

SOBRE EL EFECTO DE ALGUNOS IONES EN LOS MICRO-ORGANISMOS VEGETALES

POR FRIEDRICH BOAS

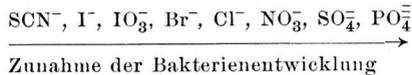
(ALEMANIA)

ZUSAMMENFASSUNG

Ueber den Effekt einiger Ionen. — Die Ionen SCN^- , IO_3^- , I^- , lassen in geeigneten Nährlösungen aus einem Gemisch von Mikroorganismen (Bakterien und Pilze) nur Pilze zur Entwicklung kommen, wenn die Concentration von SCN^- und IO_3^- etwa 0,18-0,2 mol beträgt. Die vorhandenen Bakterien werden durch diese Concentrationen getötet.

Die Anionen Br^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^- , $\text{PO}_4^{=}$ lassen zuerst die Bakterien, später die Pilze zur Entwicklung kommen. Sie bewirken also nur eine zeitliche Verschiebung der Entwicklung der Stämme der Pilze und der Bakterien.

Aus dieser Tatsache ergibt sich folgende phyletisch-wirkende Anionenreihe :



Zunahme der Tötung (neg. Auslese) der Bakterien.

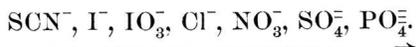
Mit dieser Auslese werden auch ganze Plasmastämme betroffen, wir können daher von Grossprotoplasmatik sprechen. SCN^- und IO_3^- sind also *phyletische, grossprotoplastische Reagenzien ersten Ranges*.

Auch bei den C-autotrophen Stämmen der Diatomeen, Cyanophyceen und bei grünen Algen betätigen sich SCN^- und IO_3^- als *stammesgeschichtliche Reagenzien*. Diatomeen und Cyanophyceen sind besonders empfindlich gegen SCN^- und IO_3^- .

Die Auslese ganzer Stämme (*Phylum*) bezeichne ich in Anlehnung an Höfler als Grossprotoplasmatik. Weiter gibt es Familien- und Artprotoplasmatik. In allen diesen Fällen spielen die Anionen SCN^- und IO_3^- eine bedeutende Rolle.

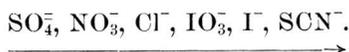
En Química y en Biología las series de Hofmeister, sobre todo los aniones, tienen una gran importancia.

Para la precipitación de la albúmina en solución alcalina rige la serie siguiente :



La flecha indica el sentido en que aumenta el deshinchamiento, la precipitación, la tensión superficial. En solución ácida el sentido de la flecha se invierte.

Y para la penetración en la célula (permeabilidad) rige la serie siguiente :



La flecha indica el sentido en que aumenta la penetración de los aniones en la célula.

Los iones anteriormente citados ejercen una gran influencia ; pero no solamente sobre algunos coloides o en algunas reacciones intercelulares, como lo hacen la catalasa o la zimasa ; sino que pueden también, encontrándose en concentraciones adecuadas, influenciar el desarrollo de algunas ramas (*phylum*) del reino vegetal o en algunas familias, acrecentando o anulando totalmente este desarrollo.

De este modo, en ciertas circunstancias, puede producirse una selección de ramas enteras (*phylum*). Por este motivo, a este fenómeno, de selección de ramas le doy el nombre de *selección filética*.

Ya que cada rama se caracteriza por ciertas propiedades protoplasmáticas, como por ejemplo : diferente solubilidad en sales gálicas ; diferente permeabilidad, etc; una selección por influencia de ciertos iones significa también abarcar *ciertos estados del plasma*.

Si se da el nombre de protoplasmática a la doctrina del comportamiento del plasma ; entonces en este caso, en el cual la influencia de los iones abarca ramos enteros, se puede hablar de *macroprotoplasmática*, y aun mejor todavía de *macroprotoplasmática filética*. A esta macroprotoplasmática le corresponde

la protoplasmática *familiar*, cuando la influencia de los iones se limita a abarcar ciertas familias. La unidad filética menor es la especie, tratándose en este caso de una protoplasmática especial, cuando cierta especie es seleccionada (matada) o animada por una cierta concentración de ciertos iones (véase fig. 1).

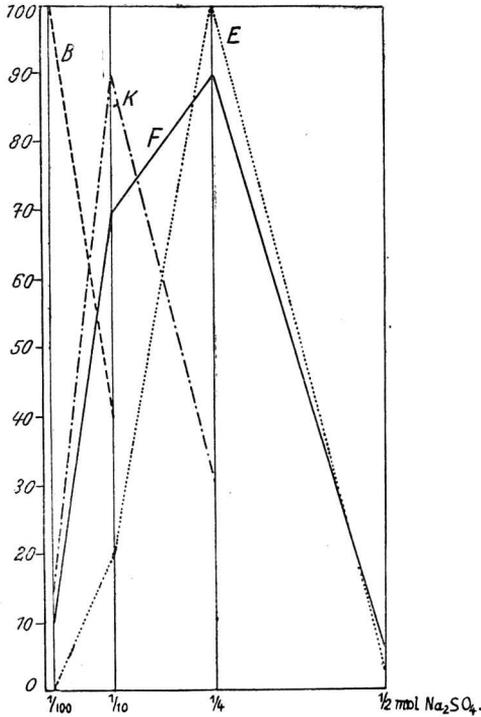


Figura 1

El Na_2SO_4 fomenta muchos procesos de la célula como el crecimiento, formación de enzimas como la catalasa y zimasa y el estado florescente en plantas seminíferas, por ejemplo el florecer del ababol (*Papaver somniferum* L), y favorece la salud y cantidad de cosecha de las papas.

El Na_2SO_4 se presenta como antípoda del SCN^- .

En las algas terrestres el Na_2SO_4 selecciona sobre todo las diatomeas y las cianofíceas. Concentraciones pequeñas ya anulan el desarrollo de estas algas; pero las algas verdes — unice-

lulares y filamentosas — soportan cantidades fuertes de Na_2SO_4 . La cualidad protoplasmática específica de las diatomeas y cianofíceas, y de otras algas se observa en la figura 1.

Después de estos datos generales vamos a contemplar la cuestión del efecto ejercido por los aniones. Esto se puede hacer de un modo sumamente claro y evidente por medio de algunos ensayos.

Tomamos una solución alimenticia apropiada cualquiera. Se presta para este objeto un extracto de levadura de cerveza lavada que da buenos resultados.

Esta solución contiene: 1° todas las sales; 2° muchos compuestos de albúminas y nitrogenados buenos; 3° pocos hidratos de carbono; 4° bastantes catalizadores biológicos y substancias de crecimiento.

Añadiendo hidrato de carbono se obtiene una excelente solución alimenticia. En este caso es muy conveniente agregar extracto de malta o un extracto de vegetales cualquiera.

Naturalmente, puede usarse también una solución sintética para bacterias y hongos y también para algas. Para bacterias y hongos se puede usar la solución alimenticia sintética siguiente :

	Por ciento
Azúcar (mezcla de glucosa y sacarosa)	5
KH_2PO_4 fosfato monopotásico	0,1
Na_2HPO_4 fosfato bisódico	0,05
KNO_3 nitrato de potasio	0,05
MgSO_4 sulfato de magnesio	0,1
Asparagina	0,05
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sulfato de amonio	0,05
NaCl cloruro de sodio	0,05
Na_2SO_4 sulfato de sodio	0,05

Esta solución es muy adecuada para fomentar el crecimiento de bacterias y hongos.

Se siembra la solución con un poco de tierra, y se puede añadir también algunos gérmenes de hongos como *Mucor racemosus* y *Mucor stolonífer*. Los recipientes se dejan destapados para que por el polvo del aire puedan penetrar aún algunos gérmenes. De este modo se tiene la probabilidad de obtener una infección

intensa, siendo entonces tanto más segura la selección por medio de ciertos iones. (Véanse los resultados en el cuadro adjunto).

Concentración de los iones	Tiempo (días)	Enturbiamiento	Membrana de bacterias	Hongos	
				Sumer- gidos	Superfi- ciales
KSCN :					
0,08 mol.....	3	+++	(+)	--	—
0,12 mol.....	2	Casi transparente	—	(+)	(+)
»	3	Transparente	(+)	(+)	(+)
0,2 mol.....	2	Transparente	—	(+)	(+)
»	3	Transparente	—	(+)	(+)
0,32 mol.....	2	0	—	+	+
»	3	0	—	++	++
0,4 mol.....	2	0	—	++	+
»	3	0	—	+++	+
KIO₃ :					
0,02 mol.....	2	(+)	—	(+)	—
»	3	+ turbio	—	++	(+)
0,08 mol.....	2	—	—	+++	+
»	3	? dudoso	—	+++	+
0,10 mol.....	3	0	0	+++	+
0,15 mol.....	3	0	0	++	+
Na₂SO₄ :					
0,15 mol.....	2	+++	+	(+)	(+)
»	3	+++	+++	(+)	(+)

(+) Poco crecimiento; enturbiamiento leve.

+ Crecimiento marcado; igual enturbiamiento.

++ Crecimiento fuerte; enturbiamiento : semitransparente.

+++ Crecimiento muy fuerte; enturbiamiento : solución completamente turbia (sin transparencia).

0 Sin enturbiamiento.

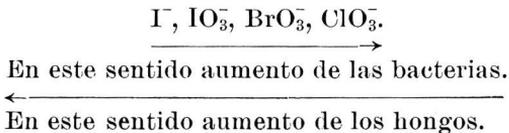
Este ensayo demuestra claramente la selección de las ramas vegetales por medio de los iones SCN^- , IO_3^- , SO_4^- . En este ensayo IO_3^- es más efectivo que SCN^- . Con el anion SO_4^- aparecen al comienzo las bacterias sumamente estimuladas, más tarde se desarrollan los hongos.

El KSCN y KIO_3 no ejercen solamente una influencia nega-

tiva sobre las bacterias, sino que al mismo tiempo fomentan el de los hongos.

Esto se puede observar sobre todo cuando se trabaja con cantidades pequeñas, por ejemplo : 0,08 mol-0,12 mol SCN^- y 0,02 mol-0,05 mol IO_3^- . En este caso encontramos junto con las bacterias bastantes hongos. En el caso de usarse Na_2SO_4 se observa solamente un crecimiento intenso de bacterias, los hongos aparecen mucho mas tarde.

De este modo, un ensayo se presta para demostrarnos las diferencias en el efecto filético de los iones. El clorato de potasio (KClO_3) que antes era empleado en medicina, no ejerce influencia filética (seleccionante) alguna. Si se quiere, se puede establecer la serie siguiente :



Pero yo no le doy importancia a esta serie intermedia. De todos modos queda demostrado el efecto intenso de IO_3^- y I^- , y en una solución sintética como la usada, parece ser IO_3^- aún más efectivo que SCN^- .

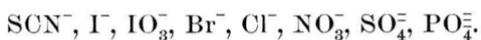
En el caso de añadirse a una solución alimenticia adecuada, como extracto de levadura de cerveza con azúcar, 0,2 mol de NaSCN , NaCl , NaI , NaNO_3 , NaIO_3 , y se le infecta bien, entonces la gran influencia seleccionante de algunos iones se presenta igualmente. En todas las soluciones alimenticias se produce crecimiento, muchas también presentan fermentación. En el caso de predominar las bacterias se produce pronto un enturbiamiento de las soluciones ; donde predominan los hongos, las soluciones se quedan generalmente transparentes. Se observan capas de hongos. Solamente en el caso de desarrollarse levaduras o pseudo-levaduras (*Saccharomyces*, *Mycoderma*), también se produce un enturbiamiento.

De un modo general, un enturbiamiento indica la prevalencia de bacterias, la transparencia indica presencia de hongos. De este modo se obtiene a primera vista y en la mayoría de los

casos un aspecto del desarrollo de bacterias y del efecto de los aniones.

En soluciones que contienen SCN^- , I^- , IO_3^- ; en concentraciones de 0,2 mol, no se desarrollan bacterias, se presentan hongos solamente. En solución, que contienen 0,2 mol de Br^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^- , PO_4^- ; se desarrollan al comienzo rápidamente bacterias, más tarde se observan también hongos.

Entonces si ordenamos los iones según su efecto sobre las ramas de las bacterias y de los hongos, obtenemos la siguiente serie de aniones:



En este sentido aumenta el desarrollo de bacterias y el enturbiamiento (bacteriotropía).



En este sentido aumenta el desarrollo de hongos (micotropía)

De este modo obtenemos una serie micotrópica y otra serie bacteriotrópica. Con la serie micotrópica hay que tener cierto cuidado. En ésta son destruídas *las bacterias* y los hongos son *menos atacados* que las bacterias. Así se obtiene una aparente fomentación del desarrollo de hongos.

En las soluciones que contienen NO_3^- , Cl^- , SO_4^- , PO_4^- , el desarrollo de hongos es retenido temporalmente; después de cierto tiempo también logran desarrollarse. Los iones SCN^- , I^- , IO_3^- , en concentración adecuada, *matan a las bacterias*. Los iones Cl^- , NO_3^- , SO_4^- , PO_4^- ; solamente producen un retardamiento en el desarrollo de los hongos.

Este es el contenido del fenómeno-iónico, llamado por Ph. Lasseur *Effet de Boas* (Phénomène de Boas).

Ya que seguramente a cada rama le corresponde (p. ej: bacterias, Actinomycetes, hongos) una estructura plasmática especial, se puede decir que: SCN^- , I^- , IO_3^- son *reactivos protoplasmáticos específicos*; porque permiten, diferenciándose en esto de otros aniones, separar las ramas de las bacterias de los hongos.

Las bacterias son especialmente sensibles contra SCN^- , I^- , IO_3^- , bacterias y hongos no tienen clorófila, son dependientes en su manera de obtener hidratos de carbono.

Las diatomeas, las cianofíceas y las algas verdes también son sumamente sensibles a los efectos de ciertos aniones, pues ellas también son fácilmente detenidas en su desarrollo por SCN^- , Γ , IO_3^- .

Luego son estos *aniones reactivos protoplasmáticos generales para diversas ramas*.

Si se le añade bastante tierra a la solución alimenticia siguiente:

	Por ciento
KNO_3	0,1
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	0,05
MgSO_4	0,1
KH_2PO_4	0,05
Na_2HPO_4	0,05

entonces se desarrollan después de pocas semanas las algas verdes. Introduciendo diversos iones se obtiene un cambio enorme en el desarrollo de las diferentes ramas. El cuadro que sigue se presta para aclarar lo anteriormente dicho:

Límite del desarrollo de algas

	SO_4^{--}	PO_4^{--}	SCN^-
Diatomeas	ca. 1/10 mol	ca. 1/4 mol	ca. 1/75 mol
Cianofíceas	1/10 mol	1/10 mol	1/75 mol
Algas filamentosas verdes.	1/2 mol	1/2 mol	1/10 mol

Está a la vista que las diatomeas y cianofíceas son sumamente sensibles contra SCN^- ; las algas verdes filamentosas son mucho menos sensibles, se acercan en su indiferencia contra SCN^- más o menos al comportamiento de los hongos. Pero al contrario se comportan las algas examinadas bastante indiferentes contra SO_4^{--} y PO_4^{--} .

Las figuras adjuntas dan un aspecto muy claro de los efectos de estos iones.

Ahora se presenta el problema siguiente: ¿Cuál es la propiedad protoplasmática que origina el efecto extraño del SCN^- ? Una solución definitiva no se ha hallado todavía. La permeabi-

lidad solamente no explica este fenómeno, pues en el caso de que SCN^- , I^- , IO_3^- penetren con facilidad en la célula — las bacterias se caracterizan por una permeabilidad crecida, — hay que preguntar, ¿ es posible que la acción de los iones esté ligada

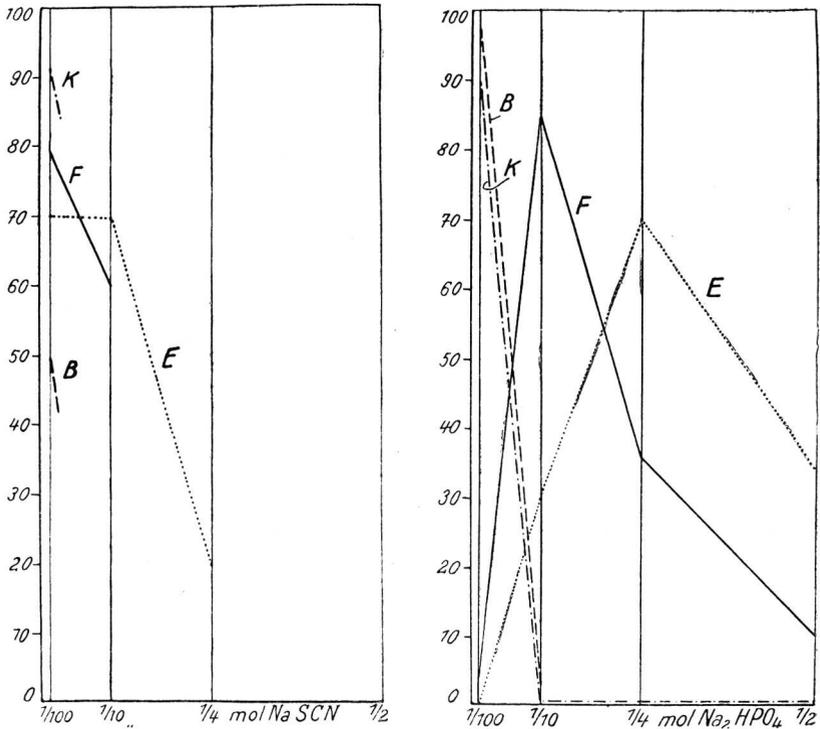
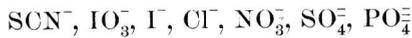


Figura 2

al sistema catalasa- H_2O_2 ? Pero hay que esperar el resultado de nuevos experimentos que puedan aclarar esto.

De todos modos, la singular acción seleccionante de la serie



queda asegurada.

LITERATURA

- BOAS, F., *Das phyletische Anionenphaenomen, — Die chemische Trennung der Bakterien von den Pilzen*, Jena, 1927, G. Fischer.
- *Dynamische Botanik, — Eine Physiologie einheimischer Pflanzen*, München, 1937, J. F. Lehmann's Verlag.
- BOAS, F. und C. J. KOENIG, *L'anion-phénomène phylétique ou la separation chimique des bacteries et des mycoses*, Paris, Vigot Frères, Éditeurs, 1931.
- HÖFLER, KARL, *Neuere Ergebnisse der vergleichenden Permeabilitätsforschung*, en *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 52, 355 ff., 1934. Siehe auch 1932: Protoplasmatik.
- LASSEUR, PH., *Étude sur le mécanisme du phénomène de Boas. — Travaux de Labor. de Microbiologie de la Faculté de Pharmacie de Nancy*, IV, 39 ff., 1931.

Instituto de Botánica y de Fitopatología del Politécnico de Munich.