

L'INFLUENCE DES MICROÉLÉMENTS B, Mn, Cu, Zn ET Mo SUR QUELQUES PROCESSUS PHYSIOLOGIQUES CHEZ LES PLANTES

CONSTANTIN VOICA

On a déterminé l'influence du manque de B, Mn, Cu, Zn, et Mo sur l'intensité de la photosynthèse et de la respiration, sur la quantité de chlorophylle dans les feuilles, ainsi que sur la qualité et la quantité des glucides dans les feuilles et les racines de plantes d'avoine (*Avena sativa*), variété Cenad 309.

On a constaté que l'absence des microéléments mentionnés dans la solution nutritive d'Arnon fait baisser l'intensité de la photosynthèse et de la respiration, en même temps que la quantité de chlorophylle dans les feuilles et la quantité de glucides dans les feuilles et les racines. Ces phénomènes physiologique ont été les plus fortement influencés par l'absence de Mn dans la solution nutritive.

Les microéléments jouent un rôle important dans la régulation des processus vitaux des plantes, influençant sensiblement le cours de tous ces processus. Pour cette raison, de nos jours on entreprend de nombreuses recherches afin d'éclaircir le mode d'action des microéléments sur certains processus physiologiques (par ex. leur action sur la photosynthèse, la respiration, le métabolisme des hydrates de carbone ainsi que sur d'autres phénomènes physiologiques).

Nos recherches s'inscrivent dans la même voie.

Matériel et méthodes :

Les expériences ont été entreprises avec des plantes d'avoine cultivées en solution minérale nutritive d'Arnon, dont on a supprimé successivement les microéléments quelle contiens normalement. Pour préparer la solution, nous avons employé des sels purifiés par cristallisations répétées. Les graines ont été mises à germer dans des boîtes de Petri. Après germination, les plantules ont été posées sur des rondelles

de carton paraffiné pour flotter dans un bain d'eau distillée, en vue de provoquer une diminution de la quantité de sels minéraux contenues dans l'endosperme des graines. Les plantules ont été maintenues dans ce bain pendant deux jours, l'eau distillée y étant remplacée 4 fois. Ensuite, les plantules ont été mises dans les récipients d'expérience contenant la solution nutritive minérale et cultivées en serre. On a mis 5 plantules par récipient. Les expériences comportent 4 répétitions avec les variantes suivantes : V₁ — solution Arnon complète ; V₂ — solution Arnon sans B ; V₃ — solution Arnon sans Mn ; V₄ — solution Arnon sans Cu ; V₅ — solution Arnon sans Zn ; V₆ — solution Arnon sans Mo. V₁ représente le témoin.

Les résultats obtenus en l'influence du manque de B, Mn, Cu, Zn ou Mo sur la croissance on a fait l'objet d'une étude antérieure (C. VOICA, 1968).

Dans l'étude présente, nous exposons les résultats concernant l'influence du manque de B, Mn, Cu, Zn ou Mo sur l'intensité de la photosynthèse et de la respiration, sur la quantité de chlorophylle dans les feuilles, ainsi que la quantité et la qualité des glucides dans les feuilles et les racines.

Les intensités de la photosynthèse et de la respiration ont été déterminées à l'aide de la méthode manométrique, adaptée par N. SĂLĂGEANU (1963) aux déterminations chez les feuilles des plantes aériennes. L'intensité de la lumière à laquelle on a déterminé la photosynthèse a été de 25 000 L, la température étant comprise entre 25 et 27°C.

La quantité de chlorophylle a été déterminée par voie photo-électro-colorimétrique (photo-electro-colorimètre type F.E.K. —M).

L'analyse des glucides dans les feuilles et les racines a été effectuée qualitativement par voie chromatographique, d'après la méthode décrite par GEORGETA FABIAN-GALAN (1964) et quantitativement par la méthode HAGEDORN-JENSEN.

Résultats :

A. Influence du manque de microéléments sur l'intensité de la photosynthèse.

Les résultats obtenus sont exposés dans la fig. 1, où on peut observer que les plantes ayant l'intensité maxima de photosynthèse sont celles cultivées en solution complète. Les plantes cultivées dans les solutions où manquait un des cinq microéléments manifestent une diminution de l'intensité de la photosynthèse. Les valeurs les plus réduites ont été trouvées chez les plantes cultivées en solution sans Mn, où l'intensité de la photosynthèse représente en moyenne 36,49% de l'intensité de la photosynthèse des plantes cultivées en solution complète. L'intensité de la photosynthèse chez les plantes cultivées en solution sans Cu, Zn, B ou Mo atteint respectivement en moyenne 70,08%, 71,09%, 80,52% et 88,28% de celle du témoin.

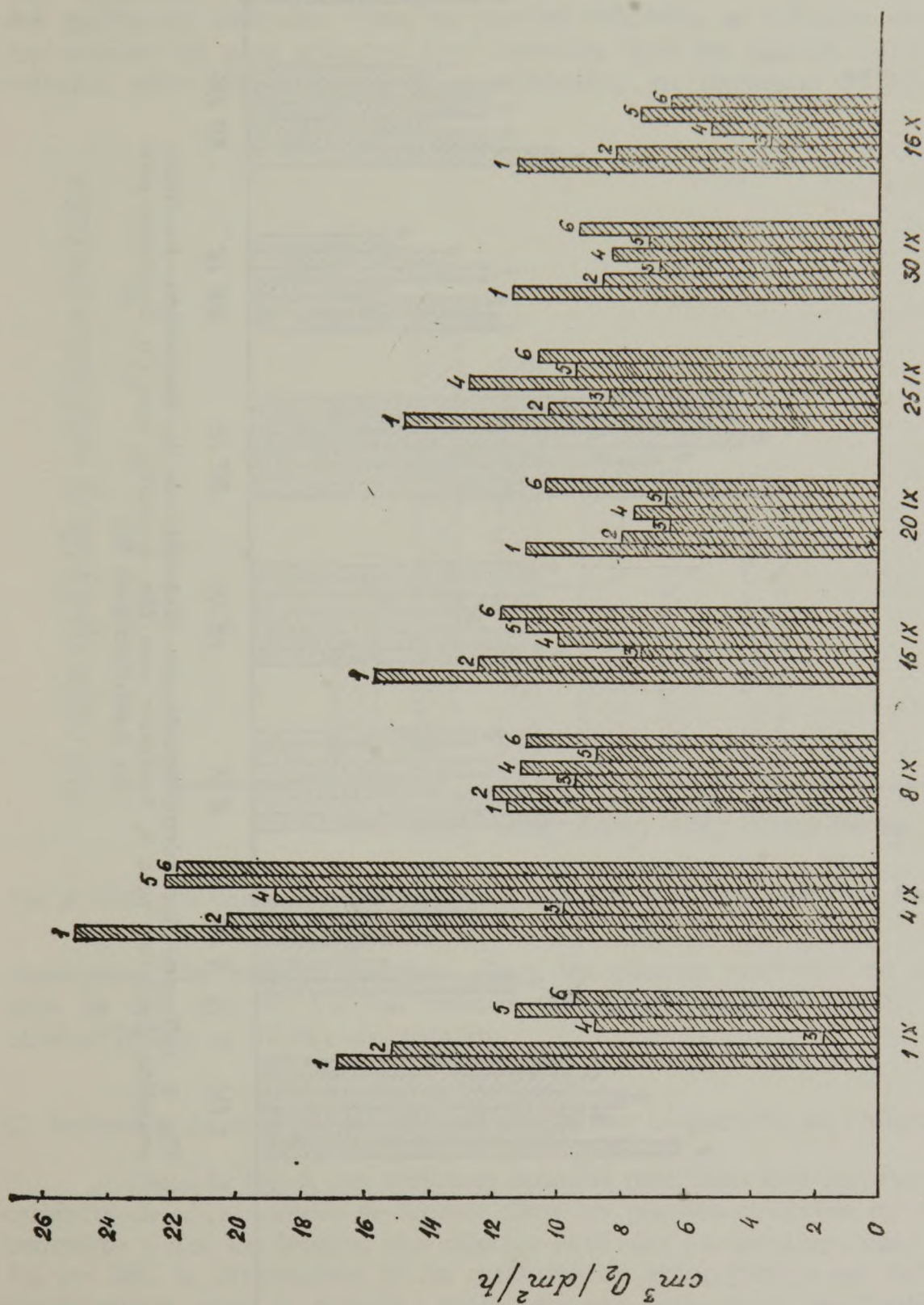


Fig. 1. Influence des microéléments sur l'intensité de la photosynthèse. 1-solution complète, 2-solution sans B, 3-solution sans Mn, 4-solution sans Cu, 5-solution sans Zn, 6-solution sans Mo

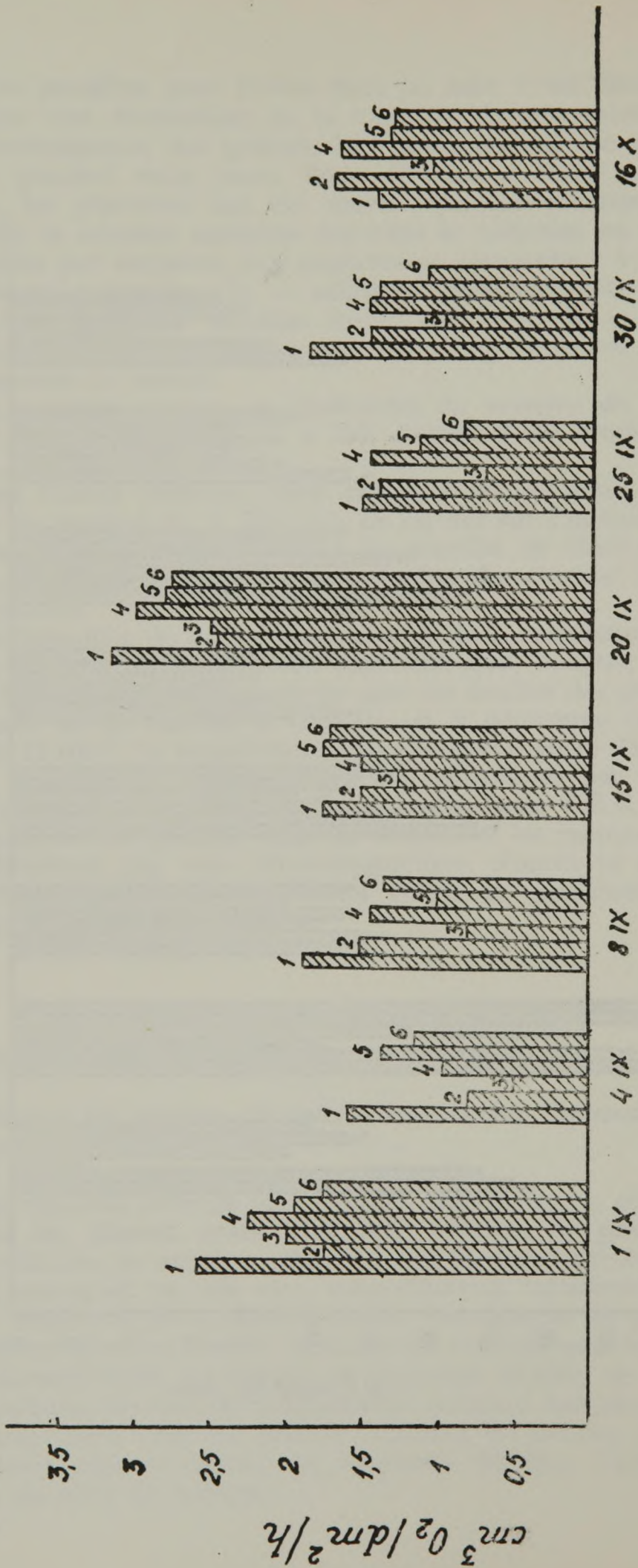


Fig. 2. Influence des microéléments sur l'intensité de la respiration. 1-solution complète, 2-solution sans B, 3-solution sans Mn, 4-solution sans Zn, 5-solution sans Mo, 6-solution sans Cu.

B. Influence du manque de microéléments sur l'intensité de la respiration.

À l'aide des résultats obtenus, présentés dans la fig. 2, on peut voir que, dans le cas de la respiration, les valeurs les plus élevées ont été également obtenues chez les plantes cultivées en solution complète ; les valeurs les plus réduites sont trouvées chez les plantes cultivées en solution sans Mn, ces valeurs représentant en moyenne 55,2% de la

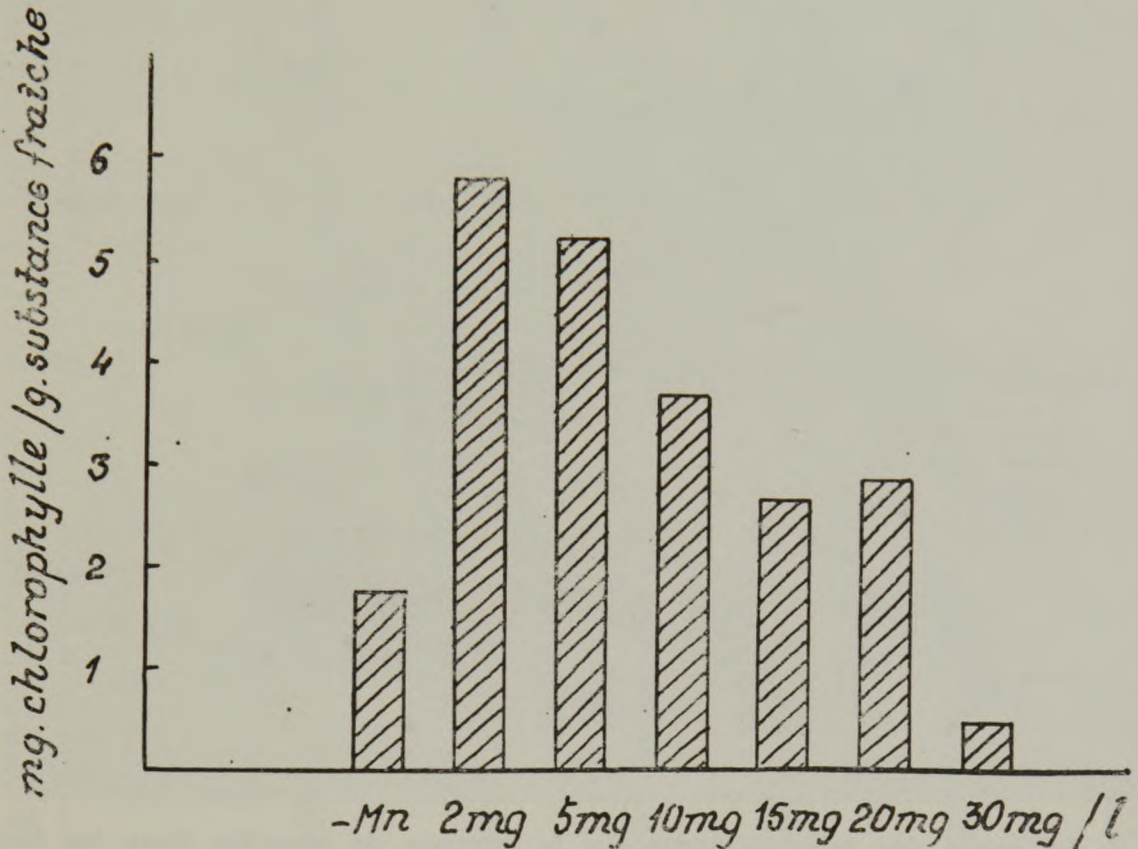


Fig. 3. Influence des microéléments sur la quantité de chlorophylle dans les feuilles

respiration des plantes témoins. Chez les plantes cultivées en solution sans B, Mo, Zn ou Cu les valeurs atteignent respectivement 60,0%, 68,3%, 71,9% et 78,2% du témoin.

C. Influence du manque de microéléments sur la quantité de chlorophylle.

Dans la fig. 3, les résultats obtenus montrent que la plus grande quantité de chlorophylle se trouve dans les plantes cultivées en solution complète. Chez les feuilles des plantes cultivées en solutions sans B, Cu, Zn ou Mo, la diminution de la quantité de chlorophylle est faible par comparaison avec le témoin ; mais elle est forte pour les feuilles des plantes cultivées en solution sans Mn, où la quantité de chlorophylle représente 62,1% de la valeur du témoin.

D. Influence du manque de microéléments sur la qualité et la quantité des glucides dans les feuilles et les racines.

Pour les feuilles et pour les racines apparaissent, d'après le chromatogramme (Fig. 4), le raffinose, le saccharose, le glucose, le lactose et le fructose ; chez les feuilles des plantes cultivées en solution sans B ou sans Mn, le lactose n'est pas apparu, tandis que en l'absence de Mn, le saccharose, le glucose et le fructose se trouvent en quantités faibles.

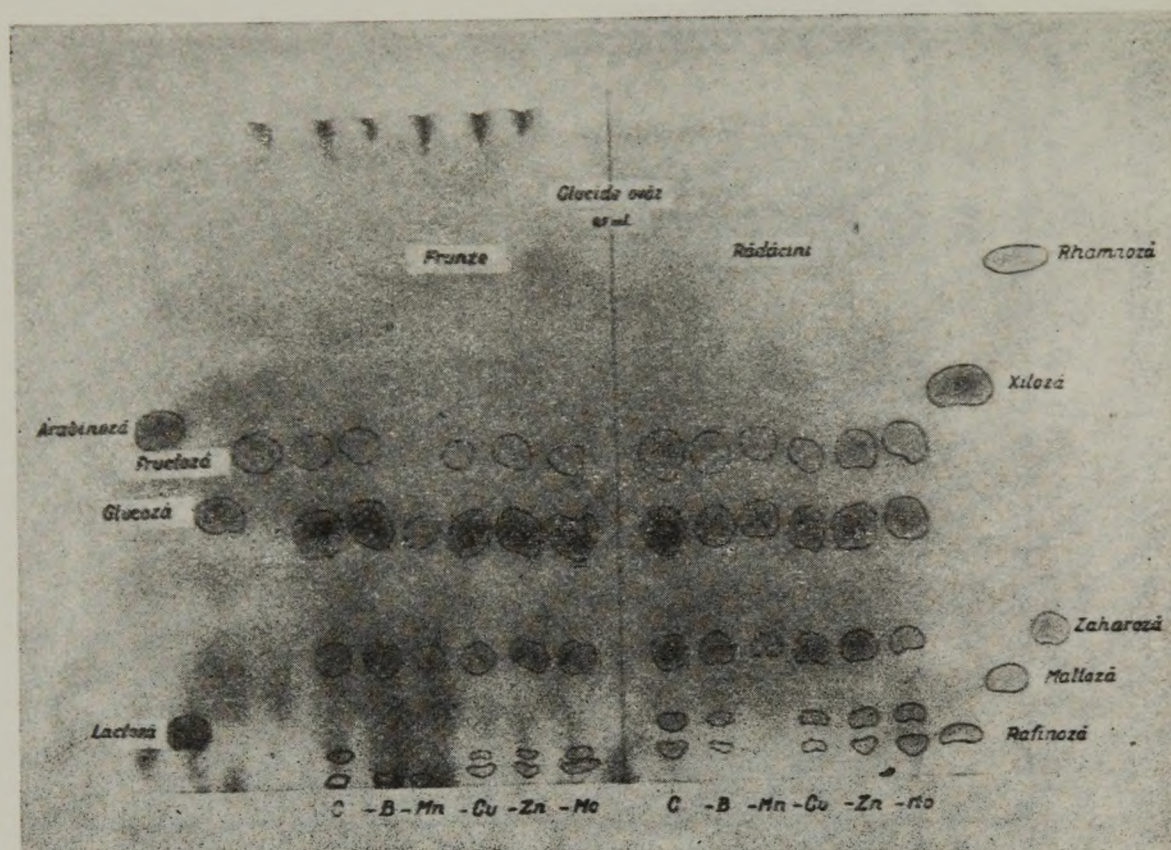


Fig. 4. Influence des microéléments sur le contenu de glucides dans les feuilles et les racines (à gauche de l'image — les feuilles ; à droite — les racines)

Pour les racines, on observe que dans la variante sans Mn, le raffinose et le lactose n'apparaissent pas, les autres glucides se trouvant aussi en quantités faibles. En faibles quantités également se trouvent le lactose en l'absence de B, ainsi que le raffinose et le lactose en l'absence de Zn.

La fig. 5 présente les résultats relatifs au la quantités de monosaccharides, disaccharides, amidon et sucre total dans les feuilles. Dans le cas des solutions sans B, Mn, Cu, Zn ou Mo, on observe une diminution de la quantité de monosaccharides, tandis que la quantité de disaccharides ne décroît qu'en absence de B, Mn ou Zn ; pour le manque de Cu ou Mo, cette quantité reste supérieure à celle du témoin. En ce qui concerne la quantité d'amidon dans les feuilles, elle ne décroît qu'en absence de B, Mn ou Cu.

D'une manière générale, on constate que pour les variantes où la quantité de monosaccharides est plus grande, il y a des valeurs plus

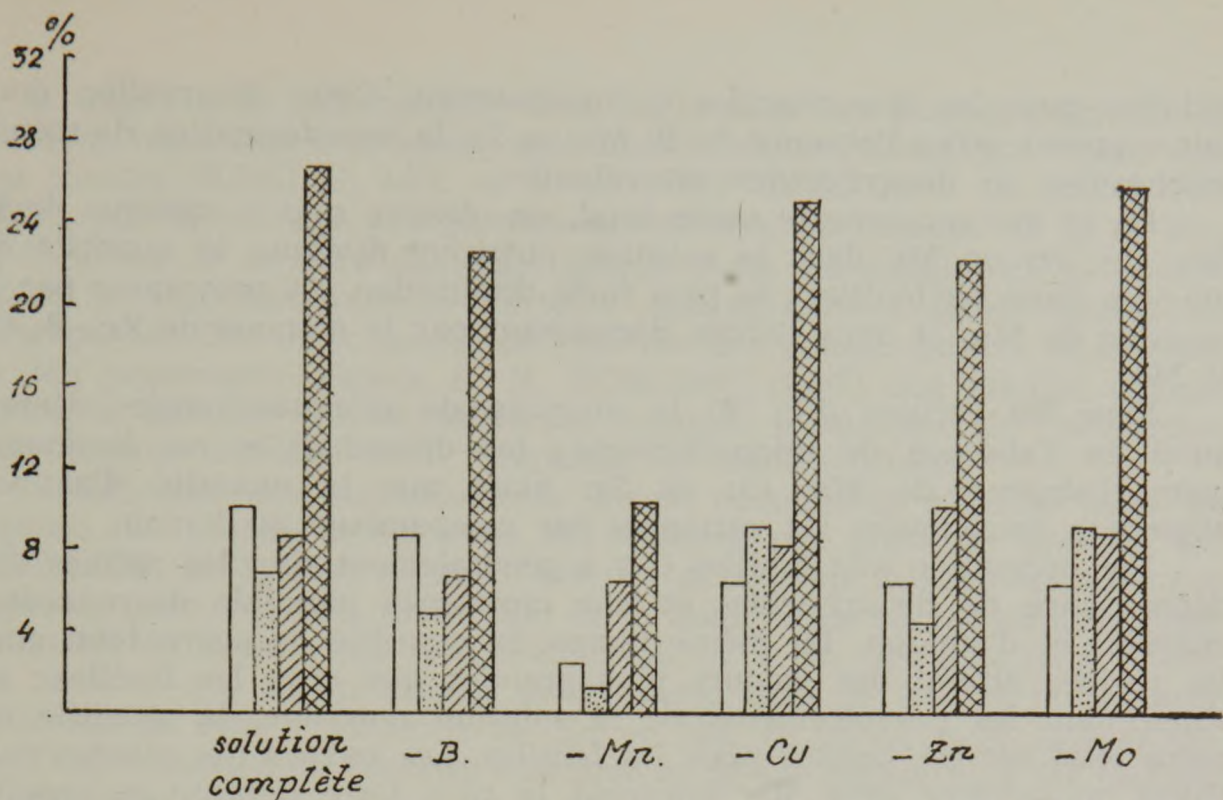


Fig. 5. Influence des microéléments sur la quantité de glucides dans les feuilles. Monosaccharides ; Disaccharides ; Amidon ; Sucre total

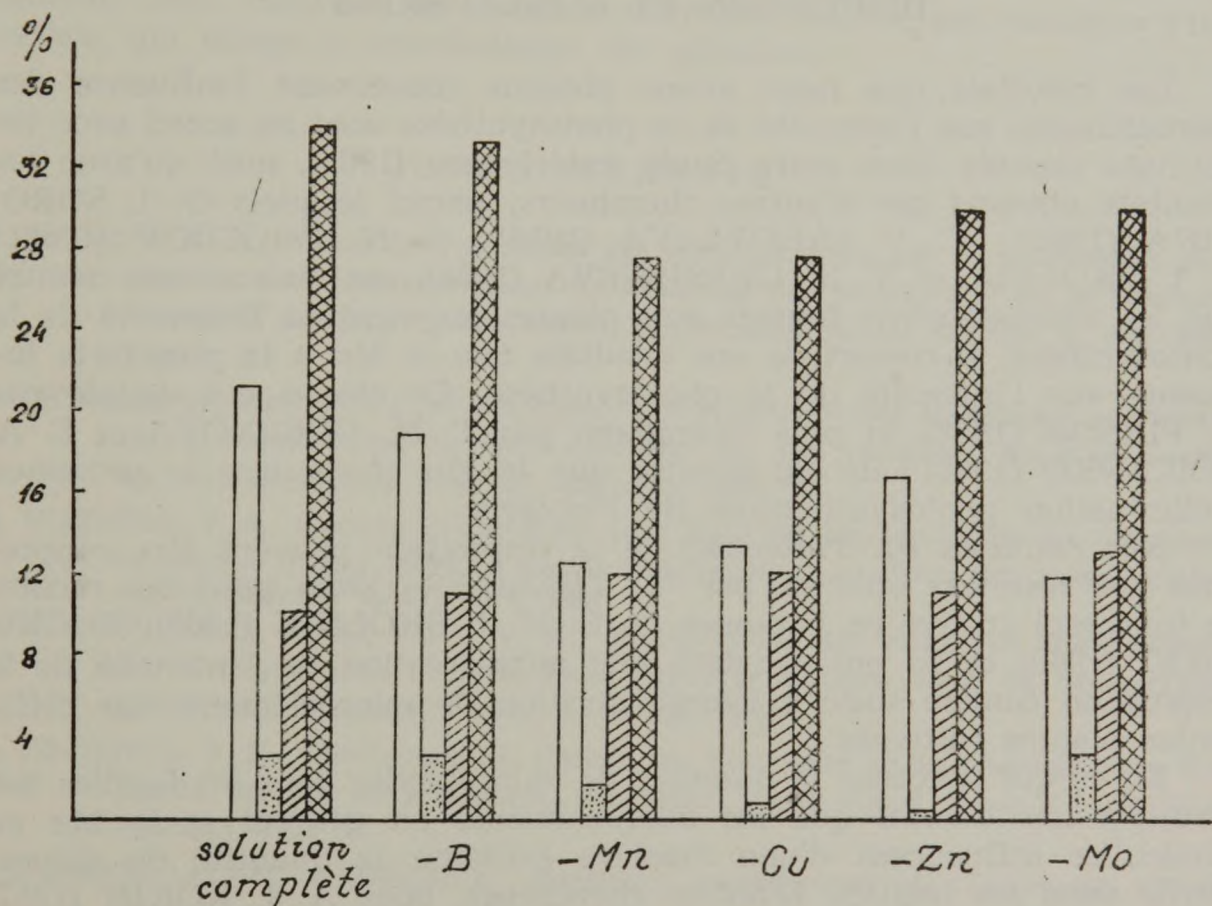


Fig. 6. Influence des microéléments sur la quantité de glucides dans les racines. Monosaccharides ; Disaccharides ; Amidon ; Sucre total

réduites pour les disaccharides et inversement. Cette observation nous fait supposer qu'en l'absence de B, Mn ou Zn la transformation de monosaccharides en disaccharides est ralentie.

En ce qui concerne le sucre total, on observe que le manque de B, Mn, Cu, Zn ou Mo dans la solution nutritive diminue la quantité de glucides dans les feuilles ; la plus forte diminution est provoquée par le manque de Mn, et dans l'ordre décroissant par le manque de Zn, B, Cu et Mo.

Pour les racines (Fig. 6) la quantité de monosaccharides décroît aussi en l'absence de microéléments ; les disaccharides ne diminuent qu'en l'absence de Mn, Cu ou Zn alors que la quantité d'amidon augmente dans toutes les variantes par comparaison au témoin.

Par opposition aux feuilles il y a généralement chez les racines une décroissance de disaccharides et une croissance parallèle de monosaccharides et d'amidon. En même temps, la quantité de sucre total chez les racines atteint des valeurs plus grandes que chez les feuilles ; en supprimant les microéléments de la solution nutritive, la quantité de sucre total décroît, comme pour les feuilles. Les racines des plantes cultivées en solution sans Mn montrent la plus forte diminution ensuite celles cultivées en solution sans Cu, Zn, Mo et B.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les résultats que nous avons obtenus concernant l'influence des microéléments sur l'intensité de la photosynthèse sont en accord avec les résultats exposés dans notre étude antérieure (1969), ainsi qu'avec les résultats obtenus par d'autres chercheurs, parmi lesquels G. I. SOROKINA (1966) ; V. V. IAKOVLEVA (1956) ; S. N. DROZDOV (1958) ; M. I. SKOLNIK et V. N. GRESISCEVA (1958), ces auteurs ont montré que les microéléments fournis aux plantes augmentent l'intensité de la photosynthèse. Il ressort de nos résultats que le Mn a la plus forte influence sur l'intensité de la photosynthèse. Ce rôle a été signalé par A. PIRSON (1958), et plus récemment par T. M. UDELNOVA et E. A. BOICENKO (1968) ; ils ont montré que le Mn entre dans le processus d'élimination photosynthétique de l'oxygène.

Nos résultats sur l'intensité de la respiration peuvent être rapprochés des résultats obtenus par M. THELLIER (1963) pour les racines de tournesol cultivé en l'absence de B. M. I. SKOLNIK (1963), H. CHIRILEI (1960) et ils ont constaté une augmentation de l'intensité de la respiration comme suite à l'administration de microéléments sur différentes plantes cultivées.

En ce qui concerne la quantité de chlorophylle dans les feuilles nos résultats ont montré que les microéléments en général et le Mn en particulier influencent d'une manière évidente la quantité de chlorophylle dans les feuilles. D'autres chercheurs, dont A. I. KOKIN (1957) P. A. VLASIUK, L. D. LENDENSKAIA et P. A. KIBALENKO (1954) ont observé que la teneur en chlorophylle des feuilles croît par addition de microéléments dans le sol ou dans la solution nutritive. La diminution

de la quantité de chlorophylle dans les feuilles des plantes cultivées en solutions nutritives minérales, sans microéléments, s'explique, ainsi que l'on montré SUNG G. LEE et S. ARNOFF (1966) et P. H. HOMANN (1967), par la réaction des plantes supérieures au manque de B et Mn, en rajustant le nombre des chloroplastes dans les cellules et en provoquant la dégénérescence de certains chloroplastes à faible teneur en chlorophylle. Ces deux genres de réaction des plantes envers le manque de Mn produisent d'après P. H. HOMANN (1967) des plantes chlorotiques, à activité photosynthétique réduite, contenant de nombreux chloroplastes détruits, donc incapables de photosynthèse.

L'influence des microéléments sur le contenu de glucides dans les organes des plantes a été mise en évidence par plusieurs auteurs. M. THELLIER (1963) observe que l'absence de B dans la solution nutritive minérale provoque une diminution de la quantité de sucres solubles dans les racine de la turnesol. M. I. SKOLNIK et V. N. GRESISCEVA (1958) ont montré que les processus de synthèse dans le blé et le sarrasin s'intensifient sous l'influence de Zn et Mo, ce qu'on peut interpréter par l'augmentation du contenu d'amidon et de saccharose dans les feuilles et les tiges.

Nos résultats montrent que le manque de B, Mn, Cu, Zn ou Mo fait décroître la quantité de glucides dans les feuilles et les racines d'avoine, prouvant ainsi le rôle important que remplissent les microéléments dans l'activité de certains enzymes, comme par exemple l'invertase, qui dirige le métabolisme des glucides.

BIBLIOGRAPHIE

1. AZIMOV, R. A., *Étude de l'influence des microéléments sur la distribution des glucides dans divers organes de Fragaria, par la méthode de la chromatographie sur papier.* (En russe). Botaniceskii jurnal S.S.S.R., 6, 831—835, 1958.
2. CHIRILEI, H., *Recherches sur l'influence des microéléments Manganèse et Cuivre sur le métabolisme du blé d'automne A₂₆.* (En roumain). Stud. și cercet. de biol. Seria biol. veg., 12, 425—432, 1960.
3. DIBROVA, V. S., *L'action des engrais avec Zinc sur les propriétés biochimiques du maïs à divers niveaux d'approvisionnement en Zinc.* (En russe). Fiziologia rasteinii, 4, 670—674, 1967.
4. DOBROVOLSKI, O. K., RIJA, V. K., *Modifications des processus biochimiques de la vigne sous l'action d'une microfertilisation avec du Manganèse.* (En russe). Fiziologia rast., 1, 53—58, 1962.
5. DROZDOV, S. N., *L'influence du Cuivre sur l'intensité de la photosynthèse des feuilles du blé de printemps.* (En russe). Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R., 121, 753—754, 1958.
6. FABIAN-GALAN, GEORGETA, *Variation quotidiennes de l'intensité de la photosynthèse et des substances.* (En roumain) — Thèse de doctorat, 1964.
7. IAKOVLEVA, V. V., *Le rôle physiologique du Bore dans la plante.* (En russe). In Referativnii jurnal, Biologia, 18, 76238, 1956.

8. KOKIN, A. I., *L'influence des microéléments sur les processus physiologiques des cultures des céréales.* (En russe). Fiziol. rastenii, 4, 345—351, 1957.
9. HOMANN, H. P., *Studies on the Manganese of the chloroplast.*, Plant physiology, 42, 997—1007, 1967.
10. PIRSON, A., în LAMB, C. A., BENTLEY, O. G., *Trace elements.* 114—137. Academic Press Inc. New York and London.
11. SĂLĂGEANU, N., *Über den Einfluss der CO₂-Konzentration auf die Photosynthese-Intensität.* Revue roumaine de biol. 2, 139—145, 1963.
12. SOROKINA, G. I., *L'influence du Cuivre sur l'intensité de la photosynthèse et sur la recolte chez la pomme de terre.* (En russe). Fiziol. rast., 4, 645—651, 1966.
13. SUNG, G. LEE, ARNOFF, S., *Investigations on the role of Boron in plants. III Anatomical observation.* Plant physiol., 41, 1570—77, 1966.
14. SKOLNIK, M. I., GRESISCEVA, V. N., *L'influence des microéléments sur la photosynthèse, la teneur en hydrates de carbone et la migrations des assimilats chez les plantes alimentées avec azote ammoniacal.* (En russe). In Referativnii jurnal Biol., 15, 66420, 1958.
15. SKOLNIK, M. I., *L'importance des microéléments dans la vie des plantes et dans l'agriculture de l'Union Sovietique.* (En russe). 86 p. Izd. Akad. Nauk S.S.S.R. Moskva, 1963.
16. THELLIER, M., *Contribution à l'étude de la nutrition en bore des végétaux.* Thèse de doctorat, p. 117, 119, 1963.
17. UDELNOVA, T. M., BOICENKO, E. A., *La participation des composés du Manganèse dans la photosynthèse.* (En russe). Fiziol. rast., 3, 410—415, 1968.
18. VLASIUK, P. A., LENDENSKAIA, L. D., KIBALENKO, A. P., *La nutrition extra-radiculaire avec Manganèse chez quelques plantes cultivées.* (En russe). Izvestia Akad. Nauk S.S.S.R., seria Biologhiceskaia, 3, 19—31, 1954.
19. VOICA, C., *L'influence du B, Mn, Cu, Zn et Mo sur quelques processus physiologiques chez l'orge, variété Bruker 3.* (En roumain). Stud. și cercet. de biol., Seria bot. 2, 151—155, 1969.
20. VOICA, C., *L'influence des microéléments sur la croissance des plantes d'avoine.* (En roumain). Comunicări de botanică, Societatea de Științe Biol. din R.S.R. (sous presse), 1968.

INFLUENȚA MICROELEMENTELOR B, Mn, Cu, Zn ȘI Mo, ASUPRA UNOR PROCESE FIZIOLOGICE LA PLANTE

R e z u m a t

A fost determinată influența lipsei de B, Cu, Mn, Zn și Mo asupra intensității fotosintezei și a respirației, asupra cantității clorofilei din frunze ca și asupra calității și cantității glucidelor în frunzele și rădăcinile plantelor de ovăz (*Avena sativa*), soiul Cenad 309.

S-a constatat că absența microelementelor menționate din soluția nutritivă Arnon, face să scadă intensitatea fotosintezei și a respirației, precum și cantitatea clorofilei din frunze și cantitatea glucidelor din frunze și rădăcini. Aceste fenomene fiziologice au fost însă cel mai puternic influențate de absența Mn din soluția nutritivă.