

J.D PIDGEON, E.S. OBER, A. QI, K.W. JAGGARD  
Broom's Barn Research  
Higham, Bury St Edmunds, Suffolk  
IP28 6NP  
UK

**Original language : English**

## **USING A GROWTH MODEL-BASED DROUGHT STRESS INDEX FOR ASSESSING DROUGHT TOLERANCE IN MULTI-ENVIRONMENT SUGAR BEET VARIETY TRIALS**

### **Abstract**

Drought is a major limitation to sugar beet yield in many areas dependent solely on rainfall. Varieties differ in drought tolerance, but currently there is no mechanism to identify which are superior. We applied a method to evaluate data collected from multi-environment sugar beet variety trials (MET). The approach was to assign a drought stress index (DSI) to each trial, and then plot the regression of relative yield performance of each variety against a range of DSI. Varieties were classed according to their intercept (yield potential under low-stress conditions) and their slope (which indicates relative drought tolerance or susceptibility). The database consisted of 121 trials of 137 varieties conducted on 38 sites from 1989 to 1999. The DSI was based on the cumulative daily ratio of actual to potential evapotranspiration. The actual evapotranspiration for each trial was derived from a crop growth model using site-specific soil and weather inputs. Line comparison regression analysis revealed 20 varieties that showed significant positive or negative slopes, including seven varieties with average yield potential, but better than average yields under dry conditions. Conversely, there were 10 varieties that had good yield potential but showed poor performance under drought. ANOVA of trials testing some of these varieties within a single year showed that the 'crossover' behaviour was statistically significant and consistent across years. This approach of assessing MET data using the DSI as an environmental descriptor offers a simple way to select for drought tolerance or to cull susceptible varieties in current breeding programmes.

---

## **UTILISATION D'UN INDICE DE STRESS HYDRIQUE DE LA CROISSANCE A BASE DE MODELES POUR EVALUER LA TOLERANCE A LA SECHERESSE DANS DES ESSAIS MULTI-ENVIRONNEMENTAUX REALISES SUR DES VARIETES DE BETTERAVE SUCRIERE**

### **Abrégé**

La sécheresse joue un rôle important dans la baisse du rendement de la betterave sucrière dans de nombreuses régions qui dépendent entièrement de la pluviosité. La tolérance vis-à-vis de la sécheresse est différente selon les variétés, mais il n'existe actuellement aucun mécanisme permettant d'identifier celles qui sont supérieures. Nous avons appliqué une méthode pour évaluer les données collectées dans le

cadre d'essais multi-milieux (EMM) réalisés sur des variétés de betterave sucrière. Notre approche a été d'attribuer un indice de stress hydrique (ISH) à chaque essai, et ensuite de déterminer la régression de la performance relative de rendement de chaque variété par rapport à un certain nombre d'ISH. Les variétés ont été classées en fonction de leur intercept (potentiel de rendement dans des conditions de stress minimales) et de leur pente (qui indique la tolérance ou la vulnérabilité relatives à la sécheresse). La base de données a été constituée à partir de 121 essais réalisés sur 137 variétés dans 38 sites, entre 1989 et 1999. L'ISH était basé sur le rapport cumulé journalier entre l'évapotranspiration réelle et l'évapotranspiration potentielle. Pour chaque essai, l'évapotranspiration réelle était dérivée d'un modèle de croissance des cultures utilisant un sol et des données météorologiques propres à chaque site. L'analyse de la régression par comparaison de lignes a révélé que 20 variétés montraient des pentes fortement négatives ou positives, y compris sept variétés à rendement potentiel moyen mais ayant un rendement potentiel supérieur dans des conditions sèches. Inversement, on a dénombré 10 variétés ayant un bon rendement potentiel mais montrant une faible performance dans des conditions de sécheresse. L'analyse de variance des essais réalisée sur certaines de ces variétés au cours d'une simple année a montré que la conduite de « croisement » était statistiquement significative et constante au cours des années. Cette approche visant à évaluer les données EMM en utilisant un ISH comme descripteur environnemental offre une manière simple de sélectionner les espèces en fonction de leur tolérance à la sécheresse et d'éliminer les variétés vulnérables dans les programmes de culture actuels.

---

## **VERWENDUNG EINES AUF EINEM WACHSTUMSMODELL BASIERENDEN TROCKENSTRESSINDEX ZUR BEURTEILUNG DER TROCKENTOLERANZ VERSCHIEDENER ZUCKERRÜBENSORTEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN KLIMATISCHEN BEDINGUNGEN**

### **Kurzfassung**

Trockenheit hat einen wesentlichen Einfluss auf die Erträge von Zuckerrüben in vielen Gebieten, die ausschließlich auf Regen angewiesen sind. Unterschiedliche Sorten haben eine unterschiedliche Trockenstresstoleranz, zur Zeit gibt es jedoch keinen Mechanismus zur Auswahl der geeignetsten Sorten. Wir verwenden eine Methode zur Auswertung von Daten, die von Zuckerrüben in unterschiedlichen klimatischen Umgebungen (engl. multi-environment trials, MET) gewonnen wurden. Dabei wurde jeder Untersuchung ein Trockenstressindex (DSI) zugeordnet und der Rückgang der relativen Ertragsleistung einer jeden Sorte gegen eine Reihe von DSI-Werten geplottet. Die Sorten wurden nach Achsenabschnitt (Ertragspotential unter geringen Stressbedingungen) und Steigung (relative Trockentoleranz bzw. -anfälligkeit) klassifiziert. Der Datensatz umfasste 121 Untersuchungen, die zwischen 1989 und 1999 an 38 Standorten mit 137 Sorten durchgeführt wurden. Der DSI basierte auf dem kumulierten täglichen Verhältnis zwischen tatsächlicher und potenzieller Evapotranspiration. Die tatsächliche Evapotranspiration einer jeden Untersuchung wurde aus einem Wachstumsmodell unter Verwendung ortsspezifischer Boden- und Witterungsangaben gewonnen. Durch vergleichende Regressionsanalyse konnten 20 Sorten mit signifikant positiver oder negativer

Steigung aufgezeigt werden. Darunter gab es sieben Sorten mit durchschnittlichem Ertragspotential, aber überdurchschnittlichen Erträgen bei Trockenheit. Demgegenüber standen 10 Sorten mit einem guten Ertragspotenzial, aber einer schlechten Ertragsleistung bei Trockenstressbedingungen. ANOVA-Tests an einigen dieser Sorten innerhalb eines einzigen Jahres zeigten, dass das Crossover-Verhalten statistisch signifikant und über die Jahre hinweg einheitlich war. Diese Methode zur Beurteilung von MET-Studien unter Verwendung des DSI als Umweltdeskriptor ist eine einfache Methode zur Selektion von Sorten im Hinblick auf deren Trockenstresstoleranz, und zum Eliminieren trockenheitsempfindlicher Sorten in aktuellen Zuchtprogrammen.

---