MRI
Max Rubner-Institut

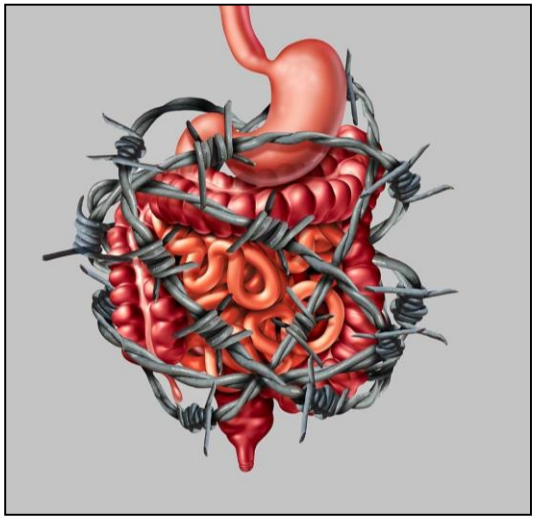
Ein erster Schritt zur Herstellung von FODMAP-armen Backwaren: Verwendung von *Kluyveromyces marxianus/Sacharomyces cerevisiae*-Co-Kulturen

Marcus Schmidt, Jens Begemann und Elisabeth Sciurba
Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide

MRI Max Rubner-Institut

Reizdarmsyndrom (RDS)

- 10 – 20 % der Bevölkerung leiden am Reizdarmsyndrom (RDS)[1]
- funktionelle, oft chronische Darmfunktionsstörung
- unterschiedliche Symptome
  - Völlegefühl
  - Bauchschmerzen
  - Blähungen
  - Durchfall
- Ursache ist oftmals eine Nahrungsmittelunverträglichkeit
  - FODMAP-arme Diät verschafft vielen Betroffenen Linderung [2]



https://www.allergosan.ch/beschwerdebilder/reizdarm-und-mikrobiom/

1. de Roest, R.H., et al., *The low FODMAP diet improves gastrointestinal symptoms in patients with irritable bowel syndrome: a prospective study.* Int J Clin Pract, 2013. **67**(9): p. 895-903.
2. Liu, J., et al., *Low-FODMAP Diet for Irritable Bowel Syndrome: What We Know and What We Have Yet to Learn.* Annu Rev Med, 2020. **71**: p. 303-314.

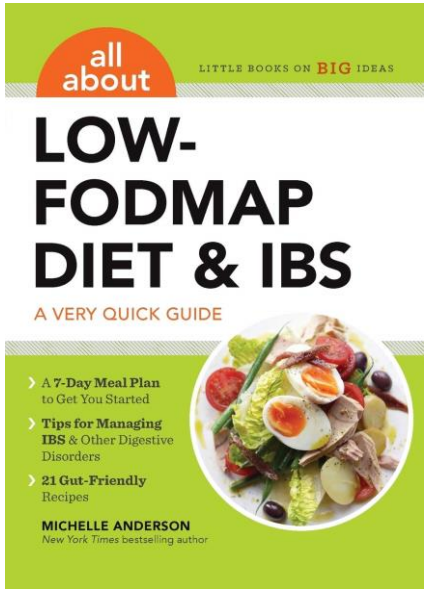
MRI Max Rubner-Institut

FODMAP

- fermentierbare Oligo-, Di- und Monosacharide sowie Polyole
- nicht verdaubare Kohlenhydrate
- osmotisch wirksam
- fermentierbar durch Mikroorganismen im oberen Dickdarm

- Fruktose, Laktose
- Oligosaccharide ⇨ Frukto- und Galaktooligosaccaride
- Polyole (Mannitol, Sorbitol)

- Einteilung in FODMAP-arme/-reiche Lebensmittel beinhaltet folgende Werte bezogen auf eine Portion [1]:
  - 0,15 g Überschuss Fruktose
  - 0,3 g Oligosaccharide
  - 0,4 g Polyole

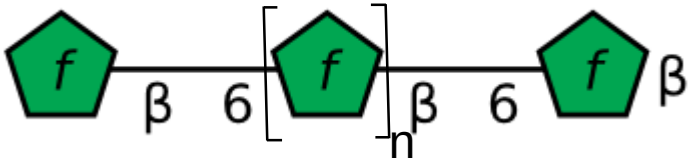


https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71u3z-1TkhL.jpg

1. Varney, J., et al., *FODMAPs: food composition, defining cutoff values and international application.* J Gastroenterol Hepatol, 2017. **32 Suppl 1**: p. 53-61.

FODMAP

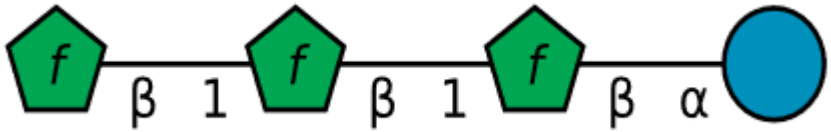
Fruktane



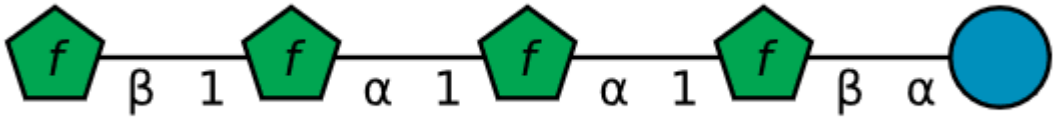
Fruktooligosaccharide

- Kestose

- Nystose



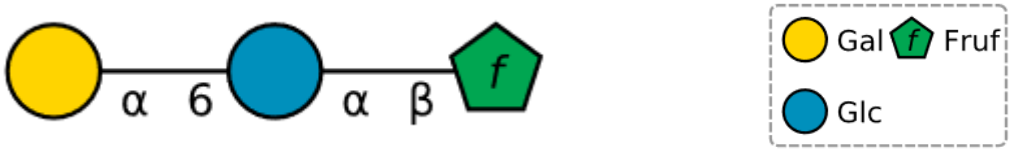
- Kestopentaose



MRI Max Rubner-Institut

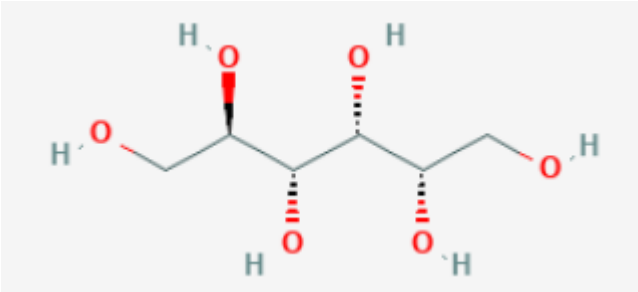
Galaktooligosaccharide

- Raffinose

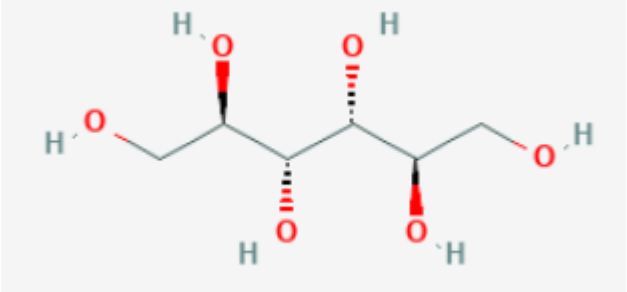


Polyole

- Sorbitol



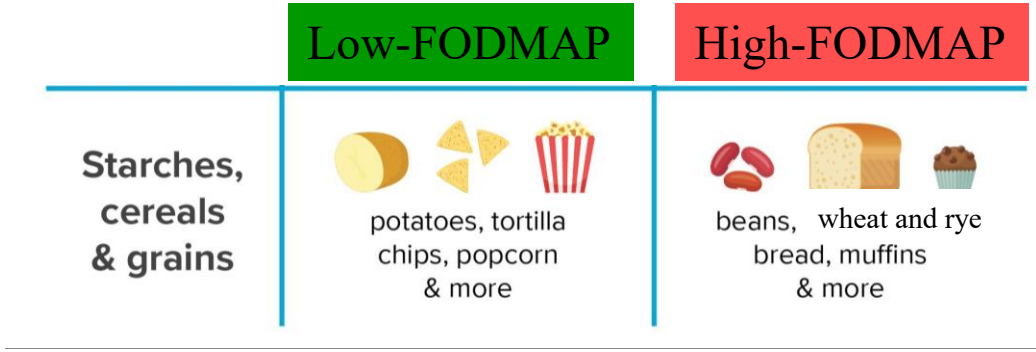
- Mannitol

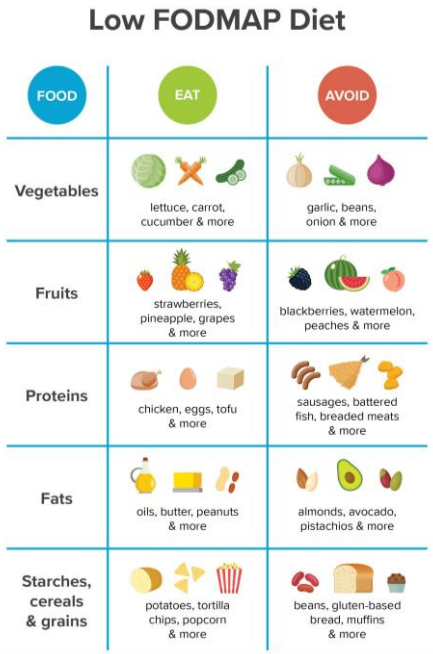


MRI Max Rubner-Institut

FODMAP

- FODMAP-reiche Lebensmittel: Äpfel, Erbsen, Knoblauch
  - Getreide
  - Grundnahrungsmittel Backwaren





https://cdn-prod.medicalnewstoday.com/content/images/articles/319/319722/an-infographic-showing-foods-you-can-and-cannot-eat-on-a-fodmap-diet.jpg

- Anreicherung im Weizen in den Randschichten des Getreidekorns
- teilweise schlechte Verträglichkeit von Vollkorn- oder Mischbroten

MRI Max Rubner-Institut

FODMAP-Reduktion in Backwaren

- Studien zeigten eine Verringerung des FODMAP-Gehalts in Backwaren durch eine verlängerte Fermentation
- Einsatz von alternativen Hefestämmen wie *Kluyveromyces marxianus*

Food Microbiology 76 (2018) 135–145

Contents lists available at ScienceDirect

Food Microbiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fm

ELSEVIER

Kluyveromyces marxianus yeast enables the production of low FODMAP whole wheat breads

Nore Struyf [a], Hannah Vandewiele [a], Beatriz Herrera-Malaver [b], Joran Verspreet [a], Kevin J. Verstrepen [b], Christophe M. Courtin [a, *]

[a] Laboratory of Food Chemistry and Biochemistry, Leuven Food Science and Nutrition Research Centre (LFoRCe), KU Leuven, Kasteelpark Arenberg 20, B-3001 Leuven, Belgium

[b] VIB Laboratory for Systems Biology & CMPG Laboratory for Genetics and Genomics, KU Leuven, Bio-Incubator, Gaston Geenslaan 1, B-3001 Leuven, Belgium

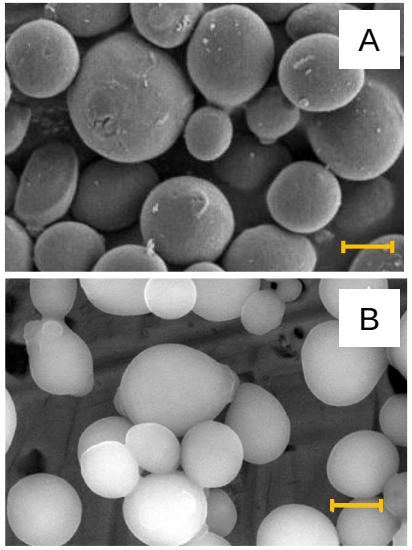
- partieller Abbau der Fruktane durch Invertasen, von *Saccharomyces cerevisiae* freigesetzt
- Vollständiger Abbau auch höher molekularer Fruktane durch Fruktanasen von *K. marxianus*

MRI Max Rubner-Institut

Probleme bei der Verwendung von *K. marxianus*

- Geringere Triebkraft im Vergleich zu *S. cerevisiae*
- Unterschiede in der Substratverwertung
- Verwendung bisher nicht unter praxisnahen Bedingungen getestet

- Daraus resultiert eine geringere Produktqualität und Konsumentenakzeptanz
- Bisherige Lösungsansätze bestehen in Zugabe von isolierten Enzymen oder Zuckern, die durch *K. marxianus* fermentiert werden können



Mikroskopische Aufnahmen von *S. cerevisiae (A)* und *K. marxianus* (B) (Balken = 2 µm)
Karimy et al. (2020)
Mehmood et al. (2018)

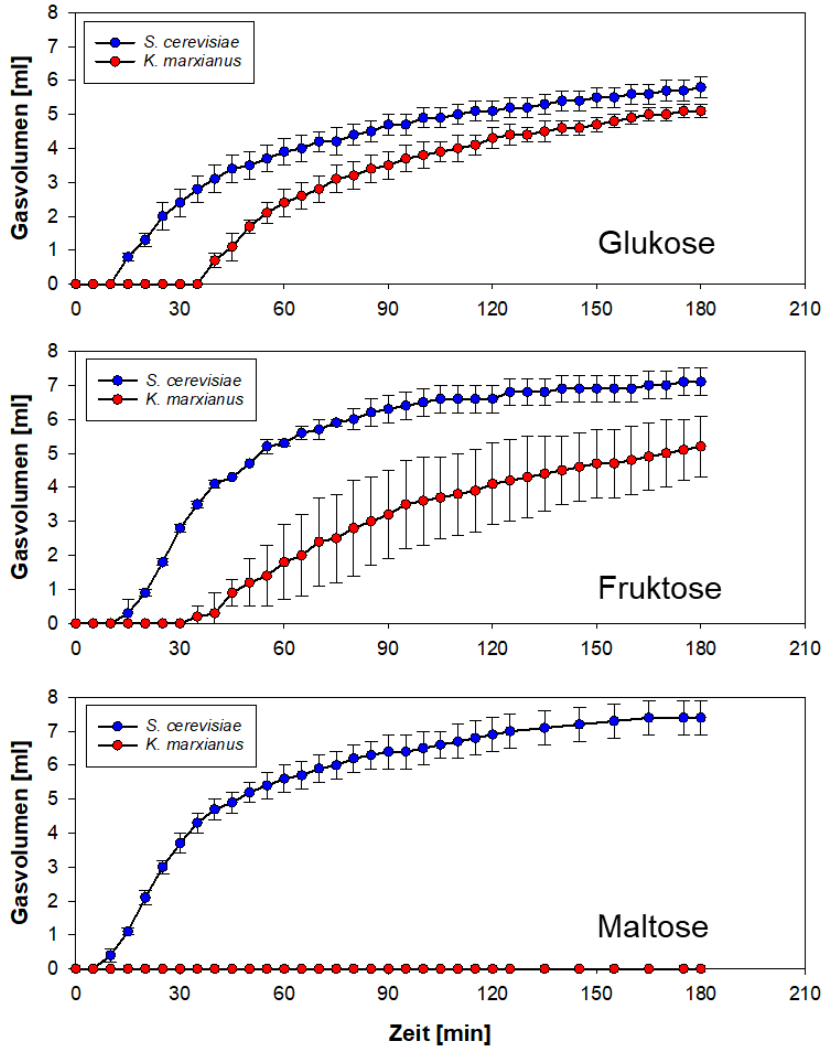
FODMAP-Reduktion in Backwaren

- **Ist die Herstellung von qualitativ ansprechenden FODMAP-armen Backwaren unter Verwendung von *K. marxianus* möglich?**

- **Gibt es Synergieeffekte bei der Verwendung von *S. cerevisiae*/*K. marxianus* Co-Kulturen?**

MRI Max Rubner-Institut

Gasbildung von *S. cerevisiae* und *K. marxianus*



- *K. marxianus* hat deutlich längere lag-phase als *S. cerevisiae*
- nach lag-phase holt *K. marxianus* in Gasbildung auf und gleicht sich *S. cerevisiae* immer mehr an

- *S. cerevisiae* verwertet Maltose schnell und effektiv
- *K. Marxianus* kann Maltose nicht verwerten

MRI Max Rubner-Institut

Untersuchte Backwaren

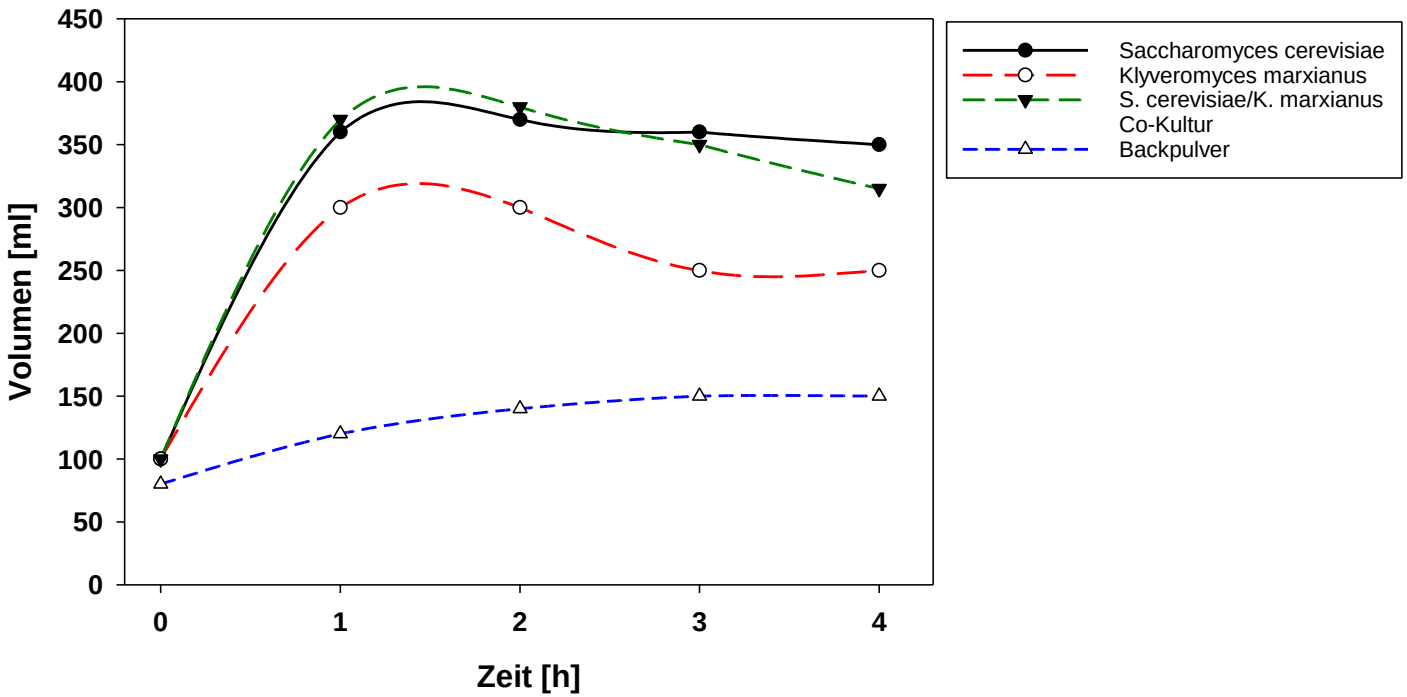
- Versuchsreihe Bäckereitechnikum, Standardbackversuche Weizen

  - Weizenmehl Type 550
  - Weizenbrot mit normaler Endgare (60 min) und Übergare (90 min)
  - Weizenbrot 4 h und 24 h bei 7 ^{o}C

  - Weizenbrot 100 % *S. cerevisiae*
  - Weizenbrot 100 % *K. marxianus*
  - Weizenbrot *S. cerevisiae/K. marxianus* Co-Kultur (50/50, TM)
  - Weizenbrot ohne Hefefermentation (Backpulver)

- jeweils dreifache Durchführung

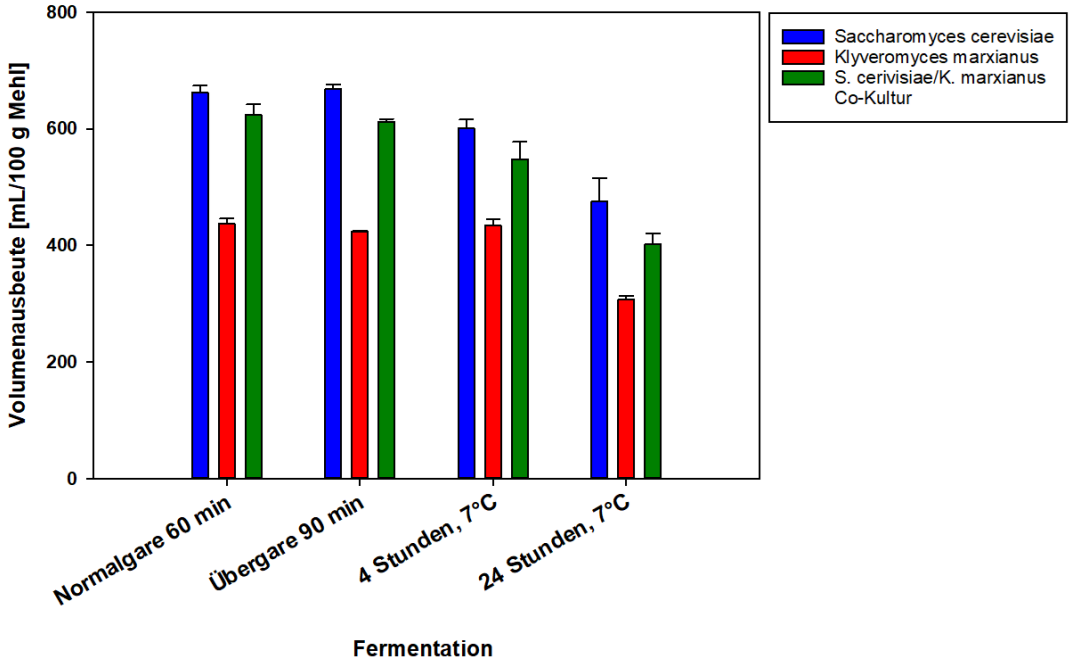
Teigvolumen während 4 h Fermentation



- *S. Cerevisiae* sorgt für größeres Teigvolumen im Vergleich mit *K. marxianus*
- *S. cerevisiae/K. marxianus* Co-Kultur über 3 h vergleichbar mit Bäckerhefe

MRI Max Rubner-Institut

Volumenausbeuten mit verschiedenen Hefen in Abhängigkeit der Fermentationszeit



- *K. marxianus* Mono-Kultur hat geringste Volumenausbeute
- Co-Kultur ist vergleichbar mit *S. cerevisiae* Mono-Kultur
- 24 h Fermentation resultiert in signifikant geringerer Volumenausbeute als Normal- und Übergare

MRI Max Rubner-Institut

Volumenausbeuten mit verschiedenen Hefen in Abhängigkeit der Fermentationszeit

	S. cerevisiae	*K. marxianus*	*S. cerevisiae/K. marxianus* (50/50)
60 min			
90 min			
4 h 7°C			
24 h 7°C			

MRI Max Rubner-Institut

Untersuchungsmethoden

- Proben trocknen, vermahlen, Feuchtebestimmung
- Bestimmung der Fruktane enzymatisch nach AOAC 991.03, „Fructan Assay Kit“ (K-FRUC 10/18)
- Untersuchung der relevanten Kohlenhydrate chromatographisch mittels HPAEC-PAD-Methode (High-Performance Anion-Exchange Chromatography Coupled with Pulsed Amperometric Detection),

  Hochleistungs-Anionenaustauschchromatographie mit gepulster amperometrischer Detektion

- Kestopentaose
- Kestose
- Nystose
- Fruktose
- Raffinose

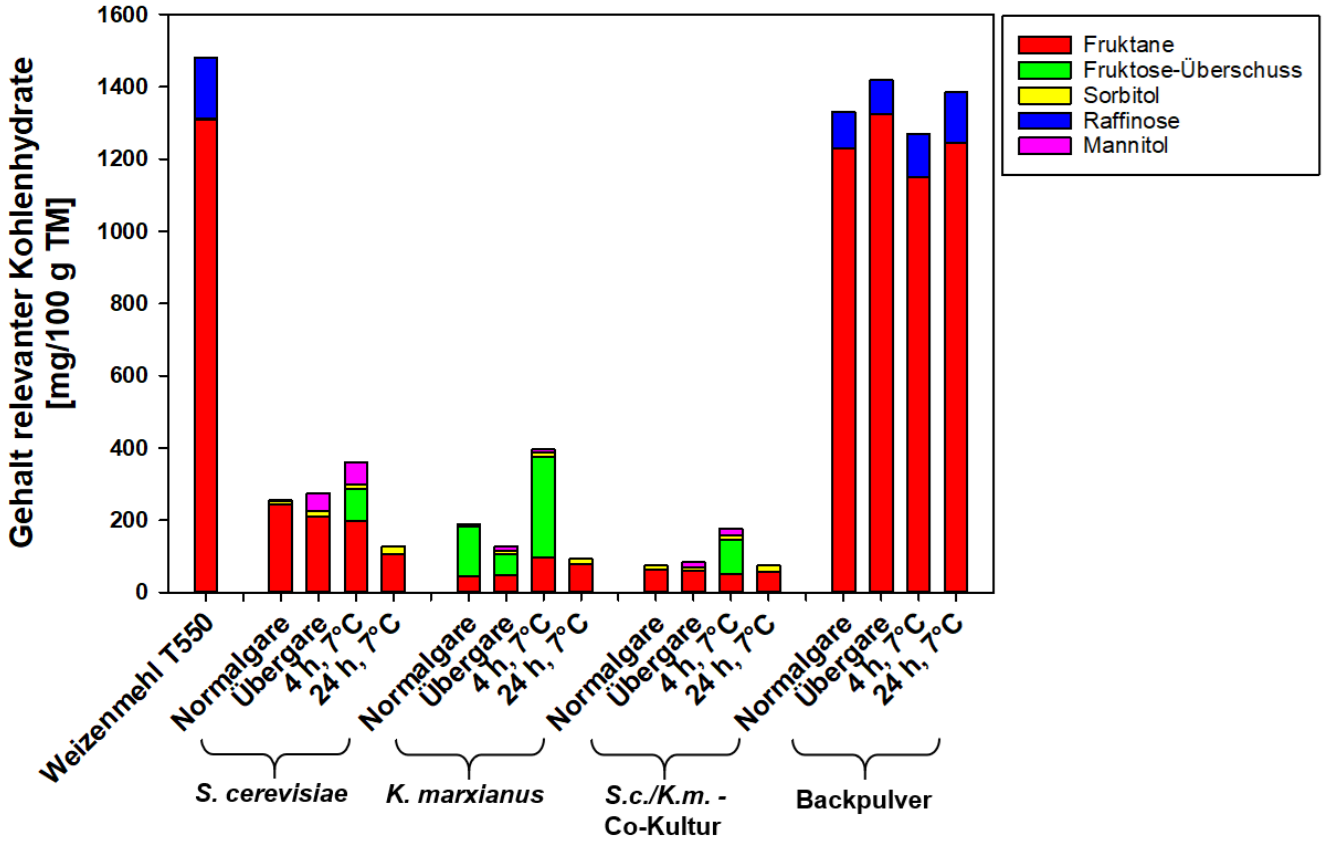
- Sorbitol
- Mannitol
- Glukose*
- Saccharose*
- Maltose*

- FODMAP = Fruktan + Fruktooligosacharide + Galaktooligosacharide + (Fruktose – Glukose) + Polyole

*kein FODMAP

MRI Max Rubner-Institut

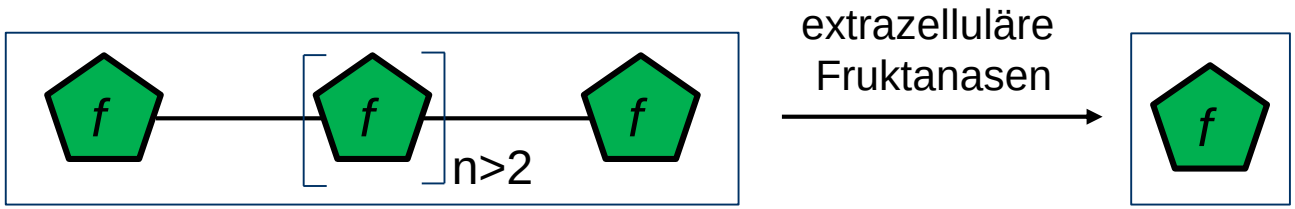
FODMAP-Gehalt der Brote



- Fruktane und Raffinose werden durch Hefen abgebaut
- *K. marxianus* baut Fruktane effektiver ab, akkumuliert aber Fruktose
- Co-Kulturen zeigen beste Ergebnisse

Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse

- In hefegelockerten Weizengebäcken wurde während der Fermentation Fruktan abgebaut, **verlängerte Fermentationszeit unter praxisnahen Bedingungen verstärkte den Effekt**
- *K. marxianus* ist effektiv, um Fruktane abzubauen, setzt aber viel überschüssige Fruktose frei



- Co-Kulturen sind am effektivsten zur Reduktion aller FODMAP-Komponenten und resultieren in hohem Gebäckvolumen

MRI Max Rubner-Institut

aktuelle Arbeiten und Ausblick

- Reduktion des FODMAP-Gehalts in Gebäcken mit *K. marxianus*/*S. cerevisiae* hat auch unter praxisüblichen Bedingungen Potential
- Zukünftiger Fokus: Anwendung auf Roggengebäcke aufgrund des höheren FODMAP-Gehalts in Roggenmahlerzeugnissen
- Einsatz von homofermentativen Lactobazillen zur FODMAP-Reduktion

https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.stuttgarter-zeitung.de%2Finhalt.ernaehrung-die-brot-vielfalt-ist-so-gross-wie-nie.769faeaa-7812-4fc4-883a-b5053e7edb13.html&psig=AOvVaw0YN0uPju1hsKsiAasshbiT&ust=1598952906666000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCLCNlfKRxesCFQAAAAAdAAAAABAK

MRI
Max Rubner-Institut

Vielen Dank

allen Kolleginnen und Kollegen

für die gute Zusammenarbeit

MRI
Max Rubner-Institut

… und Ihnen für

Ihre Aufmerksamkeit.