Acta Societatis Botanicorum Poloniae.
Vol. II. Nr. 3. 1924.

L'action des cations appliquée comme moyen de constater le degré de parenté entre les six espèces de Citromyces.

Par

IRÈNE LIPSKA.

L'action des cations sur les microorganismes en général et sur les moisissures en particulier a été étudiée maintes fois. Cependant, en faisant connaissance avec ces travaux, on se persuade que les auteurs n'ont étudié que l'influence d'un cation sur quelques moisissures (voir L. Maillard [10] et E. Manoiloff [11]) ou se sont contentés de travailler avec plusieurs cations, mais en les faisant agir sur une seule espèce des moisissures (voir F. Guéguen [5], K. Iwanoff [7], J. Buromsky [2] et Fr. Mol [13]). Si nous voulons comparer entre eux les résultats obtenus par les divers auteurs concernant deux moisissures les plus connues, c'est-à-dire *Penicillium glaucum* et *Aspergillus niger*, nous verrons que cette comparaison sera impossible, vu qu'on a employé les différents milieux de culture ou qu'on a offert aux moisissures des sources d'azote et de carbone différentes (voir H. M. Richards [16] et J. Gössl [6]). Même l'ouvrage le plus complet de C. Pulst [15], qui nous présente les résultats des expériences faites avec quatre espèces des moisissures et neuf cations employés en différents degrés de dilution pour trouver la quantité de sel nécessaire à entraver le développement normal des moissisures, avait surtout pour but de prouver la possibilité de les accoutumer durant quelques générations successives aux portions de plus en plus croissantes des sels exerçant sur elles une forte action. Dans un travail, où comme l'objet des expériences étaient employés les *Citromyces* (voir R. Lieske [9]), l'auteur, en étudiant et décrivant une nouvelle espèce des moisissures, *Citromyces siderophilus*, s'était surtout préoccupé de démontrer chez elle l'aptitude de réduction des sels ferriques en sels ferreux. L'auteur se contentait

ici d'ajouter les sels étudiés toujours en même quantité (0,5%) et, comme l'indice de leur action nocive, il employait le poids de croûtes mycéliennes. Dans un travail plus recent, T. Alc. Mc. Dermott [3] a étudié l'influence des acétates de manganèse et d'uranium, ainsi que des chlorures de fer et de zinc sur le développement de *Citromyces glaber* et *C. Pfefferianus*.

Cette courte revue des travaux concernant le problème qui nous intéresse démontre la nécessité de revenir sur la même question, mais en employant de nouvelles méthodes d'investigations et en menant les expériences d'une manière plus systématique. Il faut élargir le domaine des observations en tenant compte des caractères physiologiques des *Citromyces* tels que la consommation des sucres, la formation des acides, de l'amidon et des matières colorantes. Il faut enfin faire attention aux détails de la structure anatomique du mycélium. La base pour l'élaboration du plan de mon travail a été l'hypothèse, que la manière de réagir des moisissures nouvelles aux différentes concentrations des cations peut nous renseigner sur le degré de leur parenté avec les espèces déjà connues. De cette façon, en se basant sur les données morphologiques jointes aux données physiologiques, on réussira peut être à former les groupes des moisissures, où, à côte des espèces connues, ou rangera des races nouvelles; par ce moyen on arrivera à éliminer la mauvaise habitude de nommer des espèces nouvelles sans les avoir étudiées à fond (voir Bainier et Sartory [1]). La possibilité de caractériser une moisissure donnée par une courbe, obtenue par son mode de réaction aux quantités appropriés des cations, serait un vrai progrès vers une plus grande précision de définition en biologie Rappelons l'incertitude bien connue dans les descriptions des caractères morphologiques des moisissures: on y parle d'une bonne ou mauvaise croissance ou de la couleur des conidies, en oubliant que ce dernier caractère change avec le milieu de culture, avec sa réaction chimique et avec l'âge de culture (dans le cas des *Citromyces*, il varie du bleu-vert au bleu-gris avec des nuances difficiles à saisir et à décrire).

A mon avis, on doit observer dans les recherches de ce genre les règles suivantes:

1°. Travailler toujours avec les cultures pures obtenues par la méthode de Lindner de petites gouttelettes, en partant d'une seule spore.

2°. Employer les espèces des moisissures bien étudiées au moyen d'une culture prolongée dans les diverses conditions du milieu, de la température etc.

3°. Employer pour les ensemencements les cultures qui sont dans le même état physiologique optimal, lequel peut être assuré par l'observation la plus minutieuse des mêmes conditions optimales du milieu et de la température. En plus opérer toujours avec des cultures du même âge (jeunes, mais ayant atteint un développement complet).

4°. Employer dans chaque série des expériences au moins deux cultures parallèles comparatives pour obtenir les résultats plus sûrs.

5°. Employer les sels du milieu en quantité des molécules-grammes au lieu de pourcentage, car les réactions se passent entre les molécules-grammes.

6°. Employer les mêmes anions avec les différents cations, parce que les uns modifient l'action des autres.

7°. Employer pour le milieu les sels azotés selon leur contenu d'azote et non selon leur pourcentage, car dans ce dernier cas, en changeant la quantité d'azote destinée aux moisissures, nous les mettons dans les conditions qui ne sont pas également favorables, ce qui doit modifier leur résistance aux sels ajoutés.

8°. Employer les milieux composés des sels nécessaires en quantité correspondant aux besoins réels des moisissures.

9°. Employer le milieu favorable au développement des moisissures et non celui composé de la peptone et de l'agar, comme le faisait Fr. Moll [13]. Cet auteur, par l'emploi de ce milieu, a voulu probablement éliminer l'influence secondaire des sels, qui entrent dans la composition du milieu de culture. La moisissure s'est trouvée, par suite, dans des conditions de développement plus difficiles, ce qui a affaibli sa résistance. Ce changement de résistance a eu une forte influence sur les résultats obtenus par l'auteur.

10°. Tenir compte des données chimiques quantitatives concernant les procès vitaux des moisissures et ne pas se contenter du poids de leur mycélium.

C'était en 1915, pendant mon séjour à Moscou, que les moisissures du genre *Citromyces* ont attiré mon attention, grâce à leur capacité de transformer les sucres en acide citrique, dont le besoin se faisait fortement sentir en ce temps de guerre. En appliquant la méthode de Mazé [12], j'ai isolé alors les trois *Citromyces*: α, β et γ. En même temps j'ai réussi à faire venir de St. Pétersbourg deux *Citromyces* originaux: *Citromyces glaber* et *C. Pfefferianus* de Wehmer [17] et d'Amsterdam un autre *Citromyces glaber*, présentant des différences appréciables avec le premier. Les résultats obtenus avec ces *Citromyces* furent présentés en 1916 à la Societé Bactério-

logique à Moscou et un compte-rendu fut publié dans „la Revue Médicale" russe Nr. 18—19 en 1916. Après mon retour à Varsovie, en 1918, les conditions du travail ne m'ont pas permis de continuer ce travail. Ce n'est qu'en 1920 à Poznań, qu'il a été repris. Il a été poursuivi jusqu'à la fin à Bydgoszcz. Après avoir étudié de plus près les *Citromyces*, je me suis persuadée qu'ils sont fort intéressants au point de vue physiologique, que la durée de leur développement est courte et qu'ils n'ont pas de tendance à la mutation. En conséquence, je me suis arrêtée sur eux pour m'en servir dans les études sur quelques problèmes qui se sont présentés au cours de mes recherches antérieures. Le présent travail n'expose que la première partie de ces études.

Mes cultures des *Citromyces* ont été obtenues en 1915, ainsi qu'en 1920, d'une seule conidie par la méthode de Lindner. Dans outes les expériences j'ai employé invariablement la même solution nutritive de la composition suivante:

$(NH_4)_2 SO_4$ — $^1/_{20}$ Mol = 0,661%
$KH_2 PO_4$ — $^1/_{40}$ Mol = 0,341%
$MgSO_4$ — $^1/_{80}$ Mol = 0,308%
Saccharose — $^1/_{10}$ Mol = 3,321%

Ce milieu fut préparé pour chaque série des expériences de façon à contenir la double quantité de sels nutritifs. On l'a distribué dans les éprouvettes, en mettant dans chacune d'elles 5 cm cubes, et on l'a stérilisé deux fois pendant 30 minutes à 100° C. Les sels dont je me suis proposée d'étudier l'action étaient des sulfates. Ils étaient préparés en dose de 2 Mol. et dilués ensuite pour obtenir six portions, dont chacune était 10 fois plus faible que la précédente, depuis 2 Mol jusqu'à $^2/_{100.000}$ Mol. De chaque portion on préparait 12 éprouvettes à 5 cm^3 et après les avoir stérilisées, comme il a été indiqué plus haut, on ajoutait à chacune 5 cm^3 de milieu, afin d'obtenir un milieu avec du sel depuis 1 Mol jusqu'à $^1/_{100.000}$ Mol. La stérilité du milieu a été vérifiée par un séjour de 3 jours à l'étuve. La provision des sels a été faite d'emblée chez Kahlbaum. Les cultures des *Citromyces*, dont je me suis servie pour l'ensemencement, étaient toujours faites sur une décoction de choucroute avec 1,5% d'agar (5% de choucroute, 1% de saccharose à réaction faiblement acide à tournesol) et cultivées pendant 10 jours à 21—23° C. Dans ces conditions, on obtenait des cultures abondantes en conidies. Après l'ensemencement, toutes les 72 éprouvettes restaient en hiver à l'étuve et pendant l'été dans un endroit frais de 21—23° C. Les

observations étaient faites tous les jours pendant une semaine: on notait la marche du développement, en indiquant le nombre de jours nécessaires pour: 1° la germination des spores; 2° la formation d'une croûte mycelienne complète, c'est-à-dire couvrant parfaitement la surface; 3° l'apparition des conidies. Ces observations sont résumées dans le table I, où les chiffres donnent le temps de commencement de trois stades du développement qui viennent d'être énumérés; zéro indique que le stade en question n'a pas été atteint. D'autres caractères remarquables de ces cultures ont été encore notés. Les résultats des expériences ont été examinés deux fois: dans quinze et trente jours respectivement. Les cultures étaient décrites, et on y déterminait l'acidité du milieu, la quantité de sucre resté et la formation de l'amidon. Le milieu constamment employé a été préparé en moléculesgrammes de sels d'azote, de potassium et de magnesium, selon les rapports 4 : 2 : 1, indiqués pour les moisissures par C. Wehmer [18]. Pour contrôler, si les quantités prises convenaient aux *Citromyces*, avant de commencer les expériences sur l'action des cations, des épreuves ont été faites avec six dilutions consécutives du milieu fondamental. Le milieu non dilué a permis un développement abondant de tous les six *Citromyces*. Les croûtes sont épaisses, couvertes des conidies, la coloration caractéristique de leur surface inférieure, ainsi que celle du liquide ressort bien nettement. Dans le même milieu 10 fois dilué, les croûtes sont minces, avec des conidies plus abondantes, mais sans coloration caractéristique de la surface inférieure et du liquide. Dans le milieu cent fois dilué, le développement n'était pas complet. Enfin avec des dilutions plus fortes encore, on n'obtenait que des flocons mycéliens plus ou moins faibles, qui tombaient souvent au fond de l'éprouvette. En me basant sur ces données, je ne me suis servie pour les expériences suivantes que du milieu non dilué.

Je passerai maintenant en revue les résultats concernant tous les cations obtenus avec chaque *Citromyces* séparément. En examinant la table I, on voit que le cation Zn exerce une action stimulante sur le *Citromyces* α: son développement dans ce cas s'accomplit dans un temps plus court et les conidies en général non abondantes chez ce *Citromyces* deviennent alors plus nombreuses. Ce *Citromyces* supporte bien la forte concentration de 1 Mol des cinq cations (NH_4, Mg, K, Mn et Zn) et se développe complètement, quoique avec un certain retard dans la formation des conidies. Si l'on emploie des cations à l'action énergique, on constate que *Citromyces* α est très réfractaire à l'action nocive de Cu et Cd, plus que tous les autres *Citromyces* étudiés. Par contre il est sensible à l'action

de Ni et Co et montre une sensibilité spéciale envers les cations Na, NH_4, K et Mg, en général peu nocifs. Sa vitalité est grande, car il ne cesse de se développer que dans la dilution 1 Mol de Co, Ni, Fe··· et Cu. D'un examen plus détaillé ressort que *Citromyces* α s'accommode bien à une forte pression osmotique et atteint son développement dans le milieu avec 1 Mol de $MgSO_4$, dans le même délai de temps, que sur les dilutions succesives. Il faut constater que si un cation quelconque exerce une action retardatrice sur le développement du *Citromyces* α, on observe alors une constante gradation dans son action. Le premier degré de cette action s'exprime dans un retard dans l'apparition des conidies ou dans leur absence, comme cela a lieu avec le Zn et le Fe··. Le second degré qu'on observe, par exemple avec Al et Cd, est caractérisé par un retard dans la formation de la croûte mycélienne. Le troisième degré de nocivité s'exprime soit dans un retard dans la germination des spores, mais avec la formation d'une croûte normale et des conidies, soit dans un retard simultané de ces trois phénomènes, soit même par l'absence des croûtes et des conidies. Le quatrième degré consiste dans un fort retard dans la germination des spores, qui s'arrêtent de bonne heure dans leur développement et ne forment que des colonies compactes à la surface ou des flocons filamenteux au fond de l'éprouvette. Dans le cinquième et le dernier degré, le développement du *Citromyces* α est complètement entravé, quoique les spores conservent leur vitalité, comme on peut s'en assurer en les faisant germer sur la pomme de terre sterilisée. Après un séjour d'un mois dans une solution qui paralyse la germination, elles poussent normalement sans donner des mutations.

Passons maintenant au *Citromyces* β, qui est stimulé dans son développement par les cations Fe··, Fe··· et NH_4 (voir table I). Il supporte bien une forte pression osmotique dans le cas des cations: NH_4, Na, Mg, Al, K et Mn. Surtout dans la dilution de 1 Mol de $MgSO_4$, la formation de la croûte s'effectue même plus vite qu'ailleurs. Quant aux cations à l'action forte, *Citromyces* β supporte le mieux Al, Mn et Co; par contre Cd, Cu et Ni sont assez mal supportés. Comme *Citromyces* α, il montre une forte réaction aux Na et K, cations qui sont d'ailleurs peu nocifs. En géneral *Citromyces* β présente un développement fort et entre en sporulation bien facilement. Néanmoins il ne croît pas dans les deux premières dilutions de Cd de Cu, ni dans la première dilution de Ni, Co et Fe···. Dans la suite, nous ne prendrons pas en considération la gradation de l'action nocive des cations, comme nous l'avons fait pour le *Citro-*

myces α, car elle se retrouve dans tous les cas; la possibilité de constater les degrés plus ou moins nombreux de cette action dépend surtout de la vitalité du *Citromyces* étudié, ainsi que de sa faculté d'adaptation.

Quant au *Citromyces* γ, il est stimulé par NH_4, ce cation en quantité de $^1/_{100.000}$ Mol accélère son développement (voir table I). Sa manière de se comporter envers 1 Mol de NH_4, Na, Mg et K montre qu'il supporte bien l'augmentation de la pression osmotique du milieu. Ils s'accommode assez bien à l'action de Ni et de Co, mais il est très sensible envers les Cu et Cd. Quant aux Zn, Al, $Fe^{\cdot\cdot}$ et $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$, il montre une sensibilité spécifique à leur action. La résistance du *Citromyces* γ n'est pas aussi forte que celle des deux *Citromyces* précédents, car il ne croît pas dans les trois premières dilutions de Cu et de Cd, dans les deux de $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ et dans la première dilution de Al, $Fe^{\cdot\cdot}$, Co et Ni.

Passons maintenant au *Citromyces glaber.* Le développement de cette espèce est accéléré par NH_4, Al, $Fe^{\cdot\cdot}$ et $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$, cations qui exercent sur lui une action activante et lui permettent d'arriver à sa complète maturation en trois jours. La concentration de 1 Mol est bien supportée par ce *Citromyces* dans le cas de NH_4, Na, Mg et K, et il parcourt son cycle vital en leur présence en même temps que dans leurs solutions plus diluées. Malgré la vitesse et la force du développement et l'abondance des conidies, *Citromyces glaber* est caractérisé par sa sensibilité pour les cations à l'action énergique. Il faut souligner son manque de la résistance à leur action inhibitoire, ce qui ne se laissait prévoir, vu sa grande vitalité; ainsi il ne croît pas dans les quatre dilutions de Cd, dans les trois — de Cu, dans les deux — de Co, Ni et $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$ et dans la première de Al, Zn et $Fe^{\cdot\cdot}$, en somme dans seize dilutions de huit cations différents.

L'examen de la table I montre que *Citromyces glaber* d'Amsterdam est stimulé par les cations K, $Fe^{\cdot\cdot}$ et $Fe^{\cdot\cdot\cdot}$. La concentration appropriée de ces cations provoque chez lui un développement en minimum de temps (3 jours) avec une abondante formation des conidies, ce qui est pour ce *Citromyces* un cas rare. car il a plutôt une tendance opposée et il est à cet égard le plus sensible des *Citromyces* étudiés. On constate ensuite que la concentration de 1 Mol a sur lui une si forte action, qu'il ne produit pas du tout des conidies et que, dans ces conditions, le développement même du mycélium devient anormal. Malgré cette grande sensibilité *C. glaber* d'Amsterdam supporte assez bien les Co et Zn, moins bien les Ni et Cu. On pouvait s'attendre, vu sa sensibilité, à ce qu'il ne poussera

pas sur un grand nombre des cations. Néanmoins il prend place à cet égard avant le *Citromyces glaber*, car il ne se développe pas dans les quatre dilutions de Cd, dans les deux — de Cu, Co, Ni et Fe''' et dans la première de Fe'', soit dans treize dilutions contre seize dilutions du *Citromyces glaber*. Si l'on compare le nombre de cations exerçant une action si forte, on voit que pour *Citromyces glaber* d'Amsterdam il y en a six et pour *C. glaber* — huit.

Il nous reste à étudier le mode de réaction du dernier *Citromyces* étudié — *C. Pfefferianus*. La table I indique, qu'il est activé dans son développement par NH_4, Al et Fe''. La concentration de 1 Mol est bien supportée par lui en cas de Na, K, Mg et NH_4. En cas de Al, Mn et Zn, il atteint son développement complet avec un certain retard, ce qui lui permet de prendre la première place parmi les *Citromyces* étudiés. Malgré une forte constitution de son mycélium et une formation abondante des conidies, il réagit fortement aux cations Cd, Cu, Ni et Co. Par contre, son développement n'est entravé que par trois dilutions de Cd, par les deux — de Cu, Ni et Co et par la première de Fe'', ce qui fait en somme l'arrêt de la croissance dans les dix dilutions de six cations différents; cette grande résistance le met à côté de *Citromyces* α et *C.* β.

Il est avantageux de représenter graphiquement les résultats obtenus, en comptant sur l'axe des abscisses les treize cations étudiés et sur l'axe des ordonnées les nombres successifs de dilutions employées. On obtient pour chaque *Citromyces* une courbe des dilutions qui lui permettent dans un délai d'un mois de former une croûte normale ou tout au moins celle avec une sporulation supprimée (voir table II). Suivant la force inhibitoire, les cations peuvent être rangés dans des séries décroissantes (voir table III). Dans cette comparaison nous omettons le reste des cations, car ils permettent en solution de 1 Mol un développement complet, quoique parfois retardé des *Citromyces*, ce qui rend leur gradation bien difficile. Selon que notre attention sera fixée sur la première dilution ou sur les cinq suivantes, le numéro d'ordre d'un certain cation devrait être changé. La plus grande différence dans la manière de se comporter envers les cations, s'observe chez *Citromyces* α et *C.* γ. Le premier est spécialement tolérant pour le Zn, tandis que le second se comporte tout contrairement: il réagit en présence de ce cation presque comme en présence de Cu. On constate une grande analogie entre *Citromyces* β et *C. Pfefferianus*; ils ne diffèrent guère que par leur mode de réaction au Zn. On trouve une identité complète entre *Citromyces glaber* de St. Pétersburg et celui d'Amsterdam. Ces deux

races se comportent envers tous les cations, excepté le Zn, comme *Citromyces* α. Ils montrent aussi bien une ressemblance avec *Citromyces* β; dans les deux cas le Zn occupe la quatrième place et, mettant de côté les petites différences dans la force de réaction aux Cu, Ni et Zn, l'ordre des cations est le même pour ces *Citromyces*. L'examen de la table II nous fait reconnaître les mêmes ressemblances, quoique dans ces courbes on ait tenu compte de la dilution des cations, ce qui fait mieux ressortir la différence entre les *Citromyces*, concernant les sept cations à forte réaction, et souligne en même temps leur ressemblance par rapport aux autres cations. Les courbes du *Citromyces* α et du *Citromyces* β ne diffèrent guère que dans la partie de Cu, Zn et Cd. La courbe du *Citromyces* γ permet, au moyen de la partie qui correspond à huit cations, depuis NH_4 jusqu'à $Fe^{\cdots}$, de reconnaître son analogie avec celle du *Citromyces glaber*.

Il est intéressant de comparer pour tous les *Citromyces* les moyennes des dilutions rapportées aux treize cations. Celles-ci sont: *C.* α — 1.69, *C.* β — 2.0, *C. Pfefferianus* — 2.15, *C.* γ — 2.38, *C. glaber* — 2.46 et *C. glaber* d'Amsterdam — 2.62. Il en résulte que la sensibilité des *Citromyces* à l'action nocive des cations augmente depuis *Citromyces* α, assez résistant, jusqu'au *Citromyces glaber* d'Amsterdam, le plus sensible.

La table IV montre les résultats qui se rapportent à l'action stimulante des cations, résultats obtenus avec les six *Citromyces* et exprimés par le nombre total des dilutions où cette action a été observée. On y voit que *Citromyces glaber* et celui d'Amsterdam sont stimulés le plus facilement, tandis que *Citromyces* γ est le plus réfractaire. Il faut insister sur ce qu'ici encore *Citromyces* α prend une place à part, par contre *Gitromyces* β et *C. Pfefferianus* d'un côte et *Citromyces glaber* et *C. glaber* d'Amsterdam de l'autre sont influencés par les mêmes cations, à savoir par NH_4 et $Fe^{\cdots}$ pour les premiers et par $Fe^{\cdot\cdot}$ et $Fe^{\cdot\cdot}$ pour les seconds. Outre l'action stimulante indiquée plus haut, il faut signaler celle exercée par les cations à forte action, employés dans les dilutions de $^1/_{10.000}$ Mol et de $^1/_{100.000}$ Mol, à savoir: sur *Citromyces* α — deux dilutions de Cd; sur *Citromyces* β — une de Cd; sur *Citromyces Pfefferianus* — deux dilutions de Cu et sur *Citromyces glaber* — une de Cu. Sur *Citromyces* γ et *Citromyces glaber* d'Amsterdam ces cations restent sans influence.

Passons maintenant à l'étude comparative de la résistance des *Citromyces* à l'augmentation de la pression osmotique du milieu par l'addition de 1 Mol de différents sels, mise en évidence par la

table V. Elle montre, qu'il y a une similitude entre *Citromyces* γ et *Citromyces glaber* d'un côté, ainsi qu'entre *Citromyces* β et *C. Pfefferianus* de l'autre. Quant à *Citromyces* α, il occupe une place à part, car il s'accommode bien à cette modification du milieu. En revanche *Citromyces glaber* d'Amsterdam n'atteint pas son développement complet dans ces conditions.

La table VI est destinée à illustrer d'une façon plus détaillée l'influence des cations à forte action. Le dividende y représente le nombre total de jours nécessaires pour accomplir le cycle vital complet (la germination, la formation de la croûte, la sporulation), le diviseur montre le nombre total de dilutions des cations, où ce développement devient possible et le quotient renseigne sur le degré de l'influence éprouvé par un certain *Citromyces*. Certainement, il faut prendre en considération que chez *Citromyces* α ce n'est que la formation des conidies qui est fortement retardée, ce qui augmente excessivement sa moyenne de jours. Ce fait ne doit pas, à notre avis, lui ôter le droit d'occuper la première place entre les *Citromyces*, étant donnée sa résistance (qui ressort bien dans la moyenne de dilutions), la plus haute entre toutes. Les moyennes des *Citromyces* β et *C. Pfefferianus* montrent une grande ressemblance. Les *Citromyces glaber* et *Citromyces* γ comme plus sensibles les suivent de près, tandis que *Citromyces glaber* d'Amsterdam reste loin derrière tous. Il faut rappeler ici le fait déjà signalé plus haut, que les cations Cd et Cu ont exercé une influence stimulante sur le développement des *Citromyces*, le premier sur *Citromyces* α et *C.* β et le second sur *Citromyces Pfefferianus* et *C. glaber*, ce qui a diminué les moyennes correspondantes. En outre, il faut insister sur ce que l'individualité des *Citromyces* s'exprime aussi dans leur pouvoir de germer dans une solution concentrée d'un cation, sans néanmoins avancer dans leur développement.

La table VII sert à montrer ces derniers faits. On y voit les nombres de dilutions, qui arrêtent complètement le développement des *Citromyces* dans les quatre cations. *Citromyces* α et *C. glaber* sont les deux extrêmes représentant la faculté de germer même dans les conditions si difficiles. En y ajoutant les nombres de dilutions de Fe$^{\cdot\cdot}$, Fe$^{\cdot\cdot\cdot}$ et Al, qui entravent le développement des *Citromyces*, on peut distinguer deux groupes: une avec *Citromyces* α (4 dilutions), *C.* β (7 dilutions) et *C. Pfefferianus* (10 dilutions) et une seconde avec *Citromyces* γ (12 dilutions), *C. glaber* d'Amsterdam (13 dilutions) et *C. glaber* (16 dilutions).

Après avoir exposé le mode de réaction de six *Citromyces* aux

treize cations étudiés, nous tâcherons, en nous basant sur les résultats obtenus, de déterminer l'importance du poids atomique des cations et des proprietés chimiques qui en proviennent, ainsi que de reconnaître la part qu'y prend la dissociation électrolytique avec son effet spécifique des ions. Dans ce but, nous comparerons d'abord les résultats obtenus: 1^0 pour les cations du premier groupe de Mendéléeff: NH_4, Na et K, 2^0 pour ceux du deuxième: Mg, Zn et Cu, 3^0 pour Cd, qui prend une place à part dans le deuxième groupe, 4^0 pour Al du troisième et 5^0 pour les cations du septième et huitième groupe: Mn, Fe, Ni et Co. Pour faire mieux ressortir la gradation dans l'action des cations sur les *Citromyces*, nous déterminerons pour chacun d'eux les moyennes, en divisant la somme de jours employés pour trois fonctions vitales par six — nombre de dilutions. Ces moyennes caractérisent bien la force de l'action d'un certain cation sur un *Citromyces* donné: elles ne sont calculées que pour les cas du développement complet d'un *Citromyces* sur les six dilutions d'un cation. Pour le NH_4 ces moyennes sont: *Citromyces* α — 20.7; *Citromyces* β — 9.0; *Citromyces Pfefferianus* — 6.3; *Citromyces* γ — 8.0; *Citromyces glaber* — 6.7 et *Citromyces glaber* d'Amsterdam — 0. En se basant sur ces moyennes, on peut mettre les *Citromyces* en une série, en commençant par le plus résistant et passant ensuite aux plus sensibles, à savoir: *Citromyces Pfefferianus*, *C. glaber*, *C.* γ, *C.* β, *C.* α et *C. glaber* d'Amsterdam. Il est avantageux de mettre toutes les séries obtenues de cette manière dans une table pour discuter les résultats, ce qui a été fait dans la table VIII.

L'examen de la table VIII montre, que les *Citromyces* réagissent aux trois cations, NH_4, Na et K, à peu près de la même manière, ce qui se traduit par un faible déplacement en cas de NH_4 où en première place vient *Citromyces Pfefferianus*, très tolérant pour ce cation; pour les Na et K les séries montrent une similitude fort prononcée, il n'y a que *Citromyces Pfefferianus* et *C. glaber* d'Amsterdam qui se déplacent légèrement. En comparant pour chacun de ces cations le nombre de *Citromyces* qui atteignent sur eux le développement complet, on est forcé de conclure que, par leur force inhibitoire pour les *Citromyces*, ils se rangent de la manière suivante: Na, NH_4, K. Il faut souligner ici l'accord de ce résultat avec les faits déjà connus de la physiologie végétale. Le cation Mg par son action physiologique s'approche du groupe précédent, ce qui résulte du fait que *Citromyces glaber* occupe la première place dans la série, aussi que de la place bien éloignée du *Citromyces* α. Il y a une concordance de ce fait avec les nouvelles données physico-chimiques

relatées par W. Kossel [7]: suivant v. d. Broek, il faut admettre que les nombres d'électrons des atomes des élements dans leur état neutre correspondent à leur numéro d'ordre dans le système périodique. Dans la suite nous verrons que bien de fois le rapprochement des cations, en ce qui concerne leur action physiologique sur les *Citromyces*, correspond mieux à leur valeur exprimée en électrons qu'à leur voisinage dans le groupement de Mendéléeff. Ainsi, dans le cas de Mg, il se place avec ses douze électrons à côté de Na, qui en a onze. Si l'on passe maintenant au Zn, cation dont le poids atomique est plus élevé, on verra que de même sa force inhibitoire est plus accentuée et on constatera le maximum de l'action nocive chez Cd, dont le poids atomique monte jusq'à 112.4. Il faut noter qu'avec le Zn ce n'est que *Citromyces* α et *C. Pfefferianus* qui parcourent leur cycle vital complet. Il a fallu, par conséquent, pour ranger les *Citromyces*, faire l'attention au nombre de dilutions où le développement avait lieu et même prendre en considération sa durée. Dans la série du Zn, *Citromyces* α prend une place plus avancée et, dans celle de Cd, il vient à la tête. En même temps on observe la formation de deux groupes: un avec *Citromyces* α, *C.* β et *C. Pfefferianus*, plus résistants, et un autre avec trois *Citromyces*, plus sensibles. On constate chez *Citromyces glaber* une sensibilité exceptionnelle pour le Cd, ce n'est que dans sa série, qu'il occupe la dernière place.

Passons maintenant à la série de Al. Elle ne diffère guère de celle de Mg que par la plus grande sensibilité du *Citromyces glaber* envers ce cation, ce qui s'explique par leur poids atomique et leur teneur en électrons: Mg en a douze et Al — treize. En outre cette série montre une grande ressemblance avec celle de Zn, mais Al avec treize électrons exerce sur les *Citromyces* une action plus faible que Zn, qui en possède une trentaine.

Examinons maintenant la série de Cu, cation, qui ne diffère que peu par son poids atomique, ainsi que par sa teneur en électrons du Zn, mais qui possède une force beaucoup plus accentuée et se rapproche par ce fait du Cd. On peut noter ici que la série de Cu montre une ressemblance marquée avec celle de Zn. Ce n'est que *Citromyces* α, qui occupe la première place, manifestant une grande tolérance pour ce cation. La série de Cu montre plus de différences avec celle de Cd, ce qui résulte de son poids atomique plus petit et de sa charge de vingt neuf électrons pour Cu contre quarante huit pour Cd. Il y a pour Cu neuf dilutions donnant un développement incomplet et treize ne donnant aucun développement, tandis que pour Cd il y en a respectivement neuf et seize.

Il nous reste encore l'étude du groupe de Fe et de Mn. On peut diviser ce groupe en deux parties: une comprenant Mn, Fe·· et Fe··· et l'autre — Co et Ni. Les séries de la première partie montrent une identité complète, ce que nous constatons pour la première fois au cours de cette étude. Il faut insister sur cette concordance, surtout parce que l'action inhibitoire de ces cations devient en même temps de plus en plus accentuée. L'identité de ces séries peut être expliquée par le poids atomique des cations et par leur teneur en électrons: Mn en a vingt cinq et Fe — vingt six. Il est plus difficile d'interpréter la nocivité beaucoup plus forte de Fe··· en comparaison de Fe··. Peut être ce fait se rapporte à un phénomène physico-chimique, à savoir: la chaleur d'hydratation des ions (voir K. Fajans [4]).

En passant aux séries de Co et de Ni, on voit que, malgré qu'elles soient de nouveau identiques, les *Citromyces* ont changé leur place. *Citromyces Pfefferianus* est très sensible à ces cations, tandis que *Citromyces* γ est très rèfractaire, ce qui permet à ce dernier d'occuper la première place dans la série. On doit insister sur cette remarquable identité, surtout parce que les expériences avec ces cations étaient faites dans les périodes différentes: avec Ni en décembre de 1921 et avec Co en avril de l'année suivante. Il ne faut pas oublier que, pendant toute la durée des expériences, les *Citromyces* ont été ensemencés tous les quinze jours, ce qui leur a permis de fournir durant ce temps huit générations successives, sorties chacune des conidies, dont la réaction à ces cations n'a subi néanmoins aucun changement. En général dans toutes ces expériences les éléments voisins n'étaient jamais mis à l'étude les uns après les autres, ainsi on a étudié Fe·· en juillet de 1921, Mn — en février de 1922 et Fe··· en février de l'année suivante; les résultats identiques obtenus dans ces conditions ont une valeur indiscutable.

En examinant l'ensemble de la table VIII, on peut constater que les éléments retiennent l'ordre de leurs poids atomiques, ou bien celui de leur teneur en électrons, dans leur action physiologique exercée sur les *Citromyces*. Une exception présente la série de K, qui devrait plutôt prendre place à côté de celle de Na, ainsi que des séries Co et Ni, qui sont comme inclus dans les séries bien concordantes de Mn, Fe, Cu et Zn. De plus, on voit qu'en somme sept fois les *Citromyces* sont placés par leur résistance en deux groupes, à savoir dans les séries de Al, Mn, Fe··, Fe···, Cu, Zn et Cd. Outre ces cas, le premier groupe des *Citromyces* plus résistants occupe encore trois fois dans les séries de Mg, Co et Ni des places succes-

sives, en commençant par la deuxième, la première étant prise par un *Citromyces* du second groupe. Si l'on considère la somme de numéros d'ordre occupés par chaque *Citromyces* en particulier dans les treize séries, on obtient la gradation suivante: *Citromyces* β — 30, *C. Pfefferianus* — 33, *C.* α — 43, *C. glaber* — 45; *C.* γ — 48 et *C. glaber* d'Amsterdam — 72. On voit que ce sont les *Citromyces* β et *C. Pfefferianus* qui se sont montrés les plus résistants à l'action nocive de treize cations. *Citromyces* α, qui leur est parent, forme un lien entre les deux groupes. Il est intéressant de comparer les treize cations en les rangeant suivant les grandeurs consécutives de sommes de numéros d'ordre des dilutions, qui permettent aux *Citromyces* de se développer jusqu'à la sporulation (voir table II), à savoir: Cd—31, Cu—23, Ni—19, Zn et Fe···—16, Co—15, Fe··—12, Al—9, Mn, K, Mg, Na, NH_4—6. De même on peut former de ces cations une série descendante, en se basant sur la somme de dilutions, qui entravent le développement des *Citromyces* (voir table I): Cd—16; Cu—13, Fe···, Ni et Co—9; Fe··—3, Al—2 et Zn—1. La concordance de ces deux séries est presque complète, ce n'est que Fe··· et Zn qui ont changé leurs places dans la seconde série, ce qui s'explique par le fait que Zn laisse les *Citromyces* se développer, quoique incomplètement, dix fois dans les premières dilutions, tandis que l'absence de développement ne se présente avec ce cation qu'une seule fois. Pour le Fe··· on constate un fait inverse: il permet un développement complet dans une dilution donnée, tandis que dans une concentration dix fois plus grande il détermine chez les *Citromyces* un arrêt de croissance. Ceci semble indiquer, que pour un cation à l'action si forte, il faudrait employer plus des dilutions successives, en les faisant varier dans une proportion plus faible que celle que j'ai employée.

Si l'on veut, en se basant sur ces données, caractériser un *Citromyces* nouveau, on doit l'exposer à l'action des cations Mn, Fe·· et Fe···. Dans le cas où il présentera un développement normal sur les cinq dilutions, on le classera dans l'espèce *Citromyces Pfefferianus* Wehmer (y comprises les races α et β), dans le cas contraire, il appartiendra à l'espèce *Citromyces glaber* Wehmer (y comprise la race γ). Pour déterminer sa force de résistance, on le laissera se développer sous l'influence des cations Cd et Cu dans le premier cas et sous l'influence des Na et K dans le second. En nous basant sur nos résultats, nous présentons une clef pour déterminer les six *Citromyces* étudiés:

1. Un développement normal dans les cinq dilutions de $Fe^{\cdots}$ — I groupe.

1* Un développement normal dans les quatre dilutions de $Fe^{\cdots}$ — II groupe.

I groupe.

1. Un développement normal dans les six dilutions de Zn — voir 2.

1* „ „ „ „ „ quatre dilutions de Zn — *Citromyces* β.

2. Un développement complet en quatre jours dans les six dilutions de NH_4 — *C. Pfefferianus.*

2* Un developpement complet en quatorze jours dans les six dilutions de NH_4 — *C.* α.

II groupe.

1. Un développement normal dans les cinq dilutions de Ni — *Citromyces* γ.

1* Un développement normal dans les trois dilutions de Ni — voir 2.

2. Un développement complet en trois jours dans les quatre dilutions de Al — *C. glaber.*

2* Un développement complet en cinq jours dans les deux dilutions de Al — *C. glaber* d'Amsterdam.

Il faut noter qu'à la suite de la comparaison des propriétés morphologiques et physiologiques du *Citromyces* β avec celles observées par R. Lieske [9] pour sa nouvelle espèce *Citromyces siderophilus,* on est forcé à conclure à l'identité de ces deux espèces.

Il nous reste maintenant à comparer les résultats obtenus au cours de cette étude avec ceux des autres auteurs, ne prenant en considération que les travaux parus après 1900. Commençons par C. Pulst [15], qui a étudié *Penicillium glaucum,* en employant comme la source d'azote 0,5% de la peptone. Ses expériences ont duré quelques semaines, parfois, comme celle avec 1/10 Mol de $NiSO_4$, jusqu'aux six mois. Suivant ses résultats, *Penicilium glaucum* est plus résistant que les *Citromyces* contre l'action de Cu, $Fe^{\cdots}$ et Ni; il possède la même sensibilié pour Zn et Mn et se montre moins résistant contre Co.

Fr. Moll [13] a travaillé avec la même espèce, en la cultivant sur l'agar peptoné à 1%; la durée des expériences étaient de deux mois. *Penicilium glaucum* a manifesté la même résistance à l'action de Na, K, NH_4 et Mg que les *Citromyces*; il s'est montré moins résistant que quelques *Citromyces* à l'action de Mn, Al, $Fe^{\cdots}$, Co, Zn

et Cu; quant à l'action de Cd, il n'y a que *Citromyces α*, qui est plus réfractaire que lui.

J. Buromsky [2], ayant comme l'objet d'étude *Aspergillus niger*, a trouvé que $ZnSO_4$ et $MgSO_4$ à la dose de 0.1% et K_2SO_4 à 0.6% accélèrent son développement et augmentent sa substance sèche. La même accélération était constatée aussi par nous sur quelques *Citromyces*.

J. Gössl [6], en travaillant avec *Aspergillus niger* et *Penicillium glaucum*, a constaté que le développement de ces deux moisissures a lieu même dans 20 - 25% de $MnSO_4$. On voit une concordance de ces données avec nos résultats par le fait, que sur la dilution de $MnSO_4$ = 1 Mol = 24.1% le développement des *Citromyces* est normal, quoique un peu ralenti. L'action stimulante des sulfates de Mn et de Mg observée chez les *Citromyces* fut constatée aussi dans le cas des semences par M. Popoff [14], qui a pu cultiver des grains ainsi activés les plantes de la double taille et dont la récolté a donné 70—100% de surcroît.

L. Maillard [10] a trouvé pour *Penicillium glaucum* la possibilité de se développer complètement dans $CuSO_4$ à 2.4% = 1/10 Mol. Par ce fait cette espèce se montre plus résistante que les *Citromyces*.

Conclusions.

1° L'action des cations sur les *Citromyces* permet de constater leur degré de parenté.

2° La manière de réagir aux cations Mn et Fe donne le moyen de discerner les espèces *Citromyces Pfefferianus* et *C. glaber* Wehmer, y compris leurs races.

3° Les cations suivant leur décroissante action inhibitoire sur les *Citromyces* peuvent être rangés comme il suit: Cd, Cu, Ni, Zn, $Fe^{\cdots}$, Co, $Fe^{\cdot\cdot}$, Al, Mn = Na = K = NH_4 = Mg.

4° La manière dont les *Citromyces* se comportent envers les cations étudiés permet de former treize séries, l'ordre de ces séries correspond à peu près aux poids atomiques des cations.

5° Les *Citromyces*, selon leur résistance décroissante à l'action inhibitoire de treize cations, se laissent ranger comme il suit: *Citromyces β*, *C. Pfefferianus*, *C. α*, *C. glaber*, *C. γ* et *C. glaber* d'Amsterdam.

6° L'influence stimulante des cations à l'action énergique, employés en dilution de 1/100.000 Mol, se fait sentir chez les quatre *Citromyces*.

7° Chez le *Citromyces* α on constate une action spécifique de Zn qui active son développement.

8° Quelques *Citromyces* montrent une sensibilité spécifique pour les cations, n'ayant en général aucune action nocive, par exemple *Citromyces* α est sensible au cation Na.

9° La concentration d'un molécule-gramme est bien supportée par les *Citromyces*, excepté *Citromyces glaber* d'Amsterdam.

10° L'inhibition du développement des conidies chez les *Citromyces* dans une certaine dilution d'un cation ne signifie pas la perte de la faculté de germination.

Littérature.

1. Bainier et Sartory. Bull. Soc. Mycol. France. Vol. 28 (1912) p. 38; idem. Vol. 29 (1913).
2. Buromsky, J. Centralbl f. Bakt. Abt. II. Vol. 36 (1913) p. 54.
3. Dermotte, T. Alc. Mc. Mycol. Centralbl. Vol. 3 (1913) p. 159.
4. Fajans, K. Naturwissenschaften. Vol. 9 (1921) p. 729.
5. Guéguen, F. Bull. Soc. Mycol. France. Vol. 15 (1899) p. 15.
6. Gössl, J. Beihefte z. Bot. Centr. Vol. 18 (1905) p. 119.
7. Iwanoff, K. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Vol. 13 (1904) p. 159.
8. Kossel, W. Naturwiss. Vol. 7 (1919) p. 339.
9. Lieske, R. Jahrb. f. Wiss. Bot. Vol. 50 (1911) p. 328.
10. Maillard, L Bull. Soc. Chim. de Paris. Vol. 21 (1899) p. 651.
11. Manoilow, E. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Vol. 18 (1907) p. 199.
12. Mazé et Perrier. Ann. Inst. Pasteur. Vol. 18 (1904) p. 553.
13. Moll, Fr. Centralbl. f. Bakt. Abt. II. Vol. 51 (1920) p. 257.
14. Popoff, M. Naturwiss. Vol. 10 (1922) p. 1128.
15. Pulst, C. Jahrb. f. Wiss. Bot. Vol. 37 (1902) p. 205.
16. Richards, H. M. idem. Vol. 30 (1897) p. 665.
17. Wehmer, C. Beiträge zur Kenntniss einheimischer Pilze. Vol. I. Hannower (1893).
18. Wehmer, C. Mycol. Centralbl. Vol. 2 (1913) p. 195.

Table I.

Citromyces a.

Sulfates	1 Mol	1/10 Mol	1/100 Mol	1/1000	1/10.000	1/100.000
$(NH_4)_2 SO_4$	2-7-15	1-4-15	1-4-15	1-4-15	1-4-15	1-4-15
$Na_2 SO_4$	1-6-0	1-4-0	1-3-0	1-3-15	1-3-15	1-3-15
$Mg SO_4$	1-3-7	1-3-7	1-3-7	1-3-7	1-3-7	1-3-7
$Al_2 (SO_4)_3$	2-12-0	1-4-0	1-3-6	1-3-7	1-3-7	1-3-7
$K_2 SO_4$	1-3-10	1-3-13	1-3-13	1-3-13	1-3-13	1-3-13
$Mn SO_4$	1-30-10	1-4-10	1-4-10	1-4-10	1-4-10	1-4-10
$Fe SO_4$	2-3-0	1-3-0	1-3-12	1-3-12	1-3-12	1-3-12
$Fe_2 (SO_4)_3$	—	1-3-0	1-3-12	1-3-10	1-3-10	1-3-10
$Co SO_4$	—	15 20-30	4-12-12	2-5-12	2-5-12	2-5-12
$Ni SO_4$	—	12-0-0	7-9-12	2-4-12	2-3-12	2-3-12
$Cu SO_4$	—	30-0-0	2-30-0	2-6-30	2-3-30	2-3-30
$Zn SO_4$	1-3-15	1-3-12	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4
$Cd SO_4$	30-0-0	3-30-0	1-7-0	1-5-30	1-3-5	1-3-5

Citromyces β.

$(NH_4)_2 SO_4$	2-4-10	1-3-5	1-2-4	1-2-4	1-2-5	1-2-4
$Na_2 SO_4$	1-4-8	1-3-8	1-3-7	1-4-8	1-3-8	1-3-5
$Mg SO_4$	1-2-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-5
$Al_2 (SO_4)_3$	2-4-7	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4
$K_2 SO_4$	1-3-6	1-3-6	1-3-5	1-3-5	1-3-5	1-3-5
$Mn SO_4$	2-5-6	1-4-5	1-4-5	1-4-5	1-4-5	1-4-5
$Fe SO_4$	2-4-0	1-2-6	1-2-4	1-2-4	1-2-4	1-2-4
$Fe_2 (SO_4)_3$	—	1-3-4	1-3-4	1-2-3	1-2-3	1-2-4
$Co SO_4$	—	12-20-30	1-5-6	1-4-5	1-4-5	1-4-5
$Ni SO_4$	—	12-0-0	5-7-9	2-4-5	1-3-4	1-3-4
$Cu SO_4$	—	—	4-30-0	2-5-12	1-3-5	1-3-5
$Zn SO_4$	1-5-0	1-5-0	1-5-7	1-4-5	1-4-5	1-3-4
$Cd SO_4$	—	—	1-0-0	1-30-0	1-5-0	1-2-5

Citromyces γ.

$(NH_4)_2 SO_4$	1-3-6	1-3-4	1-2-4	1-2-5	1-2-4	1-2-5
$Na_2 SO_4$	1-5-6	1-3-5	1-3-5	1-2-5	1-2-8	1-2-5
$Mg SO_4$	1-5-8	1-4-6	1-3-5	1-3-5	1-3-5	1-3-5
$Al_2 (SO_4)_3$	—	1-4-0	1-3-5	1-3-5	1-3-5	1-2-3
$K_2 SO_4$	1-3-5	1-3-5	1-3-5	1-3-5	1-3-5	1-3 5
$Mn SO_4$	5-10-0	2-5-6	2-5-6	2-5-6	1-4-5	1-3-4
$Fe SO_4$	—	12-0-0	1-2-3	1-2-3	1-3-3	1-3-3
$Fe_2 (SO_4)_3$	—	—	1-3-0	1-3-4	1-3-3	1-3-3
$Co SO_4$	—	7-20-30	2-6-7	1-4-5	1-4-5	1-5-6
$Ni SO_4$	—	9-12-0	2-6-7	1-4-6	1-3-6	1-3-6
$Cu SO_4$	—	—	—	2-30-30	2-12-4	1-3 4
$Zn SO_4$	12-0-0	12-0-0	1-5-0	1-5-6	1-4-5	1-3-4
$Cd SO_4$	—	—	—	7-0-0	1-6-0	1-4-5

Citromyces glaber.

Sulfates.	1 Mol	1/10 Mol	1/100 Mol	1/1000	1/10.000	1/100.000
$(NH_4)_2 SO_4$	1-3-4	1-2-4	1-2-4	1-2-3	1-2-3	1-2-3
$Na_2 SO_4$	1-3-5	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4
$Mg SO_4$	1-3-3	1-3-3	1-3-3	1-3-3	1-3-3	1-3-3
$Al_2 (SO_4)_3$	—	2-4-6	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
$K_2 SO_4$	1-3-4	1-3-4	1-3-3	1-3-3	1-3-3	1-3-3
$Mn SO_4$	5-30-0	2-30-5	1-4-5	1-3-4	1-3-4	1-3-4
$Fe SO_4$	—	3-6-7	1-3-4	1-2-3	1-2-3	1-2-3
$Fe_2 (SO_4)_3$	—	—	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
$Co SO_4$	—	—	3-12-15	1-4-5	1-4-5	1-4-5
$Ni SO_4$	—	—	30-0-0	3-6-7	1-3-5	1-3-4
$Cu SO_4$	—	—	—	2-12-6	1-3-4	1-2-3
$Zn SO_4$	—	12-0-0	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-3
$Cd SO_4$	—	—	—	—	1-2-0	1-3-4

Citromyces glaber d'Amsterdam.

$(NH_4)_2 SO_4$	2-0-0	1-5-3	1-5-3	1-5-3	1-5-3	1-5-3
$Na_2 SO_4$	2-0-0	1-3-4	1-3-5	1-3-7	1-3-7	1-3-7
$Mg SO_4$	1-3-0	1-3-5	1-3-5	1-3-5	1-3-5	1-3-5
$Al_2 (SO_4)_3$	12-0-0	1-4-0	1-4-10	1-3-7	1-4-7	1-5-6
$K_2 SO_4$	1-3-10	1-4-5	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4
$Mn SO_4$	3-15-0	2-7-0	2-6-5	1-5-5	1-5-5	1-5-5
$Fe SO_4$	—	12-0-0	1-2-3	1-2-3	1-3-3	1-3-3
$Fe_2 (SO_4)_3$	—	—	1-3-0	1-3-4	1-3-4	1-3-4
$Co SO_4$	—	—	4-12-0	2-5-7	1-4-5	1-4-7
$Cu SO_4$	—	—	12-0-0	2-8-0	2-6-0	2-8-0
$Ni SO_4$	—	—	30-0-0	2-30-0	2-12-0	1-4-0
$Zn SO_4$	4-0-0	1-12-0	1-12-0	1-5-6	1-7-7	1-6-7
$Cd SO_4$	—	—	—	—	1-30-30	1-30-30

Citromyces Pfefferianus.

$(NH_4)_2 SO_4$	1-2-5	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
$Na_2 SO_4$	1-4-7	1-4-8	1-4-7	1-4-7	1-4-7	1-3-7
$Mg SO_4$	1-3-3	1-3-3	1-3-3	1-3-3	1-3-3	1-3-3
$Al_2 (SO_4)_3$	1-4-8	1-3-5	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
$K_2 SO_4$	1-3-7	1-3-7	1-3-7	1-3-6	1-3-6	1-3-6
$Mn SO_4$	3-30-5	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-4
$Fe SO_4$	3-6-0	1-3-7	1-2-3	1-2-3	1-2-3	1-2-3
$Fe_2 (SO_4)_3$	—	1-12-16	1-3-10	1-3-7	1-3-7	1-3-7
$Co SO_4$	—	—	1-5-12	1-4-5	1-4-5	1-4-5
$Cu SO_4$	—	—	8-9-12	2-4-5	1-4-5	1-4-5
$Ni SO_4$	—	—	2-30-0	1-12-3	1-2-4	1-2-3
$Zn SO_4$	2-3-12	1-3-4	1-3-4	1-3-4	1-3-3	1-3-3
$Cd SO_4$	—	—	—	1-30-30	1-5-6	1-3-4

Table II.

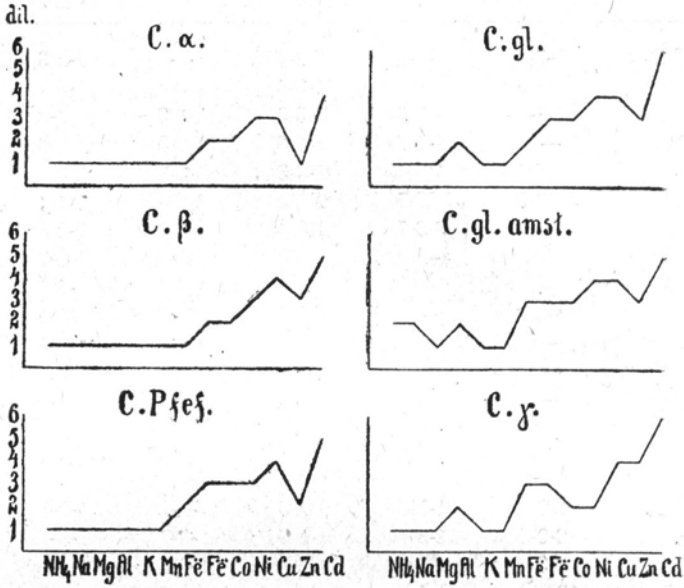

Fig. 10.

Table III.

Espèces	Nr 1	Nr 2	Nr 3	Nr 4	Nr 5	Nr 6	Nr 7
C. α	Cd	Cu	Ni	Co	Fe···	Fe··	Al
C. β	„	„	„	Zn	Co	Fe···	Fe···
C. Pfef.	„	„	„	Co	Fe···	Zn	„
C. γ	„	„	Zn	Fe···	Fe··	Ni	Co
C. gl.	„	„	Ni	Zn	Co	Fe··	Fe··
C. gl. amst.	„	„	„	„	„	„	„

Table IV.

Espèces	NH_4	Mg	Al	K	Fe··	Fe···	Zn	Somme de dilutions
C. α	—	6	4	—	—	—	4	14
C. β	4	—	—	—	3	4	—	11
C. Pfef.	6	—	4	—	4	—	—	14
C. γ	4	—	—	—	—	—	—	4
C. gl.	5	—	4	—	3	4	—	16
C. gl. amst.	—	5	—	4	4	3	—	16

Table V.

Espèces	NH_4	Na	Mg	Al	K	Mn	Zn	Somme de cations
C. α	+	−	+	−	+	+	+	5
C. β	+	+	+	+	+	+	−	6
C. Pfef.	+	+	+	+	+	+	+	7
C. γ	+	+	+	−	+	−	−	4
C. gl.	+	+	+	−	+	−	−	4
C. gl. amst.	−	−	−	−	−	−	−	0

Table VI.

Espèces	Co	Ni	Cu	Cd	Somme de jours	Somme de dilutions
C. α	$\frac{160}{5} = 32$	$\frac{80}{4} = 20$	$\frac{114}{3} = 38$	$\frac{54}{3} = 8$	108	15
C. β	$\frac{114}{5} = 23$	$\frac{48}{4} = 12$	$\frac{37}{3} = 12$	$\frac{8}{1} = 8$	55	13
C. Pfef.	$\frac{48}{4} = 12$	$\frac{60}{4} = 15$	$\frac{29}{3} = 10$	$\frac{81}{3} = 27$	64	14
C. γ	$\frac{114}{5} = 23$	$\frac{46}{4} = 12$	$\frac{88}{3} = 29$	$\frac{10}{1} = 10$	81	13
C. gl.	$\frac{60}{4} = 15$	$\frac{33}{3} = 11$	$\frac{34}{3} = 11$	$\frac{8}{1} = 8$	45	11
C. gl. amst.	$\frac{36}{3} = 12$	—	—	$\frac{122}{2} = 61$	—	—

Table VII.

Espèces	Co	Ni	Cu	Cd	Somme de dilutions
C. α	1	1	1	—	3
C. β	1	1	2	2	6
C. Pfef.	2	2	2	3	9
C. γ	1	1	3	3	8
C. gl.	2	2	3	4	11
C. gl. amst.	2	2	2	4	10

Table VIII.

Cations	Nr 1	Nr 2	Nr 3	Nr 4	Nr 5	Nr 6
NH_4	C. Pfef.	C. gl.	C. γ	C. β	C. α	C. gl. amst.
Na	C. gl.	C. γ	C. β	C. Pfef.	C. gl. amst.	C. α
Mg	C. gl.	C. Pfef.	C. β	C. α	C. γ	C. gl. amst.
Al	C. Pfef.	C. β	C. α	C. gl.	C. γ	C. gl. amst.
K	C. gl.	C. γ	C. β	C. gl. amst.	C. Pfef.	C. α
Mn	C. β	C. Pfef.	C. α	C. gl.	C. γ	C. gl. amst.
$Fe^{..}$	„	„	„	„	„	„
$Fe^{...}$	„	„	„	„	„	„
Co	C. γ	C. β	C. α	C. Pfef.	C. gl.	C. gl. amst.
Ni	„	„	„	„	„	„
Cu	C. α	C. Pfef.	C. β	C. gl.	C. γ	C. gl. amst.
Zn	C. Pfef.	C. α	C. β	C. gl.	C. γ	C. gl. amst.
Cd	C. α	C. β	C. Pfef.	C. γ	C. gl. amst.	C. gl.

Bydgoszcz. Institut National Scientifique d'Agriculture.

(Wpłynęło do redakcji dnia 7 lutego 1924).