

FUTURE CLIMATE IMPACT ON THE PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET (*BETA VULGARIS L.*) IN EUROPE

Prof. P.D. Jones¹, D.H.Lister¹, Prof. K.W.Jaggard², Dr. J.D.Pidgeon²

¹Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich England NR4 7TJ

²Broom's Barn Research Station Higham, Bury St Edmunds, Suffolk England IP28 6NP

ABSTRACT

The impact of future climate change on sugar beet yields is assessed over western Europe using future (2021-50) climate scenario data from a General Circulation Model (GCM) and the Broom's Barn simulation model of rain-fed crop growth and yield. GCM output for the 1961-90 period is first compared with observed climate data and shown to be reliable for regions west of 24°E. Comparisons east of this meridian were less reliable with this GCM (HadCM2) and so were omitted from simulations of crop yield. Yield increases due to future climate change are expected in northern Europe of around 1 t/ha of sugar for 2021-50 but decreases of similar magnitude in northern France, Belgium and west/central Poland. Averaged for the study area, weighted by current production, yields show no overall change due to climate. However, this figure masks significant increases in yield potential (due to accelerated growth in warmer springs) and in losses due to drought stress. Drought losses are predicted to approximately double in areas with an existing problem and to become a serious new problem in NE France and Belgium. Overall west and central Europe simulated average drought losses rise from 7% (1961-90) to 18% (2021-2050). The annual variability of yield (as measured by the coefficient of variation) will increase by half, from 10% to 15% compared to 1961-90, again with potentially serious consequences for the sugar industry. These changes are independent of the 10% yield increase, which Demmers-Derks *et al.* (1998) showed was the likely direct effect of the increase in atmospheric CO₂ concentration by 2021-2050. The importance of crop breeding for drought tolerance is further emphasised.

ABRÉGÉ - L'IMPACT DES FUTURS CHANGEMENTS CLIMATIQUES SUR LA PRODUCTIVITÉ DE LA BETTERAVE À SUCRE (*BETA VULGARIS L.*) EN EUROPE

L'impact des futurs changements de climat sur le rendement en sucre des betteraves à sucre au Royaume Uni est étudié à travers toute l'Europe grâce à l'utilisation de scénarios prévoyant ces futurs changements climatiques (2021-2050); scénarios provenant d'un modèle (General Circulation Model (GCM) et grâce aux simulations de croissance et de rendement de cultures approvisionnées en eau par la pluie établis à Broom's Barn. Les résultats du GCM pour la période 1960-1990 qui ont été comparés avec les données

provenant de l'observation du climat se montrèrent concordants pour les régions à l'ouest du 24^e méridien. Les comparaisons plus à l'est de ce méridien ont été moins concordantes avec ce GCM(HADCM2) et ont donc été exclues des simulations de rendement des cultures. La hausse de rendement en sucre due aux changements climatiques à venir devrait être de l'ordre de 1t/ha pour 2021-2050 mais des baisses de même ordre de grandeur auront lieu au nord de la France, en Belgique et à l'ouest /centre de la Pologne. La moyenne des rendements des zone étudiées, pondérée par la production actuelle, ne suppose pas de changements généraux dus au climat. Quoi qu'il en soit, ce fait masque les hausses significatives du rendement potentiel (dû aux croissances élevées pendant les printemps plus chauds) et les pertes dues au stress provoqué par la sécheresse. Les pertes dues à la sécheresse sont supposées doubler dans les zones connaissant déjà ce problème et devenir un sérieux nouveau problème au nord-est de la France et en Belgique. L'ensemble des pertes dues à la sécheresse simulées pour l'Europe centrale doivent augmenter de 7% (1961-1990) à 18% (2021-2050). La variabilité annuelle du rendement (mesure par le coefficient de variation) doit augmenter de 50%, comparée aux 10 à 15% pour 1961-1990 avec des sérieuses répercussions sur l'industrie sucrière. Ces changements sont indépendants de la hausse de 10% du rendement, directement due à la hausse de la concentration en CO₂ atmosphérique d'ici 2021-2050 (Demmers-Derks *et al* 1998). L'importance de la sélection de cultures résistantes à la sécheresse est donc démontrée.

KURZFASSUNG - ZUKÜNFTIGE KLIMAAUSWIRKUNGEN AUF DIE PRODUKTIVITÄT VON ZUCKERRÜBEN (*BETA VULGARIS L.*) IN EUROPA

Die Auswirkungen zukünftiger Klimaveränderungen auf den Zuckerrübenantrag in Westeuropa werden mittels Daten zukünftiger (2021-50) Klimaszenarien auf der Grundlage eines atmosphärischen Zirkulationsmodells (General Circulation Model, GCM) und des Brooms-Barn-Simulationsmodells für Fruchtwachstum und -ertrag ohne künstliche Bewässerung bewertet. Der Ertrag gemäß GCM für den Zeitraum 1961-90 wird zuerst mit den beobachteten Klimadaten verglichen und hat sich dabei für Gebiete westlich von 24°Ost als zuverlässig erwiesen. Vergleiche östlich dieses Längengrades waren mit diesem GCM (HadCM2) weniger zuverlässig und wurden daher von den Simulationen des Ernteertrags ausgeschlossen. Aufgrund zukünftiger Klimaveränderungen werden in Nordeuropa Ertragssteigerungen in Höhe von ungefähr 1 t/ha Zucker für die Jahre 2021-50 erwartet; jedoch ist auch mit Einbußen ähnlichen Ausmaßes in Nordfrankreich, Belgien und West-/ Mittelpolen zu rechnen. Bei Berechnung des Durchschnitts für das studierte Gebiet und Gewichtung nach der aktuellen Produktion zeigt der Ertrag insgesamt keine klimabedingte Veränderung. Diese Zahl verbirgt jedoch signifikante Steigerungen des Ertragspotentials (aufgrund eines beschleunigten Wachstums in wärmeren Frühlingen) und der Verluste durch Trockenheitsstress. Es wird vorhergesehen, dass sich Trockenheitsverluste in Gebieten mit einem existierenden Problem ungefähr verdoppeln und in Nordostfrankreich und Belgien zu einem ernsthaften neuen Problem entwickeln werden. Insgesamt steigen durchschnittliche simulierte Trockenheitsverluste in West- und Mitteleuropa von 7% (1961-90) auf 18%

(2021-2050). Die jährliche Ertragsvariabilität (als Variationskoeffizient ausgedrückt) steigert sich im Vergleich zu den Jahren 1961-90 von 10% um die Hälfte auf 15% - wiederum mit potenziell schwer wiegenden Konsequenzen für die Zuckerindustrie. Diese Veränderungen sind unabhängig von der Ertragssteigerung um 10%, die – wie Demmers-Derks *et al.* (1998) (acc. to my understanding of Demmers-Derks we expect 20 % increase) gezeigt hatten – eine wahrscheinliche direkte Auswirkung von der Steigerung der atmosphärischen CO₂-Konzentration bis 2021-2050 sein würde. Die Wichtigkeit der Züchtung von trockenheitstoleranten Fruchtpflanzen wird dadurch nochmals betont.