

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

	Zusammenfassung	1
1	Einleitung	3
2	Stand des Wissens	4
2.1	Ergotalkaloide	4
2.1.1	Chemische Struktur	4
2.1.2	Anwendung und Wirkung	6
2.2	<i>Claviceps purpurea</i>	7
2.2.1	Morphologie und Entwicklungszyklus	7
2.2.2	Einflußfaktoren auf die Alkaloidbildung	9
2.2.3	Wachstums- und Produktionsbedingungen	12
2.2.4	Einfluß verschiedener Immobilisierungsmatrizes	13
2.3	Industrielle Produktion von Ergotalkaloiden	14
2.3.1	Parasitische Produktion auf Roggen	14
2.3.2	Produktion mit freien Zellen in Submersverfahren	15
2.3.3	Produktion mit in Ca-Alginat immobilisierten Zellen	16
2.4	Fermentationssysteme für immobilisierte Zellen	19
2.4.1	Submersverfahren	19
2.4.2	Festbettverfahren	19
2.4.3	Gas/Feststoff-Wirbelschichtverfahren	20
3	Problemstellung	21
4	Material und Methoden	24
4.1	Stamm	24
4.2	Nährmedien	24
4.2.1	Inokulationsmedien	24
4.2.2	Produktionsmedien	24
4.3	Animpfschema	25
4.4	Verkapselungsverfahren	25
4.4.1	Verkapselung über Kanülen	25
4.4.2	Verkapselung über eine Verkapselungsapparatur	26

4.4.3	Verkapselung in der Wirbelschicht-Pilotanlage	29
4.5	Reaktorsysteme	29
4.5.1	Schüttelkolben	29
4.5.2	Blasensäule	31
4.5.3	Wirbelschicht (Laboranlage)	33
4.5.4	Wirbelschicht (Pilotanlage)	36
4.5.5	Rührreaktor	37
4.5.6	Abgasfreie Fermentation	39
4.6	Analytik	41
4.6.1	Biomassebestimmung freier Zellen	41
4.6.2	Biomassebestimmung immobilisierter Zellen	41
4.6.3	Bestimmung der Gesamtalkaloidkonzentration	42
4.6.4	Bestimmung des Substanzspektrums	42
4.6.5	Bestimmung des externen Wassergehaltes	43
4.6.6	Mikroskopische Untersuchungen an Immobilisaten	43
4.6.7	Bestimmung des mittleren Durchmessers von Immobilisaten	44
4.6.8	Bestimmung des Sauerstoffpartialdruckprofils in Immobilisaten	44
4.6.9	Bestimmung der Festigkeit von Immobilisaten	44
4.6.10	Rheologische Untersuchungen	44
5	Ergebnisse	45
5.1	Fermentationen mit freien Zellen	45
5.1.1	Schüttelkolben	45
5.1.2	Rührreaktor im Batch-Betrieb	47
5.1.3	Rührreaktor im Konti-Betrieb	52
5.1.4	Abgasfreie Fermentation	55
5.2	Untersuchungen zur Stabilität von Immobilisaten	57
5.2.1	Stabilität in bernsteinsäurehaltigen Medien	57
5.2.2	Stabilität in calciumcitrat haltigen Medien	57
5.2.3	Stabilität in verschiedenen Matrices	57
5.3	Entwicklung eines Regelungskonzeptes für Fermentationen in der wasserarmen Wirbelschicht	58
5.4	Fermentationen mit immobilisierten Zellen	62
5.4.1	Schüttelkolben	62
5.4.2	Wirbelschicht (Labormaßstab) und Blasensäule	64
5.4.3	Wirbelschicht (Pilotmaßstab)	70

5.5	Verfahrensvergleich	73
5.6	Sauerstoffpartialdruckprofile in Immobilisaten	74
6	Fehlerbetrachtung	76
7	Diskussion	78
7.1	Fermentation mit freien Zellen	78
7.1.1	Schüttelkolben	78
7.1.2	Rührreaktor	78
7.1.3	Abgasfreie Fermentation	82
7.2	Stabilität der Alginatpartikel	82
7.3	Regelungskonzept	84
7.4	Fermentationen mit immobilisierten Zellen	84
7.4.1	Schüttelkolben	84
7.4.2	Wirbelschicht (Labormaßstab) und Blasensäule	85
7.4.3	Wirbelschicht (Pilotmaßstab)	88
7.5	Verfahrensvergleich	90
7.6	Sauerstoffpartialdruck im Immobilisat	91
8.	Ausblick	92
9.	Literatur	93