

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ferhat Abbas University, Sétif 1
Faculty of Nature and Life
Sciences



جامعة فرحات عباس، سطيف 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Department of Microbiology

THESIS

Presented by

Zakaria Nour El Islam CHAOUI

In view of obtaining the degree of

MASTER IN BIOLOGICAL SCIENCES

Field: Biological Sciences

Specialty: Microbiology and Quality Control

Topic

**Optimization of aeration rate and timing for
ethanol production from date by-products by
Saccharomyces cerevisiae using response surface
methodology**

Presented publicly in: 25 /06/2025

Jury:

President	Pr. Aicha NANCIB	University of Setif 1
Supervisor	Pr. Nabil NANCIB	University of Setif 1
Examinator	Pr. Allaoua SILINI	University of Setif 1

Academic year: 2024/2025

Acknowledgments

First and foremost, I would like to extend my sincerest and deepest gratefulness to God for granting me the strength and determination to complete this modest work. My trust in Him sustained me during the hardest periods of my journey.

I would like to express my gratitude to all the members of my thesis jury, who honored me by agreeing to evaluate my work:

I would like to warmly thank my thesis supervisor, Professor **Nabil NANCIB**, for his valuable guidance, human qualities, insightful advices he provided during every phase of this work and leaving a beautiful impression on me.

Professor **Aicha NANCIB**, for the honor of accepting the presidency of the jury.

Professor **Allaoua SILINI** gladly accepted to be part of my thesis jury as an examiner.

Finally, I intend to convey my deepest appreciation to my family and all those who supported me throughout all stages of this work.

Dedication

I want to start by expressing my deepest gratitude to Allah the Almighty, for giving me the courage and perseverance to do this work.

I dedicate this modest work:

To my dear parents, for their support and encouragement over my entire academic career.

Without forgetting my two beloved sisters for their support and comfort.

A special dedication to my uncle, professor **Zine-el-abidine CHAOUI** whom without his help in the laboratory, I wouldn't have completed my experiments on time.

To all my teachers during my years of study, from whom I have learned a lot, especially, doctor **Amel BOUDECHICHA**.

Finally, yet importantly, as this poetic part from Maya Angelou and Rupi Kaur says:

“To the version of me who kept going even when no one was watching. I see you.
I thank you”

Zakaria Nour El Islam CHAOUI

ملخص

تعتبر التهوية هي واحدة من العوامل المهمة التي تؤثر على فسيولوجيا الخميرة وتؤثر على إنتاج الإيثانول. كان الهدف من هذه الدراسة هو تحسين معدل التهوية ووقت التهوية لإنتاج الإيثانول بواسطة *Saccharomyces cerevisiae* باستخدام نموذج مركزي مركب يعتمد على منهجية سطح الاستجابة (RSM). تم تطبيق معدل التهوية (0.2 ، 0.5 ، 1.5 ، 2.5 و vvm2.9) ، وتوقيت التهوية (1.2 ، 2 ، 4 ، 6 و 6.8 ساعة) مع معدل تحريك ثابت (120 دورة في الدقيقة). كان وسط إنتاج الإيثانول هو عصير التمر الذي يحتوي على 150 جرام/لتر من السكر الكلي و1 جرام/لتر من اليوريا. تمت عملية التخمير عند درجة حرارة 30 درجة مئوية في مفاعل سعة 2 لتر. أظهر تحليل منهجية سطح الاستجابة أن التهوية المثلى لإنتاج الإيثانول كانت بمعدل تهوية ووقت تهوية قدرهما 1.5 vvm و1.2 ساعة، على التوالي. تحت الظروف المثلى، كانت تركيز الإيثانول (P) ، والإنتاجية (Qp) وعائد الإيثانول (Yp/s) 82.74 جرام/لتر، 3.14 جرام/لتر/ساعة و0.71 جرام/لتر، على التوالي. في ظل ظروف عدم التهوية (معامل التحكم)، كانت قيم P و Qp و Yp/s هي 68.30 جرام/لتر، 2.59 جرام/لتر/ساعة و0.61 على التوالي. أظهرت النتائج بوضوح أن التهوية المثلى يمكن أن تحسن إنتاج الإيثانول.

الكلمات المفتاحية: التهوية؛ إنتاج الإيثانول؛ عصير التمر؛ *Saccharomyces cerevisiae*؛ منهجية سطح الاستجابة.

Abstract

Aeration is one of the significant factors affecting yeast physiology and impacts ethanol production. The aim of this study was to optimize the aeration rate and aeration time of ethanol production by *Saccharomyces cerevisiae* using a centered composite model based on response surface methodology (RSM). The aeration rate (0.2, 0.5, 1.5, 2.5 and 2.9 vvm), the aeration timing (1.2, 2, 4, 6 and 6.8 h) with a constant agitation rate (120 rpm) were applied. The ethanol production medium was date juice containing 150 g/L of total sugar and 1 g/L of urea. The fermentation was carried out at 30°C in a 2-L fermenter. Response surface methodology analysis showed that the optimal aeration for ethanol production was an aeration rate and aeration time of 1.5 vvm and 1.2 h, respectively. Under the optimal conditions, the ethanol concentration (P), productivity (Q_p) and ethanol yield ($Y_{p/s}$) were 82.74 g/L, 3.14 g/L/h and 0.71 g/g, respectively. Under an unaerated condition (control treatment), the P , Q_p and $Y_{p/s}$ values were 68.30 g/L, 2.59 g/L/h and 0.61 respectively. The results clearly indicated that optimal aeration can improve ethanol production.

Keywords: aeration; ethanol production; date juice; *Saccharomyces cerevisiae*; response surface methodology.

Résumé

L'aération est l'un des facteurs importants affectant la physiologie des levures et impactant la production d'éthanol. L'objectif de cette étude consiste à optimiser le débit et le temps d'aération de la production d'éthanol par *Saccharomyces cerevisiae* à l'aide d'un modèle composite centré basé sur la méthodologie des surfaces de réponse. Le débit d'aération (0.2, 0.5, 1.5, 2.5 and 2.9 vvm), le temps d'aération (1.2, 2, 4, 6 and 6.8 h) avec une vitesse d'agitation constante de 120 rpm ont été appliqués. Le milieu de production d'éthanol à base de jus de datte contenant 150 g/L de sucres totaux et 1 g/L d'urée. La fermentation a été réalisée à 30°C dans un fermenteur de 2 L. L'analyse de la méthodologie des surfaces de réponse a montré que les conditions optimales pour améliorer la production d'éthanol étaient avec un débit d'aération de 1,5 vvm et un temps d'aération de 1,2 h. Dans ces conditions, la concentration en éthanol (P), la productivité (Q_p) et le rendement en éthanol ($Y_{p/s}$) étaient respectivement de 82,74 g/L, 3,14 g/L/h et 0,71 g/g. Dans des conditions non aérées (témoin), les valeurs de P , Q_p et $Y_{p/s}$ étaient respectivement de 68,30 g/L, 2,59 g/L/h et 0,61 g/g. Ces résultats indiquent clairement qu'une aération optimale peut améliorer la production d'éthanol.

Mots clés: aération; production d'éthanol; jus de datte; *Saccharomyces cerevisiae*; méthodologie de surface de réponse.