



Doctoral Thesis

Einfluss der Temperatur auf den Transport und die Verteilung von C-Assimilaten im vegetativen Stadium von Weizen (*Triticum aestivum* L.)

Author(s):

Bodenmann-Wehrlin, Marianne

Publication Date:

1988

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000501520> →

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. 8655

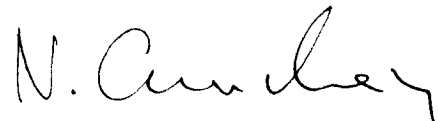
Einfluss der Temperatur
auf den Transport und die Verteilung
von C-Assimilaten
im vegetativen Stadium
von Weizen (Triticum aestivum L.)

A B H A N D L U N G

zur Erlangung des Titels
DOKTORIN DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN
der
EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von
MARIANNE BODENMANN-WEHRLIN
dipl. Ing. agr. ETH
geboren am 12. Oktober 1946
von Urnäsch (AR)

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



Zürich 1988

5. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Kenntnisse über den Einfluss der Temperatur auf die Verteilung der wasserlöslichen Kohlenhydrate und den Transport der C-Assimilate in Weizenpflanzen (Triticum aestivum L. cv. Kolibri) zu erweitern. Die Saccharose-, Glucose-, Fructose- und Fructan-Konzentration verschiedener Teile der wachsenden und ausgewachsenen Blätter wurde bei 20°C von der Keimung bis zum Fünfblattstadium sowie bei 10 und 15°C vom Zwei- bis zum Fünfblattstadium bestimmt. Untersucht wurde im weiteren die Art des Aufnahmemechanismus ins Phloem und die Leistungsfähigkeit des Assimilatetransports an Weizenpflanzen, die bei 10 oder 20°C bis zum Dreiblattstadium aufgezogen worden waren. Zu diesem Zwecke wurden die Leitbündel des dritten Blattes enzymatisch isoliert, und der Transport exogener ¹⁴C-Saccharose in das restliche Blatt sowie in das wachsende Blatt wurde untersucht.

Mit steigender Temperatur nahm die Konzentration der wasserlöslichen Kohlenhydrate ab. Sie war bei 10, 15 und 20°C in der Blattscheide der ausgewachsenen Blätter gering und nahm zur Spreitenspitze hin stark zu. Ueberschüssige Kohlenhydrate, wie sie bei den tieferen Temperaturen anfielen, wurden bevorzugt in der oberen Spreitenhälfte als Fructan und Saccharose eingelagert.

In der Teilungs- und Streckungszone des wachsenden Blattes wirkten sich die unterschiedlichen Wachstumstemperaturen nicht auf die Konzentration der wasserlöslichen Kohlenhydrate aus, vorausgesetzt es bestand kein Assimilatmangel wie dies bei 20°C zu Beginn des Wachstums der Fall war. Die Konzentration betrug bei 10 und 15°C vom Zwei- bis zum Fünfblattstadium und bei 20°C vom Drei- bis Fünfblattstadium zwischen 17 und 22 mg·g Wasser⁻¹. Sie war unabhängig von der Saccharose-Konzentration im exportierenden Blatt. Die Akkumulation von Fructan in der Basis des wachsenden Blattes deutet auf einen momentanen Kohlenhydrat-Ueberschuss hin. Diese Reserve konnte

während der späteren Zellentwicklung abgebaut und im Stoffwechsel verwendet werden. Die Kohlenhydrat-Konzentration nahm akropetal bei allen Temperaturen ab, und zwar bei 20°C besonders stark, so dass in der Mitte des Blattes nur noch 3 mg wasserlösliche Kohlenhydrate·g Wasser⁻¹ vorhanden waren. Der Bedarf des wachsenden Blattes wurde bei 20°C bis zum Fünfblattstadium nur knapp gedeckt, wuchsen die Pflanzen hingegen bei 10°C, wurden oberhalb der Teilungs- und Streckungszone des wachsenden Blattes Hexosen akkumuliert, da offenbar mehr Substrat für den Anabolismus vorhanden war als umgesetzt werden konnte. Bei 15°C war die Bilanz zwischen Import und Verbrauch von Assimilaten ausgeglichen.

PCMBs und CCCP hemmten die Aufnahme exogener ¹⁴C-Saccharose aus einer 0,1 kmol·m⁻³ Lösung durch isolierte Leitbündel nur teilweise (71 resp. 75%), d.h. ein grosser Teil der Saccharose wurde über das "diffusionsähnliche" Transportsystem ins Phloem aufgenommen. Die Temperatur im Aufnahme-medium wirkte sich nur wenig auf die Aufnahme von Saccharose ins Phloem und den Transport im Phloem aus; ein pH-Wert von 5,5 im Aufnahme-medium war optimal.

Isolierte Leitbündel transportierten mehr Saccharose als sie im allgemeinen aus der Photosynthese zugeführt erhalten. Bei 20°C war der Anteil des Transportsystems an der gesamten Trockensubstanz (59,8%) höher als bei 10°C (44,4%). Seinem grösseren Anteil entsprechend nahm aber auch seine Fähigkeit zu, Saccharose zu transportieren. Auch diese Untersuchungen zeigen, dass die Teilungs- und Streckungszone des wachsenden Blattes eine wichtige Funktion ausübt, indem sie Assimilate relativ unabhängig von der Konzentration im exportierenden Blatt aufnimmt und akkumuliert. Die Importrate sank akropetal rasch. Dies zeigt an, dass die tiefen Konzentrationen der wasserlöslichen Kohlenhydrate in der Mitte des wachsenden Blattes auf kleine Aufnahme-raten dieser Teile zurückzuführen ist.

6. S U M M A R Y

The objective of this study was to obtain more information about the influence of temperature on the distribution of water-soluble carbohydrates and on the transport of C-assimilates in wheat (Triticium aestivum L. cv. Kolibri). The concentration of sucrose, glucose, fructose and fructan in different segments of the elongating and mature leaves was determined from the beginning of leaf growth until five mature leaves were present (20°C), and from the stage when plants had two mature leaves until five leaves were fully expanded (10 and 15°C). Furthermore, the nature of the mechanism responsible for phloem loading and the capacity of the transport system for C-assimilates were analyzed in wheat plants, grown at 10 or 20°C until they had three fully expanded leaves. Therefore, the uptake of exogenous ¹⁴C-sucrose by enzymatically isolated vascular bundles of the third leaf and the transport into the remaining part of the leaf as well as into the elongating leaf were studied.

The concentration of water-soluble carbohydrates decreased with increasing temperature. At 10, 15 and 20°C it was low in the sheaths of mature leaves and increased considerably with distance from the bases of the leaves. Excess carbohydrates, as was the case at lower temperatures, were stored preferentially as fructan and sucrose in the upper half of the blade.

In the zone of cell division and elongation of the developing leaf, the different growth temperatures had no effect on the concentration of water-soluble carbohydrates, provided there was no lack of assimilates, as could be detected at 20°C shortly after sowing. The concentration was between 17 and 22 mg·g water⁻¹ (at 10 and 15°C when two to five mature leaves were present and at 20°C when three to five leaves were fully expanded). It was independent of the concentration of sucrose

in the exporting leaf. Fructan accumulated at the bases of elongating leaves; this indicates a momentary over-supply of carbohydrates. These reserves could be broken down and utilized for metabolism at a later stage of cell development. The concentration of carbohydrates decreased at all temperatures with distance from the base, especially at 20°C where the concentration of water-soluble carbohydrates in the middle of the blade was only 3 mg·g water⁻¹. The demand of the elongating leaf could hardly be met at 20°C for all the stages studied, whereas when plants developed at 10°C, hexoses accumulated above the zone of cell division and elongation of the growing leaf, since there was obviously more substrate present for anabolism than could be utilized. At 15°C, import and consumption of assimilates were balanced.

PCMBS and CCCP partially inhibited the uptake of exogenous ¹⁴C-sucrose by isolated vascular bundles at 0.1 kmol·m⁻³ sucrose (71 resp. 75%), i.e. a large part of the sucrose was loaded into the phloem through the "diffusion-like" uptake system. Temperature in the uptake solution had only a slight effect on the loading of sucrose into the phloem. The pH optimum was 5,5.

Isolated vascular bundles transported more sucrose than is normally supplied by photosynthesis. The dry weight of the transport system was greater at 20°C (59.8% of total dry weight) than at 10°C (44.4%). The capacity of sucrose loading into the phloem and transport within the phloem increased proportionally to the increased dry weight. These experiments show too that the zone of cell division and elongation of the growing leaf has important functions of importing and accumulating assimilates, independent of the concentration in the exporting leaf. The import rate decreased rapidly with distance from the base. Therefore, the low concentration of water-soluble carbohydrates in the middle of the elongating leaf can be attributed to low uptake rates of these segments.