

DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

AGROBIODIVERSITÀ

AGROBIODIVERSITY

INFORMAZIONI INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

A.A.	2026-2027	CdS	LM-7 Biotecnologie agrarie
Codice	8068599	Canale	Unico
CFU	12 (6+6)	Lingua	Italiano

DOCENTE RESPONSABILE DELL'INSEGNAMENTO / ATTIVITÀ FORMATIVA

Roberta Congestri

MODULO

Biomasse: produzione e applicazioni

Biomass: production and applications

OBIETTIVI FORMATIVI E RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Italiano	OBIETTIVI FORMATIVI: L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le conoscenze fondamentali sulla produzione intensiva e sull'impiego biotecnologico di biomasse di cianobatteri, microalghe e macroalghe, con particolare attenzione ai sistemi di coltivazione controllata, alla valorizzazione multiprodotto e alla sostenibilità dei processi produttivi. Il corso introduce alghe e cianobatteri come materie prime di quarta generazione, approfondendo la selezione di ceppi di interesse, l'ottimizzazione delle rese in fotobioreattori e in sistemi outdoor, nonché l'integrazione della produzione di biomassa con il trattamento e la riqualificazione di acque reflue. Verranno inoltre trattati i processi downstream di raccolta, concentrazione, trattamento ed estrazione della biomassa, con riferimento ad approcci green, strategie di bioraffineria, recupero di intermedi e by-products e incremento della sostenibilità ecologica ed economica delle filiere. Saranno analizzate le principali applicazioni delle biomasse algali e vegetali nei settori food e feed, nutraceutico, cosmetico, farmaceutico, nanotecnologico, energetico e ambientale, incluse la produzione di biocarburanti, bioplastiche, ficocolloidi e l'impiego delle biomasse nella depurazione biologica delle acque. CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPrensione: Gli studenti conseguiranno conoscenze sui principi biologici, fisiologici e tecnologici alla base della produzione di biomasse algali e cianobatteriche e sulle loro principali applicazioni biotecnologiche. Saranno in grado di comprendere le differenze tra biomassa integra e biomassa trattata secondo approcci di bioraffineria, nonché il ruolo delle filiere multiprodotto nella valorizzazione di metaboliti, frazioni cellulari, intermedi e residui. Gli studenti
-----------------	--

	svilupperanno inoltre la capacità di comprendere il potenziale della coltura e dello sfruttamento sostenibile delle biomasse vegetali in relazione alla tutela ambientale, alla bioeconomia e alla transizione verso processi produttivi più sostenibili. CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRENSIONE: Gli studenti matureranno competenze applicative nell'analisi di problematiche relative alla coltivazione di organismi fotosintetici in sistemi controllati e semi-controllati, alla scelta delle condizioni di crescita, all'ottimizzazione delle rese e al monitoraggio della produttività. Saranno in grado di impostare, a livello concettuale, protocolli di raccolta ed estrazione finalizzati alla massimizzazione degli utilizzi della biomassa in diversi settori applicativi, valutando aspetti di produttività, controllo di processo, riproducibilità, qualità del prodotto e impatto socio-economico. Le competenze acquisite consentiranno di collegare la produzione di biomassa alla progettazione di strategie di bioraffineria e alla gestione sostenibile delle risorse. AUTONOMIA DI GIUDIZIO: Il corso mira a sviluppare negli studenti consapevolezza e autonomia di pensiero nei confronti delle tematiche più attuali relative alla produzione e applicazione sostenibile di risorse algali. Gli studenti saranno guidati a valutare criticamente vantaggi, limiti e prospettive delle biotecnologie applicate alle biomasse, considerando le ricadute sui sistemi produttivi, sulla salute dell'uomo, sulla qualità dell'ambiente e sulla sostenibilità economica delle filiere. Saranno inoltre stimolati a formulare giudizi autonomi sulla fattibilità e sulla trasferibilità di processi innovativi ancora in fase di sviluppo. ABILITÀ COMUNICATIVE: Gli studenti svilupperanno la capacità di organizzare e presentare in maniera appropriata informazioni, idee, problemi e soluzioni relativi alla produzione e valorizzazione delle biomasse, utilizzando un linguaggio scientifico corretto e adeguato. CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO: Gli studenti acquisiranno capacità di analisi e approfondimento dei concetti necessari per proseguire autonomamente lo studio delle biotecnologie applicate alle biomasse. Saranno in grado di consultare materiale bibliografico, articoli scientifici e review, aggiornando le proprie conoscenze su coltivazione, processi downstream, bioraffineria e applicazioni industriali e ambientali delle biomasse.
English	LEARNING OUTCOMES: <i>The course aims to provide students with fundamental knowledge on intensive production and biotechnological use of cyanobacterial, microalgal and macroalgal biomass, with particular emphasis on controlled cultivation systems, multiproduct valorisation and process sustainability. The course introduces algae and cyanobacteria as fourth-generation feedstocks, focusing on the selection of strains of interest, algaculture, yield optimisation in photobioreactors and outdoor systems, and the integration of biomass production with</i>

wastewater treatment and remediation. Downstream processes for biomass harvesting, concentration, processing and extraction will also be addressed, with reference to green approaches, biorefinery strategies, recovery of intermediates and by-products, and improvement of the ecological and economic sustainability of production chains. The main applications of algal and plant biomass in the food, feed, nutraceutical, cosmetic, pharmaceutical, nanotechnological, energy and environmental sectors will be analysed, including the production of biofuels, bioplastics and phycocolloids, as well as the use of biomass for biological wastewater treatment.

KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

Students will acquire knowledge of the biological, physiological and technological principles underlying the production of algal and cyanobacterial biomass and their main biotechnological applications. They will be able to understand the differences between whole biomass and biomass processed according to biorefinery approaches, as well as the role of multiproduct pipelines in the valorisation of metabolites, cellular fractions, intermediates and residues. Students will also develop the ability to understand the potential of culture and the sustainable exploitation of biomass in relation to environmental protection, bioeconomy and the transition towards sustainable production processes.

APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:

Students will develop application skills in analysing issues related to the cultivation of photosynthetic organisms in controlled and semi-controlled systems, the selection of growth conditions, yield optimisation and productivity monitoring. They will be able to conceptually design harvesting and extraction protocols aimed at maximising biomass use in different application fields, taking into account productivity, process control, reproducibility, product quality and socio-economic impact. The acquired skills will allow students to connect biomass production with the design of biorefinery strategies and sustainable resource management.

MAKING JUDGEMENTS:

The course aims to develop students' awareness and autonomy of thought regarding current issues related to the sustainable production and application of algal resources. Students will be guided to critically evaluate the advantages, limitations and perspectives of biotechnologies applied to biomass, considering their impacts on production systems, human health, environmental quality and the economic sustainability of production chains. They will also be encouraged to make independent judgements on the feasibility and transferability of innovative processes that are still under development.

COMMUNICATION SKILLS:

Students will develop the ability to organise, and appropriately present information, ideas, problems and solutions related to biomass production and valorisation, using accurate scientific language.

LEARNING SKILLS:

Students will acquire analytical and in-depth learning skills required to independently continue studying biotechnologies applied to biomass. They will be able to consult

	<i>bibliographic material, scientific articles and reviews, updating their knowledge on cultivation, downstream processes, biorefinery and industrial and environmental applications of biomass.</i>
--	--

PREREQUISITI

Italiano	Per la comprensione degli argomenti trattati durante il corso sono necessarie conoscenze di base di botanica e fisiologia vegetale. Non sono previsti vincoli di propedeuticità.
English	<i>Basic knowledge of botany and plant physiology is required to understand the topics covered during the course. There are no prerequisite constraints.</i>

PROGRAMMA E CRONOPROGRAMMA

Italiano	Il corso introduce le nozioni fondamentali sulla coltivazione intensiva e sulle biotecnologie applicate a biomasse di cianobatteri, microalghe e macroalghe. Saranno descritti la diversità degli organismi di interesse biotecnologico, i principali prodotti derivati e i molteplici impieghi nei diversi settori applicativi. 1. Biomasse algali e cianobatteriche come materie prime di quarta generazione: criteri di selezione di specie e ceppi di interesse; principi di coltura; coltivazione in fotobioreattori, sistemi aperti e ambiente naturale; parametri di crescita e ottimizzazione delle rese; controllo di luce, temperatura, nutrienti, pH, salinità e contaminazioni; integrazione della produzione di biomassa con il trattamento di acque reflue (16h). 2. Processi downstream: raccolta, concentrazione, disidratazione e stabilizzazione della biomassa; tecniche di estrazione convenzionali e green; approcci estrattivi multipli e sequenziali; sviluppo di bioraffinerie della biomassa; utilizzo di intermedi, co-prodotti e by-products; valutazione della sostenibilità ecologica ed economica dei processi (16h). 3. Applicazioni delle biomasse e dei prodotti derivati: alimentazione umana e animale; nutraceutica; cosmetica; farmaceutica; molecole bioattive con proprietà antiossidanti, antiproliferative, antilipemiche, antiipertensive e immunostimolanti; applicazioni nanotecnologiche; produzione di biocarburanti, inclusi biodiesel, bioetanolo, bioidrogeno e biogas; bioplastiche, ficocolloidi e impiego delle biomasse nella depurazione biologica di acque reflue di diversa provenienza (8h). 4. Produzione di biomassa e sostenibilità: integrazione tra produzione di biomassa e riqualificazione di acque reflue; possibilità di recupero di nutrienti e risorse; ruolo delle biomasse vegetali nei sistemi produttivi sostenibili e nelle strategie di economia circolare (8h).
English	<i>The course introduces the fundamentals of intensive cultivation and biotechnologies applied to cyanobacterial, microalgal and macroalgal biomass. The diversity of organisms of biotechnological interest, the main derived products and the multiple uses in different application sectors will be described.</i> 1. <i>Algal and cyanobacterial biomass as fourth-generation feedstock: criteria for the selection of species and strains of interest; principles of algaculture; cultivation in photobioreactors,</i>

	<i>open systems and natural environments; growth parameters and yield optimisation; control of light, temperature, nutrients, pH, salinity and contamination; integration of biomass production with wastewater treatment (16h).</i> <i>2. Downstream processes: biomass harvesting, concentration, dehydration and stabilisation; conventional and green extraction techniques; multiple and sequential extraction approaches; development of biomass biorefineries; use of intermediates, co-products and by-products; evaluation of the ecological and economic sustainability of processes (16h).</i> <i>3. Applications of biomass and derived products: food and feed; nutraceuticals; cosmetics; pharmaceuticals; bioactive molecules with antioxidant, antiproliferative, antilipemic, antihypertensive and immunostimulant properties; nanotechnological applications; biofuel production, including biodiesel, bioethanol, biohydrogen and biogas; bioplastics, phycocolloids and the use of biomass for biological treatment of wastewater from different sources (8h).</i> <i>4. Biomass production and sustainability: integration between biomass production and wastewater remediation; opportunities for nutrient and resource recovery; role of biomass in sustainable production systems and circular economy strategies (8h).</i>
--	--

TESTI ADOTTATI E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Italiano	Richmond, A. (2004). <i>Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology</i>. Blackwell Publishing. Graham, L.E. & Wilcox, L.W. (2008). <i>Algae</i>, 2nd edition. Prentice Hall. Articoli scientifici, review selezionate e materiale fornito dal docente.
English	<i>Richmond, A. (2004). Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology. Blackwell Publishing.</i> <i>Graham, L.E. & Wilcox, L.W. (2008). Algae, 2nd edition. Prentice Hall.</i> <i>Selected scientific papers, reviews and teaching material provided.</i>

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI SVOLGIMENTO E METODI DIDATTICI ADOTTATI

☒ In presenza ☐ A distanza

Italiano	Lezioni frontali in aula, seminari, discussione di articoli scientifici, esperienze di laboratorio e/o dimostrazioni su sistemi di coltivazione e processi downstream, esercitazioni guidate e lavoro di gruppo su casi studio relativi alla produzione e valorizzazione di biomasse.
English	<i>Classroom lectures, seminars, discussion of scientific papers, laboratory experiences and/or demonstrations on cultivation systems and downstream processes, guided exercises and group work on case studies related to biomass production and valorisation.</i>

MODALITÀ DI FREQUENZA

☐ frequenza obbligatoria ☒ frequenza facoltativa

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ DI FREQUENZA

Italiano	La frequenza è facoltativa, ma fortemente consigliata.
English	<i>Course attendance is not mandatory but strongly recommended.</i>

MODALITÀ DI VALUTAZIONE

- ☐ Prova scritta ☒ Prova orale ☐ Prova di laboratorio ☐ Prova pratica
☐ Valutazione in itinere ☐ Valutazione di progetto ☐ Valutazione di tirocinio

COMPOSIZIONE DELLA COMMISSIONE VALUTATRICE

Roberta Congestri

DESCRIZIONE DELLE MODALITÀ E DEI CRITERI DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

Italiano	L'esame consiste in una prova orale finalizzata a verificare il livello di conoscenza e comprensione degli argomenti trattati, la capacità di collegare aspetti biologici, tecnologici e applicativi della produzione di biomasse, nonché l'uso appropriato della terminologia scientifica. La valutazione terrà conto della correttezza delle risposte, della capacità di analisi e sintesi, dell'autonomia di giudizio e della chiarezza espositiva. Per superare l'esame occorre riportare un voto non inferiore a 18/30; più in particolare, la votazione è così determinata: 18-21, se lo studente ha acquisito i concetti di base della disciplina, modo di esprimersi e linguaggio sufficientemente corretti e appropriati; 22-25, se lo studente ha acquisito in maniera approfondita i concetti di base della disciplina, ed è adeguatamente in grado di effettuare i collegamenti fra i vari argomenti che esprime con linguaggio appropriato e corretto; 26-29, qualora lo studente dimostri di possedere un bagaglio di conoscenze completo e ben organizzato, essendo in grado sia di applicare e rielaborare in maniera autonoma, senza alcun errore, le conoscenze acquisite, sia di evidenziare capacità logico-analitiche con un linguaggio, anche matematico, appropriato e rigoroso; 30 e 30 e lode, se lo studente possiede un bagaglio di conoscenze approfondito che sa applicare anche a casi e problemi complessi, nonché a situazioni nuove, esprimendosi con brillantezza e perfetta proprietà di linguaggio oltre a padroneggiare gli strumenti matematici a fondamento della disciplina.
English	<i>The exam consists of an oral interview aimed at assessing the level of knowledge and understanding of the topics covered, the ability to connect biological, technological and applied aspects of biomass production, and the appropriate use of scientific terminology.</i>

The evaluation will consider the correctness of the answers, analytical and synthesis skills, independent judgement and clarity of presentation.

To pass the exam, a grade of not less than 18/30 must be obtained; more specifically, the vote is determined as follows:

18-21, if the student has acquired the basic concepts of the discipline, with sufficiently correct and appropriate language;

22-25, if the student has acquired the basic concepts of the discipline in depth, and is adequately able both to make connections between the various topics and to explain concepts with appropriate and correct language;

26-29, if the student has a complete and well-organized background of knowledge, being able both to apply and re-elaborate independently, without any error, the acquired knowledge, and to highlight logical-analytical skills with an appropriate and rigorous mathematical language;

30 and 30 cum laude, if the student has a complete and in-depth knowledge that can be applied to complex cases and new situations as well; the student must explain the topics brilliantly with perfect language properties, as well as mastering the mathematical tools at the basis of the discipline.