



A circular economy system for multi-source biomass conversion to added value products

Deliverable XY.Z: Experimental protocol and Laboratory Analytical Procedure

Action C2: Test operation and optimization of the biorefinery system

12/2021

Coordinating Beneficiary:



NATIONAL TECHNICAL
UNIVERSITY OF ATHENS (NTUA)

BENEFICIARIES



MUNICIPALITY
OF LAVREOTIKI



HELLENIC
PETROLEUM S.A.



ENVIRECO
CONSULTING S.A.



NEVIS - NOVEL
ENVIRONMENTAL
SOLUTIONS S.A.



FEDERATION
OF HELLENIC
FOOD
INDUSTRIES



UNIVERSITA DEGLI
STUDI DI VERONA



SATISTICA LTD.

LIFE Climate Action



LIFE18 CCM/GR/001180

Background

This report entitled: “Experimental protocol and Laboratory Analytical Procedure” was produced under co-finance of the European financial instrument for the Environment (LIFE programme) as the first Deliverable (C.2.1) of Action C2 of Project “LIFE CIRCforBIO” (LIFE18 CCM/GR/001180) during the implementation of this Action.

Acknowledgements

LIFE CIRCforBIO team would like to acknowledge the European financial instrument for the Environment (LIFE programme) for the financial support.

Disclaimer

The information included herein is legal and true to the best possible knowledge of the authors, as it is the product of the utilization and synthesis of the referenced sources, for which the authors cannot be held accountable.

Table of Contents

ABBREVIATIONS AND ACRONYMS	5
EXECUTIVE SUMMARY	6
1. INTRODUCTION	ΣΦΆΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.
1.1 Experimental Protocol	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1.1 Drying	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1.2 Oil Extraction	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1.3 Chemical pretreatment	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1.4 Ethanol Production	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1.4.1 Separate Hydrolysis and Fermentation	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1.4.2 Simultaneous Saccharification and Fermentation	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1.4.3 Distillation	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.1.5 Anaerobic Digestion	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2 Laboratory Analytical Procedures	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.1 Determination of Total Solids in Biomass	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.1.1 Introduction	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.1.2 Apparatus	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.1.3 Materials	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.1.4 Procedure	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.1.5 Calculations	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.2 Determination of Volatile mass and Ash in Biomass	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.2.1 Introduction	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.2.2 Apparatus	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.2.3 Procedure	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.2.4 Calculations	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.3 Determination of Extractives in Biomass	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.3.1 Introduction	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.3.2 Apparatus	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.3.3 Reagents and materials	ΣΦΆΛΜΑ! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

1.2.3.4	Procedure	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.3.5	Calculations	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.4	Determination of Structural Carbohydrates and Lignin in Biomass.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.4.1	Introduction.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.4.2	Interferences	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.4.3	Apparatus	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.4.4	Reagents and Materials.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.4.5	Procedure	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.4.6	Calculations	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.5	Determination of starch in biomass.	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.5.1	Introduction.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.5.2	Reagents	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.5.3	Apparatus	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.5.4	Procedure	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1.2.5.5	Calculations	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
REFERENCES.....		ΣΦΑΛΜΑ! ΔΕΝ ΕΧΕΙ ΟΡΙΣΤΕΙ ΣΕΛΙΔΟΔΕΙΚΤΗΣ.

List of Figures

Figure 1. The biorefinery concept of CIRCforBIOΣφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.

Abbreviations and Acronyms

Acronym Abbreviation	Description
AIL	Acid Insoluble Lignin
AIR	Acid Insoluble Residue
BP	Biogas Potential Tests
ODW	Oven Dry Weight
OR	Oil Recovery
S_G	Saccharification Yield
SHF	Separate Hydrolysis and Fermentation
SSF	Simultaneous Saccharification and Fermentation
Y_{eth}	Ethanol Yield
Y_{ferm}	Fermentation Efficiency

Executive Summary

The present report was prepared in the framework of the co-financed European LIFE-Climate Management by NTUA. Responsible for its preparation is the National Technical University of Athens (NTUA). The experimental protocol includes the description in lab scale of all the processes applied within the biorefinery. More specifically these processes are: Drying, Oil Extraction, Chemical pretreatment, Ethanol Production (Enzymatic hydrolysis and Fermentation), Distillation and Anaerobic Digestion. For each process, specific operational and monitoring parameters were defined. Furthermore, the parameters that define the performance of the process units were set. Regarding the laboratory analytical procedure, all the methods that need to be applied in order to monitor the performance of the processes were described. These methods include among others: the determination of total solids, moisture, structural carbohydrates, lignin and starch.