

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

Institut für Pflanzenproduktion in den Tropen und Subtropen
Prof. Dr. Bruce E. Allison

**AUSWIRKUNGEN VON WASSERSTRESS
AUF DIE CO₂-ASSIMILATION
VON BAUMWOLLE
IN DER ÇUKUROVA-REGION (TÜRKEI)**

Diplomarbeit im Fach Allgemeine Agrarwissenschaften
vorgelegt von
Matthias Ernst
Stuttgart-Hohenheim, Dezember 1993

Diese Arbeit wurde gefördert aus Mitteln der Vater und Sohn Eiselen-Stiftung, Ulm.

Abstract

Plant water stress can be quantified by measuring the carbon exchange rate (CER) of single leaves, since a reduction in photosynthesis rate is known to be closely related to soil water deficits. The object of this research was to study the influence of soil water status on photosynthesis, leaf area development, canopy photosynthesis rate and yield.

The study was conducted at the Çukurova University experimental farm in Adana (Turkey) during the 1992 growing season. The soil was classified as a Vertisol. The experimental design consisted of four irrigation treatments imposed at different morphological stages with three replications. Net photosynthesis rates of the upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivar "Çukurova 1518" were measured in the field 3-4 times weekly at solar noon on the uppermost fully expanded leaves and in two layers lower in the canopy. Leaf area development, canopy height, dry matter accumulation and soil water content were monitored weekly. Weather data were registered automatically and stored in a datalogger located near the field. The results of leaf area development and CER at the leaf level were incorporated into a simple calculation for the canopy photosynthesis rate (P_{nc}). At three days in the growing season, measurements were taken every two hours to detect how diurnal variations in CER were affected by water stress.

P_n appeared to be related to the extent of water supply. As soon as soil water content reached a value of 40% plant available water, P_n began to decrease. Maximum values of $22.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ were attained in the period of bud formation. The continued development of water deficits caused P_n to diminish to minimum values of $0.7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ under the most severe stress late in the season. Leaf expansion was more sensitive to soil water deficits than was leaf photosynthesis. Thus P_{nc} was more affected by reduced leaf area than by decreased single leaf P_n . Maximum values of $46.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ were measured at the time of peak flowering. Water stress caused P_{nc} to level off earlier in the season during reproductive development and to decline more markedly near the end of the growing season. Cotton yield correlated well with average canopy photosynthesis rate ($R^2 = 0.98$) and with average P_n ($R^2 = 0.97$). In terms of P_{nc} , peak flowering seems to be the most sensitive period for cotton lint yield. CER measurements appeared to be a useful and sensitive mean in detecting plant water stress and its influence on lint and seed yields.

Kurzfassung

Die Messung der CO_2 -Assimilation photosynthetisch aktiver Pflanzenteile ermöglicht es, Pflanzenwasserstreß anhand der Photosyntheserate zu quantifizieren. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ertragsrelevante Reaktionen der Netto-photosyntheserate auf Wassermangel zu verschiedenen Entwicklungsstadien zu bestimmen.

Die Untersuchungen wurden im Sommer 1992 auf den Versuchsflächen der Çukurova Universität Adana (Türkei) durchgeführt. Der Boden kann als Vertisol klassifiziert werden. Die Photosynthesemessungen fanden innerhalb eines im Split-Plot-Design angelegten Versuches zur Streßquantifizierung von Baumwolle (*Gossypium hirsutum* L.) der Sorte "Çukurova 1518" statt. Es wurden vier Behandlungen mit drei Wiederholungen erfaßt. Die Bestimmung der CO_2 Assimilation erfolgte 3-4 mal wöchentlich zur Mittagszeit an den oberen ausgewachsenen Blättern und an Blättern in zwei tieferen Bestandesschichten. Blattflächenentwicklung, Bestandeshöhe, Trockenmassezuwachs und Bodenwassergehalte wurden wöchentlich festgehalten. Die Aufzeichnung der Wetterdaten, Lufttemperatur, Luftfeuchte und Photosynthetisch Aktive Strahlung geschah mit einer automatischen Klimastation. Die Blattfläche wurde ebenfalls in drei Bestandesschichten getrennt ermittelt, so daß eine einfache Abschätzung der Nettobestandesphotosyntheserate möglich war. An drei Tagen zwischen den Bewässerungsterminen wurde die Photosyntheserate in kurzen Intervallen über den ganzen Tag gemessen.

Die Nettophotosyntheserate P_n der oberen Blätter reagierte schnell mit einer Verminderung, sobald der Bodenwasserindex den Wert 0.4 unterschritt. Maximalwerte für P_n betragen $22.4 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, die größten Differenzen zwischen Kontrolle und Streßbehandlung $8.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Nicht nur der Grad der Wasserversorgung bestimmte das Maß der Photosyntheseleistung. Auch mit fortschreitendem Pflanzen- und Blattalter ging die potentielle Nettophotosyntheserate deutlich zurück. Der Verlauf der Bestandesphotosyntheserate P_{nc} war stärker von der Blattflächenentwicklung als von P_n geprägt. Der Höchstwert betrug $46.2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Bei Wasserstreß sank P_{nc} früher und markanter ab als bei der Kontrollbehandlung. Die Vegetationsdurchschnitte für P_{nc} weisen sehr gute Korrelationen mit dem Faser- und Samenertrag auf ($R^2 = 0.98$). Empfindlichste Reaktionen von P_{nc} und erzielbarer Erntemenge traten bei Wasserstreß in der Blüteperiode auf. blieb die Bewässerung während dieses Zeitraums aus, so

III

reduzierte sich der Faser- und Samenertrag gegenüber der Kontrolle um 1340 kg ha⁻¹. Bei zusätzlichem Streß während Brakteen- bzw Kapselstadium ergab sich ein relativer Ertrag von 55% bzw 58% respektive.

Die Bestimmung der Photosyntheserate der oberen Blätter erwies sich als geeignete Methode zur Wasserstreßquantifizierung, obwohl ihre Tauglichkeit für den Bewässerungsalltag durch den hohen Meßaufwand und die Empfindlichkeit auf schnell wechselnde Bewölkungsverhältnisse in Frage gestellt wird.