

TECNICA**El nitrógeno en la sidra**

La biotransformación del mosto de manzana en sidra es un proceso complejo llevado a cabo por diferentes grupos de microorganismos (levaduras y bacterias). Del conjunto de transformaciones bioquímicas que experimenta el mosto durante la elaboración de la sidra, la fermentación alcohólica y maloláctica tienen especial relevancia por los cambios que ocasionan en la composición de la sidra y en sus propiedades sensoriales. La fermentación alcohólica conlleva la transformación de los azúcares en alcohol, gas carbónico y otros productos secundarios. En la fermentación maloláctica, el ácido málico es convertido en ácido láctico y gas carbónico. Por tanto, los azúcares y ácidos orgánicos, en particular el ácido málico, juegan un papel muy significativo en la elaboración de la sidra. Sin embargo, estos procesos no pueden desarrollarse adecuadamente sin el concurso de otras sustancias como los compuestos nitrogenados. De hecho, estos componentes bioquímicos son nutrientes que los microorganismos precisan necesariamente para efectuar la biotransformación del mosto de manzana en sidra.

Habitualmente, el elaborador no presta especial atención a la composición nitrogenada de la materia prima que utiliza en la manufactura de la sidra. No obstante, el nitrógeno (en adelante N) afecta muy significativamente a la evolución de la fermentación y cualidades gustativas, aromáticas y toxicológicas de la sidra. A modo de ejemplo, cabe señalar que las paradas fermentativas o las cinéticas de fermentación excesivamente lentas, así como la producción de compuestos azufrados (sulfuros) y carbamato de etilo (producto potencialmente tóxico) son procesos estrechamente vinculados a la composición nitrogenada del mosto.

La fracción nitrogenada formada por el ión amonio y los aminoácidos, denominada nitrógeno asimilable, es la que presenta mayor relevancia desde un punto de vista tecnológico. No obstante, existen otras fracciones de N de mayor tamaño, como los péptidos y proteínas, que son responsables de los enturbiamientos y sedimentaciones que se originan al interaccionar esta fracción de N con los compuestos fenólicos o taninos. Generalmente, las proteínas y péptidos de elevada masa molecular no pueden ser utilizados por levaduras del género *Saccharomyces*; pero, la presencia de levaduras salvajes, que tienen actividad proteolítica (acción que supone la hidrólisis y ruptura de las proteínas), origina una liberación de la fracción asimilable que puede ser utilizada por levaduras fermentativas. En estos casos, la presencia de aminoácidos azufrados provenientes de la hidrólisis de las proteínas puede alterar las propiedades sensoriales de la sidra. El N facilita el desarro-

llo de los microorganismos al suministrar los elementos necesarios para la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos. De hecho, una adecuada suplementación de este elemento favorece un aumento de la tasa de crecimiento y rendimiento de la biomasa, a la vez que estimula la fermentación y la formación de productos secundarios del metabolismo microbiano. Sin embargo, la presencia de elevadas concentraciones de N no mejora necesariamente la calidad de productos fermentados como la sidra. Por tanto, se debe partir de una concentración mínima de N asimilable según la cantidad inicial de azúcar potencialmente fermentable, a fin de evitar paradas fermentativas o cinéticas de fermentación excesivamente lentas. Como ejemplo, cabe señalar que un mosto de manzana con una densidad de 1.050 (-108 g/L de azúcares) deberá contener un mínimo de 80 mg/L de N asimilable. Si existiese una deficiencia de este nutriente, es recomendable añadir una sal de N, fosfato biamónico (4,7 g de la sal proporcionan 1 g de N) al inicio del proceso fermentativo.

La fracción de N asimilable, en particular los aminoácidos, interviene en la formación del aroma; por ejemplo, los alcoholes superiores (alifáticos y aromáticos) se forman a partir de los correspondientes aminoácidos, y la síntesis de los ésteres etílicos de los ácidos grasos está ligada a la disponibilidad de alcohol y a la demanda de ácidos grasos que, a su vez, está vinculada al contenido inicial de N del mosto. Otros componentes que participan en el aroma son los compuestos carbonílicos, el acetaldehído y diacetilo son un ejemplo; su producción está relacionada con el metabolismo del N. Una deficiencia de éste incrementa el contenido de aldehídos; a modo orientativo, hay que señalar que una limitación en la disponibilidad de valina provoca una acumulación de diacetilo.

Por otro lado, cuando se produce un déficit de N durante la fermentación más activa (en esta fase se requiere un importante aporte de este elemento para la síntesis de proteínas), la formación de sulfuros (responsables del conocido aroma a huevos podridos) se estimula. Este fenómeno se incrementa si en el mosto en fermentación existen sulfitos; la presencia de éstos se produce cuando se efectúan tratamientos prefermentativos con sulfuroso y/o metabisulfito potásico. Así mismo, en la fase final de la fermentación se produce un aumento de la síntesis de sulfuros que no es evitada por un aporte nitrogenado. En estos casos, la aireación (trasiego) es el medio más eficaz para limitar la concentración de estas sustancias (nivel umbral de olfacción: 10-100 µg/L). El trasiego es una herramienta tecnológica de gran interés en la elaboración de productos tradicionales como

la sidra natural; por ejemplo, su uso limita la incidencia de alteraciones microbianas como el filado.

La presencia de compuestos nitrogenados asimilables en sustratos azucarados fermentables como el mosto de manzana puede dar lugar a la formación de sustancias químicas como el carbamato de etilo (uretano); se sospecha que el uretano es una sustancia potencialmente cancerígena, por lo que su concentración está legalmente regulada en diversos países. La urea es el precursor del uretano, y la fuente más importante de urea es la arginina (aminoácido minoritario en manzana). En mostos con elevado contenido en N asimilable, la absorción de la arginina se ralentiza; por consiguiente, aquellas cepas de levaduras con capacidad de hidrolizar la arginina formarán urea, y como consecuencia de ello, existirá un riesgo potencial de acumulación de uretano. Se concluye, por tanto, que un aporte excesivo de N no es recomendable desde el punto de vista de la salud. Además, la presencia de N residual en la sidra, una vez efectuada la fermentación alcohólica, produce una desestabilización microbiológica de ésta, al posibilitar que otros microorganismos como las bacterias lácticas puedan crecer fácilmente y provocar alteraciones como el filado, la "framboise", el picado láctico, etc., limitando seriamente la comercialización del producto.

La demanda de N a lo largo de la fermentación está íntimamente ligada a la concentración de oxígeno: a mayor concentración de éste los requerimientos de N aumentan. La presencia de factores de supervivencia, "sustitutivos del oxígeno", como el ácido oleico y ergosterol, estimulan también la asimilación de N y la actividad fermentativa; de hecho, la presencia de sólidos en suspensión favorece el proceso fermentativo, posiblemente como consecuencia del aporte de lípidos, esteroides y ácidos grasos insaturados. Así mismo, el consumo de N se incrementa con el aumento de la temperatura y el pH. Por otra parte, la absorción de los aminoácidos está influida por la presión de gas carbónico; un incremento de ésta limita la utilización del nitrógeno disponible en el medio en fermentación.

Finalmente, cabe concluir que el nitrógeno es un componente de gran relevancia tecnológica en el proceso de elaboración de la sidra. Su concentración inicial y las condiciones de fermentación que regulan su asimilación por los microorganismos deben controlarse adecuadamente por el elaborador a fin de obtener de manera predecible productos de calidad.

Colaboración técnica

Juan José MANGAS ALONSO