



Doctoral Thesis

Die Limitierung der Photosynthese und die Lichtaktivierung der Ribulose 1,5 Biphosphat Carboxylase/Oxygenase (RuBPCO) von Rotklee (*Trifolium pratense* L.) nach einer Erhöhung der Lichtintensität während des Wachstums

Author(s):

Grub, Anton

Publication Date:

1989

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000568878> →

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](#).

DISS. ETH Nr. 8960

Die Limitierung der Photosynthese und die Lichtaktivierung
der Ribulose 1,5 Bisphosphat Carboxylase / Oxygenase (RuBPCO)
von Rotklee (*Trifolium Pratense* L.) nach einer Erhöhung der
Lichtintensität während des Wachstums.

Abhandlung

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der technischen Wissenschaften
der Eidgenössischen Technischen Hochschule
Zürich

vorgelegt von
Anton Grub
Dipl. Ing. Agr. ETH
geboren am 2. Februar 1960
von Zumikon (ZH)

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. J. Nösberger, Referent
Prof. Dr. N. Amrhein, Korreferent
Dr. F. Mächler, Korreferent

J. Nösberger

Zürich 1989
Zentralstelle der Studentenschaft

II. KURZFASSUNG

Die Limitierung der Photosynthese und die Lichtaktivierung der RuBPCO vor und nach Erhöhung der Lichtintensität während der Anzucht wurden am 5. Blatt des Haupttriebs von Rotklee (Trifolium pratense L.) untersucht. Einzelpflanzen der Sorte Renova wurden unter kontrollierten Umweltbedingungen bei $200 \mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ angezogen und dann einer 5-tägigen Starklichtperiode von $550 \mu\text{mol quanta m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ausgesetzt. Es wurden die Eigenschaften des Gaswechsels, die Gehalte an Intermediärprodukten der Photosynthese sowie die Lichtaktivierung der RuBPCO vor und nach der 5-tägigen Starklichtperiode untersucht.

Die Photosyntheserate nahm nach Erhöhung der Strahlungsintensität in der Wachstumskammer anfänglich zu und dann ab. Gleichzeitig mit dieser Abnahme nahm der Stärkegehalt zu. Die Abnahme der Photosyntheserate blieb aus, wenn gleichzeitig zur Erhöhung der Lichtintensität alle Blätter mit Ausnahme des untersuchten 5. Blattes abgeschnitten wurden. Diese Reaktion deutet darauf hin, dass die Abnahme der Photosynthese durch Produkthemmung bedingt war. Diese wurde jedoch nicht durch Mangel an anorganischem Phosphat im Chloroplasten verursacht. Als limitierender Prozess der Photosynthese nach Erhöhung der Lichtintensität wurde die Synthese von RuBP aus TP im Calvin-Zyklus erkannt und mit der Stärkeakkumulation im Stroma in einen möglichen Zusammenhang gebracht.

Die Lichtaktivierung der RuBPCO zeigte bei Rotklee eine Besonderheit: Die Menge an extrahier- und aktivierbarer RuBPCO nahm mit zunehmender Lichtintensität ab. Offenbar vereinigte sich ein mit zunehmender Lichtintensität grösserer Anteil des RuBPCO-Proteins mit unlöslichen Bestandteilen des Blatthomogenats. Die Lichtabhängigkeit der Menge an extrahier- und aktivierbarer RuBPCO und des Aktivierungsgrades

wurden durch die Starklichtperiode verändert, indem sich die Lichtsättigung beider Kriterien in Richtung höherer Lichtintensitäten verschob.

Gesamthaft betrachtet führte eine Erhöhung der Lichtintensität während der Anzucht von Rotklee zu einer Limitierung der Photosynthese welche durch Anreicherung von Photosyntheseprodukten verursacht wurde. Diese Produkthemmung war eine Folge der Limitierung der RuBP-Synthese aus TP und könnte durch Stärkeakkumulation im Stroma bedingt worden sein. Die Anreicherung von Stärke in den Chloroplasten verringerte den Stromaraum und könnte die besonderen Effekte der Lichtintensitäten auf die Ribulose 1,5-Bisphosphat Carboxylase/Oxygenase, unter anderem auf ihren Aktivierungsgrad, erklären. Die RuBPCO-Standardaktivität von Rotklee nahm, im Gegensatz zu anderen Arten, mit zunehmender Lichtintensität ab. Wahrscheinlich verreinigte sich aktives Enzym mit unlöslichen Bestandteilen des Blatthomogenats und entzehrte sich somit der Bestimmung. Zudem wurde die Lichtkurve der RuBPCO-Standardaktivität durch die Anpassung an höhere Strahlungsintensitäten während der Anzucht beeinflusst.

ABSTRACT

Limitation of photosynthesis, and light activation of RuBPCO were analysed in the 5th leaf of red clover seedlings before and after an increase in light intensity during growth. Plants were grown in growth cabinets at 200 μmol quanta $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Light intensity was increased to 550 μmol quanta $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ when the analysed 5th leaves were 12 days old. The characteristics of CO_2 exchange, the steady state contents of photosynthetic metabolites and light activation of ribulose 1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (RuBPCO) were investigated before and after the increase in light intensity.

Photosynthesis decreased, following an initial increase, when light intensity in the growth cabinet was increased. Starch content in leaves increased simultaneously with the decrease in photosynthesis. No decrease in photosynthesis occurred if all leaves except the studied 5th leaf were removed when light intensity was increased. This suggested that the decrease in photosynthesis was due to product inhibition. However, no deficiency in inorganic phosphate was found. Photosynthesis was limited by the synthesis of ribulose 1,5-bisphosphate from triose phosphate in the Calvin-cycle. This might have been related to the accumulation of large starch granules and to the decrease in stromal space in the chloroplasts.

Light activation of RuBPCO was analysed in light response curves of extractable and activatable RuBPCO, of extractable protein and of the initial degree of activation of RuBPCO after rapid extraction. Extractable and activatable RuBPCO and extractable protein decreased with increasing light intensity. Light activated RuBPCO-protein appeared to be associated in part with insoluble components of the leaf homo-

genates. The light response curves of extractable and activatable RuBPCO, of extractable protein and of the degree of activation of RuBPCO were affected when light intensity in the growth cabinet was increased. This appeared to be due to acclimation to the higher light intensity and to starch accumulation.

Altogether an increase in light intensity during growth of red clover resulted in an inhibition of photosynthesis due to accumulation of photosynthetic products. This product inhibition was due to a limitation of the synthesis of RuBP from TP and may have been the result of decreased stromal space due to starch accumulation in the chloroplasts. This starch accumulation is probably the reason of the effects of increased light intensity during growth on the degree of activation of RuBPCO. Standard activity of RuBPCO in red clover, in contrast to other species, decreased with increasing light intensity probably due to the association of activated enzyme with insoluble components of the leaf homogenate. In addition the light response of standard activity was affected by the acclimation of the leaf to increased light intensity during growth.