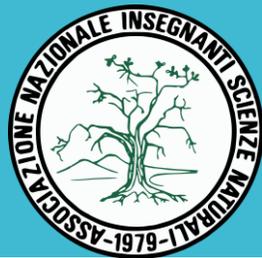


La lattasi: un esempio evolutivo ?

Tutto quello che possiamo conoscere sull'enzima lattasio quasi

Viola Generini



Associazione Nazionale degli
Insegnanti di Scienze Naturali
Centro IBSE Firenze



IBSE

Caratteristiche di un approccio didattico

L'IBSE condivide alcune caratteristiche con l'insegnamento tradizionale delle scienze, ma ha alcune caratteristiche distintive:

- va oltre la semplice manipolazione di materiali (attività hands-on) e coinvolge attivamente gli studenti nell'**identificazione di evidenze rilevanti** e nella **riflessione sulla loro interpretazione**
- prevede un'**alternanza tra fare e riflettere** che sviluppa le competenze dell'*inquiry* e la comprensione profonda
- **insegnante facilitatore**, coinvolgimento attivo degli studenti e riflessione sulle esperienze attraverso **lavori di gruppo, discussioni e dibattiti**
- attività organizzate in modo che gli studenti *sviluppano conoscenza e comprensione delle idee scientifiche* **per imitazione del lavoro degli scienziati**, mettendo in atto in modo intenzionale una serie di processi come:

saper diagnosticare problemi, commentare in modo critico gli esperimenti e individuare soluzioni alternative, saper pianificare un'indagine, formulare congetture, ricercare informazioni, costruire modelli, saper discutere e confrontarsi tra pari, formulare argomentazioni coerenti

Caratteristiche essenziali dell'inquiry in classe

Gli studenti devono *sviluppare conoscenza e comprensione delle idee scientifiche per imitazione del lavoro degli scienziati*

1. Essere coinvolti attivamente da **domande** significative dal punto di vista scientifico (**investigabili**)

2. Raccogliere **evidenze** sperimentali (dirette e/o indirette) per rispondere alle domande

3. Sviluppare e formulare **spiegazioni** a partire dalle evidenze

4. **Valutare tali spiegazioni** anche alla luce di spiegazioni alternative (confronto tra pari e confronto con le conoscenze scientifiche note)

5. **Comunicare e argomentare** le spiegazioni da loro proposte

I livelli di inquiry

LIVELLI DI <i>INQUIRY</i>	domanda di ricerca	procedimento	risposta/soluzioni
<u><i>inquiry</i> confermativo</u> gli studenti svolgono indagini su fatti e fenomeni noti, di cui sanno prevedere i risultati, rispondendo ad una domanda proposta dall'insegnante, corredata dal procedimento da seguire.	x	x	x
<u><i>inquiry</i> strutturato</u> gli studenti svolgono indagini per rispondere ad una domanda proposta dall'insegnante, corredata dal procedimento da seguire.	x	x	
<u><i>inquiry</i> guidato</u> gli studenti svolgono indagini per rispondere ad una domanda proposta dall'insegnante, individuando il procedimento da seguire.	x		
<u><i>inquiry</i> aperto</u> gli studenti svolgono indagini scegliendo la domanda di ricerca e il procedimento da seguire.			

Quali sono le finalità di questo percorso?



In specifico:

- Scoprire la funzione biologica e le caratteristiche degli enzimi in generale e della lattasi in particolare
- Analizzare la persistenza dell'enzima lattasi dal punto di vista evolutivo

In generale:

- Riflettere sull'approccio scientifico usato dai biologi per rispondere alle domande sulla vita
- Sviluppare la capacità di:
 - formulare domande che possono produrre un progresso nella conoscenza del fenomeno dal punto di vista scientifico
 - progettare un protocollo sperimentale
 - identificare le evidenze rilevanti di un esperimento
 - riflettere sulla loro interpretazione
 - trarre conclusioni ragionate
 - comunicare e argomentare le proprie idee

Struttura del percorso

Attività sperimentale



- Azione e specificità dell'enzima lattasi

Attività sperimentale



- Lattasi e proprietà degli enzimi

Approfondimenti



- Lattosio ed evoluzione
- Lattosio e regolazione della espressione genica

Attività sperimentale



- Capacità dei lieviti di digerire il lattosio

PARTE 1

Attività sperimentale

Inquiry guidato (percorso da progettare)

Verifica dell'azione e della specificità dell'enzima lattasi

Obiettivi specifici dell'attività



- Conoscere la struttura del disaccaride lattosio
- Comprendere il ruolo biologico degli enzimi
- Conoscere la funzione dell'enzima lattasi
- Riflettere sul ruolo degli enzimi nei meccanismi digestivi
- Indagare la specificità dell'azione degli enzimi e in particolare della lattasi

Coinvolgimento



Mal di pancia, gonfiore, flatulenza... e tutto per un bicchiere di latte!

Quasi $\frac{1}{3}$ della popolazione mondiale non è in grado di digerire il **lattosio**, lo zucchero presente nel latte. Il lattosio è uno zucchero complesso, che così com'è non può essere assorbito dall'intestino.

Il problema da risolvere



Come si fa a digerire il latte?

È possibile che uno speciale enzima, chiamato **lattasi**, riesca a «frammentare» il lattosio in due zuccheri più semplici, il glucosio e il galattosio, che possono essere assorbiti dagli enterociti?

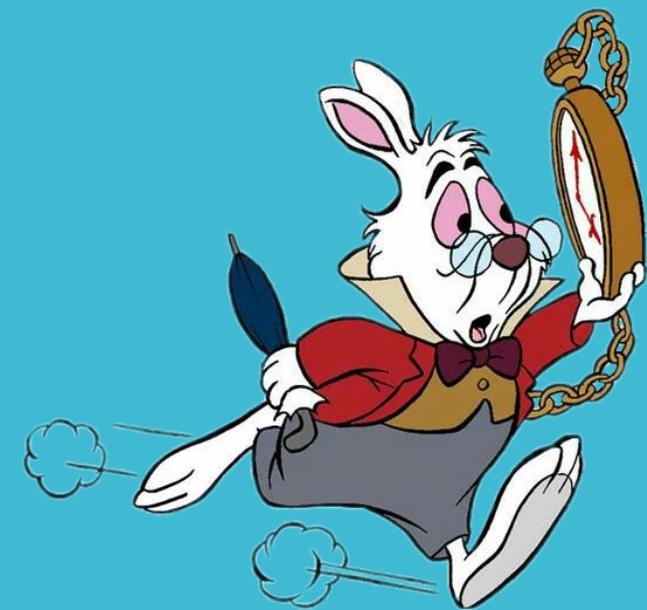
Progetta un'attività sperimentale che ti permetta :

- di verificare se l'enzima lattasi agisce per rompere le molecole di lattosio
- di indagare sulla specificità dell'enzima lattasi

Hai a disposizione: una soluzione di saccarosio, diversi tipi di latte, capsule che contengono l'enzima lattasi, strisce reattive al glucosio.

Video esperimento <https://youtu.be/jHt6UcSUgjU>

Scandiamo bene i tempi



5 minuti	Progettazione	Suggerisci una possibile soluzione
20 minuti		Condividi in gruppo le varie soluzioni, poi riassumi tutto quello che è emerso in un foglio/cartellone (1 per gruppo)
20 minuti	Fase sperimentale	Metti in pratica il progetto, osserva e raccogli dati
15 minuti	Descrizione dei risultati	Fornisci una spiegazione dei risultati che hai ottenuto



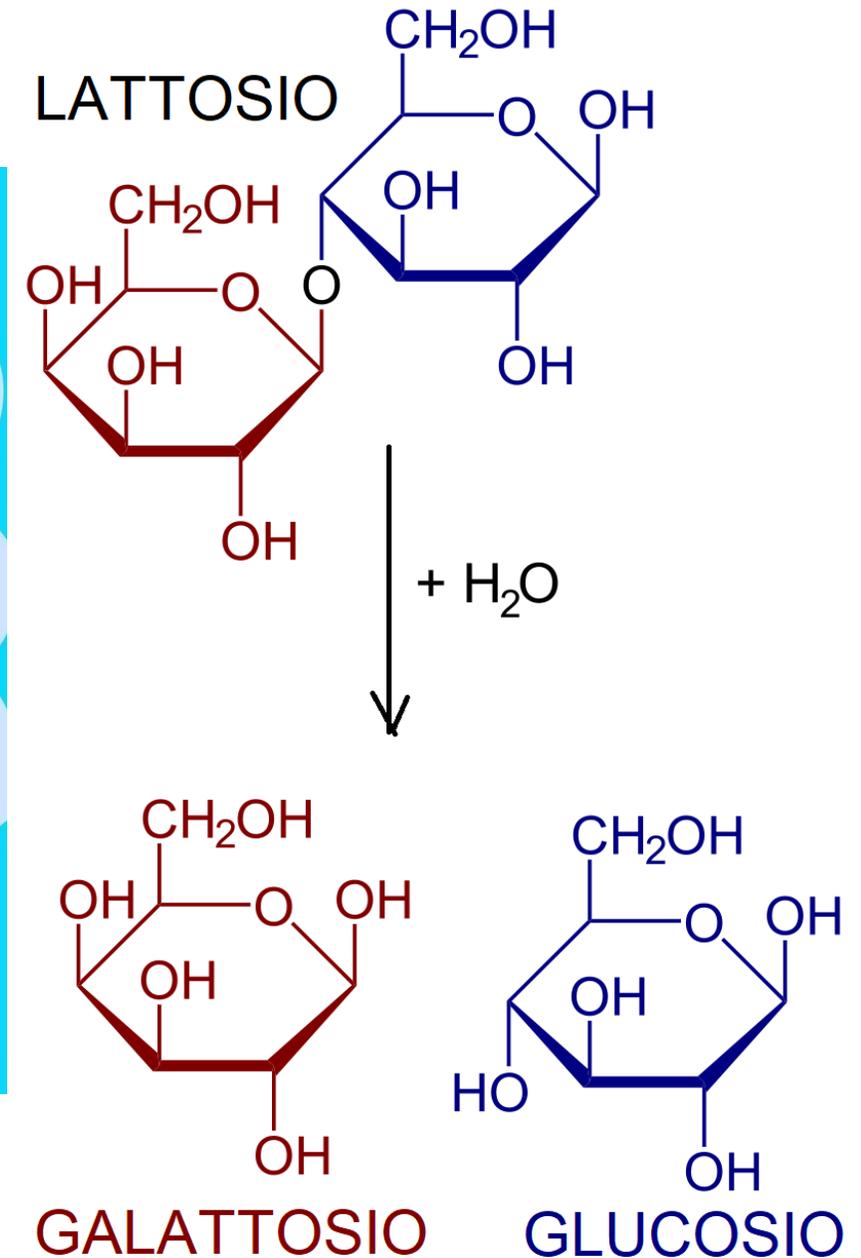
Comunicare i risultati

Poster e presentazioni in formato digitale



Spiegazione

La reazione catalizzata
dalla lattasi



Spiegazione



Tutti i mammiferi da piccoli possono digerire il latte. Infatti, la produzione di latte per neonati è un tratto chiave che distingue i mammiferi da tutti gli altri tipi di animali.

Lo zucchero principale nel latte, il **lattosio**, ha una struttura complessa e perciò non può passare facilmente la parete intestinale. Quindi le cellule producono un enzima chiamato **lattasi**, che rompe il lattosio in due zuccheri più semplici, il glucosio e il galattosio. Questi due monosaccaridi possono entrare nel flusso sanguigno, dove possono essere utilizzati per produrre energia.

La lattasi può essere acquistata in pillola da persone che sono intolleranti al lattosio. Queste persone mancano dell'enzima e non possono digerire il lattosio nelle sue componenti.

Anche il saccarosio , il comune zucchero da tavola , è un disaccaride composto da fruttosio e glucosio.

Sebbene il lattosio sia simile al saccarosio , la lattasi scompone solo il lattosio a causa della forma dello zucchero.

PARTE 2

Attività sperimentale

Inquiry strutturato (viene fornito il procedimento)

Gli enzimi non si consumano

Obiettivi specifici dell'attività

- Scoprire che gli enzimi agiscono da catalizzatori senza consumarsi nello svolgere la loro funzione
- Capire il significato di immobilizzazione degli enzimi e la sua utilità a livello applicativo
- Comprendere l'importanza delle conoscenze teoriche in ambito chimico e biologico per lo sviluppo di tecniche produttive impiegate a livello industriale
- Analizzare le possibilità offerte dall'uso degli enzimi nella produzione degli alimenti
- Conoscere la tecnica della sferificazione e il processo chimico su cui si basa



Coinvolgimento



Un latte migliore per i gatti...

Malgrado la loro proverbiale passione per il latte, i gatti non sono in grado di digerire grandi quantità di lattosio. Il latte può essere trattato con l'enzima per ottenere un latte a ridotto contenuto di lattosio adatto per i gatti o per le persone intolleranti al lattosio.

Anche se la produzione di un latte speciale «per gatti» può sembrare una cosa di scarsa importanza, si stima che il 75% della popolazione mondiale sia intollerante al lattosio nell'età adulta – e quindi è la tolleranza per il lattosio ad essere insolita.

Industrialmente, il latte viene trattato iniettando un enzima nell'imballaggio quando il latte UHT viene confezionato, o utilizzando un **enzima immobilizzato** – un enzima che è stato intrappolato su di un materiale inerte.

Come si immobilizza la lattasi?



Il nostro scopo è produrre del latte delattosato: latte ad alta digeribilità (noto anche come latte HD, dai termini inglesi High Digestible).

Per farlo si preparano, attraverso un processo chiamato sferificazione, delle **sferette di alginato di sodio**, nelle quali è stato **«immobilizzato» l'enzima lattasi**; le sferette vengono disposte in una piccola colonna, attraverso la quale viene fatto passare il latte.

Sferificazione e cucina molecolare



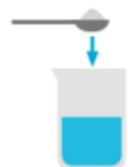
Ferran Adrià,
cuoco
spagnolo
«inventore»
della
sferificazione



MOLECULAR COCKTAILS: SPHERIFICATION

Spherification is a technique that can be used to make small caviar-like spheres of flavour which then float in a cocktail and burst in the mouth when they are drunk. Two different techniques can be used: spherification, and reverse spherification.

THE METHOD



1

First, sodium alginate is dissolved in the liquid to be spherified. If the liquid is too acidic (pH < 3.6), the sodium alginate will convert into insoluble alginic acid, so this must be avoided.



2

The liquid from step one is dropped into a 'bath' containing calcium chloride, calcium lactate, or calcium lactate gluconate. This forms a membrane around the spheres.



3

The spheres are removed from the bath after around a minute and then rinsed in distilled water. They are then ready to be served and can be placed into the cocktail!

SPHERIFICATION

Sodium alginate in liquid

Calcium salt bath used

Doesn't work for acidic liquids

Eventually gels whole sphere

REVERSE SPHERIFICATION

Calcium salt in liquid

Sodium alginate bath used

Works for acidic liquids

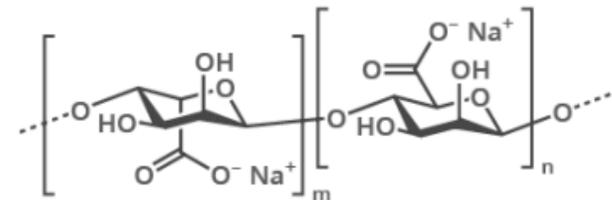
Gel only forms at membrane

BUBBLED UP BELLINI



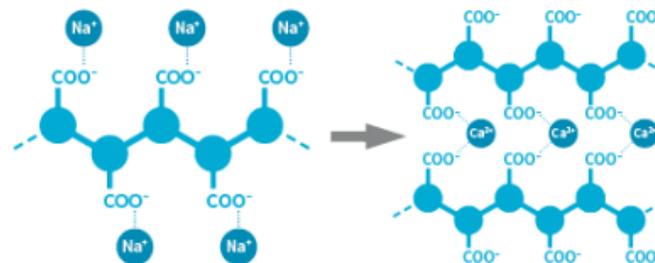
Sparkling wine with spheres of fruity seaweed extract. This is no salty dog – think strawberries from the sea.

THE SCIENCE



SODIUM ALGINATE

Sodium alginate is a salt of alginic acid, a substance used by brown algae to strengthen their cell walls, and which can be collected from seaweed. When it is placed in a calcium salt solution, calcium ions displace the sodium ions, and their increased pull on the negative ions in neighbouring chains increases the attraction between them, leading to the formation of a gel-like substance.



© Andy Brunning/Compound Interest 2016. Created for Pint of Science 'Science Hits the Bar'.



La domanda investigabile

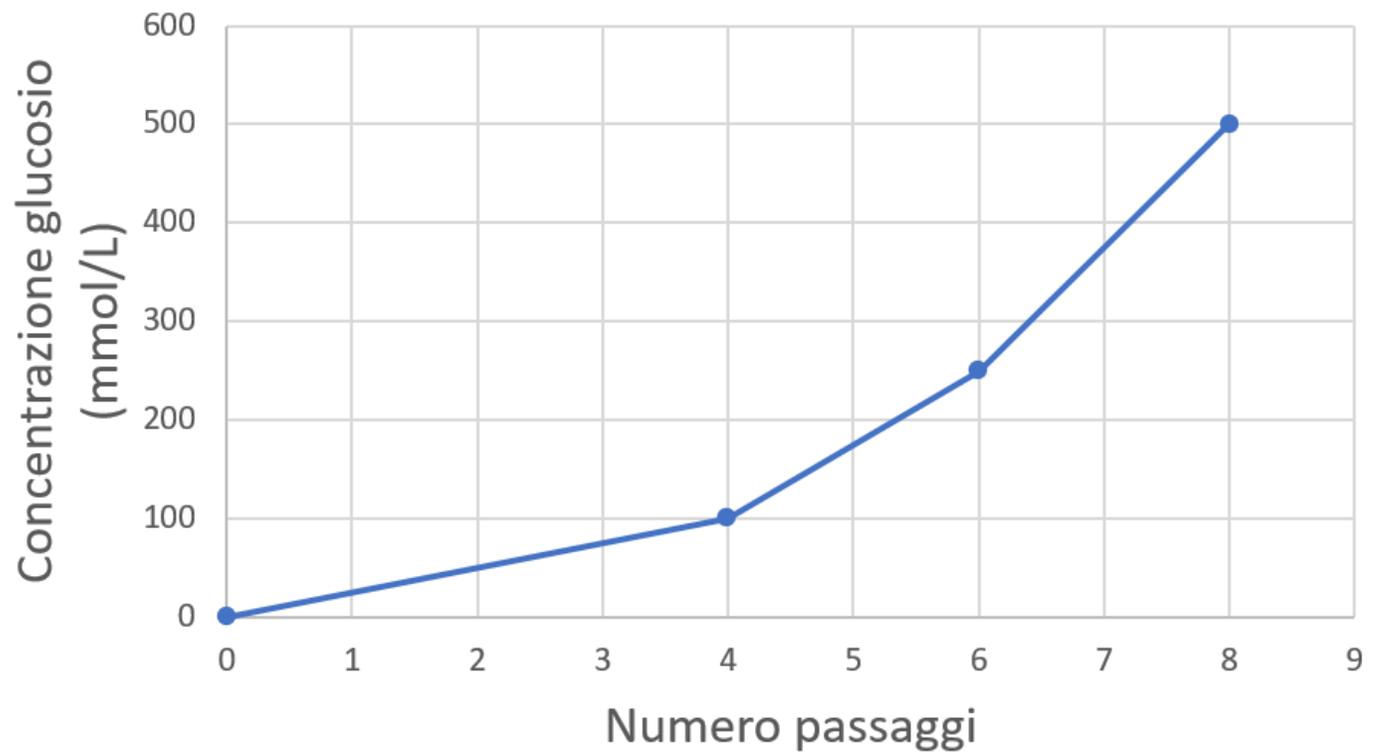
Per delattosare campioni diversi di latte, occorre rinnovare l'enzima contenuto nelle sferette?

Video esperimento <https://youtu.be/dLYZiQ-i6U4>



Rilevare i dati
e costruire un
grafico

Numero passaggi	Concentrazione glucosio (mmol/L)
0	0
4	100
6	250
8	500



Riflettiamo insieme su un'esperienza complessa



- Qual è il vantaggio di utilizzare un enzima immobilizzato?
- Che influenza può avere sui risultati la lunghezza della colonna?
- Che influenza può avere sui risultati la quantità di lattosio inserita nella sferette?
- Cosa succede se faccio defluire più lentamente il liquido lungo la colonna?

Per studenti

Materiale necessario

Siringa da 10 mL o tubetto di plastica tipo Falcon forato

Siringa da 5 mL

Carta da filtro o garza di nylon

Enzima lattasi

Strisce reattive al glucosio

8 mL di soluzione di alginato di sodio 2%

100 mL di soluzione di cloruro di calcio 1,5%

1 colino

Contagocce o siringa di plastica

2 Becher

Per studenti

Protocollo sperimentale

Mescolare l'enzima pestato in un mortaio con la soluzione di alginato di sodio. Poi aspirarlo in una siringa da 5 mL.

Aggiungere la miscela alginato – enzima dalla siringa, una goccia alla volta, alla soluzione di cloruro di calcio e osservare la formazione di piccole sfere. Lasciar indurire le sferette per alcuni minuti.

Collocare un dischetto di garza di nylon all'interno della siringa da 10 mL, per impedire alle sferette di bloccare l'uscita della siringa. Separare le sferette di enzima immobilizzato dal liquido con il colino da tè e sciacquarle con cura.

Versare con cura le sferette nel cilindro della siringa. Testare il latte prima del trattamento usando le strisce reattive al glucosio, per essere sicuri che esso non contenga affatto glucosio.

Versare una piccola quantità di latte sulle sferette di enzima e lasciar scendere il latte trattato in un piccolo becher.

Testare il latte fuoriuscito dalla colonna usando le strisce reattive al glucosio. Se necessario, far passare nuovamente il latte trattato nella colonna fino a che non si sia ottenuta la concentrazione di glucosio desiderata.

Ripetere la procedura con del latte nuovo utilizzando le stesse sferette.

Per docenti

Risultati attesi e conclusione

**Non consegnare agli
studenti... dovranno
trarre autonomamente le
conclusioni**

Al termine dell'esperimento dovremmo osservare che le sferette contenenti la lattasi possono essere utilizzate più volte per delattosare vari campioni di latte: questo ci permette di riflettere su una **importante caratteristica dei catalizzatori, cioè quella di non consumarsi durante il processo di catalisi**. Questa semplice prova pratica fa conoscere agli studenti i concetti fondamentali della digestione e dell'immobilizzazione degli enzimi, oltre al loro uso nella produzione di alcuni alimenti.

ATTENZIONE:

La lattasi è fortemente inibita dal galattosio (uno dei prodotti della sua azione sul lattosio). Di conseguenza, la velocità del flusso del substrato attraverso la colonna è critica per la velocità della reazione catalizzata dall'enzima: se il flusso è troppo veloce non c'è il tempo per far avvenire la reazione; se è troppo lento il galattosio si accumula ed inibisce la reazione. Gli studenti possono quindi studiare gli effetti della velocità del flusso sulla conversione del lattosio a glucosio e galattosio.

PARTE 3

Approfondimenti

Persistenza alla lattasi: evoluzione, mutazioni e regolazione dell'espressione genica

Obiettivi specifici dell'attività



- Conoscere il significato di «persistenza dell'enzima lattasi»
- Analizzare la distribuzione geografica degli individui con persistenza della lattasi
- Indagare sui fattori che hanno determinato l'evolversi della persistenza della lattasi
- Interpretare i dati sulla persistenza dell'enzima lattasi alla luce dell'evoluzione
- Comprendere che la produzione degli enzimi è regolata a livello genetico

Mammiferi e persistenza della lattasi



La regolazione della biosintesi della lattasi dopo lo svezzamento è il principale fattore che differenzia gli individui con **persistenza dell'enzima lattasi** da quelli senza persistenza dell'enzima lattasi.

Quasi tutti i mammiferi conosciuti - compreso il 65% degli esseri umani - sperimentano una **diminuzione della biosintesi della lattasi** negli anni successivi allo svezzamento.



Perché i mammiferi adulti non digeriscono il latte?



Chiediamo agli studenti di discutere a gruppi per formulare una possibile spiegazione...

La diminuzione della produzione di lattasi dopo lo svezzamento è probabilmente una questione di **risparmio energetico** a livello cellulare:

1. Ci vuole energia per produrre qualsiasi enzima, compresa la lattasi, l'enzima necessario per digerire il latte.
2. In genere, i mammiferi non consumano latte una volta che hanno superato la fase di svezzamento.
3. Senza il consumo di latte, l'energia spesa per produrre lattasi sarebbe energia sprecata a livello cellulare.

Pertanto, nel tempo, è stata selezionata l'opzione più energeticamente favorevole: una diminuzione della produzione di lattasi dopo lo svezzamento.

Approfondiamo

Intolleranza al lattosio: questione di evoluzione



Due persone su tre nel mondo non riescono a demolire il principale zucchero del latte dopo i sette-otto anni di età.

A quell'età infatti l'organismo di più del 60% della popolazione mondiale ha smesso di produrre la lattasi, l'enzima che permette ai neonati almeno fino allo svezzamento di nutrirsi di latte materno

La domanda alla quale deve rispondere la biologia non è solo cos'è la lattasi e come agisce, ma anche come si è diffusa la sua persistenza nelle popolazioni umane:

Come mai il 35% della popolazione umana continua a produrre l'enzima lattasi anche in età adulta?

Fonti:

<http://www.evo-ed.com/Pages/Lactase/index.html>

https://media.hhmi.org/biointeractive/activities/lactase/Lactase_Pedigrees_Patterns_Inheritance_Teacher.pdf

<https://aulascienze.scuola.zanichelli.it/biologia-e-dintorni/2013/10/20/sul-cammino-del-latte-una-storia-di-geni-e-di-tecnologia/>

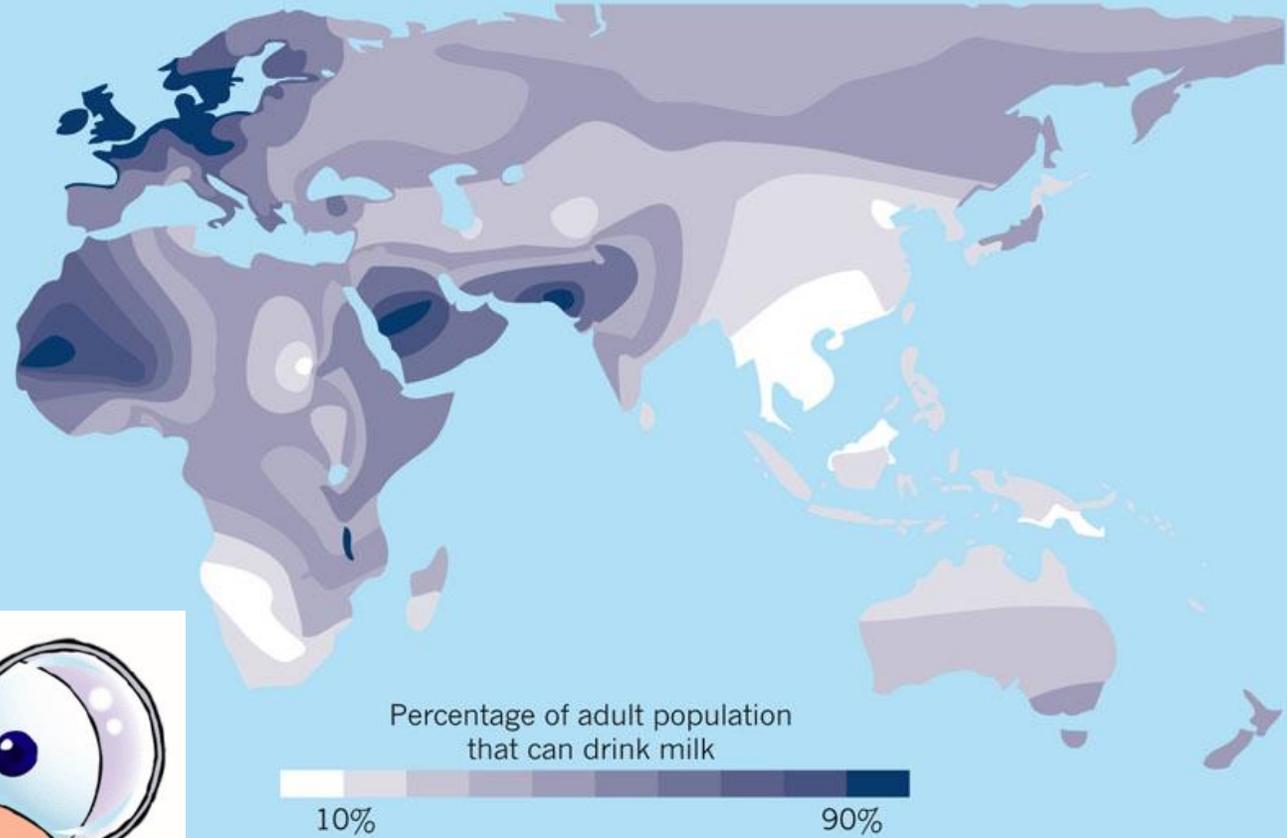
<https://ibseedintorni.com/2020/01/24/ma-tu-hai-la-lattasi-unattivitadi-elaborate-sulla-digestione-del-latte-e-la-coevoluzione-di-geni-e-cultura/>

Analizzare le informazioni

Intolleranza al lattosio: questione di evoluzione

LACTASE HOTSPOTS

Only one-third of people produce the lactase enzyme during adulthood, which enables them to drink milk.



Cosa osserviamo? Quali evidenze emergono da questo grafico?

Analizzare le informazioni

Intolleranza al lattosio: questione di evoluzione

DAIRY DIASPORA

Dairying practices spread from the Middle East to Europe as part of the Neolithic transition from hunting and gathering to agriculture.



Piece of a roughly 7,000-year-old sieve used to make cheese.

6,500 YEARS AGO

Well-developed dairy economy established in central Europe.

7,500 YEARS AGO

Lactase persistence, the ability to drink milk in adulthood, emerges in central Europe.

8,000 YEARS AGO

Neolithic reaches the Balkans.

8,400 YEARS AGO

Neolithic spreads to Greece.

11,000–10,000 YEARS AGO

Neolithic culture develops in the Middle East. This is the start of agriculture and possibly the domestication of dairy animals.



Riflettere e discutere



Cosa osserviamo?

- Fino all'ultima era glaciale il latte era essenzialmente un veleno per tutti gli adulti perché nessuno era in grado di digerire il lattosio.
- Oggi una persona su tre può bere il latte anche da adulta perché ha una mutazione genetica che si chiama *lactase persistence* (LP).
- La mutazione della persistenza della lattasi si è diffusa a una velocità straordinaria in Europa, dopo essersi originata 7500 anni fa circa, in una popolazione che abitava le pianure dell'attuale Ungheria .
- La mutazione è meno diffusa nel sud dell'Europa.

Perché la persistenza della lattasi negli adulti si è diffusa così rapidamente, e soprattutto nel Nord dell'Europa? Secondo voi, quali fattori ambientali hanno favorito la persistenza della lattasi?

Chiediamo agli studenti di discutere a gruppi per formulare una possibile spiegazione...

Un PADLET per
condividere idee
e materiali



padlet



Claudia Polverini • 18g

La lattasi : un esempio evolutivo

Raccolta di materiale su un enzima antico

Debate

Attività proposta agli studenti.



La classe viene divisa in due gruppi e viene posta questa domanda:

Perché il latte avrebbe potuto fornire una forte selezione favorevole per la persistenza della lattasi?

- ◆ Ciascun gruppo si confronta utilizzando una documentazione presente sul web o in un Padlet predisposto (10')
- ◆ Ogni gruppo ha a disposizione 20 minuti di tempo per indicare delle motivazioni in risposta alla domanda
- ◆ Studenti di ciascun gruppo devono alternarsi a fornire delle giustificazioni

Debate

PDF document
padlet drive

Plastica dal latte



Una bioplastica sostenibile da una proteina d...
Viene prodotta dalla caseina ed è utilizzabile i...
ohga!

Dal Blog IBSE e dintorni



Ma tu hai la lattasi? Un'attività di Elaborate sul...
Lo ammetto, adoro il latte. Per me bere una ta...
ibse e dintorni

Bressanini e il latte



INTOLLERANZA AL LATTOSIO. Bere latte è na...
by Dario Bressanini
YouTube

Edward Hopper e il latte

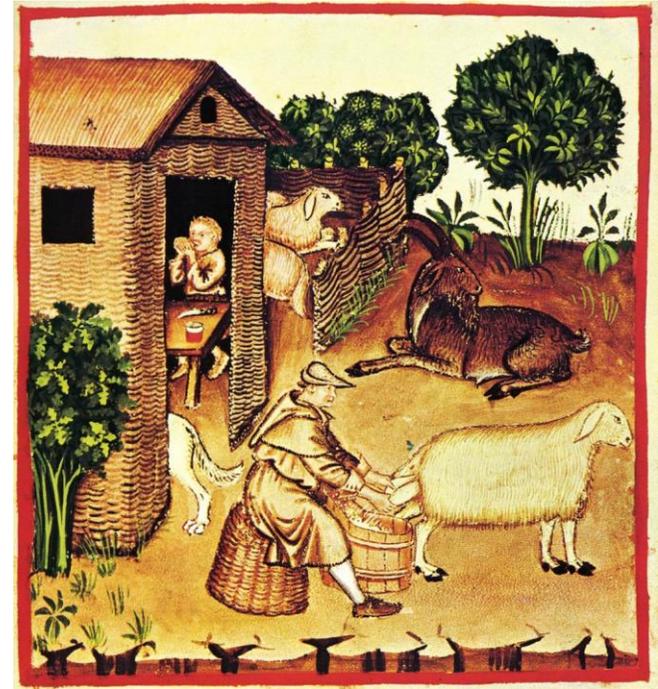
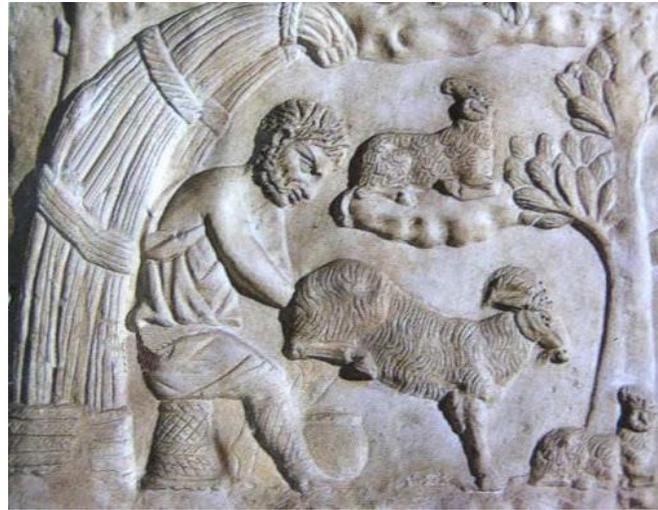


Il Latte in Nighthawks at the diner di Edward H...
Abbiamo conosciuto il Latte quando è uscito d...
granny's house

Il latte nell'arte e il rapporto con l'uomo



Un po' di storia



La produzione del formaggio in un libro del 14° secolo (da Tacuina sanitatis)



Il latte nel TetraPack



*Mestolo, ciotola e colino da impasto
Circa 1500 a.C.*

Il latte: un alimento completo

Calcio
ossa e denti forti

Fosforo
benessere delle ossa

Potassio
contrazione muscolare, regolazione dell'equilibrio dei fluidi, pressione sanguigna

Vitamina A
benessere della vista e della pelle

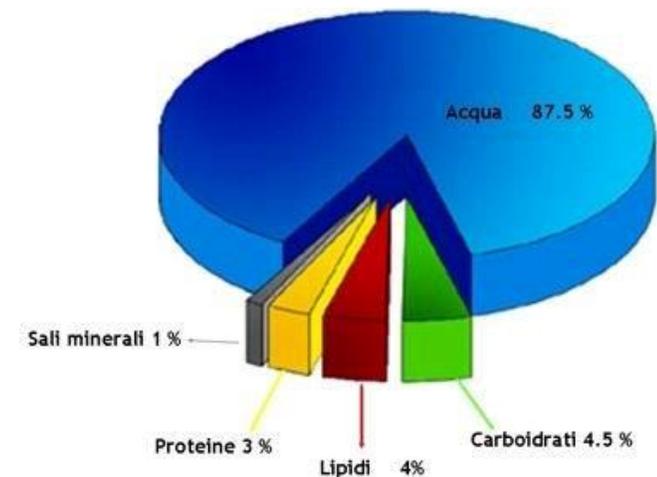
Vitamina B2
crescita, produzione dei globuli rossi e integrità del sistema nervoso

Vitamina D
assorbimento del calcio

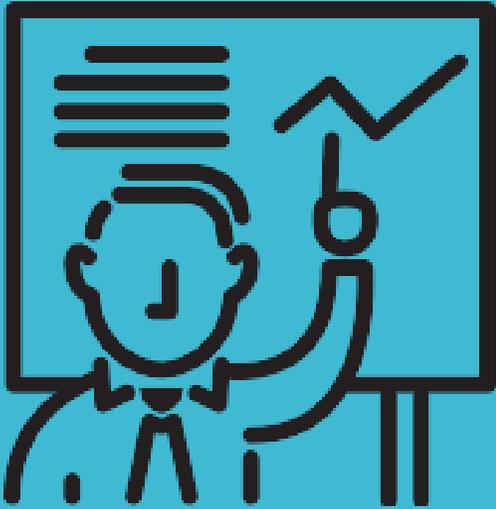
Vitamina B5
metabolismo dei grassi

Vitamina B3
circolazione sanguigna

	<i>Vacca</i>	<i>Bufala</i>	<i>Capra</i>	<i>Pecora</i>
Acqua (%)	87,3	82,2	87,2	81,4
Zuccheri (%)	4,7	4,7	4,5	4,5
Materia grassa (%)	3,8	7,5	3,8	7,4
Proteine (%)	3,3	4,8	3,6	5,8
Sali (%)	0,9	0,8	0,9	0,9



Fase di Explain



La teoria della **Coevoluzione Bioculturale** propone che ci sia stata una coevoluzione tra la diffusione della pastorizia e della persistenza della lattasi.

Questo è un esempio di **coevoluzione genetica e culturale**

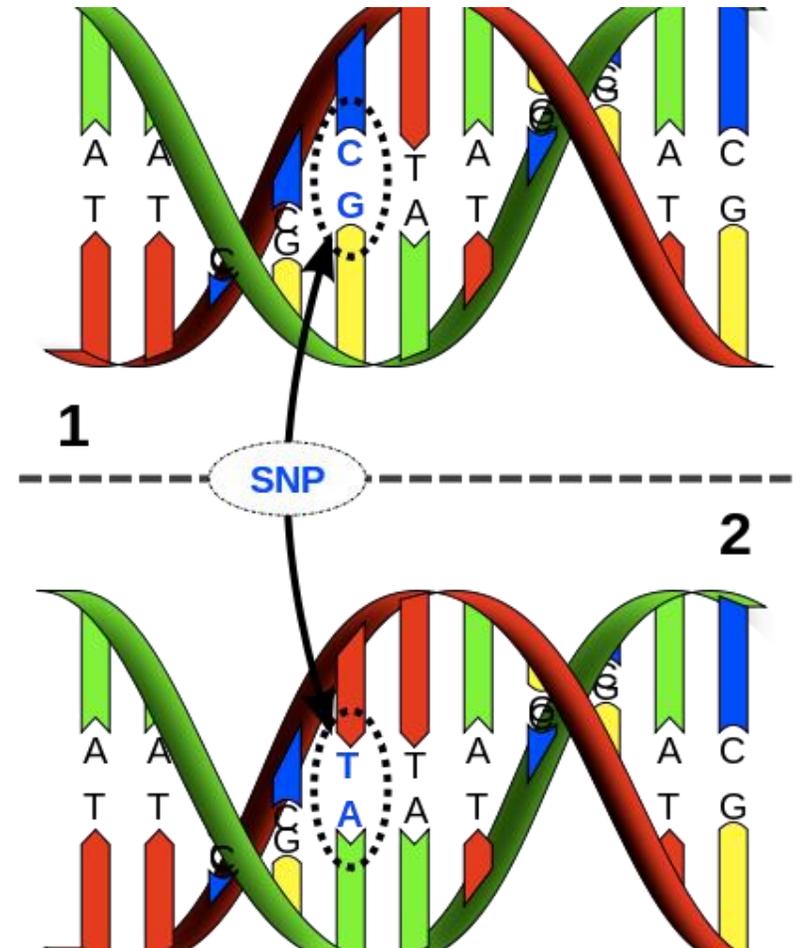


Approfondiamo

Mutazioni e regolazione dell'espressione genica: il caso della persistenza della lattasi

Se gli studenti conoscono (almeno a grandi linee) la regolazione genica...

C'è una mutazione (**polimorfismo a singolo nucleotide**) associata alla persistenza della lattasi che influenza la capacità di legame dei fattori di trascrizione.



Normale mammifero adulto

1

Dopo lo svezzamento, si verifica una diminuzione dell'attività del **fattore di trascrizione** a livello del gene Lattasi

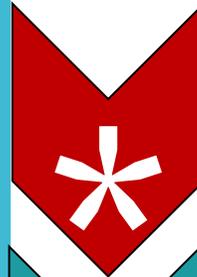
2

Ciò porta a una ridotta trascrizione del gene della lattasi

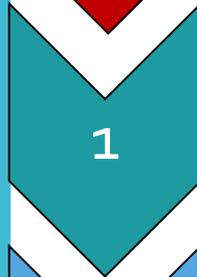
3

Il risultato sono livelli più bassi di lattasi negli enterociti e l'incapacità di digerire il lattosio nel latte

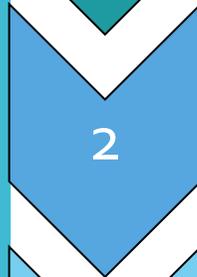
Adulto con mutazione che permette la persistenza della lattasi



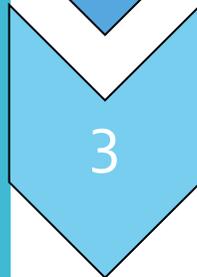
Una mutazione in un sito **Enhancer** localizzato a 13190 coppie di basi a monte del gene della lattasi aumenta la capacità di legarsi di un **attivatore** chiamato **Oct1**



Oct1 attrae altri fattori di trascrizione più generali al gene della lattasi durante tutta la vita adulta dell'individuo.



Ciò impedisce la ridotta trascrizione del gene della lattasi che normalmente si verifica.



Il risultato sono *livelli costanti di lattasi* negli enterociti e una *capacità mantenuta di digerire il lattosio* nel latte per tutta l'età adulta.

Qualche domanda di riepilogo



- In quali cellule o tessuti viene prodotta la lattasi e qual è il suo ruolo?
- Qual è la differenza tra tolleranza al lattosio e intolleranza al lattosio?
- In quali regioni del mondo è prevalente la persistenza di lattasi?
- Prendendo come esempio il fenomeno della persistenza della lattasi, spiega cos'è l'evoluzione.
- I dati sulla persistenza della lattasi supportano l'idea che gli umani si stanno evolvendo? Usa i dati per supportare la tua risposta.
- Quali sono i passaggi nell'espressione genica che alla fine influenzano i livelli di proteine in una cellula eucariotica?
- Spiega l'effetto della mutazione che si verifica tra le persone del Nord Europa sull'espressione genica della LCT.

PARTE 4

Attività sperimentale

Inquiry strutturato (viene fornito il procedimento)

Attività di elaborate

Obiettivi specifici dell'attività

- Riflettere sulle differenze tra i microrganismi, in particolare tra batteri e lieviti
- Indagare la capacità dei lieviti di digerire il lattosio
- Collegare il metabolismo dei lieviti e in particolare il processo di fermentazione alla produzione di anidride carbonica
- Collegare la produzione di anidride carbonica all'aumento dell'acidità di una soluzione
- Utilizzare un indicatore per descrivere l'acidità di una soluzione
- Comprendere il ruolo dell'enzima lattasi nei meccanismi di digestione del lattosio
- Conoscere la tecnica della sferificazione e il processo chimico su cui si basa

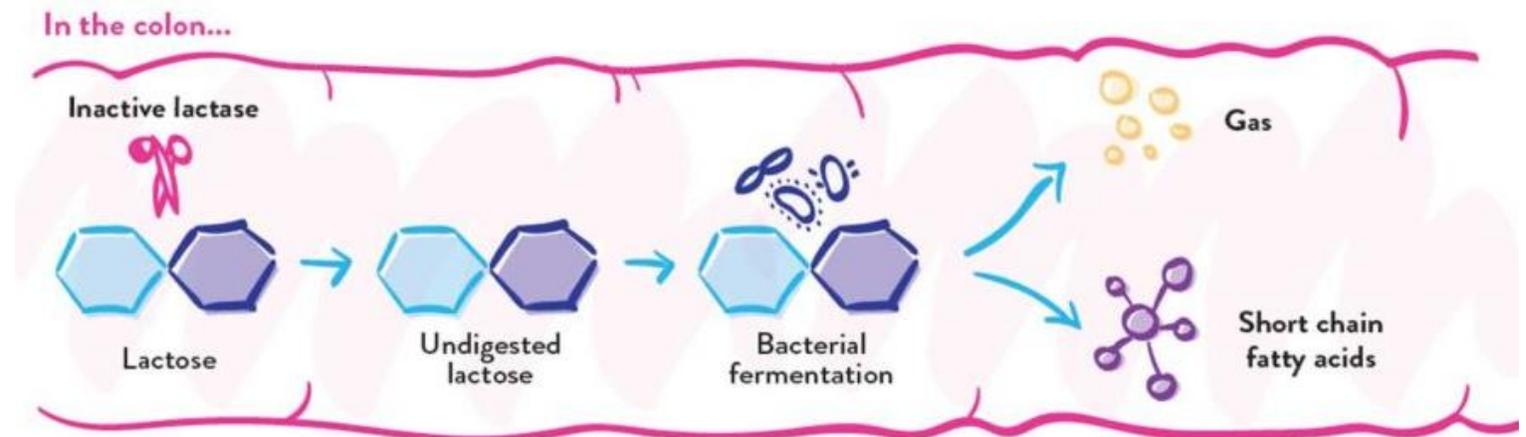
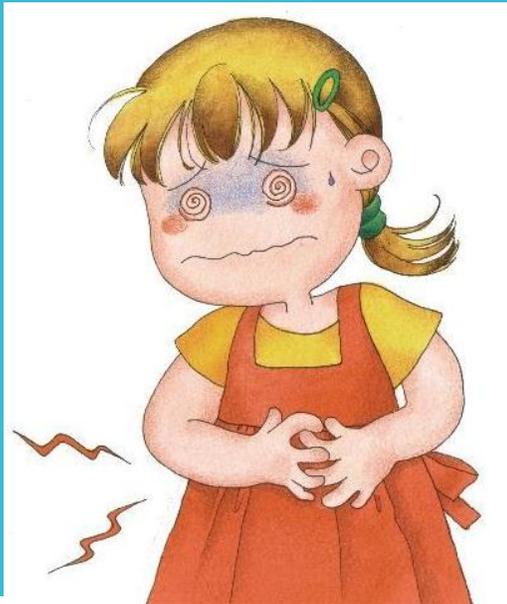


Coinvolgimento

Ahia... che dolore!

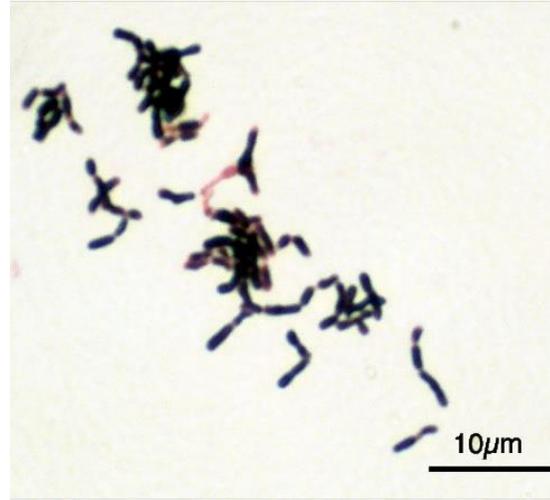
Se il lattosio non digerito passa nell'intestino crasso, attiverà i sintomi dell'intolleranza al lattosio:

1. La maggiore concentrazione di zucchero nell'intestino crasso crea un gradiente osmotico che attira l'acqua nell'intestino. Ciò causa crampi e diarrea.
2. I batteri sono microrganismi presenti nell'intestino crasso, che digeriscono il lattosio come alimento, creando sottoprodotti gassosi come metano, anidride carbonica e idrogeno. Questo porta ad accumulo di gas, flatulenza e dolore.

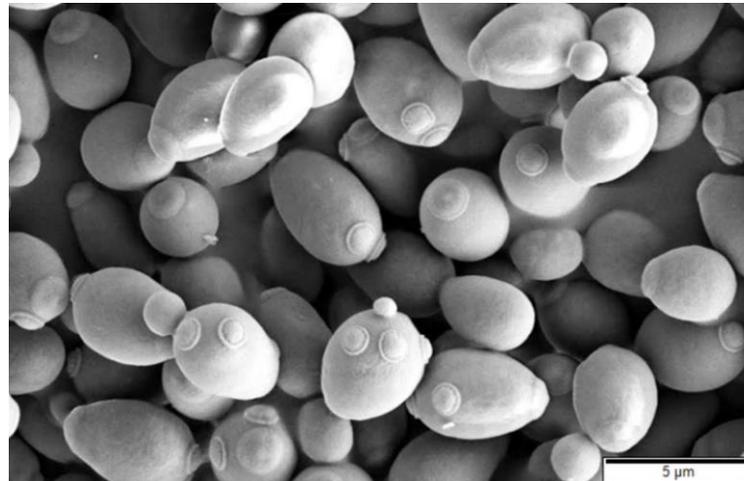


Indaghiamo sulle differenze tra due tipi di microrganismi

I lieviti sono organismi unicellulari appartenenti al regno dei funghi. Anche loro, come i batteri, possono essere considerati microrganismi.



Classificazione scientifica	
Dominio	Prokaryota
Regno	Bacteria
Phylum	Actinobacteria
Classe	Actinobacteria
Ordine	Bifidobacteriales
Famiglia	Bifidobacteriaceae
Genere	<i>Bifidobacterium</i>



Classificazione scientifica	
Dominio	Eukaryota
Regno	Fungi
Phylum	Ascomycota
Sottodivisione	Saccharomycotina
Classe	Saccharomycetes
Sottoclasse	Saccharomycetidae
Ordine	Saccharomycetales
Famiglia	Saccharomycetaceae
Sottofamiglia	Saccharomycoideae
Genere	<i>Saccharomyces</i>
Specie	<i>S. cerevisiae</i>



La domanda investigabile

Oltre alle differenze nella classificazione e nelle dimensioni cellulari, ci sono differenze anche a livello metabolico tra lieviti e batteri?

I lieviti sono in grado di digerire il lattosio?



Usiamo un
indicatore...

Il **blu di bromotimolo** è un indicatore acido-base, cioè una sostanza che, attraverso un cambiamento di colore, ci fornisce delle informazioni sulla natura acida o basica della soluzione.



Cosa succede se soffio con una cannuccia dentro una soluzione che contiene blu di bromotimolo?

Perché la soluzione cambia colore?



Video esperimento <https://youtu.be/al7HHoZkR-A>

Per studenti

Materiale necessario

- 4 becher da 50 ml
- 4 becher da 100 ml
- 1 becher da 600 ml
- 8 pipette
- 1 spruzzetta d'acqua
- spatola di plastica
- lattosio
- lattasi
- blu di bromotimolo (BBT)
- alginato di sodio
- cloruro di calcio
- 4 ciotole trasparenti,
- 1 cubetto di lievito di birra
- alcuni cucchiaini
- 1 colino.

Per studenti

Protocollo sperimentale

Preparare una soluzione nel becher da 600 ml con 200 ml di acqua tiepida e alginato; dopo aver suddiviso la soluzione nei 4 becher da 100 ml e aver sciolto in ciascuno un ottavo del cubetto di lievito e un cucchiaino di lattosio, mescolare il tutto vigorosamente con la spatola di plastica.

Preparare le quattro ciotole trasparenti con 50 ml di acqua e un cucchiaino di cloruro di calcio. In due di esse aggiungere la lattasi, cioè l'enzima che trasforma il lattosio in due zuccheri semplici, utilizzabili dai lieviti.

Dopo aver preso con una pipetta la soluzione dal becher da 100 ml, farla gocciolare nella ciotola con il cloruro di calcio. Le gocce di liquido nella soluzione diventano delle sferette gelatinose bianche.

Dopo aver lasciato riposare per 5 minuti, versare le "gelatine di lievito" nel colino, sciacquarle con l'acqua e versarle rispettivamente in 4 becher che contengono 50 ml di acqua.

Aggiungere in ciascun becher 4 gocce di blu di bromotimolo, un indicatore di pH che in presenza di un pH neutro è verde, a pH basico è blu e a pH acido è giallo. La presenza di anidride carbonica abbassa il pH della soluzione e fa virare l'indicatore verso il giallo

Per docenti

Risultati attesi e conclusione

Non consegnare agli studenti... dovranno trarre autonomamente le conclusioni

Al termine dell'esperimento dovremmo osservare che nel becher contenente lattasi la soluzione si colora di verde giallo. Nel becher senza la lattasi il BBT non ha cambiato colore perché il lievito non è in grado di fermentare il lattosio, quindi non ha prodotto l'anidride carbonica.

Tutto ciò è accaduto perché il lievito è un organismo unicellulare che non è in grado di metabolizzare il lattosio, mentre aggiungendo ad esso la lattasi riesce a utilizzare i suoi costituenti.

Quindi la lattasi è un enzima che scinde il lattosio in due molecole più semplici: il glucosio e il galattosio.

Estensione

Dal latte allo yogurt

Quanti di voi non riescono a digerire il formaggio poco stagionato ed invece digeriscono tranquillamente lo yogurt?



Chi soffre di una intolleranza al lattosio riscontra questa stranezza, poiché non disponendo dell'enzima lattasi, che scinde il lattosio in glucosio e galattosio, ha maggiore difficoltà digestive, mentre a facilitarci il compito quando si parla di yogurt sono proprio alcuni batteri che fermentano il lattosio e lo scindono nelle molecole scritte sopra.

<https://www.microbiologiaitalia.it/batteriologia/i-batteri-coinvolti-nella-fermentazione-del-lattosio/>