

ENARTIS NEWS

LA NUTRIZIONE DEL LIEVITO: COSA, COME, QUANDO

Una corretta gestione della nutrizione del lievito tiene conto dei fattori nutritivi di cui necessita e del momento in cui vanno somministrati. La strategia nutrizionale va adeguata anche alle condizioni di fermentazione. Alcune pratiche enologiche, infatti, possono avere un impatto notevole sul contenuto e la disponibilità di nutrienti nel mosto. Solo dando al lievito ciò di cui necessita nelle quantità e nei tempi opportuni, si possono produrre vini di qualità.

L'AZOTO

L'azoto, dopo glucosio e fruttosio, è il fattore nutrizionale quantitativamente più importante per il lievito. Esso viene utilizzato nella sintesi di diverse molecole, principalmente proteine:

- proteine strutturali, necessarie per costituire nuove cellule;
- enzimi, indispensabili per mantenere attivi i processi metabolici, tra cui quello di conversione dello zucchero in alcol;
- proteine di trasporto, situate nella membrana cellulare, regolano i processi di trasporto di vari composti tra l'esterno e l'interno della cellula.

Appare ovvio che una buona disponibilità d'azoto stimola la moltiplicazione del lievito e mantiene efficiente il metabolismo fermentativo.

È risaputo che i *Saccharomyces cerevisiae* possono assimilare solo forme azotate semplici quali azoto ammoniacale, aminoacidi e piccoli peptidi costituiti da 2- 5 aminoacidi. Il lievito consuma questi composti a velocità e in quantità diverse, secondo una scala di preferenza: l'azoto ammoniacale è consumato più rapidamente di quella aminoacidico e tra gli aminoacidi, alcuni sono interamente assimilati, altri per nulla. Per questo motivo, nel linguaggio enologico si fa riferimento all'Azoto Prontamente Assimilabile (APA), ovvero all'insieme di quei composti effettivamente utilizzabili dal lievito.

Il fabbisogno di APA non è una costante, ma varia in funzione:

- del ceppo;
- del contenuto in zucchero da fermentare: maggiore il contenuto in zucchero, maggiore il fabbisogno in APA;
- della quantità di biomassa presente: più numerosa è la popolazione di lievito, maggiore il fabbisogno in APA.

Il mosto spesso presenta un contenuto in APA insufficiente per il fabbisogno del lievito. In particolare, quando la fase prefermentativa si prolunga, come nel caso della vinificazione in bianco e della macerazione prefermentativa a freddo, lo sviluppo di microrganismi indigeni comporta l'impoverimento del mosto in fattori nutritivi per il lievito, azoto compreso. Numerosi autori valutano intorno a 150 mg/L il tenore minimo di APA necessario per la fermentazione completa di 200 g/L di zuccheri. Se però si va oltre il concetto di "fermentazione regolare e completa" per passare a quello di "ottimizzazione della qualità organolettica del vino", il fabbisogno in APA può salire a valori di 350 mg/L.

L'AZOTO AMINOACIDICO

Gli aminoacidi vengono portati all'interno della cellula attraverso proteine di trasporto presenti nella membrana cellulare che, per funzionare, richiedono energia. È stato osservato che lo ione ammonio è in grado di inibire molti dei sistemi coinvolti nel trasporto degli aminoacidi per cui, quando aggiunto al mosto in quantità elevate, ne ritarda e, in alcuni casi, ne impedisce l'utilizzo.

Anche l'alcol inibisce il trasporto degli aminoacidi. Essi, infatti, vengono portati all'interno della cellula attraverso un meccanismo di trasporto accoppiato all'entrata di uno o più protoni (H^+). La concentrazione di ioni H^+ in una soluzione è correlata al suo pH: maggiore è il contenuto in protoni, più basso è il pH. All'interno della cellula di lievito il pH è circa 6-7 e deve rimanere tale affinché il metabolismo cellulare si mantenga regolare fino alla fine della fermentazione alcolica. A livello di membrana cellulare, quindi, sono attive delle pompe protoniche che espellono protoni nel mosto. Nel corso della fermentazione, la produzione di alcol rende la membrana cellulare progressivamente più permeabile agli ioni H^+ che perciò diffondono passivamente all'interno della cellula. Il lievito cerca di limitare l'acidificazione del pH intracellulare bloccando l'entrata dei protoni accoppiata al trasporto di aminoacidi, ovvero bloccando l'assunzione di aminoacidi.

Gli aminoacidi, quindi, possono essere assunti dal lievito solo nelle prime fasi della fermentazione e solo in assenza di ammonio. Una volta trasportati all'interno della cellula, essi vengono accumulati nel vacuolo, dove costituiscono una riserva che il lievito potrà utilizzare nelle fasi più avanzate della fermentazione, quando la presenza di alcol lo renderà incapace di assimilare altro azoto dal mosto.

Quando aggiungere aminoacidi

Con le premesse fatte sopra, appare ovvio che l'azoto aminoacidico va apportato al mosto subito dopo l'inoculo del lievito, evitando aggiunte simultanee di ammonio che ne potrebbero inibire l'assimilazione. L'utilizzo di azoto aminoacidico ha come effetto un incremento dell'aroma del vino. Gli aminoacidi, infatti, possono essere considerati dei precursori aromatici. Una volta privato del gruppo aminico, lo scheletro carbonilico dell'aminoacido può essere eliminato dalla cellula sotto forma di alcol superiore e, come tale o esterificato all'acido acetico, contribuire all'aroma del vino.

Come aggiungere aminoacidi

Gli attivanti di fermentazione a base di lieviti autolisati sono l'unica fonte di aminoacidi consentita in enologia.

L'AZOTO AMMONIACALE

L'ammonio viene assimilato attraverso un sistema di trasporto attivo simile a quello utilizzato per gli aminoacidi. Esso però risulta meno sensibile al fattore alcol e si arresta solo in una fase molto avanzata della fermentazione.

Quando aggiungere ammonio

Vista la maggiore "flessibilità" di consumo dell'ammonio, conviene posticiparne l'impiego al termine della fase di crescita esponenziale del lievito, cioè ad un terzo circa della fermentazione alcolica. In questa fase l'ammonio viene utilizzato per rigenerare le proteine di membrana. Quelle coinvolte nei meccanismi di trasporto hanno una vita media di 5-6 ore ed è stato verificato che 50 ore dopo la manifestazione di carenza azotata, la loro dotazione si esaurisce e il lievito cessa di assimilare zuccheri. Aggiunte di azoto ammoniacale nella seconda metà della fermentazione possono far retrocedere la comparsa di odori di ridotto. Gli apporti però, devono essere moderati in quanto la presenza di ammonio residuo potrebbe favorire in seguito lo sviluppo di *Brettanomyces*.

Come aggiungere ammonio

L'ammonio può essere apportato in forma di fosfato bi-ammonico (DAP) e solfato ammonico, usati da soli o congiuntamente fino al limite massimo complessivo di 1 g/L equivalente a circa 200 mg/L di APA. La tendenza comune è quella di limitare l'uso di solfato ammonico per evitare di apportare quantità eccessive di solfati che potrebbero essere ridotti dal lievito a idrogeno solforato.

In conclusione, l'uso combinato di azoto aminoacidico all'inoculo e di azoto ammoniacale da 1/3 della fermentazione alcolica in poi è da preferire all'impiego di una sola forma d'azoto e alla somministrazione in unica dose perché:

- l'uso di quantità elevate di sali ammoniacali può conferire gusto salato al vino;
- un apporto elevato di azoto all'inoculo può stimolare un'eccessiva moltiplicazione del lievito e causare di conseguenza, sia un aumento complessivo del fabbisogno in azoto sia un aumento di temperatura che, se non adeguatamente controllato, può portare all'arresto di fermentazione.

I FATTORI DI SOPRAVVIVENZA: ACIDI GRASSI A LUNGA CATENA E STEROLI

La membrana cellulare rappresenta la barriera protettiva che permette al lievito di vivere in un mezzo, il mosto/vino, che per il pH acido e la presenza di sostanze tossiche come anidride solforosa e alcol, non è ideale per la sua crescita. Essa è composta da un doppio strato fosfolipidico tra le cui code formate da acidi grassi a lunga catena, si trovano immersi steroli, proteine strutturali e proteine di trasporto. Affinché gli scambi tra la cellula e l'ambiente esterno avvengano in modo regolare, la membrana cellulare deve mantenere una fluidità costante. L'accumulo di alcol però, ne provoca l'irrigidimento e l'aumento della permeabilità ai protoni che, per i meccanismi già descritti in precedenza, porta all'arresto di fermentazione. Alcuni studi hanno evidenziato che la perdita di funzionalità della membrana causata dall'alcol è correlato a un impoverimento in steroli e alla diminuzione dell'indice d'insaturazione degli acidi grassi. In effetti, in condizioni di anaerobiosi il lievito è incapace di sintetizzare acidi grassi insaturi a lunga catena e steroli. Ad ogni divisione cellulare quindi, il contenuto di queste sostanze si dimezza fino a diventare un fattore limitante per la moltiplicazione.

Questa condizione di carenza stimola il lievito a produrre le sostanze lipidiche necessarie per ricostituire la membrana, ma l'assenza di ossigeno non gli permette di completare il processo di sintesi che si arresta ad un livello intermedio con accumulo di sostanze tossiche come acidi grassi a media catena e acido acetico. In conclusione, la carenza di acidi grassi a lunga catena e steroli è una delle cause di fermentazioni problematiche e incrementi di acidità volatile.

Quando aggiungere acidi grassi a lunga catena e steroli

Acidi grassi a lunga catena (C16 e C18) e steroli diventano fondamentali per la sopravvivenza del lievito nella seconda parte della fermentazione alcolica per questo devono essere somministrati prima di diventare un fattore limitante. Possono essere aggiunti all'inoculo del lievito o nel corso della prima metà della fermentazione.

Come aggiungere acidi grassi a lunga catena e steroli

Le fecce del mosto contengono quantitativi importanti di acidi grassi a lunga catena e steroli. È chiaro quindi che i mosti soggetti a carenze lipidiche sono i mosti bianchi sottoposti a chiarifiche spinte (torbidità inferiori a 100 NTU). Per sopperire a questa mancanza ci sono due possibilità:

- reintegrare parte delle fecce fino a raggiungere una torbidità di circa 100-150 NTU, ritenuta ottimale;
- aggiungere derivati di lievito contenenti scorze ricche in lipidi.

L'OSSIGENO

Per la sintesi di steroli e acidi grassi insaturi a lunga catena il lievito necessita di ossigeno. Data la fondamentale importanza di questi lipidi per la sopravvivenza del lievito, possiamo considerare l'ossigeno un nutriente a tutti gli effetti.

Quando aggiungere ossigeno

I lieviti secchi attivi hanno un elevato contenuto lipidico dovuto alle condizioni aerobiche adottate in fase di produzione. L'aggiunta di ossigeno diventa necessaria tra un terzo e la metà della fermentazione.

La quantità di ossigeno ritenuta necessaria per il metabolismo del lievito è all'incirca di 10 mg/L, da aggiungersi in un'unica soluzione. L'effetto enologico che si riscontra in seguito all'ossigenazione è un'accelerazione della seconda metà della fermentazione. Tale effetto è amplificato quando l'uso di ossigeno è abbinato alla somministrazione di azoto ammoniacale.

Nel caso di fermentazioni spontanee, il lievito parte sicuramente con un tenore lipidico più basso, non essendo stato prodotto in condizioni di aerobiosi, quindi sarà ancora più importante prestare attenzione al suo fabbisogno in ossigeno.

Aggiunte di ossigeno all'inoculo sono sconsigliate, anche nel caso di fermentazioni spontanee, in quanto il consumo da parte delle ossidasi (tirosinasi e laccasi) potrebbe essere più rapido di quello del lievito e causare di conseguenza ossidazioni indesiderate.

Come aggiungere ossigeno

L'ossigeno in fermentazione può essere aggiunto facendo un travaso all'aria, un *delestage* oppure utilizzando un apparato di macroossigenazione. Il travaso non rappresenta necessariamente il modo più semplice e sicuro per apportare ossigeno. La quantità massima d'ossigeno solubile nel mosto a 20°C si aggira intorno ai 6,5 mg/L. Essa si raggiunge solo travasando all'aria l'intero volume in fermentazione. Ciò richiede la presenza costante di un operatore per sorvegliare che l'operazione proceda regolarmente.

Inoltre, tale quantità non è sempre sufficiente per il fabbisogno del lievito, dai più indicato tra i 5 e 10 mg/L, per cui può essere necessario fare più di un travaso.

Nel caso del *delestage*, oltre alla presenza dell'operatore si aggiunge la necessità di dover disporre di una vasca vuota per contenere il liquido separato dalle vinacce.

L'uso di macroossigenatori consente una maggior precisione di dosaggio e, trattandosi di impianti automatizzati, non richiede una sorveglianza continua. Inoltre, potendo regolare il sistema in modo che l'erogazione avvenga nel lasso di qualche ora, assicura che l'ossigeno immesso non sia perso per gorgogliamento ma sia completamente disponibile per il consumo del lievito.

I FATTORI DI CRESCITA: VITAMINE E MICROELEMENTI

Le vitamine (biotina, tiamina, acido pantotenico, mioinositolo e acido nicotinico) e i microelementi (potassio, magnesio, fosforo, zolfo, zinco, manganese ecc.) vengono usati dal lievito come co-fattori nelle reazioni enzimatiche.

L'importanza di vitamine e microelementi si evidenzia soprattutto all'inizio della fermentazione e per questo motivo vengono anche indicati con il nome di "fattori di crescita". Se si prende ad esempio il caso della tiamina, è stato osservato che la sua presenza al momento dell'inoculo aumenta il numero di cellule attive e la velocità di fermentazione. Esistono situazioni viticole ed enologiche che provocano una carenza indotta di tiamina: forte contaminazione di lieviti indigeni (in particolare di *Kloeckera apiculata*), consumo da parte di *Botrytis cinerea*, prolungamento della fase prefermentativa.

Anche un'errata gestione dell'anidride solforosa induce carenza di tiamina. La solforosa libera, infatti, può legarsi alla tiamina e renderne impossibile l'assunzione da parte del lievito. Per questo motivo, va aggiunta 3-4 ore dopo la solfitazione.

Recenti studi, inoltre, hanno dimostrato che nonostante il mosto sia un mezzo ricco in fattori di crescita, questi spesso non sono disponibili per lievito perché legati a composti come polisaccaridi, polifenoli e proteine. Eventuali carenze, si manifestano come difficoltà fermentative.

Quando aggiungere vitamine e microelementi

Vitamine e microelementi devono essere utilizzabili dal lievito preposto alla fermentazione. Per questo vanno aggiunti dopo l'inoculo del lievito selezionato. Va sottolineato che il fabbisogno in queste sostanze è direttamente proporzionale al tenore in azoto dei mosti: maggiore è il contenuto in APA, maggiore è il numero di cellule che si formano, maggiore è la necessità in vitamine e microelementi. Per evitare l'effetto chelante di polisaccaridi, proteine e polifenoli e per evitare la competizione con i lieviti indigeni, questi fattori di crescita possono essere aggiunti nell'acqua di reidratazione.

Come aggiungere vitamine e microelementi

La legislazione Europea consente l'aggiunta della sola tiamina, nella dose massima di 0,06 g/hL. Altre vitamine e microelementi possono essere somministrati con l'uso di lievito autolisato.

CONCLUSIONI

Una corretta gestione della nutrizione del lievito tiene conto dei fattori nutritivi di cui necessita e del momento in cui vanno somministrati.

Nelle prime fasi della fermentazione è necessario apportare vitamine e microelementi che stimolano uno sviluppo adeguato della biomassa e favorire l'accumulo di acidi grassi a lunga catena, steroli e aminoacidi, indispensabili per la sopravvivenza della cellula nella seconda metà della fermentazione. In questa fase, l'uso di azoto aminoacidico stimola la sintesi di composti aromatici e consente una adeguata crescita della popolazione senza causare aumenti eccessivi di temperatura.

A partire da un terzo della fermentazione invece, devono essere forniti ossigeno e azoto ammoniacale, essenziali per mantenere funzionale la membrana cellulare fino al completo esaurimento degli zuccheri. La strategia nutrizionale va adeguata anche alle condizioni di fermentazione. Alcune pratiche enologiche, infatti, possono avere un impatto notevole sul contenuto e la disponibilità di nutrienti nel mosto.

Solo dando al lievito ciò di cui necessita nelle quantità e nei tempi opportuni, si possono produrre vini di qualità.

CONDIZIONI FERMENTATIVE E PRATICHE ENOLOGICHE CHE IMPATTANO SULLA DISPONIBILITÀ DI NUTRIENTI PER IL LIEVITO

Condizione/pratica enologica	Impatto sulla nutrizione del lievito	Azioni correttive
Uve a stadio avanzato di maturazione	Con l'avanzare della maturazione, la diminuzione del contenuto in APA e l'aumento dell'alcol potenziale, determina una carenza in APA.	Se il contenuto in APA del mosto è inferiore a 100 mg/L, all'inoculo del lievito apportare aminoacidi attraverso l'aggiunta di scorze di lievito e dopo 24 ore integrare l'APA con aggiunta di sali ammoniacali.
Estensione della fase prefermentativa (sfecciatura dei mosti bianchi, macerazioni prefermentativa a freddo)	Impoverimento del contenuto in APA, vitamine e microelementi consumati dai lieviti indigeni.	Se il contenuto in APA del mosto è inferiore a 100 mg/L, all'inoculo del lievito apportare aminoacidi attraverso l'aggiunta di scorze di lievito e dopo 24 ore integrare l'APA con aggiunta di sali ammoniacali.
Chiarifica spinta dei mosti	Depauperamento di acidi grassi e steroli allontanati con le fecce.	All'inoculo aggiungere scorze di lievito ricche in lipidi. Aggiungere 10 mg/L di ossigeno a 1/3 della fermentazione alcolica.
Chiarifica con bentonite	Depauperamento in aminoacidi adsorbiti dalla bentonite	All'inoculo del lievito apportare aminoacidi attraverso l'aggiunta di scorze di lievito.
Ceppo di lievito	Ceppi diversi possono avere esigenze in APA variabili da 200 a oltre 350 mg/L.	Adeguare l'apporto di APA al fabbisogno del ceppo.
Propagazione del lievito	I lieviti propagati in condizioni di anaerobiosi sono sicuramente carenti in acidi grassi e steroli.	Nel tank di propagazione aggiungere scorze di lievito ricche in lipidi e apportare 20-30 mg/L di ossigeno al giorno.
Fermentazioni in condizioni di riduzione	La mancanza di ossigeno provoca incapacità di sintetizzare acidi grassi e steroli.	All'inoculo aggiungere scorze di lievito ricche in lipidi.
Fermentazioni a basse temperature	Le basse temperature diminuiscono la capacità del lievito di sintetizzare acidi grassi insaturi.	All'inoculo aggiungere scorze di lievito ricche in lipidi. Aggiungere 10 mg/L di ossigeno a 1/3 della fermentazione alcolica.

FATTORI NUTRITIVI NECESSARI PER IL LIEVITO: QUANDO E COME SOMMINISTRARLI

Nutriente	Momento dell'aggiunta	Forma	Dose
Tiamina	Reidratazione o inoculo del lievito		Dose max legale 0,6 g/hL
Altre vitamine	Reidratazione o inoculo del lievito	Lievito autolisato	Dose max legale 40 g/hL
Microelementi	Reidratazione o inoculo del lievito		
Acidi grassi insaturi e steroli	Dall'inoculo del lievito fino a 1/3 della fermentazione alcolica		
Azoto aminoacidico	Inoculo del lievito		
Azoto ammoniacale	Da 1/3 fino a 3/4 della fermentazione alcolica	Fosfato ammonico e solfato ammonico	Max 100 g/hL di un sale o dei due sali combinati
Ossigeno	Da 1/3 fino a 1/2 della fermentazione alcolica	Aria (rimontaggio) Ossigeno (macrossigenazione)	Circa 10 mg/L di ossigeno

TABELLA GUIDA PER LA SCELTA DEGLI ATTIVANTI E COADIUVANTI DI FERMENTAZIONE ENARTIS

	<i>NUTRIFERM AROM</i>	<i>NUTRIFERM AROM PLUS</i>	<i>NUTRIFERM ENERGY</i>	<i>NUTRIFERM SPECIAL</i>	<i>NUTRIFERM VIT</i>	<i>NUTRIFERM VIT FLO</i>	<i>NUTRIFERM ADVANCE</i>	<i>NUTRIFERM GRADUAL RELEASE</i>	<i>ENARTISGREEN NUTRIENTE</i>	<i>NUTRIFERM NO STOP</i>	<i>NUTRIFERM CONTROL</i>
APPLICAZIONE	Fornire precursori per la sintesi di aromi di fermentativi	Fornire precursori per la sintesi di aromi di fermentativi	Rafforzare la capacità fermentativa del lievito	Fornire un'alimentazione completa	Fornire una alimentazione azotata di base	Fornire una alimentazione azotata di base	Favorire il completamento della fermentazione e prevenire la comparsa di ridotto	Favorire il completamento della fermentazione e prevenire la comparsa di ridotto	Detossificare il mosto	Prevenire e curare gli arresti di fermentazione	Detossificare il mosto
AZOTO AMMINOACIDICO	●●●●	●●●●●●	●●●●	●●							
AZOTO MINERALE				●●●	●●●●●●	●●●●●●	●●●	●●●●●			
PRECURSORI AROMATICI	●●●●●	●●●●●●	●●●	●						●	
STEROLI E ACIDI GRASSI	●●●	●●●	●●●●	●●			●●●		●●●	●●●●●●	
MINERALI	●●●	●●●	●●●	●●			●●			●●	
VITAMINE	●●●	●●●	●●●●	●●	●	●	●●			●●●	
TANNINI								●			
SOLFATI	NO	NO	NO	NO	Sì	NO	NO	NO	NO	NO	NO
CAPACITÀ ADSORBENTE	●●●●	●●●●	●●●●	●●●			●●●		●●●●●●	●●●●●●	●●●●●●
MOMENTO D'AGGIUNTA	Inoculo del lievito	Inoculo del lievito	Inoculo del lievito	Inoculo del lievito	Inoculo del lievito o a partire da 24 ore dopo l'aggiunto di azoto amminocidico	Inoculo del lievito o a partire da 24 ore dopo l'aggiunto di azoto amminocidico	1/3 della fermentazione alcolica	Prima del riempimento della vasca di fermentazione	In qualsiasi momento durante la fermentazione e in caso di fermentazione stentata o in arresto	Da 1/3 della fermentazione e in caso di fermentazione stentata o in arresto	In qualsiasi momento durante la fermentazione e in caso di fermentazione stentata o in arresto
DOSE RACCOMANDATA	30 g/hL	30 g/hL	15 g/hL	30 g/hL	30 g/hL	30 g/hL	30 g/hL	20 g/hL	30 g/hL	20 g/hL	30 g/hL
DOSE MASSIMA LEGALE	40 g/hL	40 g/hL	40 g/hL	60 g/hL	30 g/hL	30 g/hL	250 g/hL	110 g/hL	40 g/hL	40 g/hL	q.b.
PERMESSO PER VINI BIOLOGICI (REGOLAMENTAZIONE EU)	sì	sì	sì	sì	NO	sì	NO	sì	Certificato biologico	sì	sì

Tieniti aggiornato con la newsletter di Enartis

ISCRIVITI

www.enartis.com/it/newsletter/