

de vista, sábase que en los esquizomicetos debe de haber un consumo considerable de fuerzas, cuando el crecimiento es muy activo; así es que hay siempre en ellos una respiración muy activa y una producción abundante de ácido carbónico. También se necesita gran despliegue de fuerzas para la germinación de los esporos, y esto sólo se lo permiten á la mayoría de los esquizomicetos el oxígeno de la respiración ó una fermentación activa que haga sus veces. La locomoción de los esquizomicetos se resume en movimientos de natación en los líquidos, movimientos que casi siempre se deben á pestañas vibrátiles. La naturaleza del movimiento es muy variada; de ordinario, se combina con un movimiento de rotación alrededor del eje. La energía del movimiento parece depender, sobre todo, de la temperatura y del oxígeno.

Una temperatura demasiado baja, lo mismo que un calor demasiado considerable, provocan la inmovilidad. Las temperaturas intermedias favorables á los movimientos oscilan en límites más ó menos extensos, según las especies bacterianas. Por las investigaciones de Engelmán, sabemos que la tensión del oxígeno ejerce también sobre la locomoción una influencia muy variable según las especies, y á veces cambios muy poco importantes tienen una acción muy marcada.

Pfeffer (1) ha designado ciertas sustancias nutritivas solubles como excitantes especiales de la motilidad. En una gotita de líquido que contenga estas sustancias en cantidad insuficiente muévense las bacterias siguiendo la corriente de difusión de la solución, y cuando se introduce en ésta un tubo capilar que encierre una solución nutritiva, las bacterias se dirigen hácia la abertura del tubo y penetran hasta el interior de éste. Materias nutritivas incompletas no ocasionan movimientos semejantes (2).

La cuestión de saber si la luz ejerce influencia sobre la motilidad de los esquizomicetos, como sobre ciertos zoosporos, debe reservarse provisionalmente. En efecto, poquísimas especies se han examinado desde este punto de vista especial.

En los hongos inferiores, lo mismo que en las plantas más elevadas, se observa una producción sensible de calórico. Es mínima cuando sólo se verifica la respiración molecular y no penetra oxígeno ni hay fermentación. En este caso se ha observado con la levadura (en el gas hidrógeno) que había un exceso de 0°,2 sobre la temperatura ambiente. En presencia del aire, la temperatura sube 1°,2; cuando se verifica

(1) *Untersuch. d. botan. Institut in Tübingen*. I, 3.

(2) Compárese Strasburger. *Wirk. d. Lichts ü. d. Warm. a. Schwärmspor.*, 1878. — Engelmán. *Bot. Zeit.*, 1882.

la fermentación, el aumento es de 3°,9 (1). Evidentemente, estas cifras no tienen valor sino con respecto á las condiciones especiales en que se han obtenido. También con los esquizomicetos se ha observado el ascenso de la temperatura á los casos de fermentación (2).

Por último, á los fenómenos vitales de los hongos acompaña á veces producción de luz. Conócese hace mucho tiempo este fenómeno como propio de ciertas plantas superiores y, sobre todo, de los agáricos. La radiación luminosa de algunos pescados ó de la carne putrefacta se ha referido en estos últimos tiempos á la presencia de ciertos organismos inferiores y, sobre todo, de ciertos micrococos. Sin embargo, los fenómenos luminosos no se producen sino en presencia del oxígeno y á una temperatura suficientemente elevada para que la respiración sea todo lo energética posible (véase más arriba).

4. Los productos de la nutrición de los hongos inferiores.

La serie de los productos de la nutrición de los hongos inferiores encontrados accidentalmente en los cultivos es extraordinariamente grande. Se han hallado gases: CO², H₂, CH⁴, H²S y H²N; nitratos, agua y azufre; cuerpos fácilmente volátiles, como la trimetilamina, el alcohol, los ácidos fórmico, acético, propiónico, butírico; ácidos más fijos, como los ácidos láctico, málico, succínico, oxálico, tartárico; ácidos tiónicos, como la taurina; amidos de los ácidos grasos, la leucina, la alanina, etc.; cuerpos de la serie aromática, como la tirosina, el fenol, el cresol; y productos de reducción, como el indol y el ácido hidroparacumárico. Además, se han encontrado cuerpos de composición más compleja, como los hidratos de carbono, la peptona, fermentos hidrolíticos; en fin, sustancias colorantes y materias tóxicas análogas á los alcaloides. Según la especie dominante y según las condiciones exteriores del medio nutritivo, se ve aparecer tal ó cual producto; obsérvase la formación abundante de una misma sustancia, particularmente en los casos de fermentación y de putrefacción.

Entre estos productos de la nutrición puede distinguirse, sobre todo, un grupo que se encuentra como resultado de la actividad de todos ó de un gran número de los hongos. A éstos pueden oponerse los productos raros, específicos, cuya formación está enlazada con la presencia de algunos especiales. Es, pues, interesante para nosotros el saber hasta qué punto el número y la calidad de los productos de una

(1) Eriksson. *Unters. b. dem. botan. Institut in Tübingen*, 1881, 1.

(2) Popoff. *Botan. Jahresb.*, 1875. — Wernich. *Organisirte Krankheitsgifte*.

especie particular están sujetos á la influencia de las condiciones exteriores variables y, sobre todo, á la composición del medio; y si, por otra parte, con un substrato nutritivo determinado la misma especie proporciona constantemente los mismos productos, de tal suerte que sea particular y constante en cada una de ellas la facultad de descomponer de una manera determinada un substrato dado. Claro es que la respuesta á estas preguntas tendrá una importancia capital para determinar el valor diagnóstico de los productos de la nutrición.

El ácido carbónico se distingue únicamente por su gran frecuencia; asimismo, el agua y un cuerpo nitrogenado formarán siempre parte de los productos de la nutrición, pero sin constituir excreciones á la manera del ácido carbónico. Siempre hallamos este último cuerpo entre los productos de la vitalidad de los hongos inferiores. Encontrámosle, es cierto, en cantidad variable hasta cuando la respiración es sólo intramolecular, intervenga ó no el oxígeno, exista ó no fermentación.

Con frecuencia, también se forman ácidos grasos, oxácidos (ácidos acético, propiónico, butírico, láctico, succínico, etc.), así como sus combinaciones amidas. Se encuentra una ú otra de estas sustancias ó hasta una mezcla de diferentes productos en la mayoría de los cultivos de esquizomicetos, aun cuando no haya fermentación, sino un simple consumo de elementos nutritivos y multiplicación de los esquizomicetos. Sin embargo, estos productos existen en cantidades mucho más considerables cuando se produce una fermentación.

Más rara vez, aunque no obstante con demasiada frecuencia todavía, se hallan cuerpos aromáticos (fenol, paracresol, etc.). Hasta ahora se han encontrado, sobre todo, en los medios nutritivos en vías de putrefacción.

Gran número de esquizomicetos producen fermentos; otros dan origen á la formación de sustancias análogas á los alcaloides tóxicos, ordinariamente designadas con el nombre de *ptomainas*. Estos dos géneros de productos de la nutrición, á causa de su importancia especial en Higiene, exigen un particular estudio, que se hará después.

Las materias colorantes son productos de nutrición, ora más difundidos, ora más raros. El pigmento rojo, por ejemplo, lo producen: el *saccharomyces glutinis* (Rosahefe), el *micrococcus cinnabareus*, el *bacillus prodigiosus* y el *bacillus indicus*. La materia colorante verde la forman: el *bacillus pyocyaneus*, el *bacillus fluorescens putidus*, el *bacillus erythrosporus*, el *bacillus fluorescens liquefaciens*, etc. La materia azul: el *bacillus cyanogenus* y las mezclas de las bacterias de la putrefacción (Brieger-Rôhmann). La violeta, el *bacillus janthinus*; la morena, el *bacillus fuscus*; y la amarilla, gran número de bacilos y de micrococos. Todos estos pigmentos rara vez se encuentran en las células ó en las membranas; de ordinario estas partes son incoloras y sólo está impregnado de

pigmentos el substrato nutritivo. En otro tiempo se observó que las materias colorantes no se forman sino en presencia del aire; un obstáculo ligero (una capa de aceite) basta para que las sustancias y las colonias permanezcan completamente incoloras, aun cuando no se influya sobre el crecimiento del hongo. Por consiguiente, es muy natural admitir que los esquizomicetos no producen directamente los pigmentos, sino una sustancia cromógena que se transforma en materia colorante en presencia del aire. Muchas veces se observan en substratos nutritivos diferentes matices variados de un mismo pigmento y hasta es diversa en absoluto la coloración. Evidentemente, esto puede ser debido al influjo del substrato y á su reacción en presencia de la materia cromógena. Se observan tales variaciones de color, sobre todo, en la leche azul. Con mucha frecuencia, es cierto, una anomalía en la coloración de un cultivo depende de haberse contaminado éste con microbios extraños. Por tanto, es necesario velar con cuidado por la pureza del cultivo antes que hacer depender de la influencia del medio nutritivo las alteraciones de la coloración.

La naturaleza íntima de los pigmentos no está averiguada sino respecto á algunos de ellos. De la mayoría no se conoce sino algunas reacciones, que se han mencionado más arriba. El principio que mejor se ha estudiado es la piocianina. Según Gessard, los caracteres químicos de esta sustancia deben hacerla colocar entre las bases parecidas á las ptomainas; el sulfato y el cloruro cristalizan en agujas rojizas; las soluciones de estas sales forman precipitados cristalinos con el cloruro de oro, el cloruro de platino, el ioduro de potasio y de mercurio, el tanino, el cloruro mercuríco y el ácido fosfomolibdico. En una mezcla de ferriicianuro de potasio y cloruro férrico, la piocianina produce poco á poco la precipitación de azul de Prusia. Esta reacción marcha con más lentitud que con la morfina.

Los productos de las fermentaciones específicas resultan de la actividad de ciertas bacterias. Muchos de estos productos (ácido láctico, ácido butírico, alcohol etílico, etc.) se encuentran comunmente como productos de la nutrición y como productos de la fermentación. Sin embargo, deben considerarse como productos específicos de especies determinadas, si se tiene en cuenta la cantidad de estos productos y su relación entre sí. En tanto que productos de fermentación, se forman en gran abundancia sólo bajo el influjo de un pequeño número de hongos y cuando las circunstancias son las más favorables para el desarrollo de estas especies. Se encuentran más rara vez alcoholes superiores que contienen más átomos de carbono, tales como la manita, la viscosa, etc. Estas últimas parecen existir únicamente como productos de la actividad de ciertas especies particulares. Como productos de nutrición raros y limitados á algunas especies, es preciso mencionar

aún la granulosa de los hongos, que azulean en presencia del iodo, y el azufre de los *beggiatoa*.

Todas estas producciones heterogéneas no se distribuyen, por consiguiente, en las especies de tal manera que cada una de ellas no presente sino algunos productos de un mismo grupo. Por el contrario, con frecuencia observamos que una sola y misma especie produce simultáneamente ácido carbónico, ácidos grasos, fermentos, ptomainas y materias colorantes; además, puede provocar una fermentación y vivir eventualmente como parásito y provocar enfermedades en sus huéspedes. Ya se ha señalado más arriba esta variedad en los productos de ciertos esquizomicetos (t. I, pág. 254, C).

Por lo que concierne á la constancia y á la especificidad de los productos de nutrición, resulta de las numerosas experiencias que se han hecho sobre este asunto, que una especie particular no puede producir en cualquier sustrato todas las materias para cuya formación parece apta en general. Muchos de estos productos suponen una composición bien determinada del sustrato; condiciones que no son absolutamente indispensables para la existencia del hongo. Las variaciones en el matiz de los pigmentos, según la composición del sustrato nutritivo, demuestran ya una de las influencias del medio exterior. Esta influencia señalase aún más por el hecho de que los bacilos del muermo y los del cólera, por ejemplo, no producen materia morena sino en la patata y en manera alguna en los demás sustratos. Asimismo, la formación de productos determinados de fermentación está subordinada en absoluto á la presencia de ciertas sustancias fermentescibles, sin las cuales, por otra parte, se desarrollarían perfectamente las bacterias. Es preciso recordar, además, el considerable influjo de la presencia ó de la falta de oxígeno sobre la naturaleza de los productos formados; y que la composición del medio nutritivo, el predominio de las sustancias nitrogenadas ó de las no nitrogenadas tiene un influjo capital sobre la proporción de los diferentes productos observados. En fin, cambios anormales ó mezclas accidentales del medio nutritivo ocasionan á veces la aparición pasajera de productos no habituales. En las plantas superiores se observa la formación de grandes cantidades de almidos cuando falta la asimilación del carbono; también se observa la formación de ácido benzoico, cuando se da el ácido hipúrico como sustancia nutritiva nitrogenada. Los mohos gozan de la propiedad de asimilar el ácido tánico, que se encuentra accidentalmente en el medio nutritivo, y trasformarlo en ácido gálico y glucosa.

Probablemente, debe considerarse también de esta manera la descomposición de los fosfatos, de que se ha tratado más arriba. Investigaciones más extensas enseñarán de cierto á conocer aún otros productos accidentales de la nutrición de los hongos, productos que resultan

fatal y únicamente de las variaciones del medio nutritivo y desaparecen con ellas.

Estas diferencias en las excreciones no nos impedirán de modo alguno utilizar ciertos productos de nutrición como medio de diagnóstico para ciertas especies. Mientras sean las mismas las condiciones exteriores, estos productos de la nutrición serán los constantes compañeros de estas especies. Nunca sucede que otros hongos adquieran de pronto la propiedad de formar productos análogos, ni que por suspenderse las condiciones normales, por decirlo así, pierda una especie sus productos. Así, la formación de materias colorantes, el poder peptonizador, las fermentaciones específicas son tan constantes y tan característicos, que pueden emplearse como medio diagnóstico de las especies. Hasta cuando por la influencia de condiciones exteriores anormales lleguen á desaparecer los productos característicos y, por consiguiente, los signos diagnósticos esenciales, reaparecen por lo general en cuanto se cultivan de nuevo los microbios que los producen, en las condiciones en que se acostumbra encontrarlos. Porque, aún cuando las condiciones desfavorables obren temporalmente y se destruya ó se modifique patológicamente parte de los individuos, cuando persisten individuos susceptibles de desarrollarse, se reproducen casi siempre los mismos productos de una manera normal, si las mismas condiciones se vuelven favorables.

Evidentemente, las bacterias se conducen á este respecto como las plantas superiores, que no adquieren ni pierden la propiedad de dar origen á tal ó cual producto específico; la cicuta puede perder temporalmente la facultad de producir conicina, y las plantas indigoteras la de formar indigo, cuando las condiciones se vuelven anormales; pero ambos productos se forman de nuevo si condiciones mejores permiten á los individuos supervivientes, ó á los que de ellos descienden, desarrollarse por completo. En todo caso, estas propiedades son específicas de las especies citadas. Sólo en lo relativo á las propiedades particulares de los hongos inferiores — como agentes de fermentaciones ó enfermedades — existe una diferencia esencial entre las plantas superiores y los esquizomicetos. En condiciones anormales pueden perder estos últimos de una manera permanente sus propiedades particulares. Los descendientes de estas especies particulares están privados de esos mismos caracteres durante varias generaciones sucesivas, aún cuando se restablezcan de nuevo las condiciones normales. Esta *atenuación* de los hongos inferiores se tratará con más detalles en el capítulo de las condiciones de debilitación.

Los productos de la nutrición de muchos esquizomicetos parecen ejercer una influencia desfavorable sobre su crecimiento y su reproducción. Esto es evidente, sobre todo, para ciertas fermentaciones. En la fermentación alcohólica, el alcohol formado suspende las funciones del *saccharomyces*, cuando existe en la mezcla en la proporción del 14 por 100. La fermentación amoniacal cesa cuando el carbonato amónico formado corresponde al 13 por 100. Los ácidos láctico y butírico que se producen en ciertas fermentaciones deben neutralizarse por el carbonato de cal ó el óxido de zinc, si se quiere que el proceso continúe. Bastan ya 0,8 por 100 de ácido láctico para hacer que cese la fermentación. Ciertos productos de la nutrición, además de los productos de la fermentación, ejercen quizás una acción análoga, pero esto no se ha demostrado todavía de una manera segura. Puede explicarse la muerte relativamente rápida de las bacterias en los substratos nutritivos que contienen cantidades abundantes de materias nutritivas, por la acción de los productos de la nutrición acumulados en la mezcla.

Se han emitido gran número de hipótesis respecto á la naturaleza de las sustancias que producen esta acción especial; de preferencia ha sido atribuido este papel á los productos aromáticos (fenol, paracresol, etc.), teniendo en cuenta que estos cuerpos obran ya en proporción muy débil para impedir el desarrollo de las bacterias. Pero las apreciaciones sobre este punto deben ser reservadas, en atención á que la presencia de sustancias aromáticas entre los productos de ciertas fermentaciones no puede permitir por sí sola se deduzca que los demás hongos no hayan de producirlas. Tal vez se distinguen también las diversas especies por una aptitud específica diferente. Büchner pretende haber observado recientemente en los espirilos del cólera una influencia opuesta de los productos de la nutrición. Según este autor, los microbios del cólera se desarrollan muy bien, y mejor que otras bacterias, en una solución nutritiva que contenga los productos de nutrición de los bacilos específicos de esta enfermedad (1).

Otro efecto de los productos de nutrición de las bacterias es el que ejercen sobre el desarrollo de otros esquizomicetos distintos de los que los dieron origen. El hecho de que ciertos esquizomicetos, sobre todo los patógenos, sean destruidos por el desarrollo simultáneo de saprofitos, y con mucha más rapidez que lo permite la destrucción de las sustancias nutritivas, no puede explicarse en absoluto sino por las hipótesis de que las producciones de los saprofitos ejercen una acción tóxica sobre los demás esquizomicetos. También aquí hay que esperar ulteriores investigaciones, antes de poder decir si los productos aromá-

(1) *Munch. ärzt. Intell. Bl.* 1855, núm. 50.

ticos de un mismo grupo, comunes á muchos hongos, son los que ejercen esta influencia nociva, ó bien si para algunos de ellos representan este papel, ora tales sustancias, ora tales otras.

5. Las ptomainas.

Estudiando mezclas putrefactas se descubrió que bajo el influjo de las bacterias se formaban bases que contenían nitrógeno, y bajo muchos aspectos se parecían á los alcaloides vegetales. Estos cuerpos, ora no tienen influencia alguna sobre los organismos superiores, ora, por el contrario, poseen una acción tóxica semejante á la de los alcaloides. Estas bases hanse encontrado después en cadáveres humanos putrefactos, y al grupo entero de estas sustancias lo ha designado Selmi con el nombre de ptomainas (*πτώμα*, cadáver). Puede conservarse esta denominación aún cuando se haya demostrado que las ptomainas se producen, no sólo durante la putrefacción, sino que también resultan de la nutrición de ciertas bacterias patógenas. Las bases producidas por estas últimas gozan de propiedades específicas.

Sería en extremo largo hacer aquí la historia de los trabajos consagrados en estos últimos años al estudio de las ptomainas (1). A Panum es á quien corresponde el honor de haber sido el primero que llamó la atención acerca de estos productos tóxicos de la putrefacción. Bergmann, Schiemedeburg, Zuelzer, Sonnenschein, Hager, Otto, Selmi, han aislado de los substratos en putrefacción productos tóxicos análogos casi siempre á la conicina, pero algunas veces también á la atropina, al curare, á la delfina.

Nencki es el primero que ha logrado obtener un alcaloide de la putrefacción en estado puro y que ha conseguido determinar su composición elemental (2). En la gelatina putrefacta aisló un cuerpo cristalizado, cuya fórmula bruta era $C^8H^{11}N$, y su fórmula de estructura puede ser $C^6H^4 < \begin{matrix} CH^5 \\ CH^2 - NH \end{matrix}$. Esta base es isómera de la colidina, pero difiere de ella por la manera de conducirse cuando se la calienta, etc. Más tarde, Gautier y Etard han aislado en la carne putrefacta de pescado dos sustancias, una de las cuales parece idéntica á la descrita por Nencki, y la otra tiene por fórmula $C^9H^{13}N$. Guareschi y

(1) Compárese con Husemann's. *Berichte in Arch. f. Pharm.*, 3, R., t. XVI-XXII. — Otto. *Anleitung z Ausmittlung d. Gifte. 6 Edit.* Braunschweig, 1885. — Brieger. *Über Ptomaine et Weiter. Unters. über Ptom.* Berlin, 1885. Se encontrará la bibliografía completa en estos últimos trabajos y en el *Jahresber. f. Thierchemie de Maly.*

(2) Nencki. *Ueber die Zersetzung d. Gelatine u. d. Eiweisses.* Bern., 1879.