

así como del tiempo que ésta dura; cuando la fermentación no ha de durar más que tres días, se comprende la necesidad de que la temperatura sea un poco más alta que para una fermentación de cuatro días. Cuando la pasta se ha enfriado á la temperatura deseada (hasta 23 grados por término medio) se lleva al cubo de fermentación.

4.º *Fermentación de la pasta.* Los cubos de fermentación suelen ser de madera, si bien á veces se hacen de piedra. Son preferibles los primeros porque dejan perder el calor menos rápidamente, y por la misma razón merecen la preferencia los cubos grandes á los pequeños. Rara vez pasan de una capacidad de 4.000 litros. Se usa levadura de cerveza (superficial ó de depósito) en estado líquido, ó bien *levadura seca (levadura prensada)*, como la que se obtiene prensando la levadura de cerveza ó la levadura que se forma en la fermentación del mosto de cereales, remolachas ó patatas. La última se diluye con agua caliente antes de servir. Se toman por 1.000 litros de pasta 8 ó 10 de levadura de cerveza líquida, y para 3.000 litros bastan 15 ó 20 de levadura. Usándose levadura seca se toma para 1.000 litros de pasta 1/2 kilogramo, y para 3.000 litros 1 kilogramo. Como no siempre puede tenerse á mano levadura de cerveza y levadura seca de la calidad que se quiere y á precio módico, en las grandes destilerías se acostumbra preparar levadura artificial. La adición de la levadura á la pasta enfriada se efectúa de igual modo que para el mosto de cerveza. A las 3 ó 5 horas comienza la fermentación y la temperatura sube á 30 ó 34 grados. Apenas cesa el desprendimiento del ácido carbónico, las partes sólidas caen al fondo dejando puesto á los líquidos. Este fenómeno sucede al cuarto día, y se considera como el signo de haber terminado la fermentación. Una vez acabada la fermentación y trasformada la pasta en líquido vinoso (mosto fermentado), se ha de proceder inme-

diatamente á la separación del alcohol. Inútil parece advertir que diciendo que la fermentación se ha terminado, no se quiere significar que sea de un modo absoluto, sino que ha llegado al punto que parece ser más ventajoso en el concepto económico, punto que se alcanza interrumpiendo el fenómeno en el momento conveniente.

En Bélgica, donde se opera próximamente como acaba de explicarse, los destiladores emplean en general para preparar el líquido vinoso una mezcla de 24 á 30 partes de malt y 56 á 70 de centeno, al cual suelen añadir 8 á 12 por ciento de avena.

En Inglaterra se efectúa la preparación del líquido vinoso del siguiente modo: Se toman:

Cebada de invierno cruda. . . . .	80 partes.
Malt pale. . . . .	10 —
Avena. . . . .	10 —

Molidas las sustancias se bracean en una cuba mecánica con la cantidad de agua necesaria para que el mosto fermentado contenga próximamente 6 por ciento de alcohol puro en volúmen. El mosto se saca en seguida de la cuba y se enfria en grandes pilones planos de palastro ó circulando por los tubos de un refrigerante de cobre. Cuando la temperatura del líquido ha bajado á 18 ó 22 grados, se pone en fermentación dentro de grandes cubos, añadiendo 5 ó 6 litros de levadura líquida ó 2 1/2 á 3 kilogramos de levadura seca por 100 kilogramos de materia empleada. La fermentación se desarrolla muy despacio al principio, va aumentando gradualmente y termina al cabo de 4 ó 5 días.

Para preparar el líquido vinoso con el arroz se deslien 500 kilogramos de harina de arroz con 50 hectólitros de agua, á 60 ó 65 grados, en un cubo armado de un doble fondo taladrado; se calienta en seguida la masa durante media hora á 70 grados por medio del vapor; despues con agua fría se baja la temperatura de la mezcla á 50 gra-

dos añadiéndole 125 kilogramos de malt: se tapa el cubo dejando que la sacarificación se efectúe durante dos horas, despues de lo cual se vierte el líquido decantado claro ó tal como está en el cubo de fermentación donde se le vuelve con agua fría á la temperatura de 22 á 24 grados, y se pone la levadura.

6. PREPARACION DE LA PASTA CON PATATAS. Las patatas se componen de 28 por ciento de sustancia seca (con 21 por ciento de fécula y 2/3 de cuerpos proteicos) y de 72 por ciento de agua. Lo mismo que los cereales, toda la fécula que entrañan puede convertirse en dextrosa, mas no contienen el agente transformador que se ha llamado diastasa, sustancia que no se produce en las patatas á la influencia de la germinación. De consiguiente, para que la fécula de patatas se convierta en dextrosa, es preciso, al tratar esos tubérculos, añadirles malt, ó bien hacer obrar un ácido sobre las patatas preparadas. Segun se emplee el primero ó segundo procedimiento, se distinguen: *a*, la preparación de la pasta por medio del malt (sacarificación del malt); *b*, la preparación de la pasta con ácido sulfúrico (sacarificación con ácido sulfúrico). El primer método es el que comunmente se sigue y el que vamos á describir.

La preparación del líquido vinoso con malt abarca las operaciones siguientes:

1.º *Lavado y cocura de las patatas.* Antes de cocer las patatas suele quitárseles lavándolas la tierra que tienen. Este lavado se efectúa en una gran artesa ó dornajo ó en un tambor. Despues del lavado se procede á la cocción de las patatas sin quitarles el tegumento ó piel. Antes se cocían con agua; pero hoy suele servir para el caso el vapor. Al efecto se introducen las patatas lavadas en un cilindro de palastro provisto de doble fondo taladrado, debajo del cual llega el vapor, éste atraviesa la masa de tubérculos y escapa por un tubo adaptado á la tapa del

vaso. Terminada la cocción al cabo de una hora ó de hora y cuarto, se abre un orificio que tiene el cilindro en su parte inferior, á fin de extraer los tubérculos.

2.º *Aplastadura de las patatas.* Al salir del cilindro las patatas cocidas caen en una tolva que las conduce al aparato destinado á aplastarlas. Durante todo el tiempo en que se opera la extracción de las patatas del aparato de cocción, la introducción del vapor se modera, mas no se interrumpe, para que los tubérculos no se enfrien, puesto que cuando esto sucede, las patatas cocidas toman, como todo el mundo sabe, una consistencia jabonosa, por efecto de la cual no pueden aplastarse bien, á más de que ya no forman con el agua una mezcla homogénea. Pero la transformación completa de la fécula en dextrosa no puede alcanzarse, si la máquina de aplastar no da una sustancia poco coherente y harinosa en vez de una pasta compacta. El aparato más sencillo para aplastar las patatas se compone de dos cilindros de palastro huecos ó de hierro colado cuyos ejes descansan en cojinetes de un caballete, y que por medio de ruedas fijas á uno de los extremos de los ejes pueden moverse en sentido inverso.

3.º *Empaste ó maceración.* Las patatas aplastadas se tratan de la misma manera que los cereales crudos con adición del malt. Se prefiere el malt de cebada á los demás, porque obra con mayor energía y eficacia, si bien á veces se emplea malt de centeno mezclado con malt de cebada. El malt verde es más activo que el malt secado al aire y da mayor rendimiento de alcohol. La proporción relativa de malt molido y de las patatas que se indica, no siempre es la misma; pues mientras unos creen que 2 ó 3 partes de cebada (en forma de malt) bastan para 100 de patatas, otros quieren que se tomen 10. Como suele suceder en muchas circunstancias el promedio de las cifras indicadas es probablemente tambien en este

caso la mejor proporcion que debiera emplearse, y lo cierto es que la adición de 5 partes de cebada ó de malt secado al aire por 100 de patatas es la que se hace por regla general, 100 partes de patatas (con un 20 por ciento de fécula) dan un mosto que por término medio contiene 17'3 de extracto anhidro: 5 de malt de cebada dan 3 de ese extracto. El rendimiento en alcohol debe, pues, distribuirse entre esas dos sustancias. Para las patatas la dilucion se eleva un poco más que para los cereales; se hace de manera que la sustancia seca y el agua estén entre sí como 1 : 4'5, 1 : 4, y hasta 1 : 3. Es evidente que para determinar esas proporciones se ha deducido la gran cantidad de agua contenida en las patatas (72 á 75 por ciento).

El *enfrio* se ejecuta del modo que antes se ha descrito. En los pilones enfriadores la pasta sufre cambios, algunos de los cuales son favorables y otros perjudiciales al beneficio en alcohol. Entre los cambios favorables debe contarse el aumento de la riqueza en azúcar. En la pasta enfiada hay más glucosa que antes, circunstancia que no puede explicarse sino por la presencia en el mosto de cuerpos proteicos que tienen la propiedad de transformar en dextrina la dextrina contenida en ese líquido no enfiado (1). Otra modificación del mosto se caracteriza para la formación de cierta cantidad de ácido láctico, que se realiza siempre á espensas del azúcar bajo la influencia de un fermento láctico particular. El ácido láctico se forma en cantidad tanto mayor cuanto más despacio se realiza el enfrio de la pasta á la tem-

(1) Toda sustancia albuminosa contiene á cierto grado de descomposición la propiedad de transformar el almidón en dextrina; tales son, la sangre, la bilis, la materia cerebral, la levadura, la albúmina de cebada germinada, la saliva, la carne putrefacta. *Mulder* quiere que la palabra *diastasa* sea borrada de la ciencia, y propone en su lugar el de *agente transformador del almidón*; pero en el estado actual de la ciencia química nada hay que replicar á esa manera de ver, puesto que la diastasa no existe como individuo químico. En la industria puede en cambio conservarse la palabra diastasa, si bien que no comprendiendo en esa designación más que el conjunto de sustancias albuminoides en descomposición que tienen el poder de transformar el almidón en dextrina.

peratura de la fermentación. El mejor medio de reducir su producción á las proporciones más insignificantes consiste por lo tanto en un enfrio tan rápido como se pueda. Se ha descubierto en el *ácido sulfuroso* un excelente medio para aumentar el rendimiento en alcohol de la pasta por disminución de la producción del ácido láctico. Se bracea añadiendo una solución acuosa de ácido sulfuroso.

En vez de cocer las patatas podrían someterse á la maceración crudas y previamente mondadas. Entonces se procedería de la manera siguiente: En una cuba armada de doble fondo agujereado se meten 1.000 kilogramos de patatas mondadas; se deja escurrir durante media hora y se saca el líquido acumulado entre los dos fondos; se hace entonces llegar poco á poco á la pulpa 10 á 12 hectólitros de agua hirviendo y se añaden 70 kilogramos de malt mojado; se bracea la masa, y después de una maceración de 3 ó 5 horas se extrae el líquido claro, se deja escurrir por un cuarto de hora próximamente y se llevan los dos líquidos á la cuba de fermentación; luego se hacen llegar 500 litros de agua hirviendo á la pulpa, se bracea, se trasega, se deja escurrir como antes y se juntan los líquidos así obtenidos á los que están ya en la cuba de fermentación: y por último se repiten por tercera vez esas operaciones, empleando 500 litros de agua fría, que después del braceaje, trasego y escurridura se unen con los productos de las dos primeras extracciones. Ese método da un resultado en alcohol superior al que da el empaste con patatas cocidas, y el producto es de mejor calidad; efectuándose la destilación con un mosto claro y no con una masa pastosa. Desde algún tiempo se construyen y emplean *aparatos de maceración en el vacío*, como por ejemplo el de *Hollefreund*, en el que la transformación en engrudo de los granos de fécula de patatas se efectúa por medio de vapores recalentados.

dos. La influencia favorable de la alta presión producida por el vapor sobre la disgregación del almidón se explica por la circunstancia de que en el acto de suprimirse la presión (después de la coadura), esplotan los granos de almidón del mismo modo que el experimento hecho con la vejiga bajo el recipiente de la máquina neumática. Según *A. Müller* (1874), no debe atribuirse á una acción mecánica la ventaja que resulta del empleo del vapor á presión alta; pues la ventaja consiste más bien en la necesidad de una cantidad menor de agua para producir engrudo y en que éste es más fluido á temperatura elevada. En todo caso la introducción de aparatos que produzcan el engrudo á una temperatura superior á 100 grados, constituye un importante progreso en la destilería. De algún tiempo á esta parte se hacen muchos elogios de un aparato de marcha continua para el empaste y la destilación, inventado (1864) por *R. Itges*, de Breslau.

4.º *Fermentación de la pasta ó remojo*. La adición de la levadura á la pasta enfiada contenida en las cubas de fermentación se efectúa del mismo modo que con el mosto de cereales. También en este caso puede emplearse la levadura de cerveza. Por 100 kilogramos se toman 1 ó 2 litros de levadura pastosa ó 750 á 1.000 gramos de levadura seca. En el mosto de patatas hay, á más de las plumas del grano (cebada maltada), sustancia celular finamente dividida: esas materias se elevan hasta la superficie del líquido durante la fermentación, formando una especie de cubierta (el *sombrero*), cuyo aspecto y manera de obrar permiten sacar una deducción sobre la marcha de la fermentación. Bajo ese punto de vista se distinguen la *fermentación regular* y la *fermentación irregular*. La primera ocurre 4 ó 6 horas después de añadir el fermento y dura en relación con la cantidad de levadura añadida y la temperatura. La fermentación

es tranquila y no tumultosa, y el sombrero se repliega sobre sí mismo; por un lado se hunde al replegarse, mientras que por el otro se eleva por encima del líquido (*fermentación con sombrero arrollado*). A veces el sombrero se hincha como la pasta del pan en fermentación, y se eleva hasta que el ácido carbónico se desprende, y luego se baja nuevamente (*flujo y reflujo*). Las fermentaciones irregulares son la fermentación *bajo sombrero*, la fermentación *con sombrero rasgado* y la fermentación *sin sombrero*; en la fermentación primera el sombrero queda inmóvil y el resultado de la operación comúnmente es malo, lo cual dimana de haber sido defectuosa la pasta é incompleta la sacarificación, de haberse empleado muy poca levadura, ó finalmente de ser demasiado baja la temperatura del mosto y del local en que se ha efectuado la fermentación. Cuando durante la fermentación del sombrero se *rasga*, pasando por encima el líquido, y por otra parte el sombrero permanece tranquilo, verdad es que la fermentación es más viva que cuando se realiza bajo el sombrero, pero el resultado no es satisfactorio. Por último, si la fermentación se efectúa *sin sombrero*, es señal de una fermentación harta flaca, porque el desprendimiento del ácido carbónico no se realiza de una manera enérgica para poder mantener las heces á la superficie del mosto. Siendo normal la marcha de la fermentación del mosto se convierte en líquido vinoso al cabo de 60 ó 70 horas y está á punto de destilarse. De algún tiempo á esta parte se emplea el *ácido láctico* para acelerar la marcha de la fermentación.

7. PREPARACION DEL LÍQUIDO VINOSO CON ÁCIDOS (*sacarificación con los ácidos*). Como se ha dicho en la pág. 786 del tomo I, la transformación del almidón en dextrina puede realizarse no sólo con la diastasa, sino también con ácidos diluidos (ácido sulfúrico, ácido clorhídrico). Ese método ha sido recomendado por *Leplay*.

Las patatas se transforman en una pasta que se introduce en un gran cubo y se les echa agua en abundancia. Separada de las células rasgadas una parte de la fécula, se deposita en el fondo del cubo y otra sobre la masa de las patatas machacadas. El líquido pardo que flota y con él la albúmina de las patatas que sería un obstáculo para la acción del ácido sulfúrico, se quitan por medio de un sifón. Dicho líquido sirve para el ganado, ya como bebida, ya para remojar el pasto seco. Mientras se leja la pasta de las patatas, se calienta á la ebullicion por medio de un tubo de vapor, y en otro cubo la cantidad de ácido sulfúrico diluido que para la operacion es necesario. Por hectólitro de patatas se toma 1 1/2 á 2 kilogramos de ácido sulfúrico inglés diluido con 3 ó 4 litros de agua. La pasta de patatas lavada se introduce en ese líquido hirviendo; y la ebullicion se prosigue, no solamente hasta la desaparicion de la fécula (cuya presencia se revela con agua de yodo), sino tambien de la dextrina. Una muestra del líquido mezclado en un vaso de experimentacion con alcohol concentrado, no debe ponerse lechoso, pues en tal caso debería continuar la ebullicion. Despues de una ebullicion de unas 5 horas la sacarificacion ha terminado; el líquido se traslada á un cubo de doble fondo, y para separar la materia fibrosa no disuelta, se trasiega á otro cubo donde se le neutraliza con creta. El líquido separado del sulfato de calcio precipitado se pone en fermentacion con levadura, como el mosto preparado con malt. La práctica no se ha pronunciado definitivamente aun en pro del valor del procedimiento *Leplay*. Todo cuanto se ha dicho hasta ahora tocante al particular, está lleno de contradicciones. Generalmente se cree que el nuevo procedimiento presenta pocas ventajas: que lo economizado en malt es absorbido por el gasto que exigen el ácido sulfúrico y el combustible que se emplea en cantidad notablemente mayor, á causa

de la ebullicion que debe durar varias horas sin interrupcion.

La sacarificacion con los ácidos se ha aplicado tambien al tratamiento de los cereales, con los cuales da un alcohol de excelente calidad; pero no conviene á las destilerias agrícolas, porque el residuo que deja no puede servir de pasto al ganado.

Con objeto de disminuir el mucho gasto de ácido y combustible que ese método exige, *Colani y Kruger* (1875) tratan con la presión las sustancias que han de sacarificarse. Determinan el promedio de la presión más ventajoso para los diferentes cuerpos que han de trabajarse, como el maíz, la cebada, el centeno, trigo, avena, heno, paja, madera, etc., y obtienen resultados en extremo interesantes. El heno, por ejemplo, les da 12'5 por ciento de alcohol, y el maíz la enorme cifra de 35.

*Colani y Kruger* describen aproximadamente del siguiente modo su método aplicado al tratamiento del maíz. La coccion se verifica en un vaso A, cilíndrico cerrado y de la capacidad de 1 1/2 metros cúbicos (fig. 70, APLICACIONES DE VEGETALES); este vaso es de cobre, porque el ácido clorhídrico exclusivamente empleado en ese método, ataca muy poco el cobre y aun solamente al contacto del aire. Con la espulsion del aire en virtud del vapor el aparato queda completamente preservado de toda acción corrosiva. Ese cilindro está provisto: 1.º, de un doble fondo perforado; 2.º de dos agujeros de hombre, uno de los cuales, el superior *b*, practicado en la tapa, sirve para echar el grano, y el inferior *c*, abierto un poco más arriba del doble fondo, sirve para evacuar el residuo; 3.º de una probeta *d*, que permite ir siguiendo el trabajo tomando una muestra en las diferentes fases de la operacion; 4.º, de un manómetro *e*; 5.º, de un reloj *f*, para observar lo que dura la operacion; 6.º y último, de cuatro tubos con espita, el primero de los cuales (1) sirve para introducir el agua

acidulada, el segundo (3) para la espulsion del aire contenido en el cilindro, y se abren los dos en la parte superior de ese último, en tanto que los dos restantes desembocan más arriba del doble fondo: de los dos últimos el uno (2) sirve para introducir vapor, y el otro (4) es un tubo de salida, que se eleva por encima del aparato y va á desembocar en un cubo de madera G, colocado á cierta altura (unos 6 metros) y destinado á recibir el producto de la sacarificacion. Ese cubo de depósito está provisto de una tapadera, y una especie de chimenea de madera, que permite al vapor escapar libremente sin producir proyecciones. Hé aquí ahora cómo debe llevarse á cabo la operacion: se introducen ante todo en el sacarificador 600 litros de agua acidulada con 16 kilogramos de ácido clorhídrico, y al mismo tiempo se abre la espita del tubo de vapor (2). Así que los dos tercios del agua han entrado, se cargan por el agujero de hombre de arriba *b*, 300 kilogramos de maíz molido. Se tapa el agujero de hombre, se abre la espita del aire (3) hasta que no pase más que vapor. Se cierra entonces esa espita, y el manómetro *e* no tarda en subir. Cuando señala tres atmósferas se detiene la introduccion de vapor. Tan pronto como el manómetro baja á 2'5, hay que volver á abrir el acceso del vapor por algunos segundos, á fin de restablecer la presión normal de tres atmósferas. Despues de 50 minutos de calefaccion (á contar desde el momento en que se ha cerrado el orificio del hombre), ábrese la espita del tubo de escape ó salida (4), y viniendo á ser entonces el aparato un verdadero sifón ó monta-líquidos, toda la masa líquida es impelida por el tubo hácia el cubo de depósito G, en tanto que el grano queda retenido por el doble fondo perforado. Exigiendo ese escape 4 minutos y la carga 11, la duración total de la operacion, añadiendo los 50 minutos de la cochura, es de 65 minutos, lo cual relativamente es muy poco

tiempo. Los gastos de fabricacion son, por otra parte, mucho menores que los que exige el antiguo procedimiento, y como se ha dicho, el beneficio en alcohol aumenta notablemente.

8. PREPARACION DEL MOSTO CON LAS REMOLACHAS. Cuando para la preparacion del alcohol se usan los vegetales que encierran ya en forma de azúcar de caña ó de dextrina los cuerpos que deben dar origen al alcohol, la operacion de la sacarificacion ó de la pasta viene á ser inútil, y se puede proceder á la fermentacion tan luego como las células sacaríferas han sido desagregadas y el azúcar debidamente disuelto. Sobrado evidente es el beneficio que el fabricante reporta de la supresion del empaste, para que no se arbitren todos los medios de introducir en la fabricacion del alcohol los vegetales sacaríferos en vez de las sustancias amiláceas; si bien no debe perderse de vista que una materia azucarada no puede usarse, á menos de que su empleo se concilie con las leyes fiscales, y al propio tiempo satisfaga las exigencias que reclama la fabricacion del alcohol bajo el punto de vista industrial y mercantil.

Entre los vegetales sacaríferos que son dignos de atencion como materias á propósito para la fabricacion del alcohol, ocupan el primer lugar las remolachas de azúcar, como quiera que consideradas como manantial de alcohol tienen un valor grande cuando la enfermedad de la patata da un déficit en la produccion de ese tubérculo, y además cuando por efecto del bajo precio de los azúcares ó de las proporciones desventajosas de los impuestos, la fabricacion de azúcar no es beneficiosa. La extraccion del zumo, siquiera parezca sencilla, es no obstante muy difícil, porque las remolachas ralladas á pesar de su riqueza en zumo, forman una pasta muy consistente por la circunstancia de que el 4 por ciento de la sustancia celulosa basta para retener el 96 por ciento del zumo. Esa propiedad de la pulpa de remolachas se opone