Biodiesel da alghe. Bio-idrogeno da alghe e da sistemi misti con biocenosi batteriche. Le alghe unicellulari come sistema modello per l'ingegneria genetica. Ingegneria metabolica.

This teaching unit is aimed to the definition/description of biofuels (BF), including the choice of organisms for their production and the biotech strategies for genetic improvement of the chice organisms aimed to improve yield and properies of the biofuels obtained. The matter will be analyzed with particular focus on energetic and thermodynamic consideration and lifecycle assessents. Chapters will include: Industrail procedures for conversion of biomass into biofuels; Crops as autotrophyc source of BF; Unicellular algae for autotrophyc/heterotrophic BF production; Biodiesel from alage; Bio-hydrogen from algae and mixed acterial biocenosis; Unicellular algae as model system for for genetic engineering; metabolic engineering.

#### Bioreattori vegetali

Questo modulo si propone di illustrare sia gli aspetti tecnologici della produzione in pianta di proteine ricombinanti di interesse terapeutico sia di analizzare il tipo di molecole terapeutiche e tecniche espresse ed esprimibili nelle piante e la loro potenziale applicazione.

I sistemi di espressione di proteine in pianta. Target dell'espressione nei comparii cellulari. Espressione organo specifico. Le piante ospiti e i modelli. Piante "food" e "non food". Le alghe. La funzionalità e l'attività biologica delle proteine espresse in pianta. Efficacia negli studi clinici.

#### Molecular Farming

The production of plant-made pharmaceuticals and technical proteins is known as Molecular Farming. The objective of this course is to illustrate how to harness the power of agriculture to cultivate and harvest plants or plant cells producing recombi-nant therapeutics, diagnostics, industrial enzymes and green chemicals. Program of the course:Protein expression systems in planta: transient: plant virus as vectors; stable: nuclear transformation, plastid transformation. Sub cellular target, Organ specific expression (seed).Cell suspension and hairy roots,Host plant and model,"Food" and "non food" plants, Green algi, Molecules: Antibodies, Vaccines, Antigens, Peptides.Post translation modification in plants, Glycosilation in plants, Quantification of recombinant proteins, Biological properties of the molecules, Extraction and purification processes downstream processes. Clinical studies .

### > **Genetica Molecolare Vegetale**

Il corso tratta le principali strategie molecolari del miglioramento genetico delle specie vegetali coltivate che si basano sull'utilizzo dei marcatori molecolari, sugli strumenti per l'analisi dell'espressione genica e sull'uso di transgeni. Obiettivo del corso è anche lo studio della struttura dei genomi e della variabilità genetica da impiegare nel miglioramento delle piante coltivate. Si approfondiranno inoltre aspetti e problematiche riguardanti la coltivazione di piante transgeniche.

The course examines the main strategies of plant genetics and crop improvement. Molecular markers and tools for gene expression analysis and improvement of crops are addressed. Aspects of plant biotechnology and the use of transgenic crops are included. Objective of the course is also the evolution of crop species, sinterity, plant genome structure and genetic variability useful for crop improvement.

### > **Processi di trasformazione e conservazione degli alimenti**

Il corso è incentrato sulle principali problematiche di prodotto, processo, conservazione e condizionamento nell'industria alimentare, nell'ottica di base della sicurezza e salubrità dei cibi. Il corso si prefigge di fornire agli studenti:

gli strumenti necessari per comprendere i principali processi di trasformazione dell'industria alimentare, considerando il binomio processo-prodotto;

le conoscenze essenziali per comprendere l'influenza delle materie prime, sia di natura vegetale che animale, sulle caratteristiche del prodotto finito in funzione dei processi di trasformazione utilizzati;

la capacità di individuare le condizioni tecnologiche da applicare in ogni fase di un processo produttivo al fine ottimizzare la qualità dei prodotti finiti;

le conoscenze essenziali per pianificare ed attuare un adeguato schema tecnologico per la conservazione degli alimenti nel rispetto della qualità e della sicurezza degli stessi.

### > **Food processing and preservation technologies**

Food processing and preservation technologies

The course is focused on the main issues involving processing, preservation and packaging of food products, with a special emphasis on food safety and food security.

Aim of the course is to provide the students with:

the required tools to understand the most important food processing systems, keeping in mind the relationships between raw materials, processing and processed foods;

the competencies required to understand how the specific characteristics of substrates of plant or animal origin may affect the final product;

the ability to choose the best technological treatments in order to optimize the quality of different kind of food items;

the essential skills to plan, set up and control adequate technological schemes for food processing/preservation with respect to quality and safety.

### > **Trattamenti biotecnologici e valorizzazione di scarti e/o effluenti agro-alimentari**

Il corso mira alla conoscenza di tecniche e metodi biotecnologici per recuperare risorse dagli effluenti agroalimentari, siano essi classificati come sottoprodotti o rifiuti. Dopo un inquadramento sulla normativa nazionale e comunitaria, si illustreranno tecniche e tecnologie di recupero di energia e biocombustibili (i.e. biogas, bioidrogeno) e/o materia (i.e. biopolimeri, fertilizzanti, probiotici). Saranno inoltre insegnati metodi e tecniche di laboratorio funzionali alla caratterizzazione di agro-rifiuti, sottoprodotti e materia recuperata.

### > **Biotechnological treatments and valorization of agro-waste and/or by-products**

The course deals with biotechnological techniques and methods for resource recovery from down-stream effluents from food and agro-industry, either organic waste or by-products. After a first outline about the national and European legislative framework, the course will deal techniques to recover energy and biofuels (i.e. biogas, biohydrogen) and/or material (i.e. biopolymers, probiotics). Methods and techniques to characterize agro-waste, by-products and matter will be also dealt with.

---