

DANUTA CHOŁUJ, ANITA WIŚNIEWSKA, URSZULA KRASUSKA, EMILIA OLEWIŃSKA,
CHRYSZTIAN CHOMONTOWSKI, SŁAWOMIR PODLASKI

Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Agriculture and Biology, Department of Plant
Physiology, Nowoursynowska 159, PL - 02-776 Warsaw

Original language: English

ESTIMATION OF PHYSIOLOGICAL TRAITS ASSOCIATED WITH SUGAR BEET GENOTYPES PERFORMANCE UNDER DROUGHT

ABSTRACT

The physiological response of 24 sugar beet genotypes to drought stress has been investigated. Plants were grown in polyethylene tunnels and automatically irrigated every evening to the stage of 4-5 leaves. Water shortage was imposed at 36 days after emergence (DAE) by completely withholding of watering for 3 months while control plants were optimally irrigated during the whole vegetation period. The physiological traits were measured 6 times during plant vegetation. Water shortage reduced leaf assimilatory expansion with significant genotypic differences in leaf area index response. Effective quantum yield of PSII was only slightly changed by water deficit in all genotypes. A reduction in relative chlorophyll content of mature and old leaves was denoted under drought. Drought caused an increase in the succulence index and specific weight of mature leaves and decreased their osmotic potential but only slight genotypic differences for these parameters were detected. Drought treatment significantly increased hydrogen peroxide concentration in mature leaves. Significant genotypic differences in H₂O₂ content, katalase and peroxidase activity as a response to drought were found. LAI and, relative chlorophyll concentration in leaves correlated positively with tap-root and sugar yields but H₂O₂ concentration correlated negatively. Drought tolerance index (DTI) was calculated on basis of roots and sugar yield and all physiological traits. There were more than two-fold differences in yield of drought-exposed and irrigated plants and there were essential differences in DTI index for some traits between genotypes. The results indicate that some of the examined physiological traits as a LAI, relative chlorophyll content in leaves as indicator of leaf senescence processes and, H₂O₂ content could potentially be selection criteria for improving sugar beet drought tolerance.

ESTIMATION DES TRAITS PHYSIOLOGIQUES ASSOCIÉS À LA PERFORMANCE DES GÉNOTYPES DE BETTERAVES SUCRIÈRES EN SITUATION DE STRESS HYDRIQUE

RÉSUMÉ

La réponse physiologique à la sécheresse de 24 génotypes de la betterave sucrière a été analysée. Les plantes ont été cultivées en serres en polyéthylène et arrosées tous les soirs jusqu'au stade de 4-5 feuilles. La carence en eau a été imposée 36 jours après la germination (DAE) par un arrêt définitif d'arrosage, tandis que les plantes de contrôle ont été arrosées pendant toute leur végétation. Les paramètres physiologiques ont été estimés 6 fois lors de la culture. La carence en eau a causé une réduction considérable du développement

de la surface des feuilles parmi les géotypes analysés (indice foliaire – LAI), alors qu'elle a peu influencé la valeur du rendement effectif du photosystème II. La réduction de la teneur des feuilles adultes et âgées en chlorophylle a été observée en sécheresse. La carence en eau a augmenté la valeur de l'indice de succulence et la masse des feuilles adultes, tandis que leur potentiel osmotique a baissé. Les différences entre les géotypes analysés au niveau des paramètres ci-mentionnés ont été peu marquantes. La concentration de H₂O₂ a augmenté dans les plantes cultivées en déficit d'eau. Parmi les géotypes analysés, la variation importante du contenu en H₂O₂, catalase et peroxidase a été trouvée. L'indice foliaire (LAI) et la teneur en chlorophylle établissent la corrélation positive, alors que la concentration du H₂O₂ est en corrélation négative avec le rendement en racines et en sucre. L'indice de tolérance à la sécheresse (DTI) a été calculé à partir de tous les paramètres physiologiques mentionnés ci-dessus. Ainsi, le rendement des plantes arrosées a été deux fois supérieur à celui des plantes stressées. En même temps, l'indice DTI présentait des différences remarquables entre les géotypes analysés. Les résultats de cette expérience suggèrent l'utilité de certains paramètres physiologiques comme: l'indice foliaire et la teneur des feuilles en chlorophylle comme des marqueurs de sénescence. Le taux de H₂O₂ serait utile à la sélection des géotypes de la betterave sucrière résistants à la sécheresse.

EINSCHÄTZUNG DER RELEVANZ PHYSIOLOGISCHER MERKMALE AUF DIE LEISTUNGSFÄHIGKEIT VON ZUCKERRÜBENGENTYPEN UNTER TROCKENSTRESS

KURZFASSUNG

Die physiologische Reaktion von 24 Zuckerrübengentypen bei Trockenstress wurde untersucht. Die Pflanzen wurden in Polyethylentunneln angezogen und automatisch jeden Abend bis zum 4-5 Blatt-Stadium bewässert. 36 Tage nach Auflaufen der Keimlinge (DAE) wurde durch Einstellen der Bewässerung für 3 Monate ein Wassermangel erzeugt; die Kontrollpflanzen wurden während der ganzen Vegetationsdauer optimal bewässert. Während der Vegetationsdauer wurden sechs mal physiologische Merkmale erfasst. Der Wassermangel reduzierte die assimilatorische Blattenwicklung, es zeigten sich deutliche genotypische Unterschiede in der Reaktion des Blattflächenindex (LAI). Die effektive Ertragsmenge von PSII wurde bei allen Genotypen nur gering durch Wassermangel beeinflusst. Unter Trockenstress war bei reifen und alten Blättern der relative Chlorophyllgehalt reduziert. Trockenstress verursachte einen Anstieg im Sukkulenzindex und im spezifischen Gewicht der reifen Blätter und verminderte ihr osmotisches Potential, es wurden jedoch nur geringe genotypische Unterschiede beobachtet. Trockenstress erhöht die Konzentration von H₂O₂ in reifen Blättern deutlich. Die deutlichsten genotypischen Unterschiede ergaben sich im H₂O₂-Gehalt, in der Katalase- und der Peroxidaseaktivität als Reaktion auf die Trockenheit. Der Blattflächenindex (LAI) und der relative Chlorophyllgehalt der Blätter korrelierten positiv, die Konzentration von H₂O₂ dagegen negativ mit den Rüben und Zuckerträgen. Der Trockenheitstoleranzindex (DTI) wurde anhand des Rüben- und Zuckerertrags und aller physiologischen Merkmale berechnet. Die Erträge der bewässerten Kontrolle lagen mehr als doppelt so hoch wie die der Trockenstressvariante, für einige Merkmale bestanden zwischen den Genotypen wesentliche Unterschiede im DTI. Einige der untersuchten physiologischen Merkmale (LAI, relativer Chlorophyllgehalt der Blätter als Indikator für Blattsenesenzprozesse, H₂O₂-Gehalt) könnten damit Auswahlkriterien zur Verbesserung der Trockentoleranz von Zuckerrüben sein.