

M. DONATELLI<sup>1</sup>, M. ZAVANELLA<sup>2</sup>, L. BARBANTI<sup>3</sup>, L. CRISCUOLO<sup>1</sup>, G. BELLOCCHI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ISCI – Agriculture Research Council, via di Corticella 133, I – 40128 BOLOGNA

<sup>2</sup>Beta S.c.a.r.l., via Conca 75, I - 44030 MALBORGHETTO DI BOARA (FERRARA),

<sup>3</sup>DISTA, University of Bologna, Viale Fanin 44, I - 40127 BOLOGNA

**Original language: English**

## **ADAPTING A SUGAR BEET SIMULATION MODEL TO MEDITERRANEAN CONDITIONS**

### **Abstract**

Sugar beet grown under Mediterranean climate suffers from sub-optimal environmental conditions, mostly related to temperature and water stress. Such environmental conditions cause both morphological and physiological plant responses, which decrease sucrose content of roots (retrogradation) and ultimately result in lower radiation and water use efficiency. These problems are well known for Mediterranean environments since long time. They are now also becoming visible at more Northern latitudes, having an impact on areas with constantly high sugar beet production potential. The variability of sucrose yield per unit surface has a large impact on the quality of the harvested roots with respect to industrial processing. Potential reasons for seasonal variability of sucrose production could include a variety of factors and are not fully understood. Suitable methodologies for quantification of effects and estimate of impacts are not available. Consequently, no ex-ante analysis can be made to both evaluate environmental constraints to crop performance and optimal management strategies. Simulation models are tools that facilitate such analysis tasks.

Generic crop growth simulators implement fixed or simplified carbon partitioning schemes, which are inadequate to estimate the variable source-sink relationships of sugar beet crop subject to environmental stress. Physiologically detailed models hold potential to represent the processes which have an impact on sucrose production in Mediterranean environments, but they are often extremely demanding in terms of parameters and may lack robustness in critical environmental conditions.

In this paper we present an approach to adapt a generic simulator to crop-specific response to temperature, varying specific leaf area, dynamic partitioning scheme, and relocation of carbohydrates in the plant, linking the crop tendency to retrogradation to environmental factors.

---

## **ADAPTATION D'UN MODELE DE SIMULATION DE BETTERAVE SUCRIERE AUX CONDITIONS MEDITERRANEENNES**

### **Abrégé**

La croissance de la betterave sucrière dans le climat méditerranéen souffre de conditions ambiantes sub-optimales, généralement reliées au stress thermique et hydrique. Ces conditions ambiantes causent une réponse de la plante soit morphologique soit physiologique, qui réduisent le contenu de saccharose dans les racines (rétrogradation) et, finalement, déterminent une radiation et efficacité hydrique réduites. Ces problèmes sont bien connus dans les zones méditerranéennes depuis longtemps. Mais maintenant, ils commencent à être visible aussi plus à nord, et ont une répercussion sur les zones qui ont constamment une production élevée de betteraves à sucre. La variabilité du rendement du saccharose par unité de surface a un fort retentissement sur la qualité des racines récoltées, par rapport au procès industriel. Les raisons potentielles pour la variabilité saisonnière de la production de saccharose pourraient comprendre une série de facteurs qu'on n'a pas encore compris à fond: on ne dispose pas de méthodologies capables d'en quantifier les effets ni d'en estimer l'impact. Par conséquent, on ne peut pas achever d'analyses ex-ante pour évaluer les conditionnements ambiants, la performance des cultures ainsi qu'élaborer une stratégie optimale de contrôle. Les modèles de simulation sont un moyen pour faciliter ces tâches analytiques.

Les simulateurs de croissance pour les cultures génériques comprennent des schémas de partition du carbone fixes ou simplifiés, qui n'arrivent pas à estimer la corrélation source-sink des betteraves

sucrières, sujettes au stress ambiant. Des modèles physiologiquement détaillés donnent la possibilité de représenter les procès qui ont un impact sur la production de saccharose dans les ambients méditerranéens, mais ils sont souvent très problématiques pour ce qui concerne les paramètres, et ne pourraient pas être toujours suffisamment robustes dans des conditions ambiantes critiques.

Dans ce papier, nous allons présenter une démarche capable d'adapter un simulateur générique à une réponse de culture à la température, à la zone spécifique variable de la feuille, au schéma de décomposition dynamique et à la relocation des hydrates de carbone dans la plante, tout en reliant la tendance de la culture à la rétrogradation due à facteurs ambiants.

---

## **ANPASSEN EINES ZUCKERRÜBEN-SIMULATIONSMODELLS AN MITTELMEERBEDINGUNGEN**

### **Kurzfassung**

Die im Mittelmeerraum angebauten Zuckerrüben leiden unter sub-optimalen Umweltbedingungen, die meistens auf die dort vorherrschenden Temperaturbedingungen und auf Wassermangel zurück-zuführen sind. Die genannten Umweltbedingungen verursachen sowohl morphologische als auch physiologische Reaktionen, die den Zuckergehalt der Wurzeln senken (Rückläufigkeit) und letztlich eine niedrige Strahlung und Wassernutzung zur Folge haben. Diese Probleme sind im Mittelmeerraum allerdings schon lange bekannt. Nun aber treten sie auch in nördlicheren Breitengraden auf, und zwar in Gebieten, die normalerweise ein konstant hohes Zuckerrübenanbau-Potential haben. Die Variabilität des Zucherertrags pro Flächeneinheit hat eine starke Auswirkung auf die Qualität der geernteten Rüben bei der industriellen Verarbeitung. Die potentiellen Gründe für die seasonsbedingte Variabilität des Zucherertrags umfassen eine Reihe von Faktoren, die noch erklärungsbedürftig sind. Noch liegen zudem keine brauchbaren Methoden zum Quantifizieren und Abschätzen ihrer Auswirkungen vor. Demnach läßt auch keine Ex-Ante-Analyse der Umwelteinflüsse auf den Anbauertrag und somit keine optimale Strategie ausarbeiten. Simulationsmodelle sind Werkzeuge, die solche Analysen erleichtern. Generelle Wachstumssimulatoren setzen feste oder vereinfachte Kohlehydrat-Partitionsschemen voraus, die nicht ausreichen, um die variable Source-Sink-Relation von Zuckerrüben abzuschätzen, die dem Umweltstress ausgesetzt sind. Physiologisch detaillierte Modelle können potentiell ein Bild von den Prozessen liefern, die im Mittelmeerraum den Zucherertrag belasten. Diese sind allerdings oft extrem kompliziert, was die Bestimmung der Parameter betrifft, und möglicherweise unter kritischen Umweltbedingungen nur bedingt aussagefähig. In dieser Arbeit präsentieren wir einen Ansatz zur Anpassung eines allgemeingültigen Simulators auf die anbauspezifische Reaktion auf Temperatur, unterschiedliche Blattbereiche, dynamische Partitionsschemen und Relokation von Kohlehydraten in der Pflanze, wobei der Trend zur Retrogradation im Anbau mit den Umweltfaktoren in Verbindung gebracht wird.

---