

Or, on peut démontrer, en employant un appareil très simple, que les résultats de GARREAU ne sont pas faux. L'appareil est schématisé en fig. 1. Des petits verres cylindriques sont fermés par des bouchons de liège bien paraffinés, ou, meilleur encore, des bouchons de verre dépoli. Au milieu de chaque bouchon est fixé une baguette de verre dont le bout inférieur est levé de 0,5–1 cm au-dessus du fond de l'appareil et qui porte un petit vase. Cet appareil doit être employé de la manière suivante. Le verre contient 1 ml d'eau de baryte $n/40$, additionnée de l'orthocrésolphtaléine comme indicateur, et une feuille verte est mise dans le vase. Le verre est bouché de manière que toute la surface de la feuille soit libre et en aucun point à l'ombre quand on expose l'appareil à la lumière solaire. En expérimentant ainsi, on voit, que l'eau de baryte est décolorée après un certain temps (1 à 2 heures), dépendant de la surface de la feuille, tandis que dans un verre de contrôle ne renfermant aucune feuille, l'eau de baryte n'est pas décolorée même après plusieurs jours. C'est-à-dire, la feuille expire de l'acide carbonique, neutralisant successivement la base dissoute. A l'obscurité, l'eau de baryte est décolorée plus vite qu'à la lumière, les feuilles alors dégageant plus de gaz acide par unité de temps, ce qui peut être démontré en faisant un titrage. Pour obtenir des résultats très exactes, cette méthode n'est pas suffisante.

Les expériences de GARREAU n'ont pas eu avant 1947 de justification. Alors, AUDUS¹ et GABRIELSEN² publièrent l'un et l'autre des résultats contredisants définitivement ceux de BLACKMAN: AUDUS fit ses expériences dans un courant d'air libre d'acide carbonique et plaça les feuilles dans la lumière électrique (à des intensités jusqu'à 35 000 lux). Il trouva que les feuilles ne pouvaient réassimiler que neuf dixième de l'acide carbonique expiré par la respiration, même aux plus hautes intensités. GABRIELSEN, en enfermant des feuilles dans un ballon de 6 litres, exposées à la lumière électrique d'intensité 10 000 lux, observa une libération de gaz acide jusqu'à 0,009 % en volume d'acide carbonique. Cette expérience et d'autres également statiques font prévoir que le processus photosynthétique nécessite une concentration de 0,009 % en volume d'acide carbonique dans les environs des centres d'assimilation, avant qu'ils ne commencent à fonctionner. La puissance de libération de gaz acide était presque identique pour des feuilles à la lumière et à l'obscurité, tant que la concentration de l'acide carbonique autour des feuilles éclairées n'excédait pas 0,006 %. Peut-être dira-t-on que, dans un système fermé, le gaz acide étant immédiatement absorbé par l'eau de baryte, on aura des valeurs identiques pour la respiration à la lumière et à l'ombre; mais, il faut penser que, la concentration de l'acide carbonique en certains points, dans la feuille, dépassant 0,009 %, une partie du gaz acide respiratoire peut être réassimilée.

L'observation de BLACKMAN que la réassimilation était complète, est dû probablement à ses conditions d'expériences; entre autre, en expérimentant dans un courant d'air, dont la vitesse était très faible (ca. 1 ml/cm²/min), il y avait grandes possibilités, que la concentration d'acide carbonique dans le récipient dépassât 0,009 %, et fit augmenter la réassimilation. Cela s'accorde avec les résultats que nous avons trouvés, par une série d'expériences faites cet été. — Feuilles de *Sambucus nigra*, dégageant pendant la respiration 0,93 mg CO₂/dm²/h, réassimilaient à la lumière (10 000 lux) 56 % de l'acide carbonique respiratoire, la vitesse du courant

étant 15,0 ml/cm²/min. Cette vitesse descendant à 6,2 ml/cm²/min, la réassimilation augmenta à 79 %; tandis que, la vitesse élevée à 32,9 ml/cm²/min, la réassimilation cessa complètement. Les feuilles dégageant la même quantité à la lumière et à l'obscurité.

Un rapport détaillé de ces expériences paraîtra en «Physiologia Plantarum». Nous ne voulons, ici, que mettre en évidence un fait: GARREAU, le premier abordant ce problème, s'approcha plus de la vérité que plusieurs de ses successeurs, et ses résultats auraient mérités plus d'attention, qu'ils n'en ont attirée jadis.

E. K. GABRIELSEN et LISE SCHOU

Laboratoire de physiologie végétale, Institut royal vétérinaire et agronomique, Copenhague, le 1^{er} décembre 1948.

Zusammenfassung

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachtete der französische Wissenschaftler GARREAU eine Kohlensäureausscheidung von grünen Blättern, die über Barytwasser in geschlossenen Gläsern vollem Sonnenlicht ausgesetzt wurden. Diese scheinbar merkwürdigen Resultate wurden von BLACKMAN stark kritisiert (1895). BLACKMAN selber fand bei Versuchen in langsam strömender, kohlensäurefreier Luft, daß die Blätter im Licht die ganze Menge der Atmungskohlensäure zu reassimilieren vermochten. Seiner Meinung nach waren die abweichenden Resultate von GARREAU nur durch die «unzulängliche Versuchsmethodik» zu erklären.

Die Verfasser dieser Mitteilung zeigen aber, daß die Resultate GARREAU leicht zu reproduzieren sind, sowohl mit seiner Apparatur als auch in strömender, kohlensäurefreier Luft. Die Kohlensäureausscheidung der grünen Blätter im Licht wird dadurch erklärt, daß die Blätter eine Konzentration von ungefähr 0,009 Vol. % Kohlensäure in der Umgebung der Assimilationszentren benötigen, um diese überhaupt assimilieren zu können (GABRIELSEN, 1947), und diese Bedingungen können in GARREAU's Apparaten oder bei Versuchen in einem kohlensäurefreien Luftstrom größerer Geschwindigkeit gar nicht oder nicht vollständig erfüllt werden.

Wirkung von Sulfonamiden und Antisulfonamiden auf das Wachstum von *Pisum* wurzeln in steriler Organkultur

Die Versuche von WIEDLING¹, MANGENOT und CARPENTIER² und SCHOPFER³ zeigten, daß die Sulfonamide nicht nur auf die Mikroorganismen, sondern auch auf das Wachstum der höheren Pflanzen einen hemmenden Einfluß ausüben. Diese Wirkung tritt vor allem bei den Wurzeln in Erscheinung.

Um die Wirkung auf die Wurzeln gut zu studieren, verwendeten wir die Methode der sterilen Organkultur in synthetischem Milieu. In Voruntersuchungen wurden die Wurzeln von *Solanum lycopersicum*, *Foeniculum dulce* und *Pisum sativum* durch Sulfanilamidothiazol (Cibazol) im Längenwachstum gehemmt. Die gehemmten Wurzeln waren deformiert, dicker und bräunlich verfärbt. Die Nebenwurzelbildung wurde zum Teil gefördert (bei *Foeniculum dulce*), mehrheitlich aber ge-

¹ S. WIEDLING, Naturwiss. 31, 114 (1943).

² G. MANGENOT und S. CARPENTIER, C. r. Soc. Biol. 135, 1053, 1057, 1152 (1941).

³ W. H. SCHOPFER und M. GUILLAUD, Verh. Schweiz. Nat. Ges. 143 (1946).

¹ L. J. AUDUS, Ann. Bot. 11, 165 (1947).

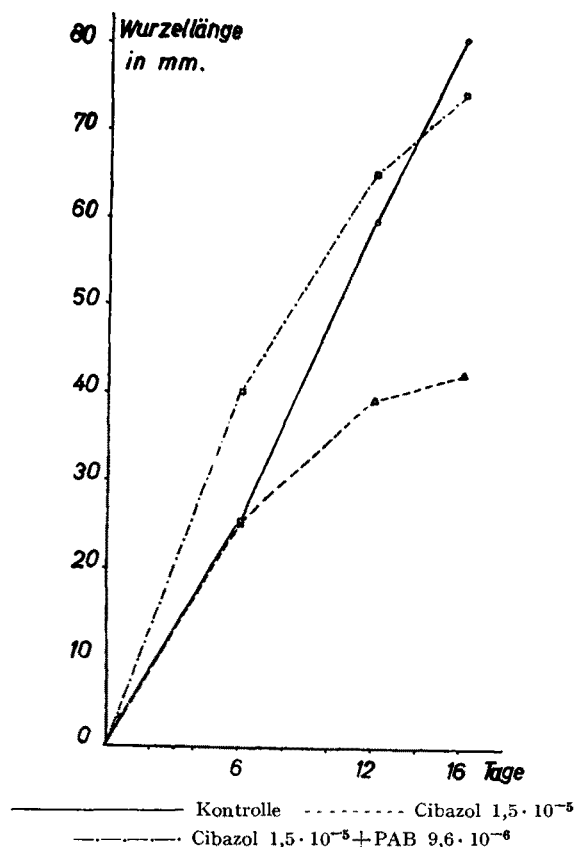
² E. K. GABRIELSEN, Nord. För. Fysiol. Bot., Lund 1947; Nature 161, 138 (1948).

hemmt. Dagegen war die Länge der Nebenwurzeln stets reduziert.

In weiteren Versuchen mit *Pisum sativum* prüften wir die hemmende Wirkung verschiedener Sulfonamide sowie die Aufhebung der Cibazolhemmung durch spezifische Antagonisten. 10^{-5} -M-Lösungen von Dimethylbenzoyl-sulfanilamid, Dimethylacroyl-sulfanilamid zeigten die stärkste Hemmung, weniger aktiv waren Acetylsulfanilamid und Sulfanilamidothiazol, während 4-Aminophenylsulfonamid und N-dimethyl-benzolsulfonsäureamid-4-sulfanilamid in dieser Konzentration inaktiv waren (Tabelle).

Sulfonamid	γ/cm^3	% Hemmung	Aktivität Cibazol = 1
Dimethylbenzoyl-SA, Irgafen	3,27	71	1,22
Dimethylacroyl-SA, Irgamid	2,77	69	1,19
Acetylsulfanilamid, Albucid	2,14	66	1,14
Sulfanilamidothiazol, Cibazol	2,55	58	1,00
N-dimethyl-benzolsulfonsäureamid-4-sulfanilamid, Uliron	3,55	-12	—
4-Aminophenylsulfonamid	1,72	-19	—

Die Wachstumshemmung durch Sulfanilamidothiazol wurde durch einen gleichzeitigen Zusatz von p-Aminobenzoessäure (PAB) aufgehoben, und zwar erzielte eine 16mal schwächere Konzentration eine Enthemmung von 86%. Die durch PAB enthemmten Wurzeln sind normal, bei einer Stimulation der Nebenwurzelszahl (Abb.).



Wachstumshemmung durch Cibazol bei Wurzeln von *Pisum sativum* und Entthemung mit p-Aminobenzoessäure.

Es ist bewiesen worden, daß bei den Mikroorganismen (Bakterien und Pilze) gewisse Purine, und in erster Linie Adenin, eine ausgeprägte Antisulfonamidwirkung ausüben¹. Zur Erklärung dieser Erscheinung ist die Hypothese aufgestellt worden, daß PAB in ein enzymatisches System eingreift, das die Biosynthese der Purine steuert. Die Verdrängung der PAB durch Sulfonamide hat somit eine tiefgreifende Störung in der Synthese dieser wichtigen Bausteine der lebenden Substanz zur Folge.

Unsere Untersuchungen mit Purin- und Pyrimidinbasen, Nukleosiden und Nukleotiden sowie Nukleinsäuren ergaben folgende Ergebnisse. Adenin, Hypoxanthin, Xanthin, Thymin, Cytosin, Adenosin und Thymonukleinsäure waren bei unseren Kulturbedingungen inaktiv. Uracil war wenig wirksam. Dagegen darf die Entthemung durch Guanin, Adenosinphosphorsäure und Ribonukleinsäure als gesichert gelten. Die Wurzeln sind normal, morphologische Veränderungen fehlen und auch die Nebenwurzelszahl ist normal. Allerdings ist die Entthemung in bezug auf das Längenwachstum nicht so vollständig wie bei der PAB. Schöne Ergebnisse erhielten wir durch eine Vorbehandlung der isolierten Wurzelspitzen mit den enthemmenden Substanzen. Die für die Entthemung erforderlichen Mengen von Guanin, Adenosinphosphorsäure und Ribonukleinsäure sind größer als für die PAB.

SCHOPFER konnte 1946 unter Anwendung der Methode von BRACHET und besonders nach JEENER und BRACHET bei *Saccharomyces* zeigen, daß die Ribonukleinsäure der mit Sulfonamid behandelten Zellen bedeutend rascher abgebaut wird als bei den Kontrollzellen. Unsere Versuche mit isolierten Wurzelspitzen bestätigten diese Ergebnisse. Bei den mit Sulfonamid gehemmten Wurzelspitzen genügen 15–20 Minuten Behandlung mit der Fermentlösung, um die Ribonukleinsäure abzubauen, während 30–40 Minuten bei den Kontrollwurzeln erforderlich sind. Damit verhalten sich in dieser Hinsicht die Zellen der höheren Pflanze und speziell der Wurzel weitgehend gleich wie die Mikroorganismen.

Auch auf diesem Gebiet läßt sich erkennen, daß die grundlegenden Züge der Vitamin- und Antivitaminlehre für niedere und höhere Pflanzen gleich sind.

Für die freundliche Überlassung der Thymonukleinsäure durch Herrn Prof. R. SIGNER, sowie für die Substanzen und Produkte von Hoffmann-La Roche und Ciba AG., danken wir bestens.

W. H. SCHOPFER und W. ANKER

Botanisches Institut und Botanischer Garten der Universität Bern, den 24. September 1948.

Summary

(1) A response of *pea-roots* cultured aseptically on sulfonamides has been observed, sulfanilamidothiazole (10^{-5} molar) exerting a decrease in the growth-rate of about 70 p. c. Irgafen, Irgamid, and Albucid are even more active compounds, Uliron and Sulfanilamid have been found to have no effect at the concentration tested.

(2) PABA, guanine, adenylic acid, and ribonucleic acid exert an antagonistic effect upon sulfanilamidothiazole. Other compounds of similar constitution have been found to be inactive.

(3) Following the method of BRACHET we were able to confirm the results of SCHOPFER, for the decomposition-rate of ribonucleic acid is increased in a fairly high degree in roots treated with sulfonamides.

¹ W. H. SCHOPFER und M. GUILLOU, Exper. 2, 188 (1946); Helv. physiol. acta 4, C 24 (1946).