

DR. ERIC S. OBER
Crop Physiologist
Broom's Barn Research Station
Higham
Bury St Edmunds
IP28 6NP
UK

Original language: English

EVIDENCE FOR GENOTYPIC DIFFERENCES IN WATER USE EFFICIENCY (WUE) DURING DROUGHT, AND HOW TO IMPROVE WUE THROUGH SELECTION

Abstract

Drought is the major cause of sugar beet yield losses in the UK and other areas where summer rainfall is significantly less than potential evapotranspiration. Climate change models predict that the situation will worsen. In arid regions as well as the UK, irrigation is limited because water is scarce and devoted to other crops. Therefore, genotypes that are better able to maintain potential yield when conditions are dry need to be developed. We are working with breeders to find ways to improve the drought tolerance, water use efficiency (WUE) and yield stability of new varieties. A key element of this research is the development of screening tools to identify superior germplasm in breeding programmes. Dryland variety trials are expensive and the genetic gain is low. An alternative approach is physiology-based breeding, in which early selections are based on traits known to contribute to, or are closely associated with improved yield in dry conditions. In a wide array of sugar beet germplasm, we have shown that there is significant genotypic diversity for drought tolerance and the expression of several key morpho-physiological traits that correlate with drought tolerance. Interestingly, we have discovered that some genotypes also differ in water use efficiency in the field. Genotypes that produced significantly different total dry matter yields during drought nevertheless consumed similar quantities of soil water. This is corroborated by field measurements showing similar rooting patterns and canopy cover. Thus, the genetic potential exists to improve water use efficiency in sugar beet without a yield penalty. We are exploring the possibility of using carbon isotope discrimination ratio as an indirect selection criterion to screen for increased water use efficiency.

PREUVES DE DIFFERENCES GENOTYPIQUES DANS L'EFFICIENCE D'UTILISATION DE L'EAU (EUE) PENDANT LES PERIODES DE SECHERESSE ET COMMENT AMELIORER L'EUE PAR LA SELECTION

Abrégé

En ce qui concerne la betterave sucrière, la sécheresse est l'une des causes principales des pertes de récoltes au Royaume-Uni ainsi que dans les régions où les pluies d'été sont sensiblement inférieures à l'évapotranspiration potentielle. Et les modèles de changement climatique prévoient une détérioration de la situation. Dans les régions arides ainsi qu'au Royaume-Uni, l'irrigation est limitée parce que l'eau est rare et qu'elle est réservée à d'autres récoltes. Par conséquent, il est nécessaire de développer des génotypes qui soient mieux à même de maintenir un meilleur rendement potentiel lorsque les conditions sont sèches. Nous travaillons avec divers phytogénéticiens pour trouver des façons d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau (EUE) et la stabilité de rendement de nouvelles espèces. L'un des éléments clés de cette recherche est le développement d'outils de sélection ayant pour but d'identifier le germoplasme supérieur dans les programmes de culture. Les essais effectués sur les variétés de culture sèche sont onéreux et les gains sur le plan génétique sont minimes. Une des approches alternatives qui existe est la culture basée sur la physiologie, dans laquelle les sélections primaires se font sur la base de caractéristiques dont on sait qu'elles peuvent contribuer, ou qu'elles sont étroitement associées, à des rendements améliorés dans des conditions sèches. Dans une grande partie du germoplasme de la betterave sucrière, nous avons montré qu'il existe une importante diversité génotypique pour la tolérance à la sécheresse, ainsi que l'expression de plusieurs traits morpho-physiologiques clés qui sont en corrélation avec la tolérance à la sécheresse. Fait intéressant, nous avons découvert que l'efficacité d'utilisation de l'eau de certains génotypes diffère également sur le terrain. Les génotypes qui ont un rendement en matière sèche total sensiblement différent au cours d'une sécheresse consomment néanmoins des quantités similaires d'eau du sol. Ceci est confirmé par les mesures réalisées sur le terrain qui montrent un schéma d'enracinement et une densité de couverture similaires. Par conséquent, il est génétiquement potentiellement possible d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau de la betterave sucrière sans que les rendements en soient affectés. Nous explorons actuellement la possibilité d'utiliser comme critère indirect de sélection le rapport de discrimination isotopique du carbone pour effectuer une sélection en vue d'obtenir une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau.

HINWEISE AUF GENOTYPISCHE UNTERSCHIEDE BEI DER WASSERNUTZUNGSEFFIZIENZ IN TROCKENPHASEN, UND WIE SICH DIE WASSERNUTZUNGSEFFIZIENZ DURCH SELEKTION VERBESSERN LÄSST

Kurzfassung

Trockenheit ist die Hauptursache für Ertragsverluste beim Zuckerrübenanbau in Großbritannien und anderen Gebieten, in denen die sommerlichen Regenmengen erheblich unter den Verdunstungsmengen liegen können. Klimamodellen zufolge wird sich die Situation verschlechtern. In wasserarmen Regionen und auch in Großbritannien wird wenig bewässert, da Wasser knapp und anderen Kulturarten vorbehalten ist. Aus diesem Grunde müssen Genotypen entwickelt werden, die besser in der Lage sind, auch unter Trockenbedingungen gleich bleibende Erträge zu erzielen. Wir arbeiten mit Züchtern zusammen, um Möglichkeiten zur Verbesserung der Trockentoleranz, der Wassernutzungseffizienz (engl. water use efficiency) und der Ertragsstabilität neuer Sorten zu finden. Ein Hauptelement dieser Forschung ist die Entwicklung von Screening-Methoden zur Identifizierung von adaptiertem genetischen Material in Züchtungsprogrammen. Untersuchungen an ariden Standorten sind teuer und der genetische Gewinn ist gering. Ein alternativer Ansatz ist das Züchten auf physiologischer Basis: Hier erfolgt die frühe Selektion auf solche Merkmale, von denen bekannt ist, dass sie zu verbesserten Erträgen bei Trockenheit beitragen oder eng damit verbunden sind. An einem breiten Spektrum von Zuckerrüben-Genotypen konnten wir zeigen, dass eine große genotypische Variabilität vorliegt, sowohl in Bezug auf Trockentoleranz, als auch bezüglich der Ausbildung wichtiger morphophysiologischer Eigenschaften, die mit Trockentoleranz assoziiert sind. Interessanterweise haben wir festgestellt, dass sich einige Genotypen auch hinsichtlich ihrer Wassernutzungseffizienz im Feld unterscheiden. Genotypen mit signifikant unterschiedlichen Trockenmasseerträgen verbrauchten unter Trockenstressbedingungen vergleichbare Mengen Grundwasser. Dies wurde durch Feldstudien untermauert, die für alle Genotypen ähnliche Durchwurzelungsmuster und eine ähnliche Blattentwicklung zeigen. Somit besteht ein genetisches Potenzial zur Verbesserung der Wassernutzungseffizienz bei Zuckerrüben, ohne Ertragseinbußen hinnehmen zu müssen. Zurzeit erforschen wir die Möglichkeit der Unterscheidung anhand von Kohlenstoffisotopen als indirektes Selektionskriterium für verbesserte Wassernutzungseffizienz.
