

## Inhaltsverzeichnis

Einleitung und Aufgabenstellung	1
A Allgemeiner Teil und Literaturrecherche	5
1 Die Wälder-Vorgeschichte und Ausblick	5
1.1 Verteilung und Ökologie der Pinien-Arten in den natürlichen Pinienwäldern Kubas	5
1.1.1 Geschützte Waldbestände Kubas	6
1.1.2 Ökologische Anforderungen	6
1.2 Lage der Wälder in der Provinz Pinar del Rio	7
1.3 Botanische Beschreibung der wichtigsten Koniferenarten in Pinar del Rio <i>Pinus caribaea</i> Morelet und <i>Pinus tropicalis</i> Morelet	9
1.3.1 <i>Pinus caribaea</i> Morelet	9
1.3.2 <i>Pinus tropicalis</i> Morelet	10
1.4 Physiologische und fotosynthetische Leistungen der Pinien-Nadeln	11
1.4.1 Einige Anmerkungen über die Transpiration der Pflanzen	11
1.4.2 Der Vorgang der Fotosynthese	13
1.5 Nicht-holzartige Produkte aus der Waldwirtschaft - Konzept, Bedeutung und Strategien für eine nachhaltige Entwicklung	15
1.5.1 Konzept	16
1.5.2 Bedeutung und Strategien für eine nachhaltige Entwicklung der forstwirtschaftlich Vorläufer	16
1.5.3 Möglichkeiten zur Verwertung der forstwirtschaftlichen Abfälle	17
1.6 Nutzbare Inhaltsstoffe von Pinien-Nadeln	19
1.6.1 Terpene aus Pinien-Nadeln	19
1.6.2 Proteinquellen für die Tierernährung	22
1.6.3 Physiologische Bedeutung von Rohfaserfraktionen	23
1.6.4 Ballaststoffe in der Ernährung	24
1.6.5 Energieniveau der Nahrung	25
1.7 Möglichkeiten der Nutzung lignocellulosehaltiger landwirtschaftlicher Reststoffe	26
1.8 Möglichkeit zur Verwertung der Pilzfruchtkörper als Tierfutter	27
1.8.1 Single Cell Protein	28
1.8.2 Anreicherung von landwirtschaftlichen Reststoffen mit Protein	29
1.8.3 Verbesserung der Verdaulichkeit landwirtschaftlicher Reststoffe	30
1.9 Pinien-Nadeln als Rohstoff für die Pilzherstellung	30

1.10 Pilze in der Biotechnologie	32
1.10.1 Die Ernährung von Pilzen	32
1.10.1.1 Organische Nährstoffe	33
1.10.1.2 Anorganische Nährstoffe	34
1.11 Abbau von Polymeren, speziell von Cellulosen und Ligninen	34
1.12 Erkenntnisstand zur Kultivierung des Austempilzes	37
1.12.1 Systematik und Morphologie	39
1.12.2 Kultursysteme des <i>Pleurotus ostreatus</i>	42
1.12.3 Biologische Grundlagen der Substratherstellung	44
1.12.4 Herstellung des Substrates	45
1.12.4.1 Organische Materialien für die Substratherstellung	46
1.12.5 Stoffwechsel des Austempilzes	49
1.12.6 Hygienisierung des Substrates	52
1.12.7 Beimpfung des Substrates	54
1.12.8 Wachstumsfaktoren	54
1.13 Biotechnologie des Shii-take	55
1.13.1 Systematik und Morphologie	55
1.13.2 Geschichte zur Kultivierung des Shii-take	57
1.13.3 Kultivierung des Shii-take	58
1.13.4 Herstellung des Substrates	59
1.13.5 Hygienisierung des Substrates	61
1.13.6 Besiedlungsphase	61
1.13.7 Erntephase	63
1.14 Knoblauchschwinding	65
1.14.1 Botanische Beschreibung von <i>Marasmius scorodoni</i> Quel.	65
B Materialien und Methoden	67
2 Probenahme	67
2.1 Bestimmung der physiologischen Variablen von <i>Pinus caribaea</i> Morelet und <i>Pinus tropicalis</i> Morelet	68
2.1.1 Bestimmungen der CO <sub>2</sub> – Bindung und der Transpiration	69
2.1.2 Messen des Pflanzensaft-Flusses	69
2.1.3 Zählung der Pflanzenporen	70
2.2 Bestimmung und Charakterisierung der mengenmäßig wichtigsten Inhaltsstoffe in den Pinien-Nadeln	70

2.2.1 Bestimmung der Protein- und Mineralstoff-Anteile	71
2.2.2 Ermittlung der pH-abhängigen Löslichkeiten von hydrophilen Anteilen der Pinien-Nadeln zwecks Abschätzung der Eignung als Futtermittel- komponenten	71
2.2.3 Lipidbestimmungen	73
2.3 Die Gewinnung lipophiler Extrakte aus den Pinien-Nadeln und von Futtermittelkomponenten aus den Extraktionsrückständen	73
2.3.1 Zur Analytik des lipophilen Extraktes	73
2.3.2 Die Bestimmung der wichtigsten Inhaltsstoffe in den nach der Benzinextraktion erhaltenen Rückständen	74
2.4 Statistische Analysen der Ergebnisse	76
2.5 Hydrolysen der benzinextrahierten Pinien-Nadel von <i>Pinus tropicalis</i> Morelet und <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> Morelet	76
2.5.1 Hydrolyse mit 1N Schwefelsäure	76
2.5.2 Hydrolyse mit 36%iger Schwefelsäure	76
2.5.3 Hydrolyse mit 72%iger Schwefelsäure	77
2.5.4 Hydrolyse in Gegenwart von Cellulasen	77
2.6 Analytik der Kohlenhydrate	78
2.6.1 Bestimmung der Glucose mittels der DNS – Methode	78
2.6.2 Cellulase Aktivitätsbestimmung mittels DNS - Methode	79
2.6.3 Bestimmung der reduzierenden Zucker mittels Luff-Schoorl-Methode	80
2.6.4 Ermittlung der Zucker-Konzentration mittels High Performance Anion Exchange Chromatography (HPAEC – PAD)	81
2.6.5 Glucose-Bestimmung mittels Dünnschicht-Chromatographie	83
2.6.6 Glucose-Bestimmung mittels Test-Kombination (, Enzymatische Bioanalytik für Lebensmittelanalytik <sup>1</sup> ), Boehringer Nr. 716260)	85
2.6.7 Untersuchungen der Glucose mittels Glukometer GKM 01	87
2.7 Kultivierung der Pilze auf Pinien-Nadel-Substraten	87
2.7.1 Pilzbrutherstellung	88
2.7.2 Herstellung der Pinien-Nadeln-Substrate	88
2.7.3 Sterilisation	89
2.7.4 Besiedlungsphase	89
2.7.4.1 Beimpfung des Substrates	89
2.7.4.2 Besiedlung des Substrates	89

2.7.5 Erntephase	90
2.8 Bestimmung der N-P-K-Gehalte in den Pinien-Substratblöcken nach der Ernte des Pilzes.	91
C Resultate und Diskussion	92
3 Fotosynthese-Leistungen der Pinien-Nadeln	92
3.1 Fotosynthetisch aktive Strahlung (PAR)	92
3.2 Nadel-Temperatur	93
3.3 Bestimmung der Transpiration bei <i>Pinus caribaea</i> Morelet var <i>caribaea</i> und <i>Pinus tropicalis</i> Morelet	94
3.4 Bestimmung der CO <sub>2</sub> -Bindung bei zwei forstwirtschaftlichen Arten von <i>Pinus tropicalis</i> Morelet und <i>Pinus caribaea</i> Morelet in der Provinz Pinar del Río (Kuba)	95
3.5 Fotochemische Effizienz	96
3.6 Genutzte Energie (Qp) und Ungenutzte Energie (Qn)	97
3.7 Bestimmung der maximalen Effizienz in der Dunkelheit (Fv/Fm) bei zwei endemischen Pinienarten in Pinar del Río (Kuba)	98
3.8 Bestimmung des Pflanzensaftflusses in <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> und <i>Pinus tropicalis</i> Morelet	99
3.9 Grundlegende Komponenten der Laub-Biomasse von <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. <i>caribaea</i> und <i>Pinus tropicalis</i> Morelet vor der Extraktion mit wenig polaren Lösungen	101
3.10 Lipophile Inhaltsstoffe von Pinien-Nadeln kubanischer Herkunft	104
3.11 Hauptsächliche Indikatoren der Laub-Biomasse von zwei forstwirtschaftlichen Pinien-Arten nach der Extraktion mit Benzin	114
3.12 Bromatologische Analyse des Laubes von zwei forstwirtschaftlichen Pinien-Arten aus der Provinz Pinar del Río nach der Extraktion mit Benzin im Hinblick auf seine Verwendung als Futtermittelkomponenten	117
3.13 Cellulose-Bestimmungen	118
3.14 Mineralische Zusammensetzung der mit Benzin extrahierten Laub-Proben und deren möglicher Einsatz als Futtermittelkomponente	119
3.15 Untersuchung der Cellulase-Aktivität im Rückstand der Nadeln von <i>Pinus tropicalis</i> und <i>Pinus caribaea</i> nach der Benzinextraktion	121
3.16 Glucose-Bestimmung mittels Luff-Schoorl-Methode nach enzymatischer Behandlung der benzinextrahierten Pinien-Nadeln	122
3.17 Glucose- Bestimmung nach der Wasser- und der Schwefelsäure-Extraktion von Pinien-Nadeln	123

3.18 Zuckerbestimmung mittels Luff-Schoorl-Methode in benzinextrahierten Pinien-Nadeln nach Hydrolyse mit 36 iger% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	124
3.19 Analyse der Saccharide in <i>Pinus tropicalis</i> und <i>Pinus caribaea</i> nach Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure	125
3.20 DC-Untersuchungen in <i>Pinus tropicalis</i> und <i>Pinus caribaea</i> nach Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure	130
3.21 Glucose-Bestimmung mittels Test-Kombination (Enzymatische Bioanalytik Lebensmittelanalytik), (Boehringer Nr. 716260)	132
3.22 Glucose-Bestimmung mittels Glukometer GKM 01	133
3.22.1 Bestimmung der Glucose mittels GKM 01 nach der Schwefelsäure – Extraktion (36%ig bei 100 °C)	133
3.22.2 Bestimmung der Glucose mittels GKM 01 nach der enzymatischen Behandlung der Pinien - Nadeln	134
3.23 Pinien-Nadeln als Substrat für die Pilzkultur	135
3.23.1 Versuche in Erlenmeyerkolben	135
3.23.2 Pinien-Nadel-Substratblöcke für die Kultivierung von Austernpilzen	139
Zusammenfassung	143
Schlussfolgerungen	145
Literaturverzeichnis	146
Abbildungsverzeichnis	159
Tabellenverzeichnis	162
Anlage	I