

Premessa

Il Progetto Green Labs ha come elemento centrale quello di far comprendere la parola Chimica ed essa stessa non si riferisce alla visione di sostanze pericolose elaborate in tenebrosi laboratori, ma che la Chimica è il fondamento della natura, della vita e delle trasformazioni che permettono al pianeta di rinnovarsi permettendo la vita. Per fare questo bisogna andare oltre all'analisi superficiale ed è necessario capire e non solo sapere. La Chimica come già evidenziato dal Consiglio Nazionale dei Chimici nel 2012 con la sua posizione divulgativa sullo sviluppo sostenibile è chiamata a rispondere con nuovi materiali, con sintesi a contribuire allo sviluppo armonico del pianeta, a ripristinare equilibri a contrastare i cambiamenti climatici, la carenza di acqua potabile, a nuovi farmaci e via di seguito. Per riuscire in ciò è necessario che i ragazzi pensino al nuovo a partire dalla Teen età in modo tale che gli stessi possano arrivare pronti ed in linea con i tempi nell'età di maggiore creatività individuata tra i 22 ed i 30 anni circa.

Per raggiungere tali obiettivi si è iniziato un esercizio a livello nazionale per valutare la capacità di riflessione dei ragazzi, anche per non deludere le aspettative degli stessi. A tal fine sono state elaborate, una serie di domande che, hanno lo scopo di valutare non tanto la completezza della formazione, ma il delicato passaggio che intercorre tra conoscenza e consapevolezza.

Riguardo le domande proposte queste presentano diversi livelli di difficoltà, ripartirle in tre fasce da porre in sequenza temporale, in modo che gli studenti possano meglio comprendere ciò che viene loro richiesto. Le domande di attualità servono per fare seguire ai ragazzi i cambiamenti in corso in ambito mondiale al fine di renderli attori degli stessi.

Successivamente sono stati individuate due esperienze in cui la Chimica è presente ma non avvertibile a prima vista: la fermentazione anaerobica e l'acquaponica

ESPERIENZA ANAEROBICA:

L'esperienza vuole condurre alla comprensione dei meccanismi chimici, mediati attraverso sistemi viventi che portano alla trasformazione della materia, tale che ciò che noi scartiamo di matrice organica, cibo, foglie, carta se non recuperata, possa essere trasformati in Metano, utile per riscaldare le case, per fare viaggiare le automobili e per altri tantissimi usi con ulteriori trasformazioni chimiche. Ovviamente dal processo non si forma un gas puro ma sono presenti altri componenti, e quindi si parlerà di Biogas.

La prima sfida sarà quella di stimolare gli studenti ad ipotizzare quali parti di un rifiuto organico sono particolarmente utili, quali lo sono poco e quali sono nocive al procedimento. Tale punto richiede la piena conoscenza del termine organico applicato alla Chimica

La seconda sarà quella di stimolare sfida gli studenti a reinventare un modo per separare il metano dagli altri gas della miscela

La base concreta dell'esperienza è stata confermata dalla DIRETTIVA (UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 30 maggio 2018 che modifica la direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti la cui prima considerazione è:

La gestione dei rifiuti nell'Unione dovrebbe essere migliorata e trasformata in una gestione sostenibile dei materiali per salvaguardare, tutelare e migliorare la qualità dell'ambiente, proteggere la salute umana, garantire un utilizzo accorto, efficiente e razionale delle risorse naturali, promuovere i principi dell'economia circolare, intensificare l'uso delle energie rinnovabili, incrementare l'efficienza energetica, ridurre la dipendenza dell'Unione dalle risorse importate, fornire nuove opportunità economiche e contribuire alla competitività nel lungo termine. Al fine di creare un'autentica economia circolare, è necessario adottare misure aggiuntive sulla produzione e il consumo sostenibili, concentrandosi sull'intero ciclo di vita dei prodotti

in modo da preservare le risorse e fungere da «anello mancante». L'uso più efficiente delle risorse garantirebbe anche un considerevole risparmio netto alle imprese, alle autorità pubbliche e ai consumatori dell'Unione, riducendo nel contempo le emissioni totali annue dei gas a effetto serra.

Ma in particolare all'art.22 la Direttiva prevede:

Gli Stati membri adottano a norma degli articoli 4 e 13, misure volte a:

- a) incoraggiare il riciclaggio, ivi compreso il compostaggio e la digestione, dei rifiuti organici, in modo da rispettare un livello elevato di protezione dell'ambiente e che dia luogo a un output che soddisfi pertinenti standard di elevata qualità*

Principi :

I processi anaerobici applicati su scala industriale possono essere suddivisi in base al tipo di rifiuto trattato, al tenore di solidi contenuti nel rifiuto, al numero di fasi (una o due), al regime termico (mesofilia o termofilia).

Per quanto riguarda la distinzione sulla base delle concentrazioni di solidi che caratterizzano il rifiuto organico trattato si distinguono tre tipologie di processo:

wet contenuto in solidi fino al 10-12%

semi-dry solidi compresi tra 15-20%

dry solidi > del 20%

Il processo di Digestione Anaerobica di tipo wet è stato il primo ad essere utilizzato nel trattamento della biomassa ed anche della frazione organica dei rifiuti urbani. Nei processi di tipo wet il rifiuto di partenza viene opportunamente trattato e diluito al fine di raggiungere un tenore in solidi totali intorno al 10% (massimo 12% in ingresso) attraverso il ricorso a diluizione con acqua, così da poter poi utilizzare un classico reattore completamente miscelato del tipo applicato nella stabilizzazione dei fanghi biologici negli impianti di depurazione.

La diluizione avviene: tramite aggiunta dosata di soluzione a basso contenuto di s.s. realiz

Il processo ha la fase di pre-trattamento delle materie prime, finalizzato alla separazione per pressatura ad alta pressione della frazione liquida "Purea" dalla parte solida "scarto", uno stadio di miscelazione in cui si ottiene una miscela con caratteristiche omogenee e l'opportuno contenuto in solidi (10-12%) della Purea diluita, quindi la rimozione della frazione liquida diluita di eventuali residui di inerti nella frazione liquida

Il processo può essere condotto sia in fase mesofila sia in fase termofila.

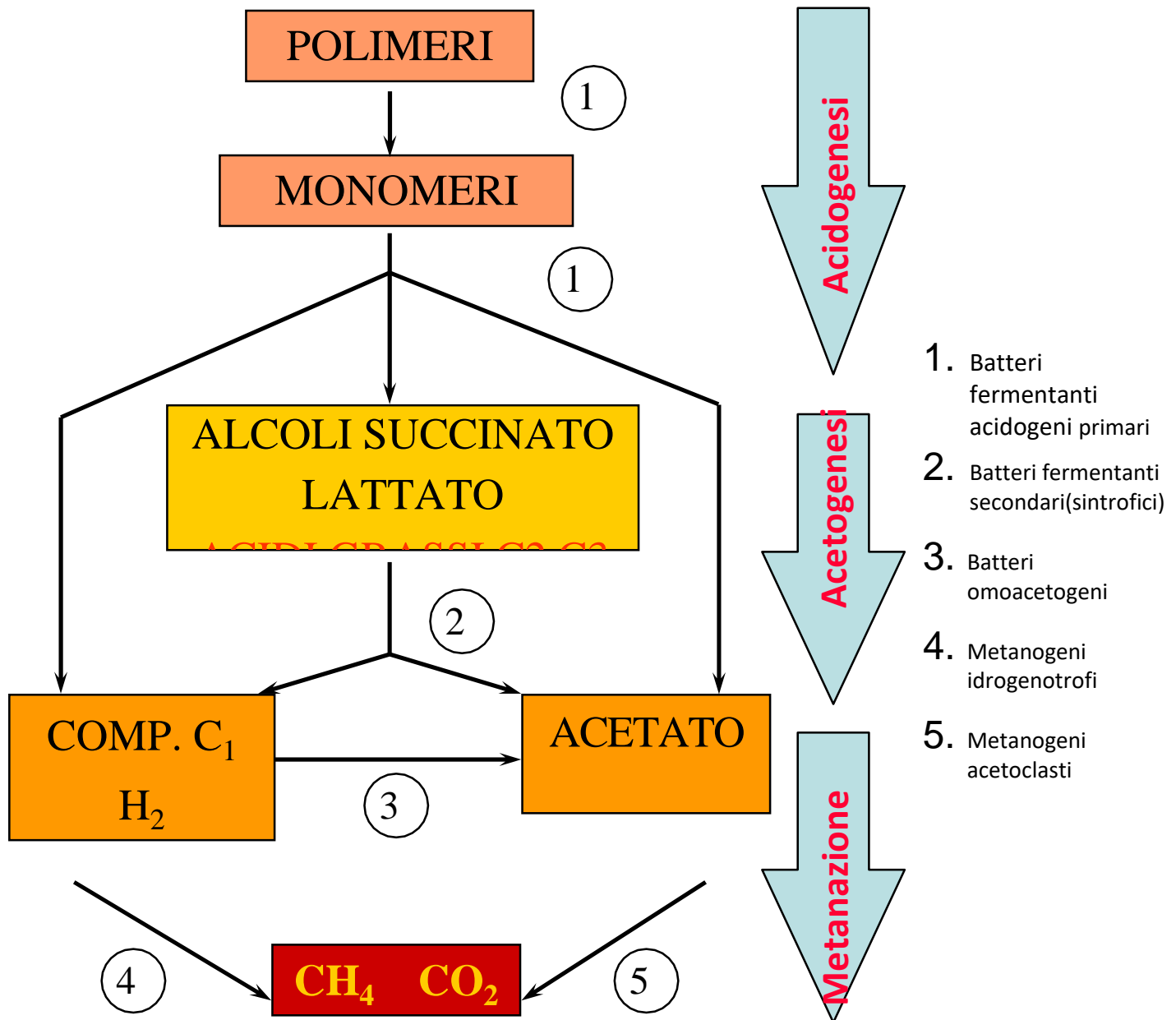
Stante che i microrganismi sono differenti, è necessario eliminare prima i microrganismi che conducono la fase mesofila per potere procedere a quella termofila. Ciò si potrà ottenere tramite pastorizzazione.

I batteri sono divisibili in:

1. Batteri fermentanti acidogeni primari
2. Batteri fermentanti secondari (sintrofici)
3. Batteri omoacetogeni
4. Metanogeni idrogenotrofi
5. Metanogeni acetoclasti

Fermo restando che si devono a tal punto avere a disposizioni cariche di attivazione per tali fasi il numero fasi diventano tre Wet (10-12%) Mesofilo/Pastorizzazione/Termofilo

LA METANOGENESI è così rappresentabile:



Comprensione:

Gli studenti dovranno comprendere perché gli organismi viventi utilizzano glucosio come fonte principale e non possono veicolare esano, che pur ha un maggiore contenuto energetico, come fanno i sistemi viventi a conservare il glucosio e quindi cosa sono i polimeri di cui parla- E' utile in questa esperienza fare un parallelo con il processo di produzione della birra.

Per la comprensione degli sviluppi futuri è bene che gli stessi vengano portati alla conoscenza della reazione di Sabatier da CO_2 a CH_4 .

L'ESPERIENZA ACQUAPONICA:

Con il termine acquaponica viene indicato un sistema di produzione agroalimentare che coniuga l'acquacoltura (allevamento di specie acquatiche quali pesci e crostacei) con la coltivazione idroponica (specie vegetali coltivate in assenza di terreno). Un impianto acquaponico, infatti, utilizza l'acqua di scarico delle vasche dove vengono allevati i pesci per irrigare particolari letti di crescita privi di terra e concime dove sono collocate le piantine da coltivare.

L'esperienza vuole condurre alla comprensione dei meccanismi chimici, di bilanciamento dei cicli e come il rifiuto metabolico sia utilizzabile dalle piante e la restituzione da parte delle stesse di acqua con quantitativi di ossigeno utili alla vita

La prima sfida sarà quella di stimolare gli studenti ad ipotizzare quali specie vegetali possono svolgere efficacemente tale ruolo tenuto conto del ciclo dell'azoto

La seconda sarà quella di stimolare sfida gli studenti a ipotizzare un utilizzo ampio e non solo alimentare di quello prodotto sotto forma della specie vegetali, in tale fase dovranno acquisire conoscenza sulle tecniche di estrazione di sostanze vegetale, a partire dall'estrazione dell'olio

La base concreta dell'esperienza è Il Libro bianco della Commissione del 1 ° marzo 2017 espone possibili percorsi per il futuro dell'Europa.

Nel suo: DOCUMENTO DI RIFLESSIONE VERSO UN'EUROPA SOSTENIBILE ENTRO IL 2030 l'Unione Europea afferma " È di fondamentale importanza che l'agricoltura, la pesca e l'acquacoltura siano sostenibili e sensibili agli aspetti nutrizionali per garantire al consumatore, ora e in futuro, un'offerta costante di cibo sicuro e sano, soprattutto in presenza di sfide quali i cambiamenti climatici e la crescita demografica"

In tale contesto l'acquacoltura associata all'idroponica che viene individuata con il termine di acquaponica, svolgerà ruoli sempre più importanti, per le comunità rurale e montane, per le città per alleggerire la domanda di cibo da altri luoghi, per la salvaguardia ed il rinnovamento delle risorse del suolo pesantemente sfruttate ai fini alimentari e per i ripopolamento dei mari, per la coltivazione di specie utili alla semisintesi di nuovi prodotti altamente biocompatibili e riciclabili.

Sotto il profilo ambientale, un sistema acquaponico impedisce l'uscita degli effluenti dell'acquacoltura in vasca, fonte puntiforme d'inquinamento, e allo stesso tempo consente un minor consumo idrico. L'acqua ricca di sostanze nutritive grazie alla presenza di popolazioni batteriche (*Nitrosomonas*) in grado di trasformare le sostanze di "rifiuto" in importanti elementi di crescita assorbiti dalle radici, permette un corretto sviluppo delle piante. Non essendo necessaria la fertilizzazione, ed essendo le acque soggette a completa "fitodepurazione", l'integrazione delle due filiere permette il sostanziale abbattimento delle problematiche ambientali esistenti all'interno di ciascuna di esse. Infine, un impianto di acquaponica può essere mantenuto in equilibrio con un minimo apporto di energia esterna sotto forma di elettricità, per alimentare pompe ed aeratori, e con l'aggiunta del mangime per gli animali allevati.

1.1 Cenni storici sull'acquaponica, dalle origini a oggi

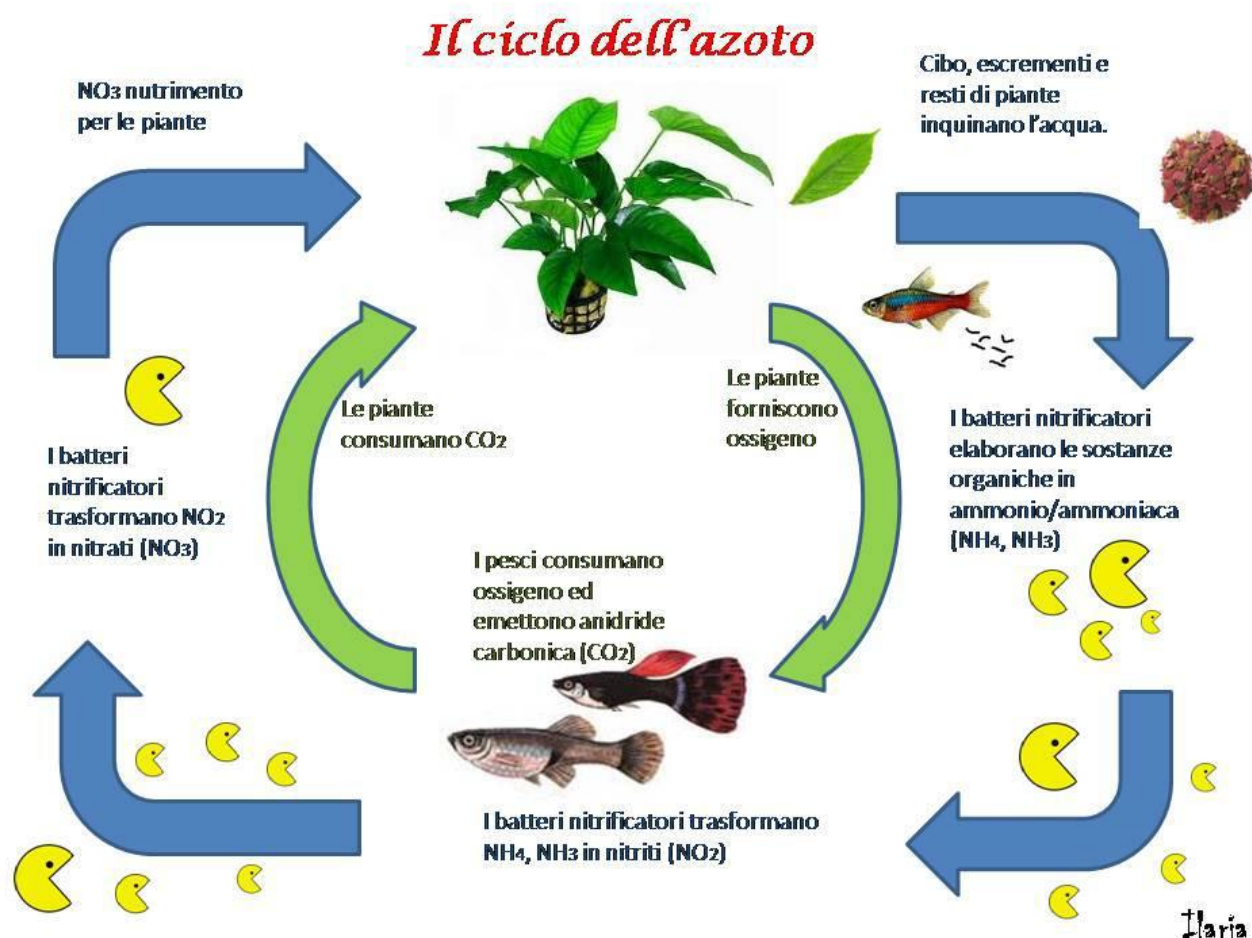
Nonostante possa sembrare innovativa, l'idea di usare i rifiuti fecali e le escrezioni complesse del pesce per fertilizzare le piante esiste da millenni; infatti le prime civiltà sia in Asia che in Sud America utilizzavano forme elementari di acquaponica. Il primo esempio si fa risalire a quando, nella regione centrale dell'attuale Messico, gli Aztechi decisero di insediarsi lungo le rive paludose del lago Texcoco; poiché le paludi e il terreno accidentato circostante non consentivano lo sviluppo di coltivazioni agricole sufficienti a sfamare la popolazione, essi inventarono le "chinampa", vere e proprie zattere-giardini galleggianti artificiali costituite da giunchi e ricoperte di terra e fango prelevate dal fondo del lago. Su di esse le piante coltivate potevano prosperare grazie al fatto che le loro radici, dopo aver attraversato lo spessore del terriccio, raggiungevano l'acqua del lago ricca di sostanze nutritive prodotte dagli organismi acquatici.

Caratteristiche chimico-fisiche e biologiche di un impianto di acquaponica.

Come descritto prima l'acquaponica è una forma di agricoltura integrata che combina due tecniche principali, l'acquacoltura e l'idroponica, in continuo ricircolo. L'acqua dell'allevamento esce dal serbatoio contenente i "rifiuti" metabolici del pesce, passa dapprima attraverso dei filtri che permettono di bloccare i rifiuti solidi e poi tramite un biofiltro che ossida l'ammoniaca trasformandola in nitrati; successivamente viaggia attraverso letti di crescita dove le piante assorbono le sostanze nutritive e, infine, ritorna purificata nel serbatoio del pesce.

Il processo di rimozione dei nutrienti rigenera l'acqua, impedendo all'acqua stessa di arricchirsi di elementi tossici ed in particolare di azoto in forma nociva (ammoniaca, nitriti), consentendo a pesci, piante, batteri di prosperare in simbiosi. Quindi gli organismi "collaborano" insieme per creare un ambiente di crescita sano per tutti, a condizione che il sistema sia correttamente bilanciato. Il processo chimico alla base di questo sistema di produzione è rappresentato dal ciclo dell'azoto (Fig. 1).

Fig. 1 – Rappresentazione schematica del ciclo dell'azoto



Fonte:

www.acquaguide.com

Quindi possiamo affermare che l'acquaponica si fonda su tre pilastri:

- gli animali acquatici (acquacoltura), pesci o crostacei, che tramite le feci alimentano i batteri;
- i batteri decompositori, che attuano il processo di nitrificazione tramite il quale gli scarti organici dei pesci vengono trasformati in nutrimento per le piante;
- le piante (idroponica), tra le quali vi è un'ampia scelta (ortaggi, fiori, piante aromatiche e officinali), che assorbono i rifiuti dei pesci trattati e adattati da batteri specifici.

In un impianto acquaponico il pH più appropriato deve collocarsi tra 6 e 7 perché questo è il miglior intervallo sia per le piante che per i pesci. Il livello di pH, inoltre, ha un enorme impatto sull'attività biologica dei batteri nitrificanti e sulla loro capacità di convertire l'ammoniaca: il range ideale è compreso tra 6-8,5.

La temperatura dell'acqua è un altro parametro importante per i batteri e per l'acquaponica in generale: l'intervallo di temperatura ideale per la crescita batterica e la loro produttività è 17-34°C.

Aspetti Ambientali

I principali elementi relativi alla sostenibilità ambientale e sociale dell'acquaponica saranno brevemente tratteggiati qui di seguito, attraverso la formulazione di alcune considerazioni riguardanti i vantaggi che l'attività acquaponica può offrire in termini di effetti sull'ambiente e sulle comunità locali rispetto ai sistemi tradizionali di coltivazione delle piante e di acquacoltura.

È noto che uno dei problemi principali dell'acquacoltura condotta in vasche poste a terra è il trattamento delle acque reflue: l'acquacoltura non produce reflui contenenti sostanze tossiche, bioaccumulabili e/o persistenti, ma la presenza di una elevata componente azotata produce fenomeni di eutrofizzazione nei corpi recettori innescando un ciclo perverso che porta all'anossia dei sistemi. In acquaponica, invece, il ciclo dell'azoto è completo e lo ione ammonio (NH_4^+), prodotto dalle secrezioni dei pesci, è dapprima trasformato a ione nitrito ad opera di batteri *Nitrosomonas* e successivamente i batteri *Nitrobacter* trasformano i nitriti in nitrati. L'acquaponica inoltre è particolarmente indicata laddove la terra è costosa, l'acqua è scarsa, il suolo povero di elementi nutritivi per le piante. L'acquaponica evita problemi associati con il compattamento del suolo, la salinizzazione, l'inquinamento, le malattie e la "stanchezza del terreno". Ulteriore elemento da prendere in considerazione in quanto ha ormai assunto primaria importanza è il contrasto al "soil sealing"¹ proprio per preservare il suolo alla sua funzione ecologica e produttiva di cibo.

Nell'agricoltura tradizionale si fa ampio ricorso all'utilizzo di fertilizzanti e pesticidi, che attraverso l'irrigazione o gli eventi atmosferici migrano verso le falde idriche inquinandole; anche nell'acquacoltura in vasche poste sul terreno, al pari di quanto avviene negli allevamenti zootecnici, si è costretti a somministrare farmaci (in particolare antibiotici) per evitare il diffondersi di epidemie e salvare la produzione. Al contrario, in acquaponica l'insorgere di malattie è molto limitato: in primo luogo la coltivazione avviene in serra, per cui gli attacchi "aerei" sono assenti; inoltre, l'assenza di terreno non consente la riproduzione di parassiti. Qualora vi fosse la necessità di intervenire, vengono utilizzate tecniche tali da non compromettere il ciclo dell'azoto, alla base della buona riuscita del processo produttivo; per tale ragione non vengono assolutamente utilizzati pesticidi, ma si ricorre all'uso di prodotti naturali quali l'aglio e il peperoncino.

1.6 Controlli sul ciclo

Questa parte è appositamente non sviluppata per indurre al ragionamento sui fattori determinanti per la buona riuscita, la loro misura e lo sviluppo di azioni correttive, alcuni di tali fattori sono già stati elencati ma tale elenco non è esaustivo.

Comprensione:

Gli studenti dovranno comprendere perché è possibile coltivare senza terreno e perché la crescita è più veloce. Dovranno risolvere il problema della circostanza che il ciclo è aperto in quanti necessita di mangime autoprodotta e proporre soluzioni su tale punto.

Dovranno apprendere come e quando è nato il pH ed il perché della sua particolare struttura matematica di logaritmo decimale negativo.

Per la comprensione degli sviluppi futuri è bene che gli stessi vengano portati alla conoscenza dei principi della tutela alimentare

Dato che tra gli scopi del progetto è modificare l'atteggiamento dei discenti da soggetti passivi destinatari di informazioni ad attori applicativi delle conoscenze, per 10 ragazzi selezionati dagli istituti risultati primi nella selezione fatta dalla Federazione Nazionale dei Chimici e dei Fisici, a conclusione del Progetto i 10 studenti hanno potuto partecipare all'esperienza pratica di produzione di birra partire dal malto

Questa esperienza finale è stata sviluppata per unire le due esperienze precedenti, esperienze che contemplano un quadro di conoscenze al livello di approfondimento appropriato al livello di studio e si aggancia sul ruolo del linguaggio chimico che dall'astruità teorica, si trasforma in istruzione operativa.

È stato proprio nell'ambito della produzione della birra che il chimico danese Søren Peter Lauritz Sørensen, direttore del laboratorio Carlsberg (tutt'oggi uno dei marchi più conosciuti) dovette trovare un modo semplice per indicare il livello di acidità di un ambiente, certamente non era proponibile dire ad una maestranza che l'attività dell'idrogenione H_3O^+ dovesse stare in range tra 3×10^{-3} e 1×10^{-6} penso quindi di avere numeri naturali senza segno e per far questo decise che doveva applicare l'espressione matematica $-\log[H^+]$, in tal modo in ambiente acquoso l'attività dell'idrogenione H_3O^+ andava da un massimo di 1 ad un minimo di 1×10^{-14} applicando la sua formula si aveva una scala da 0 a 14 quindi il range di fermentazione va tra 3,5 e 6. Lui chiamò questi numeri pH, dalle iniziali del latino pondus hydrogenii, (potenza intesa come esponente della concentrazione efficace dell'idrogeno).

La produzione di birra quindi è un insieme di operazioni manuali ben ragionate di cui se ne deve conoscere il senso per arrivare ad un porto sicuro: la bevanda.

Principi:

La birra sfrutta una fermentazione che dopo la prima fase aerobica, porta in carenza di ossigeno il lievito a produrre alcool e non anidride carbonica. Il processo non sarebbe dissimile alla produzione di vino se non nella necessità di avere zuccheri semplici a disposizione per alimentare (nel senso vero e proprio della parola) i batteri fermentativi.

La strada per arrivare tali zuccheri è lunga a partire dall'orzo dopo che questo è stato pulito e selezionato sono necessari numerosi passaggi:

- Macerazione
- Germinazione
- Essiccamento
- Pulitura finale
- Eventuale tostatura o caramellizzazione

A questo punto possiamo finalmente provare a farci una buona birra:

- 1) I cereali maltati vengono **moliti**, o meglio semplicemente schiacciati in modo da permettere all'acqua che verrà aggiunta in fase di cottura, di potersi introdurre all'interno della cariosside per scindere, disciogliere e portar via le sostanze necessarie al mosto.
- 2) Il **mashing** consiste nel mescolare i malti di vario tipo e grado di tostatura con acqua a pH più vicino possibile a **5.5** ed a temperature di circa **40/50° C**. Durante la saccharificazione, a temperature via via crescenti, gli enzimi del malto, attivandosi, producono le sostanze caratteristiche del mosto.
- 3) La **saccharificazione** è la fase in cui si scingono gli zuccheri complessi in zuccheri semplici preparando quindi il nutriente necessario per i batteri che dovranno produrre l'alcool. Durante questa fase possono essere aggiunti, nel tino di saccharificazione altri cereali per avere più amidi ricorrendo a minori quantità di costoso malto d'orzo. Circa l'85% delle birre industriali contiene questi cereali, i più usati sono riso, mais, frumento, sorgo. Vengono usati anche zuccheri e sciroppo di mais e vengono svolte tramite gli enzimi presenti naturalmente le seguenti reazioni :
 - I. idrolisi amido
 - II. idrolisi β -glucani
 - III. idrolisi proteine
 - IV. degradazione lipidi
 - V. altre attività enzimatiche
- 4) La **filtrazione** serve per ottenere il liquido da concentrare. Dopo la saccharificazione la frazione liquida (mosto) deve essere separata dalla frazione solida (trebbie). Si hanno due fasi della filtrazione:
 - la prima separazione è per semplice drenaggio;
 - la seconda si ha per lavaggi consecutivi delle trebbie con acqua calda (sparging) per recuperare ancora zuccheri che sono nella superficie delle trebbie
 - Infine la separazione si può effettuare con un tino di filtrazione od un filtro.
- 5) La **bollitura** serve a:
 - estrarre** ed isomerizzare i costituenti del **luppolo**. Durante la bollitura viene aggiunto il luppolo. La quantità è definita in funzione delle intensità di amaro (**International Bitterness Units-IBU**) ed aroma desiderate. In genere si fanno aggiunte all'inizio della bollitura ed agli ultimi minuti di questa, ma è possibile giocare su queste fasi per ottenere gli effetti voluti. In questa fase si possono aggiungere le eventuali aromatizzazioni in diverse forme (semi, foglie, scorze, frutti, ecc...).
 - far precipitare le **proteine**;
 - ricentrare** il mosto, diluito con i lavaggi delle trebbie;
 - sterilizzare** il mosto;
 - inattivare** gli enzimi e bloccare la saccharificazione;
 - provocare reazioni di **imbrunimento**;
 - ridurre il pH;
 - strappare composti volatili indesiderati;
- 6) **Ulteriore filtrazione** serve per ottenere il liquido finale da fermentare ;
- 7) **Raffreddamento ed inoculazione lievito di birra:**

- 8) **Fermentazione** in fermentatore chiuso;
- 9) **Imbottigliamento** con aggiunta di soluzione zuccherina per lo sviluppo di CO₂
- 10) **Maturazione** in bottiglia

Comprensione:

Gli studenti dovranno comprendere perché gli organismi viventi utilizzano glucosio come fonte principale e non possono veicolare esano, che pur ha un maggiore contenuto energetico, come fanno i sistemi viventi a conservare il glucosio e quindi cosa sono i polimeri di cui parla. Compreso il senso della lista positiva a base della tutela degli alimenti, devono imparare a leggere le etichette di Birra per una scelta oculata e consapevole e che quello che conta non è la quantità di Birra che bevi, ma la qualità e che gustare non significa bere. Dovranno essere edotti sugli effetti dell'assunzione dell'alcool e dei rischi sanitari che si corrono, inclusi effetti sulla sfera emotiva e sessuale. Una mente lucida apprezza le differenze e ne gode.

CONCLUSIONE

Il progetto Green Labs continuerà anche dopo la sua fine grazie anche all'impegno degli Ordini territoriali che potranno continuare a stimolare ed informare i giovani per avere cittadini protagonisti e professionisti attenti e proiettati nel futuro, dove ognuno mette una pietra per costruire la piramide della conoscenza e dello sviluppo delle qualità umane.

Una delle pietre,

Dott. Chim. Eugenio Cottone

Referente scientifico progetto Green Labs

