

ENARTIS HÍREK

ÉLESZTŐ TÁPANYAGOK: MIT, HOGYAN ÉS MIKOR?

A megfelelő élesztőtápanyag menedzsment magában foglalja az adott növekedési szakaszban szükséges alapvető tápanyagforrások biztosítását és azok megfelelő időzítését. A tápanyag-gazdálkodási stratégiákat hozzá kell igazítani az erjesztési körülményekhez és a stressztényezőkhöz is, mivel a különböző borkészítési műveletek jelentős hatást gyakorolnak a tápanyagok összetételére és hasznosíthatóságukra. Pusztán azáltal, hogy az élesztő számára a megfelelő időben biztosítjuk a megfelelő tápanyagot, megteremthetjük a tiszta, minőségi borok készítésének körülményeit, elkerülve a negatív erjedési aromák, pl.: H₂S kialakulását.

NITROGÉN

A glükóz és a fruktóz után a nitrogén a legfontosabb tápanyag forrás az élesztő számára. Több molekula, főként fehérjék szintéziséhez használják fel:

- új sejtek képzéséhez szükséges szerkezeti fehérjék
- enzimek, melyek az anyagcsere-folyamatok fenntartásához szükségesek, beleértve a cukor átalakítását alkohollá.
- a sejtmembránban található transzport fehérjék, amelyek szabályozzák az élesztősejt belseje és a külső környezet közti folyamatokat

Kétségtelen, hogy a nitrogén jelenléte az egyik legfontosabb tényező az élesztő szaporodásának elősegítésében és a hatékony erjesztőképesség biztosításához.

A *Saccharomyces cerevisiae* csak az egyszerű nitrogén formákat tudja hasznosítani, mint például az ammónium, aminosavak és a két- maximum öt aminosavból álló kis peptidok. Az élesztők különböző sebességgel és mennyiségben hasznosítják ezeket a vegyületeket, az alábbi preferencia szerint: az ammóniumot gyorsabban fogyasztják, mint az aminosavakat, egyes aminosavakat teljes mértékben hasznosítanak, míg másokat egyáltalán nem. Ezért megkülönböztetjük az élesztő által asszimilálható nitrogén tartalmat (YAN), ami alatt azokat a vegyületeket értjük, amelyeket az élesztő hasznosítani tud.

A YAN (élesztő által hasznosítható nitrogén) szint függ:

- az élesztő törzstől
- a must cukor tartalmától: minél magasabb a cukortartalom, annál több YAN-ra van szüksége az élesztőnek
- a biomassza mennyiségétől: minél nagyobb az élesztőpopuláció, annál nagyobb a YAN iránti igény

A mustban lévő YAN koncentráció gyakran alacsony, és nem elégíti ki az élesztő tápanyag igényét. Az elhúzódó prefermentációs szakasz a fehérbor technológiában, valamint a vörösek hideg áztatása során, a vadélesztők és egyéb mikroorganizmusok elszaporodása a tápanyag források, köztük a nitrogén kimerülését okozza. Sok szerző becslése szerint a komplett erjesztéshez szükséges minimális YAN-tartalom körülbelül 150 mg/l YAN egy 200 g/l cukrot tartalmazó mustban.

Ha az erjesztés lezajlásához szükséges minimális tápanyagszükséglet koncepcióján túllépve a borok érzékszervi minőségének "optimalizálása" is cél, akkor a szükséges YAN 350 mg/l vagy annál nagyobb értéket is elérhet.

AMINOSAVAK

Az aminosavakat az élesztősejtek a sejtmembránban jelen lévő transzportfehérjéken keresztül veszik fel, amelyek működéséhez energiára van szükség. Az ammónium sok ilyen transzportrendszer gátló. Az alkohol is gátlja az aminosav felvételét. Az aminosavfelvétel egy vagy több proton (H⁺) szállításával párosul. A H⁺ koncentrációja az oldatban a pH függvénye: minél magasabb a protontartalom, annál alacsonyabb a pH. Az élesztősejt belsejében a pH körülbelül 6-7, és meg kell maradnia ebben a tartományban, a normál anyagcsere fenntartásához. A sejtmembránban lévő protonpumpák aktívan dolgoznak a protonok kívül -szőlőmustban- tartásában, fenntartva az intracelluláris pH-egyensúlyt. Az erjedés során az alkohol termelődés hatására a sejtmembrán fokozatosan egyre áteresztőbbé válik a H⁺-ra, ami passzív proton diffúziót okoz a sejtbe. Az élesztősejtek megpróbálják korlátozni ezt a sejten belüli pH savasodást azáltal, hogy blokkolják az aminosavak szállítását. Ez az oka annak, hogy az élesztő stratégiailag csak az erjedés korai szakaszában veszi fel az aminosavakat, és csak akkor, ha a „könnyű prédát” ammónium nem áll rendelkezésére. A sejt belsejébe szállítva, az aminosavak felhalmozódnak a vakuólumban, ahol tárolódnak és raktározódnak. Ez lehetővé teszi az élesztősejtek számára, hogy aminosavakhoz jussanak az erjedés későbbi, előrehaladott szakaszában is, amikor az alkohol jelenléte már gátlja azok felvételét.

Mikor adjunk aminosavakat tartalmazó tápanyagot a musthoz?

A fenti magyarázat szerint ideális az aminosav-pótlás közvetlenül a beoltás után, elkerülve az ammónium egyidejű hozzáadását. Az aminosavak biztosításával az élesztőt a bor aromáinak fokozására ösztönözzük. Az aminosavak, mint aromaprekursorok, a másodlagos úgynevezett erjedési aromák építőkövei. Az aminocsoport eltávolítását követően, az élesztősejtek az aminosav karboxil vázának megszüntetésével magasabb rendű alkoholokat vagy észtereket képezve járulnak hozzá a bor erjedési aromáihoz.

Hogyan, milyen formában kell biztosítani az aminosavakat az élesztő számára?

A borászatban az élesztő autolizátumot tartalmazó, erjesztést segítő tápanyagok jelenleg az egyetlen engedélyezett forrás az aminosavak hozzáadásához.

AMMÓNIUM

Csakúgy, mint az aminosavak, az ammónium is aktív transzporton keresztül hasznosul, amely kevésbé érzékeny az alkoholra, és csak az erjedés későbbi fázisában áll le.

Mikor adjunk ammóniumot a musthoz?

Az élesztő preferencia sorrendjét figyelembe véve, célszerű elhalasztani az ammónium pótlást az exponenciális növekedési fázis végéig, azaz körülbelül az alkoholos erjedés egyharmadáig. Ebben a fázisban az ammóniumot új, teljesen ép membránfehérjék szintéziséhez használják az élesztők. A transzportfehérjék átlagos élettartama körülbelül 5-6 óra. Megerősítést nyert, hogy ötven órával a teljes nitrogénhiány után a transzportfehérjék leállnak, és az élesztősejtek abbahagyják a cukor felvételét. Az ammónium hozzáadása az alkoholos erjedés második felében segíthet visszafordítani a reduktív jegyek megjelenését. Az adagolásnak azonban mérsékeltnek kell lennie, mert túladagolás esetén a visszamaradt ammónium „felesleg” kedvezhet a romlást okozó élesztők például a Brettanomyces növekedésének.

Hogyan, milyen formában kell biztosítani az ammóniumot az élesztő számára?

Az ammónium hozzáadása történhet diammonium-foszfát (DAP) és ammónium-szulfát formájában is, legfeljebb 1 g/l határértékig, amely körülbelül 200 mg/l YAN-nak megfelelő érték. Általános tendencia az ammónium-szulfát használatának visszaszorulása a H₂S-re redukálható szulfátok túlzott mennyiségének elkerülése érdekében. Összefoglalva, az aminosavak élesztős beoltásnál és ammónium az erjedés 1/3-ánál történő együttes használata előnyösebb, mint egyetlen nitrogénforma egy adagban történő hozzáadása, mivel:

- a nagy mennyiségű ammóniumsó használata oldószerzerű, sós ízt adhat a bornak.
- nagy mennyiségű nitrogén hozzáadása élesztős beoltáskor az élesztők túlzott mértékű szaporodásához, következésképpen egyre növekvő nitrogén igényhez vezet. Továbbá az ebből eredő magas erjedési hőmérséklet erjedési problémákat (lassulás, megakadás) okozhatnak.

TÚLÉLÉSI FAKTOROK: HOSSZÚSZÉNLÁNCÚ ZSÍRSAVAK ÉS SZTEROLOK

A sejtmembrán az a védőgát, amely lehetővé teszi az élesztő növekedését és túlélését a bor zord környezetében, amely magában foglalja a savas pH-t és a mérgező anyagokat, például a kén-dioxid és az alkohol jelenlétét. A membrán egy amfipatikus kettős foszfolipid réteg, ahol a hosszú láncú zsírsav „farok részei” szterolok és strukturális transzportfehérjék jelenlétében alkotnak mátrixot. A sejt és a külső környezet közötti rendszeres cserékhez a sejtmembránnak állandó fluiditást kell fenntartania. Az alkohol koncentráció növekedése a membrán merevedéséhez vezet, és növeli a membrán áteresztőképességét a protonok számára, ami citoplazmatikus savasodáshoz, sejthalálhoz és következésképpen az erjedés megakadásához vezet. Egyes tanulmányok kimutatták,

hogy az alkohol által okozott membrán áteresztőképesség csökkenése korrelál a szteroltartalom és a zsírsavak telítetlenségi indexének csökkenésével. Tény, hogy anaerob körülmények között, az élesztők nem képesek szterolokat és hosszú láncú telítetlen zsírsavakat szintetizálni. Vagyis ezeknek az anyagoknak a mennyisége minden sejtosztódásnál csökken, egészen addig, amíg hiányuk az élesztőszaporodás és a membránszintézis korlátozó tényezőjévé nem válik. Ez a hiány az élesztőt, a membrán újraépítéséhez szükséges lipidek előállítására serkenti, de az oxigénhiány megállítja a szintézis útját azon a szinten, ami mérgező intermedierek, mint például az ecetsav és a közepes láncú zsírsavak felhalmozódásához vezet. Összefoglalva, a hosszú láncú zsírsavak és a szterolok hiánya a nehéz erjedés és a megnövekedett illósavasság egyik fő oka.

Mikor adjunk hosszú szénláncú zsírsavakat és szterolokat a musthoz?

A hosszú szénláncú zsírsavak (C16 és C18) és a szterolok nélkülözhetetlenek az élesztő túléléséhez az alkoholos erjedés második felében, azokat még az élesztők szaporodása során kell biztosítani, mielőtt hiányuk korlátozó tényezővé válna. Hozzáadhatóak élesztős beoltáskor vagy az erjedés első felében.

Hogyan adjunk hozzá hosszú láncú zsírsavakat és szterolokat a musthoz?

A szőlő szilárd anyagai nagy mennyiségben tartalmaznak hosszú szénláncú zsírsavakat és szterolokat. A túlderített fehér mustok lipid szegények. Ennek a hiánynak a kompenzálására két lehetőség van:

- Szilárd anyagok visszajuttatása a mustba, amíg a zavarosság eléri a körülbelül 100-150 NTU szintet
- Adjunk a musthoz lipidben gazdag élesztőtötesteket.

OXIGÉN

Az élesztőnek oxigénre van szüksége a szterolok és telítetlen zsírsavak előállításához. Tekintettel arra, hogy a lipideknek az élesztő membrán integritása és túlélése szempontjából nélkülözhetetlen szerepük van, az oxigén fontos tápanyagnak tekinthető.

Mikor adjuk hozzá az oxigént a musthoz?

Az aktív szárított élesztők az aerob gyártástechnológiának köszönhetően kezdetben nagy mennyiségű lipidet tartalmaznak. Az oxigén hozzáadása döntő fontosságú a cukorfogyás egyharmada és fele között. Az oxigént az élesztő azonnal felhasználja a szterolok és zsírsavak szintézisére. Az élesztőanyagcseréhez szükséges oxigén mennyisége körülbelül 10 mg/l. Az oxigénellátás eredménye az erjedés második felének felgyorsulása. Ez a hatás tovább gyorsul, ha az oxigént ammónium hozzáadásával kombinálják. Spontán erjesztés esetén az élesztők alacsony lipidtartalommal rendelkeznek, mivel nem aerob körülmények között növekednek, ezért még fontosabb, hogy figyeljünk az oxigénszükségletre. Oxigén hozzáadása beoltáskor nem ajánlott, mert a káros oxidáz enzimek (tirozináz és lakkáz) gyorsabban hasznosítanak azt, mint az élesztő, barnulást és oxidációt okozva ezzel.

Hogyan adjunk oxigént a musthoz?

Az erjedés során az oxigént szivattyúval nyílt- vagy körfejtés során, vagy makrooxigenizációs berendezéssel lehet adagolni. A nyílt fejtés kevésbé kontrollálható, és nem ez a legbiztonságosabb módja a must oxigenálásának. A szőlőlében feloldható maximális oxigénmennyiség 20°C-on körülbelül 6,5 mg/l. Ez az érték csak a teljes erjedő tétel átszivattyúzásával érhető el, amihez a munkát végző személy állandó jelenlétére van szükség. Még így is, ez a kezdeti levegőztető fejtés nem mindig elegendő az élesztő oxigénigényéhez, az további szivattyúzást igényel. Körfejtés esetén a kezelő jelenléte mellett szükség van egy üres tartályra is. A makrooxigenizáló berendezések használata nagyobb adagolási pontosságot, jobb beoldódást tesz lehetővé, és nem igényel folyamatos ellenőrzést, mivel ezek az adagoló egységek automatizáltak.

NÖVEKEDÉSI FAKTOROK: VITAMINOK ÉS NYOMELEMEK

A vitaminok (biotin, tiamin, pantoténsav, inozitol és nikotinsav) és nyomelemek (kálium, magnézium, foszfor, kén, cink, mangán, stb.) az enzimatikus reakciók kofaktorai. A vitaminok és nyomelemek jelentősége különösen nyilvánvaló az erjedés kezdetén, ezért „növekedési faktoroknak” is nevezik őket. A tiamin esetében például megfigyelték, hogy az élesztős beoltással egyidejű tiampótlás növeli az aktív sejtek számát és az erjesztési sebességet. Vannak olyan borászati tényezők, amelyek tiaminhiányt okoznak: a vadélesztők (különösen a *Kloeckera apiculata*) jelenléte, vagy a *Botrytis cinerea* tiaminfelvétele, egy elhúzódó előerjesztési fázis. A kén-dioxid helytelen használata is tiaminhiányt idéz elő, mivel a szabad kén-dioxid kötődhet a tiaminhoz, elérhetetlenné téve azt élesztő számára. Ezért a tiamint 3-4 órával az SO₂ hozzáadása után kell adagolni. Számos tanulmány arra is rámutatott, hogy még a növekedési faktorokban gazdag mustok esetében sem mindig tudják azokat hasznosítani az élesztők, mert nem szabadon felvehető formában, hanem poliszacharidokhoz, polifenolokhoz és fehérjékhez kötődve vannak jelen. Bármely növekedési faktor hiánya okozhat erjedési problémákat.

Mikor adjunk hozzá vitaminokat és nyomelemeket a musthoz?

A vitaminokat és nyomelemeket közvetlenül a fajélesztős beoltás után kell a musthoz hozzáadni. Ezeknek az anyagoknak az adagolása egyenesen arányos a must nitrogéntartalmával: minél magasabb a YAN, annál nagyobb a képződő sejtek száma, annál nagyobb szükség van vitaminokra és mikroelemekre. Az optimális felvétel és hasznosítás érdekében a legjobb, ha a növekedési faktorokat az élesztő rehidratáció során adagoljuk.

Hogyan adjunk hozzá vitaminokat és nyomelemeket a musthoz?

A borkészítésre vonatkozó jogszabályok tisztán csak tiamin hozzáadását teszik lehetővé 0,06 g/hl maximális dózisban. Egyéb vitaminok és nyomelemek hozzáadása élesztő autolizátumok segítségével biztosítható.

KÖVETKEZTETÉSEK

A megfelelő élesztő tápanyag menedzsment stratégia figyelembe veszi azt, hogy milyen tápanyagforrások, szükségesek, és milyen szakaszban kell biztosítani azokat. Az erjedés első szakaszában az aminosavak pótlása serkenti az aromás vegyületek szintézisét, valamint vitaminokkal és nyomelemekkel együtt lehetővé teszi a megfelelő számú élesztőpopuláció kialakulását anélkül, hogy nagy hőmérséklet emelkedését okozna. A hosszú szénláncú zsírsavak, szterolok és aminosavak korai felhalmozódásának elősegítése növelni az élesztő állóképességét és túlélését az erjedés második felében. Az erjedés egyharmadánál oxigént és ammóniumot kell biztosítani a sejtmembrán működőképességének fenntartása érdekében a teljes cukorfogyásig. A tápanyag utánpótlás stratégiáját az erjesztési körülmények (magas brix, alacsony YAN stb.) figyelembevételével kell kialakítani. A különböző borkészítési gyakorlatok jelentős hatással lehetnek a mustban lévő tápanyagok összetételére és hasznosíthatóságára. Pusztán azáltal, hogy az élesztő számára a megfelelő időben biztosítjuk a megfelelő tápanyagot, megteremthetjük a tiszta, minőségi borok készítésének körülményeit, elkerülve a negatív erjedési aromák kialakulását.

Az erjesztési körülmények és a borkészítési technológia hatása a mustban lévő tápanyagok összetételére.

Állapot/borászati művelet	Az élesztő tápanyag igényére gyakorolt hatás	Teendők
Érett és túlérett szőlő	Az érés előrehaladtával a szőlő YAN-tartalma csökken, a potenciális alkoholtartalma nő, ami valószínűsíthető YAN hiányhoz vezet	Ha a YAN 100 mg/l alatt van, adjunk hozzá élesztő autolizátumot tartalmazó tápanyagokat beoltáskor, és ammóniumot a beoltást követő 24-36 órában
Hosszú előerjesztési fázis (must ülepités, stabilizáció, hideg áztatás stb.)	YAN, vitaminok és nyomelemek fogyasztása a vadélesztők és egyéb mikroflóra által	Ha a YAN 100 mg/l alatt van, adjunk hozzá élesztő autolizátumot tartalmazó tápanyagokat beoltáskor, és ammóniumot a beoltást követő 24-36 órában
Must túltisztítása/túlderítése	A szterolok és zsírsavak hiánya	Lipidben gazdag élesztőtötesteket tartalmazó tápanyag beoltáskor. Oxigént és lipidben gazdag élesztőtötesteket tartalmazó tápanyagokat biztosítani 1/3 cukorfogyásnál is
Must derítés bentonittal	Az aminosav tartalom csökkenése a bentonit adszorpciója miatt	Fajélesztős beoltáskor aminosavakat és élesztő autolizátumot tartalmazó tápanyagok biztosítása
Élesztő törzs	Különböző élesztő törzsek különböző YAN (élesztő által hasznosítható nitrogén) igényűek	Állítsa be a YAN-t az élesztő törzs igényeihez
Spontán erjesztés	A vad élesztőkből általában hiányoznak a szterolok és zsírsavak	Lipidben gazdag élesztőtötesteket tartalmazó tápanyag beoltáskor. Oxigént és lipidben gazdag élesztőtötesteket tartalmazó tápanyagokat biztosítani 1/3 cukorfogyásnál is
Erjesztés redukzív körülmények között	Az oxigénhiány meggátolja a szterolok és a telítetlen zsírsavak szintézist	Biztosítson lipidben gazdag élesztőtötesteket
Erjesztés alacsony hőmérsékleten	Az alacsony hőmérséklet megnehezíti a telítetlen zsírsavak szintézist	Lipidben gazdag élesztőtötesteket tartalmazó tápanyag beoltáskor. Oxigént és lipidben gazdag élesztőtötesteket tartalmazó tápanyagokat biztosítani 1/3 cukorfogyásnál is

ENARTIS TÁPSÓK, ÉLESZTŐAKTIVÁTOROK FŐBB TULAJDONSÁGAI

	NUTRIFERM AROM PLUS	NUTRIFERM ENERGY	NUTRIFERM SPECIAL	NUTRIFERM VIT	NUTRIFERM VIT FLO	NUTRIFERM ADVANCE	NUTRIFERM NO STOP	NUTRIFERM GRADUAL RELEASE	NUTRIFERM REVELAROM	ENARTISGREEN TÁPANYAG
ALKALMAZÁS	Erjedési aromák prekurzorainak szintetizálása	Élesztők erjesztési kapacitásának növelése	Kiegészítő tápanyagellátás	Alapvető nitrogén utánpótlás	Alapvető nitrogén utánpótlás	Szabályos, tiszta erjedés segítése	Erjedés megakadásának megelőzése, kezelése	Szabályos, tiszta erjedés segítése	Segít a második erjesztés tiszta végigviteléhez	Must méregtelenítése
AMINOSAVAKBÓL SZÁRMAZÓ NITROGÉN	★★★★★	★★★★	★★							
SZERVETLEN NITROGÉN			★★★	★★★★★	★★★★★	★★★		★★★★	★★★	
AROMA PREKURZOROK	★★★★★	★★	★				★			
SZTEREOLOK ÉS ZSÍRSAVAK	★★	★★★★	★★			★★★	★★★★★		★★	
ÁSVÁNYI ANYAGOK	★★	★★	★★			★★	★★		★★	
VITAMINOK	★★	★★★★	★★	★	★	★★	★★		★★	
TANNINOK								★		
SZULFÁT	NEM	NEM	NEM	IGEN	NEM	NEM	NEM	NEM	NEM	NEM
ADSZORPCIÓS HATÁS	★★★★	★★★★	★★			★★	★★★★			★★★★
HOZZÁADÁS IDŐPONTJA	Fajlesztős beoltáskor	Fajlesztős beoltáskor	Fajlesztős beoltáskor	Fajlesztős beoltáskor vagy az első szerves nitrogénpótlást követő 24 óra elteltével	Fajlesztős beoltáskor vagy az első szerves nitrogénpótlást követő 24 óra elteltével	Cukor fogyás 1/3-nál	Az erjedés második felében megállításának, megakadásának megakadályozására	Erjesztő tartály feltöltése előtt	Második erjesztés alatt	Bármikor az erjedés megállításának, megakadásának megakadályozására
AJÁNLOTT ADAGOLÁS	15-30 g/hL	10-30 g/hL	30-50 g/hL	10-30 g/hL	10-30 g/hL	20-40 g/hL	20-40 g/hL	20 g/hL	10 g/hL	10-40 g/hL
MAXIMÁLIS DÓZIS (EU RENDELET)	40 g/hL	40 g/hL	60 g/hL	30 g/hL	30 g/hL	250 g/hL	40 g/hL	110 g/hL	60 g/hL	40 g/hL
BIOBOR (EU RENDELET)	IGEN	IGEN	IGEN	NEM	IGEN	NEM	IGEN	IGEN	IGEN	MINŐSÍTETT

Tartsa velünk a kapcsolatot!

IRATKOZZON FEL HÍRLEVELÜNKRE!

www.enartis.com/hu/newsletter/