

INHALTSVERZEICHNIS

Verwendete Symbole und Abkürzungen.....	V
Zusammenfassung.....	VII
Summary.....	IX
1 Einleitung.....	1
2 Grassilage-basierte Lignocellulose-Bioraffinerie.....	3
2.1 Zielsetzung.....	3
2.2 Theoretische Grundlagen	6
2.2.1 Rohstoffvariabilität von Grassilagen	6
2.2.2 Biotechnologische Milchsäureproduktion	11
2.2.3 Metabolismus Milchsäure-produzierender Bakterien.....	16
2.2.4 Milchsäureproduktion durch <i>Lactobacilli</i> auf Basis von Lignocellulose	22
2.2.5 Liquid-Hot-Water Extraktion von Lignocellulose-haltigen Rohstoffen	25
2.3 Material und Methoden	31
2.3.1 Grassilagerohstoffe	31
2.3.2 Liquid-Hot-Water (LHW)-Extraktionen und Detoxifizierung	31
2.3.3 Enzymatische Hydrolysen	32
2.3.4 Fermentation mit <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i>	34
2.3.5 Stoffstromsimulation	36
2.4 Rohstoffvariabilität der eingesetzten Grassilagen	37
2.5 Liquid-Hot-Water (LHW)-Extraktion von Grassilage	41
2.5.1 Enzymatische Hydrolyse mit unterschiedlichen Enzymdosierungen	41
2.5.2 Liquid-Hot-Water Extraktion von Grassilage bei Steigerung der Extraktionstemperatur	43
2.6 Liquid-Hot-Water Extraktion von Grassilage-Presskuchen.....	47
2.6.1 Separation der Silage in Silage-Presssaft und Silage-Presskuchen.....	47
2.6.2 LHW-Extraktion der Silage-Presskuchen unterschiedlicher Lagerungen	51
2.6.3 Enzymatische Hydrolyse der LHW-vorbehandelten Silage-Presskuchen	53
2.6.4 Enzymatische Hydrolyse bei SSF-Fermentationsbedingungen.....	54

2.7	Fermentative Umsetzung von Grassilagerohstoffen	57
2.7.1	Fermentation mit unvorbehandelten Silagerohstoffen	57
2.7.2	Fermentation mit LHW-vorbehandelten Silagerohstoffen	61
2.7.2.1	SHF mit Hydrolysat aus LHW-vorbehandelter Silage	61
2.7.2.2	Detoxifizierung des LHW-Hydrolysates	62
2.7.2.3	SSF von LHW-Silage-Presskuchen unter Zugabe von Silage-Presssaft	66
2.7.2.4	Einfluss verschiedener Silage-Presssäfte und Zugabemengen	68
2.7.2.5	Bilanzierung des SSF-Prozess mit LHW-Silage-Presskuchen	71
2.8	Stoffstromsimulation des Prozesses	77
3	Holz-basierte Lignocellulose-Bioraffinerie	83
3.1	Zielsetzung	83
3.2	Theoretische Grundlagen	86
3.2.1	Liquid-Hot-Water und Organosolv Extraktionen	86
3.2.2	Enzymatische Hydrolyse von Lignocellulose und inhibitorische Effekte	90
3.2.3	Methoden zur Erhöhung der Glucoseausbeute und -konzentration	96
3.3	Material und Methoden	100
3.3.1	Buchenholzrohstoffe	100
3.3.2	Extraktionen	100
3.3.3	Enzymatische Hydrolysen	101
3.4	Sequentielle Liquid-Hot-Water – Organosolv Vorbehandlung von Buchenholz	104
3.4.1	Erhöhung des Celluloseanteils durch sequentielle Extraktionen	105
3.4.2	Analytik monomerer Degradationsprodukte in den Extraktionsüberständen	110
3.4.3	Enzymatische Hydrolyse auf Basis des entstehenden Faserstoffs	114
3.5	Maximierung der Glucoseausbeute bei der enzymatischen Hydrolyse	118
3.5.1	Einsatz von <i>Stereum</i> sp.-Kulturüberständen	118
3.5.2	Enzymatische Hydrolyse in unterschiedlichen Reaktionssystemen	122
3.5.3	Erhöhung der Feststoffkonzentration und Hydrolysezeit im Feststoffbioreaktor <i>Terrafors</i>	124
3.5.4	Hydrolyseprozess mit Presseinheit	127
3.5.4.1	Auswirkung der Presseinheit unter Rückführung des Hydrolysates	127
3.5.4.2	Abtrennung des Hydrolysates und Zugabe von Wasser zum verbleibenden Feststoff	128
3.5.4.3	Adsorptionsuntersuchung der cellulolytischen Enzyme	135
3.5.4.4	Simulation der enzymatischen Hydrolyse	136
3.6	Zusammenfassende Betrachtung der Holz-basierten Lignocellulose-Bioraffinerie	140

4	Etablierung spektroskopischer Analysen unter Anwendung multivariater Datenanalyse	143
4.1	Zielsetzung.....	143
4.2	Theoretische Grundlagen	145
4.2.1	Infrarotspektroskopie zur Analyse chemischer Prozessvariablen	145
4.2.2	Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis, PCA)	150
4.2.3	Multivariate Regression mittels Partial Least Square Regression (PLS)	155
4.3	Material und Methoden	160
4.4	Hauptkomponentenanalyse (PCA) der Kalibrierspektren	163
4.5	Regressionsanalyse (PLS) der Kalibrierspektren.....	173
5	Abschließende Diskussion und Ausblick.....	183
6	Literaturverzeichnis	189
Anhang.....		205
Anhang A	Verwendete Chemikalien	205
Anhang B	Verwendete Geräte.....	206
Anhang C	Versuchsprotokolle.....	207
Anhang D	Weitere Versuchsergebnisse	209
Anhang E	Abbildungsverzeichnis	227
Anhang F	Tabellenverzeichnis.....	235
Anhang G	Betreute studentische Abschluss- und Studienarbeiten	237
Anhang H	Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge	238
Anhang I	Angaben zur Person.....	240