

Parameter zur Erfassung der Festigkeit des Rübenkörpers von Zuckerrüben zur Verbesserung der Effizienz bei Lagerung und Verarbeitung



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ), Göttingen Prof. Dr. Anne-Katrin Mahlein/Prof. Dr. Christa Hoffmann Institut für Bioprozess- und Analysenmesstechnik e.V. (iba), Heilbad Heiligenstadt Prof. Dr. Dieter Beckmann/Dipl.-Ing. Thomas Nacke
Industriegruppe(n):	Verein der Zuckerindustrie e.V. (VdZ), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Andreas Windt Nordzucker AG, Braunschweig
Laufzeit:	2018 – 2021
Zuwendungssumme:	€ 298.370,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation

Es häufen sich Beobachtungen, dass Zuckerrüben bei mechanischer Belastung, wie Ernte und Verladen oder Abladen, zerbrechen. Der Bruch resultiert in Masseverlusten, zudem führen die Verletzungen zu höheren Zuckerverlusten bei der Lagerung und resultieren in wirtschaftlichen Verlusten für die Anbauer. Auch wird die Verarbeitungsqualität der Rübe deutlich vermindert. In den verarbeitenden Betrieben ergibt sich bei brüchigen Rüben ein etwa 2 % höherer Rohsaftabzug in der Extraktion und ein 2 % höherer Energieaufwand in der Verdampfung. Wenn 10 % der 25 Mio. t Rüben, die in Deutschland produziert werden, eine höhere Brüchigkeit aufweisen, ergibt sich bei rund 30 kWh/dt Rüben ein zusätzlicher Energieaufwand von 15 Mio. kWh; der erhöhte Energieaufwand bei der Schnitzeltrocknung wegen schlechterer Abpressbarkeit ist dabei noch nicht berücksichtigt.

Diese Beobachtungen deuten darauf hin, dass sich die Festigkeit (Penetrationswiderstand, Druckfestigkeit) von Zuckerrüben geändert hat. Es ist anzunehmen, dass die Festigkeit der Rübe mit der Zusammensetzung der Inhaltsstoffe, insbesondere den Zellwandbestandteilen, zusammenhängt. So hat sich durch Züchtung mit der Zeit die Zusammensetzung der Rüben verändert und der Markgehalt (unlösliche Zellwandbestandteile) unbeabsichtigt verringert.

Die Festigkeit von Zuckerrüben wirkt sich auf die gesamte Wertschöpfungskette aus und kann nur durch eine züchterische Verbesserung des Rohstoffs wieder verbessert werden. Für die Züchtung wäre eine einfache und kostengünstige Messmethode hilfreich. Breitbandige impedanzspektroskopische Messungen ermöglichen die biophysikalische Erfassung der zellulären Eigenschaften und des Wasseranteils von Pflanzen und könnten eine Basis für die Entwicklung einer entsprechenden Messmethodik sein.

Ziele des Forschungsvorhabens waren vor diesem Hintergrund, anhand eines breiten Spektrums an Zusammensetzungen die Beziehung zwischen Inhaltsstoffen (insbesondere Zellwandbestandteilen) und der Festigkeit der Rübe zu analysieren, die Bedeutung einzelner Einflussfaktoren (Sorte, Umwelt: Standort, Jahr, Trockenheit, Düngung) auf die Festigkeit zu quantifizieren, eine Messmethodik für die Erfassung der Festigkeit mittels einer breitbandigen Impedanzspektroskopie zu entwickeln und anhand von quantitativ-statistischen Modellen über Korrelationen und Hauptkomponentenanalysen einen Parameter zu identifizieren, mit dem die Festigkeit des Rübenkörpers einfach und schnell abgeschätzt werden kann.

Forschungsergebnis

Anhand von Feldversuchen in wichtigen Zuckerrübenanbauregionen wurden mit Penetrations- und Kompressionstests signifikante Unterschiede zwischen Sorten und Umwelten in der Festigkeit der Rübe festgestellt. Bei Trockenstress war die Festigkeit der Rüben deutlich niedriger. Die Festigkeit der Rübe erwies sich als umweltstabiles Sortenmerkmal, es traten keine relevanten Interaktionen auf. Somit bestimmt die Umwelt das absolute Niveau der Festigkeit, das Sortenranking bleibt aber in allen Umwelten gleich. Die Ergebnisse zeigen, dass sich auch die marktverfügbaren Sorten deutlich in ihrer Festigkeit unterscheiden. Während der Lagerung verändert sich die Festigkeit der Rübe, jedoch reagieren alle Sorten gleich. Somit sind die Sortenunterschiede vor der Lagerung aussagekräftig für die Verarbeitungseigenschaften nach der Lagerung.

Unterschiede in der Festigkeit von Zuckerrübensorten konnten nicht auf die Anzahl der Kambiumringe zurückgeführt werden. Auch die Zusammensetzung der Zellwand der Rübe als mögliche Ursache der Festigkeit unterschied sich zwischen den Sorten und Umwelten kaum. Jedoch traten deutliche Unterschiede zwischen Sorten im absoluten Gehalt an Zellwandmaterial (AIR, Mark) auf.

Unterschiede in der Festigkeit haben Auswirkungen auf die Ernte, da Rüben mit höherer Festigkeit eine geringere Beschädigung, geringeren Pathogenbefall während der Lagerung und geringere Lagerungsverluste aufweisen. Die Festigkeit der Sorte kann daher ein zuverlässiger Indikator für die Beschädigungsempfindlichkeit sein, die ein wichtiger Parameter in Hinblick auf Lagerungsverluste ist. Mit Hilfe der neu installierten Impedanzspektroskopie war es möglich, zwischen den Sorten zu unterscheiden. Allerdings muss die Methode noch bis zur Praxisreife weiterentwickelt werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Für die Züchtung verbesserter Sorten hilft die Kenntnis über die grundlegenden Zusammenhänge zwischen Inhaltsstoffzusammensetzung, Textureigenschaften und Lagerungsverlusten, diese Merkmale in der Selektion zu berücksichtigen. Mit dem Penetrationswiderstand kann über einen einfachen Parameter verfolgt werden, dass sich die Zusammensetzung der Zuckerrüben nicht unabsichtlich weiter in eine Richtung verändert, die sich für die gesamte Wertschöpfungskette negativ auswirkt. Aufgrund der Ergebnisse wird zurzeit die Penetrationsmessung in das offizielle Sortenprüfsystem integriert. Für Züchtungsunternehmen wird durch die Züchtung verbesserter Sorten die Wettbewerbsfähigkeit auch im internationalen Rahmen verbessert. Für die Anbauer kann die Information über die Festigkeit bei der Sortenwahl Berücksichtigung finden, um so Ernte- und Lagerungsverluste zu verringern. Wenn Zuckerrüben eine geringere Beschädigungsempfindlichkeit aufweisen, können die Ernteverluste (Massenverluste, die bis zu 10 % betragen können) sowie die Lagerungsverluste (Zuckerverluste, bis zu 20 %) für die landwirtschaftlichen Anbaubetriebe deutlich verringert werden. Die Auswirkungen unterschiedlicher Festigkeit der Rüben in den verarbeitenden Betrieben wird derzeit in einem weiterführenden europaweiten Projekt untersucht, ein weiteres Projekt ist im Rahmen der Industriellen Gemeinschaftsforschung in Vorbereitung. Für Gerätehersteller eröffnen die Ergebnisse die Möglichkeit, die Messtechnik weiterzuentwickeln und neue Applikationsfelder für impedanzspektroskopische Messsysteme zu erschließen.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2021.
2. Hoffmann, C.M. & Kleuker, G.: Festigkeit der Rübe – große Unterschiede zwischen Sorten! Zuckerrübe 71 (5), 18-21 (2022).
3. Hoffmann, C.M. & Kleuker, G.: Beschädigung und Lagerverluste – Festigkeit der Rübe als Sortenmerkmal – Große Unterschiede zwischen Sorten. DZZ 58, 38 - 39 (2022).
4. Kleuker, G. & Hoffmann, C.M.: Causes of different tissue strength, changes during storage and effect on the storability of sugar beet genotypes. Postharvest Biol. and Technol. 183, 111744 <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2021.111744> (2022).
5. Kleuker, G. & Hoffmann, C.M.: Tissue strength of sugar beet root - genotypic variation and environmental impact. Crop Sci. 61, 2478-2488 (2021). <https://doi.org/10.1002/csc2.20523>.
6. Kleuker, G. & Hoffmann, C.M.: Influence of tissue strength on root damage and storage losses of sugar beet. Sugar Ind. 145, 435-443 (2020). <https://doi.org/10.36961/si24556>.
7. Schäfer, J., Hale, J., Hoffmann, C.M. & Bunzel, M.: Mechanical properties and compositional characteristics of beet (*Beta vulgaris L.*) varieties and their response to nitrogen application. Eur. Food Res. Technol. 246, 2135 – 2146, <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03562-4> (2020).
8. Kleuker, G. & Hoffmann, C.M.: Method development for the determination of textural properties of sugar beet roots. Sugar Ind. 144, 392-400 (2019). <https://doi.org/10.36961/si23306>.
9. Kleuker, G. & Hoffmann, C.M.: Einfluss der Festigkeit der Rübe auf Beschädigung und Lagerungsverluste von Zuckerrüben. Sugar Ind. 144, Sonderheft, 89 - 97 (2019).
10. Kleuker, G. & Hoffmann, C.M.: Beschädigung und Lagerungsverluste bei unterschiedlicher Festigkeit von Zuckerrüben. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 31, 155 - 156 (2019).

Weiteres Informationsmaterial

Institut für Zuckerrübenforschung (IfZ)
Holtenser Landstraße 77, 37079 Göttingen
Tel.: +49 551 50562-60
Fax: +49 551 50562-99
E-Mail: hoffmann@ifz-goettingen.de

Institut für Bioprocess- und Analysenmesstechnik e.V. (iba)
Rosenhof, 37308 Heilbad Heiligenstadt
Tel.: +49 3606 671-310
Fax: +49 3606 671-200
E-Mail: thomas.nacke@iba-heiligenstadt.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Jürgen Fälchle - stock.adobe.com #179440860

Stand: 26. Juli 2023