YANET BOFFILL RODRÍGUEZ

**Emprego do malte de sorgo na produção de bebidas fermentadas sem
glúten com baixo teor alcoólico**

Tese apresentada à Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial na área de concentração de Microbiologia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. João Batista de Almeida e Silva

Versão Corrigida

Lorena

2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Boffill Rodríguez, Yanet

Emprego do malte de sorgo na produção de bebidas fermentadas sem glúten com baixo teor alcoólico / Yanet Boffill Rodríguez; orientador João Batista de Almeida e Silva - Versão Corrigida. - Lorena, 2019. 147 p.

Tese (Doutorado em Ciências - Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada) - Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2019

1. Enzimas. 2. Fermentação. 3. Maltagem. 4. Mosturação. 5. Parâmetros de qualidade. I. Título. II. Almeida e Silva, João Batista de , orient.

RESUMO

BOFFILL RODRÍGUEZ, Y. **Emprego do malte de sorgo na produção de bebidas fermentadas sem glúten com baixo teor alcoólico**. 2019. 147p. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2019.

O interesse pelo malte de sorgo para substituir os maltes de outros cereais que contêm glúten, na produção de cervejas, tem aumentado nos últimos tempos. Esse empenho é devido à necessidade de oferecer bebidas sem glúten às pessoas com doença celíaca. A doença celíaca é uma síndrome caracterizada por dano da mucosa do intestino delgado causada pelas prolaminas, e o tratamento chave é a eliminação do glúten da dieta. Uma das vantagens do cultivo do sorgo é que ele se adapta a forte estresse ambiental, como a seca. Por outro lado, as bebidas a partir deste cereal caracterizam-se por seu alto valor nutritivo. No entanto, na elaboração de bebidas fermentadas a partir do sorgo, as principais desvantagens são a alta temperatura de gelatinização do amido e o baixo teor de enzimas hidrolíticas desenvolvidas no processo de maltagem. Assim, o objetivo da presente pesquisa foi maximizar os parâmetros de qualidade na maltagem, na mosturação e na fermentação de mosto a base de sorgo, usando a Metodologia de Superfície de Resposta. Foram realizados experimentos prévios de um único fator para avaliar a influência, sobre as respostas, de fatores, tais como as temperaturas de imersão e de germinação na maltagem; o pH e a temperatura de atividade proteolítica, na mosturação, e o pH e o tempo de maturação, na fermentação. Também foram selecionados os níveis baixos, médios e altos dos fatores experimentais do delineamento composto central rotacional. As condições ótimas para a maltagem do sorgo para obter valores adequados de poder diastásico, extrato em água quente, nitrogênio amino livre e perdas da maltagem foram 0,17% de hidróxido de sódio, 39,81 h de imersão e 120,62 h de germinação. Na mosturação, para maximizar o extrato em água quente e o nitrogênio amino livre, temperaturas de 51,47 °C para a β -amilase e de 71,14 °C para a α -amilase são ótimas. Podem ser obtidos adequados valores de etanol, fator de conversão de substrato em produto, produtividade volumétrica, grau real de fermentação, cor, pH e nitrogênio amino livre com condições ótimas de tempo (153 h) e de temperatura (16,24 °C). A confiabilidade do método foi confirmada através da realização de experimentos sob condições ótimas. A análise sensorial das bebidas fermentadas, em escala de laboratório, revelou que valores de 120 h e 12 °C são ótimos para a sua aceitabilidade. Na análise sensorial, das bebidas em escala piloto, foi observado que o sabor e a intenção de compra da bebida fermentada de sorgo não apresentaram diferenças significativas com as da cerveja sem glúten, comercializada no mercado. Assim, o malte de sorgo é uma matéria prima promissora para a fabricação de bebidas fermentadas sem glúten destinadas aos doentes celíacos.

Palavras-chave: enzimas. fermentação. maltagem. mosturação. parâmetros de qualidade.

ABSTRACT

BOFFILL RODRÍGUEZ, Y. **Use of sorghum malt for the production of gluten free fermented beverages with low alcohol content** 2019. 147p.
Thesis (Doctoral of Science) – Escola de Engenharia de Lorena,
Universidade de São Paulo, Lorena, 2019.

In beer production, the interest in sorghum malting to the replacement gluten-free malts has increased in recent times. This effort is due to the need to offer of gluten-free beverage to people with celiac disease. Celiac disease is a syndrome characterized by damage of the intestinal mucosa caused by prolamines, and its keystone treatment is the elimination diet of gluten. One of the advantages of sorghum cultivation is that it adapts to strong environmental stress, such drought. On the other hand, beverages from this cereal are characterized by their high nutritional value. However, in brewing with sorghum malt, the main disadvantages are its high starch gelatinization temperature and low hydrolytic enzymes level developed in malting. Thus, the aim of this present research was to maximize sorghum quality parameters in malting, mashing and sorghum wort fermentation applying Response Surface Methodology. Previous single factor experiments, such as germination and steeping temperature in malting; pH and proteolytic activity temperature in mashing; and pH and maturation time in fermentation, were performed to evaluate the influence of factors on responses. The lower, middle and upper of the experimental factors of the central composite design were also selected. The optimum conditions for sorghum malting to obtain suitable values of diastatic power, hot water extract, free amino nitrogen and malting loss were 0,17% of sodium hydroxide, 39,81 h of steeping and 120,62 h of germination. In mashing, to maximize hot water extract and free amino nitrogen, temperatures of 51,47 °C for β -amylase and 71,14 °C for α -amylase are optimum. Under optimum conditions of time (153 h) and temperature (16,24 °C) suitable values of ethanol, converting factor of substrate in product, volumetric productivity, real degree of fermentation, color, pH, and free amino nitrogen can be obtained. The reliability of the method was confirmed by performing experiments under optimal conditions. Sensorial analysis of the beverage produced in laboratory scale shows that the optimum fermentation conditions for its acceptability are 120 h and 12 °C. In sensorial analysis of fermented beverage in pilot scale, not significant differences in flavor and purchase intent were observed in respect with commercialized gluten free beverage in market. Thus, sorghum malt is a promising raw material for gluten-free fermented beverage production.

Keywords: enzymes. fermentation. malting. mashing. quality parameters.