

\*DR. HUGO RÖSSNER, \*\*DR. WOLFGANG WANER

\*Zuckerforschung Tulln,  
Josef-Reither-Straße 21 – 23,  
A-3430 TULLN

\*\* Department für Chemische Ökologie und Ökosystemforschung, Univ. Wien  
Althanstraße 14  
A-1090 VIENNA

## **DROUGHT STRESS IN SUGAR BEET - $\Delta^{13}\text{C}$ AS PHYSIOLOGICAL PARAMETER**

### **Abstract**

Its root system enables sugar beet to take up water even from deeper soil layers. Because of this fact, climatic data as well as methods determining the soil moisture content can only give a rough information about the actual supply of sugar beet with water.

In  $\text{CO}_2$  assimilation sugar beet prefers like all other C3-plants  $^{12}\text{CO}_2$  to  $^{13}\text{CO}_2$ . That means, that the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratio in the plant is lower than this ratio in the atmosphere. The relation of these two stable isotopes of carbon is reported as delta notation ( $\delta^{13}\text{C}$  parameter). If the gas exchange between leaves and atmosphere is limited by drought stress, a lack of  $^{12}\text{CO}_2$  inside the leaves results. At last, this causes an increase of the share of  $^{13}\text{C}$  on the total C content of the plant under drought stress.

It was tested, whether  $\delta^{13}\text{C}$  is a well fitting parameter to quantify the drought stress of sugar beet, or to characterize the drought stress tolerance of different varieties, respectively. Between 2002 and 2004  $\delta^{13}\text{C}$  was determined for several sugar beet varieties, grown in variety trials in climatically different Austrian areas.

Values for  $\delta^{13}\text{C}$  ranging from  $-29\text{‰}$  to  $-25\text{‰}$  were determined. Values below  $-26\text{‰}$  are defined primarily by the yield potential of the site. Values above  $-26\text{‰}$  are correlated in any case with dramatic losses in yield. Totally, the values for  $\delta^{13}\text{C}$  for the different varieties showed to be primarily determined by the site. The values gave as well as the achieved yield results no information about any drought tolerance of the proofed varieties.

---

## **STRESS DE LA BETTERAVE SUCRIERE PAR SECHERESSE - $\Delta^{13}\text{C}$ COMME PARAMETRE PHYSIOLOGIQUE**

### **Abrégé**

La betterave sucrière peut utiliser, grâce à son système racinaire, l'eau des horizons du sol plus bas. Pour cette raison, les données climatiques où différentes méthodes pour déterminer l'humidité du sol ne peuvent donner que de grossières informations sur l'approvisionnement de la betterave avec l'eau.

Pour l'assimilation du  $\text{CO}_2$ , la betterave préfère  $^{12}\text{CO}_2$  avant  $^{13}\text{CO}_2$  comme toutes les plantes C3. Cela signifie, que le quotient  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  dans la plante est plus petit que le

quotient  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  dans l'atmosphère. Cette relation entre ces deux isotopes stables de carbone est présentée par la notation delta (paramètre  $\delta^{13}\text{C}$ ). Si l'échange du gaz entre la feuille et l'atmosphère est limité par un stress dû à la sécheresse un manque de l'isotope  $^{12}\text{CO}_2$  résulte dans la feuille. Causé par ce fait, la part de l'isotope  $^{13}\text{C}$  au contenu total du carbone de la plante augmente sous des conditions de sécheresse.

Les investigations examinent, si  $\delta^{13}\text{C}$  est un paramètre propre pour quantifier le stress de la betterave causé par sécheresse et pour juger de la tolérance contre la sécheresse des différentes variétés de betteraves. De 2002 à 2004 le paramètre  $\delta^{13}\text{C}$  a été déterminé pour plusieurs variétés, cultivés dans des sites autrichiens, qui diffèrent dans leur climat.

Le paramètre  $\delta^{13}\text{C}$  range entre  $-29\text{‰}$  et  $-25\text{‰}$ . L'analyse des rendements en dépendance de  $\delta^{13}\text{C}$  a montré que le rendement des valeurs de  $\delta^{13}\text{C}$  en dessous de  $-26\text{‰}$  dépendent surtout du potentiel de rendement du site. Des valeurs de  $\delta^{13}\text{C}$  au dessus de  $-26\text{‰}$  corrélerent avec des lourdes pertes de rendement. En total, les valeurs  $\delta^{13}\text{C}$  pour les variétés différentes étaient définies principalement par le site. Les rendements des betterave sucrière ainsi que les valeurs  $\delta^{13}\text{C}$  ne montrent pas des différences dans la tolérance contre la sécheresse.

---

## TROCKENSTRESS DER ZUCKERRÜBE - $\Delta^{13}\text{C}$ ALS PHYSIOLOGISCHER PARAMETER

### Kurzfassung

Da Zuckerrüben aufgrund ihres Wurzelsystems auch Wasser aus tiefen Bodenhorizonten nutzen können, können Klimadaten bzw. Methoden zur Messung der Bodenfeuchte nur grobe Anhaltspunkte zur Abschätzung des Wasserstatus von Zuckerrüben liefern.

Die Zuckerrübe bevorzugt bei der  $\text{CO}_2$  Assimilation wie alle C3-Pflanzen  $^{12}\text{CO}_2$  gegenüber  $^{13}\text{CO}_2$ , d. h. der Quotient  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  in der Pflanze ist kleiner als der Quotient  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  der Atmosphäre. Diese Verhältnisse zwischen diesen beiden stabilen Kohlenstoffisotopen werden in Form der Delta-Notation ( $\delta^{13}\text{C}$  -Wert) angegeben. Wenn der Gasaustausch zwischen Blatt und Atmosphäre durch Trockenstress eingeschränkt wird, kommt es im Inneren des Blattes zu einem Mangel an  $^{12}\text{CO}_2$ . Dies hat zur Folge, dass der Anteil von  $^{13}\text{C}$  am Gesamt C der Pflanze unter Trockenstress ansteigt.

Es wurde geprüft ob der  $\delta^{13}\text{C}$  – Wert ein geeigneter Parameter zur Quantifizierung des Trockenstress von Zuckerrüben bzw. zur Beurteilung der Trockentoleranz von Zuckerrübensorten ist. In den Jahren 2002 bis 2004 wurde der  $\delta^{13}\text{C}$  – Wert mehrerer Zuckerrübensorten von Feldern aus klimatisch unterschiedlichen Regionen in Österreich bestimmt.

Die  $\delta^{13}\text{C}$  – Werte der Proben lagen zwischen  $-29\text{‰}$  und  $-25\text{‰}$ . Die Ertragsauswertung der Proben zeigte, dass die Erträge bei  $\delta^{13}\text{C}$  – Werten unter  $-26\text{‰}$  im Wesentlichen vom Ertragspotenzial des Standortes abhängen. Werte über  $-26\text{‰}$  waren in allen Fällen mit massiven Ertragsverlusten verbunden. Die  $\delta^{13}\text{C}$  – Werte der

geprüften Sorten waren überwiegend standortabhängig und ergaben ebenso wie die Ertragsauswertung keinen Hinweis auf Unterschiede in der Trockentoleranz.

---