



Doctoral Thesis

## **Vergleich der Photosynthese von Grannen, Aehren und Fahnenblättern von Weizen (*Triticum aestivum* L.)**

**Author(s):**

Dubach, Markus

**Publication Date:**

1990

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000584457> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

19. Nov. 1990

**Diss. ETH**

Diss. ETH Nr. 9264

**Vergleich der Photosynthese von Grannen,  
Aehren und Fahnenblättern von Weizen  
(Triticum aestivum L.)**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines  
Doktors der Naturwissenschaften  
der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH

vorgelegt von

MARKUS DUBACH

Dipl. Ing. Agr. ETH  
geboren am 30. April 1961  
von Gossau ZH

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. J. Nösberger, Referent  
Prof. Dr. N. Amrhein, Korreferent  
Dr. F. Mächler, Korreferent

Zürich 1990



0111

## 2. ZUSAMMENFASSUNG

---

Begrannte Weizensorten sind besser an aride Bedingungen angepasst als unbegrannte, was sich in einem höheren Ertrag unter Trockenstress auswirkt. Wir prüften, ob zwischen Grannen und Fahnenblättern physiologische Unterschiede bestehen, die sich auch in ihrem Photosynthesemetabolismus zeigen.

Sommerweizen (*Triticum aestivum* L.; Zuchtstamm 94370, Zürich-Reckenholz) wurde bis zur Blüte in einer Klimakammer angezogen. Im ersten Teil der Arbeit untersuchten wir die Abhängigkeit des  $\text{CO}_2$  Kompensationspunktes von der Sauerstoffkonzentration, die Dunkelatmung und die 'Dunkelatmung im Licht'. Im zweiten verglichen wir den Einfluss von Trockenstress auf die Photosynthese und einige Intermediärprodukte, den Wasserhaushalt und die RuBPCO Aktivität. Im dritten Teil prüften wir die Veränderungen des Stärkegehaltes, den Einfluss verschiedener Lichtintensitäten auf die Photosynthese von adaxial und abaxial belichteten Blättern und von Ähren und die Veränderungen der Metabolitengehalte bei verschiedenen Tageszeiten.

Weizengrannen und Fahnenblätter unterschieden sich weder in der Sauerstoffabhängigkeit der  $\text{CO}_2$  Kompensationskonzentration noch in der 'Dunkelatmung im Licht'. Es bestand eine lineare Abhängigkeit des  $\text{CO}_2$  Kompensationspunktes von der Sauerstoffkonzentration. Die Wassernutzungseffizienz war bei Grannen tiefer als bei Fahnenblättern. Aus diesen Resultaten folgerten wir, dass auch Grannen den  $\text{C}_3$  Photosynthesemechanismus besitzen.

Der Anteil der Atmung von photosynthetisch nicht aktivem Gewebe der Ähre an der Gesamtrespiration betrug bei Blühbeginn schon über 60%. Da dieser Teil der Dunkelatmung im Licht nicht reduziert wird, und zudem die interzelluläre  $\text{CO}_2$  Konzentration innerhalb der verschiedenen Ähregeweben stark zu differieren scheint, konnte mit Hilfe von Gaswechsellmessungen keine Aussagen über den Photosynthesemechanismus von Ähren gemacht werden.

Zunehmender Trockenstress ab Vollblüte führte bei den Fahnenblätter zu einem schnelleren Absinken der Photosyntheserate als bei den Aehren. Den gleichen Verlauf wies auch der relative Wassergehalt auf. Elf Tage nach der Induktion des Trockenstresses war die Photosynthese der Blätter vollständig eingestellt und der Wassergehalt auf 35% des Ausgangswertes gesunken. Die effektive Photosyntheseleistung der Aehre war zu diesem Zeitpunkt aber erst um 50% reduziert, der relative Wassergehalt der Grannen betrug noch 75%. Mit einem Chlorophyllanteil von rund 40% am Gesamtgehalt der Aehre war der Anteil der Grannen an der Gesamtährenphotosynthese beträchtlich und trug unter Trockenstressbedingungen wesentlich zu einer Versorgung der Körner mit Assimilaten bei.

Schwacher Stress limitierte die Carboxylierungsphase im Calvinzyklus. Die Ursachen sind sowohl auf stomatare Effekte wie auf eine Inaktivierung der Ribulose-1,5-Bisphosphat Carboxylase/Oxygenase zurückzuführen. Bei starkem Stress wurde zudem die Regeneration von Ribulose-1,5-Bisphosphat beeinträchtigt. Die Reduktion von 3-Phosphoglycerat zu Triosephosphaten schien nicht beeinflusst zu werden.

Im Tagesverlauf sank die Photosyntheserate von Fahnenblättern bei verschiedenen Lichtintensitäten ab. Dieser Effekt wurde noch verstärkt, wenn die Blättern während der Messung abaxial belichtet waren. Parallel dazu konnte eine deutliche Zunahme von Stärke beobachtet werden. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass eine Art Endprodukt-hemmung der Photosynthese vorliegen könnte, die durch eine Beschattung der Thylakoide durch akkumulierende Stärke verursacht wurde. Untersuchungen der Photosynthesemetaboliten ergaben Hinweise darauf, das dadurch möglicherweise die Carboxylaseaktivität reduziert wurde, da der Gehalt an 3-Phosphoglycerat sank. Eine Limitierung der Photosynthese durch einen Mangel an anorganischem Phosphat, durch eine Abnahme des interzellulären  $\text{CO}_2$  Gehaltes oder durch eine Konzentrierung des Stromas schien nicht vorzuliegen.

Bei Aehren blieb die Photosyntheserate im Tagesverlauf ziemlich konstant. Zudem fand keine signifikante Stärkeakkumulation in den Grannen statt. Daraus folgerten wir, dass das Fehlen einer Limitierung der Photosynthese bei Aehren auf einen effizienteren Abtransport der Assimilate aus den Grannen zurückzuführen sein könnte, der durch die kürzeren Distanzen zwischen Grannen und Körnern bedingt ist.

Obwohl Grannen den gleichen Photosynthesemechanismus aufweisen wie Fahnenblätter, werden sie wegen ihrer besseren Wasserversorgung und wegen ihrer relativen Nähe zum wachsenden Korn unter Stress in ihrer Photosyntheseleistung weniger rasch gehemmt. Dies scheinen wichtige Gründe zu sein, weshalb begrannte Sorten in ariden Gebieten höhere Erträge liefern können.

### 3. SUMMARY

---

Higher yields are attained by awned as compared to awnless varieties of wheat if they are grown under arid conditions. The reasons for this were examined.

An awned spring wheat variety (*Triticum aestivum* L., breed N° 94370 Zürich Reckenholz) was grown in a growth cabinet until anthesis. Gas exchange was measured and contents of photosynthetic metabolites were determined in awns and flag leaves under various environmental conditions.

The CO<sub>2</sub> compensation concentration at various O<sub>2</sub> concentrations and temperatures was similar in awns and leaves suggesting that the tissues did not differ in photorespiration and 'dark' respiration in the light. We concluded that the mechanism of photosynthesis was of the C<sub>3</sub> type for awns and flag leaves.

Increasing water stress resulted in a decreased water content and decreased photosynthesis of flag leaves whereas water content and photosynthesis of ears were much less affected. These results suggested that the contribution of ear photosynthesis to grain filling was especially important under water stress. The decrease in photosynthesis was due to stomatal closure and inactivation of ribulose- 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase. Regeneration of ribulose- 1,5-bisphosphate was limited under severe water stress.

Photosynthesis of flag leaves decreased slightly at the end of the light period. The decrease was associated with the formation of starch granules. Abaxial illumination during gas exchange measurement produced a greater decrease in photosynthesis than did adaxial illumination. It was proposed that the decrease was related to changes of the light conditions in the leaf tissue brought about probably by the build up of starch granules. The decrease was not due to limiting inorganic phosphate or internal CO<sub>2</sub> concentration.

Photosynthesis of ears was not reduced significantly at the end of the light period and starch content in awns did not increase. It was suggested that this was due to the short distances between awns and growing grains enabling rapid export of carbohydrates.