

ANTJE WOLFF, YVONNE GÖTZ

Strube GmbH & Co. KG, Hauptstraße 1, D – 38387 Söllingen

4D-PHENOTYPING OF GERMINATING SUGAR BEET SEEDS AND DEVELOPING SEEDLINGS

ABSTRACT

The quality of sugar beet seed is of the utmost importance for the sugar yield and therefore the profitability of the sugar beet production. The standardized ISTA-germination test based on the visual assessment of seedlings is an analysis with a simple statement about the percentage of normal and abnormal seedlings and non-germinating seeds. This approach has several disadvantages: It is difficult to standardize regarding the assessment of abnormal seedlings as objective criteria are missing, and is not giving any information about the quality of the plants such as size of the roots, the hypocotyls and cotyledons – important parameters for the vigour of a seedling under stress conditions.

The presented method is an innovative technology for the contactless, automated, high-through-put 4D-phenotyping of germinating seeds and their corresponding seedlings in an undisturbed germination medium. From volume data of closed germination boxes obtained at different points in time by 3D X-ray-tomography, single seedlings can be isolated using automatic image analysis. A segmentation of different parts of the tissue makes it possible to measure them separately. Finally the whole seedlings can be 3D-visualized and documented. The method allows quantitative statements about the development of the normal and abnormal seedlings and therefore a qualitative differentiation of seed quality. It is suitable to assess seed quality – mainly the vigour of sugar beet seedlings – more objectively and more reliably and can be used to measure the influence of genetics, seed quality, priming, pelleting, chemical treatment, ageing and a lot of other factors on the speed, dynamic, homogeneity and time course of germination and the quality of the seedlings.

4D-PHÄNOTYPISIERUNG VON KEIMENDEN ZUCKERRÜBENSAMEN UND SICH ENTWICKELNDEN KEIMLINGEN

KURZFASSUNG

Die Qualität von Zuckerrübensaatgut ist von entscheidender Bedeutung für den Zuckerertrag und damit die Rentabilität des Zuckerrübenanbaus. Der standardisierte ISTA-Keimfähigkeitstest auf Basis der visuellen Beurteilung von Keimpflanzen ist ein qualitativer Test mit einer einfachen Aussage über den Prozentsatz von normal gekeimten, anomal gekeimten und nicht keimenden Samen. Dieser Test hat mehrere Nachteile: Er ist aufgrund mangelnder objektiver Kriterien zur Beurteilung von Keim-anomalien schwer standardisierbar und macht keine Aussage zur Qualität der normal gekeimten Pflanzen wie Größe und Volumen von Wurzel, Hypokotyl und Keimblättern – ein wesentlicher Faktor für die Triebkraft unter Stressbedingungen.

Die vorgestellte Analyseverfahren ist eine innovative Technologie zur berührungslosen, automatisierten 4D-Hochdurchsatz-Phänotypisierung von keimenden Samen und

Keimpflanzen im ungestörten Keimmedium. Aus den zu verschiedenen Zeiten mittels 3D-Röntgen-Computertomographie gewonnenen Volumendaten geschlossener Keimgefäße lassen sich die Einzelpflanzen mit Hilfe automatischer Bildanalyse isolieren. Eine Segmentierung einzelner Gewebeteile erlaubt deren individuelle Vermessung. Anschließend können die kompletten Keimpflanzen und ihre Segmentierung in 3D visualisiert und dokumentiert werden. Die Methode ermöglicht quantitative Aussagen über die sich normal und anomal entwickelnden Pflanzen und damit eine qualitative Differenzierung der Saatgutqualität. Diese zerstörungsfreie Keimanalyse ist geeignet, die Beurteilung der Qualität von Zuckerrübensaatgut, vor allem auch im Hinblick auf die Triebkraft, objektiver und sicherer zu machen und erlaubt es, den Einfluss von Genetik, Saatgutqualität, Saatgutaktivierung (Priming), Wirkstoffbehandlung, Alterung und vieler anderer Faktoren auf die Geschwindigkeit, die Dynamik und Homogenität des Keimvorganges und die Qualität der Keimpflanzen zu messen.

PHÉNOTYPAGE 4D DE GRAINES DE BETTERAVES À SUCRE EN STADE DE GERMINATION ET DES PLANTULES CORRESPONDANTES

RÉSUMÉ

La qualité des graines de betteraves à sucre est de la plus haute importance pour le rendement en sucre et par conséquent aussi pour la rentabilité de la production de betteraves à sucre. Le test standardisé de la germination ISTA est basé sur l'évaluation visuelle des graines germées et c'est une analyse avec une identification du pourcentage de graines germées de façon normale, anormale ou de graines non-germées. Cette approche présente plusieurs inconvénients: En ce qui concerne l'évaluation de graines germées anormales, il est difficile de standardiser car il n'existe pas de critères objectifs et ce test ne donne aucune information sur la qualité des plantes comme la taille et le volume des racines, des hypocotyles et des cotylédons – des paramètres importants pour la vigueur d'une plante en condition de stress.

La méthode présentée est une technologie innovante pour le 4D-phénotypage sans contact, automatisée, et de haut débit de graines germées et de ses plantules correspondantes dans un milieu de germination non-perturbé. En partant des données de volume obtenues dans des boîtes de germination fermées à différents points dans le temps par la tomographie X-ray 3D on peut isoler les plantules en utilisant l'analyse d'image automatique. La segmentation de différentes parties du tissu permet de les mesurer séparément. Finalement toutes les graines germées peuvent être visualisées et présentées sous forme de documents en 3D. La méthode permet de donner une déclaration quantitative concernant le développement des plantules et par conséquent une différenciation qualitative de la qualité de semences. Il convient d'évaluer la qualité des graines – principalement la vigueur des graines – de manière plus objective, plus fiable et on peut l'utiliser pour mesurer l'influence de la génétique, de la qualité des semences, de la pré-germination, de l'enrobage, du pelliculage avec le traitement chimique, du vieillissement et de beaucoup d'autres facteurs sur la vitesse, la dynamique, l'homogénéité et le temps de processus de germination et sur la qualité des plantes.