

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Literatur .....	3
2.1 Gefrieren von Lebensmitteln.....	3
2.1.1 Gefrierpunkt .....	3
2.1.2 Gefriergeschwindigkeit.....	4
2.1.3 Eisbildung.....	4
2.1.4 Gewebeschäden .....	6
2.2 Einwirken von niedrigen Temperaturen auf die Mikroorganismen.....	7
2.2.1 Minimale Vermehrungstemperaturen der Mikroorganismen .....	7
2.2.2 Antworten der Bakterien auf thermalen Stress .....	8
2.3 Einwirken von Gefriertemperaturen auf die Mikroorganismen.....	12
2.3.1 Verhalten mikrobieller Zellen während des Gefrierens von Lebensmitteln .....	12
2.3.2 Schäden mikrobieller Zellen und mögliche Gründe für ihren Kältetod .....	13
2.3.3 Höhe der Abtötungsrate .....	20
2.3.4 Einflussfaktoren auf Überleben oder Absterben von Mikroorganismen .....	21
2.3.5 Subletale Schädigung durch das Gefrieren .....	39
2.3.6 Reparaturmöglichkeiten und Wiederbelebung .....	42
2.4 Mikrobiologische Parameter für gefrorene Lebensmittel .....	46
2.4.1 Gesamtkeimzahl .....	46
2.4.2 Grampositive Mikroorganismen .....	47
2.4.3 Gramnegative Keime .....	54
2.4.4 Hefen und Schimmelpilze .....	63
3 Materialien und Methoden .....	67
3.1 Material und Umfang der Vorversuche .....	67
3.2 Probenmaterial .....	67
3.2.1 Angaben zum Herstellungsprozess der ausgewählten Produkte.....	68
3.2.2 Probenumfang.....	69
3.3 Methoden.....	70
3.3.1 Probenversand.....	70
3.3.2 Bakteriologische Untersuchungen .....	70
4 Ergebnisse und Diskussion .....	82
4.1 Vorversuche .....	82
4.2 Mikrobiologischer Status der frischen, ungefrorenen Rohgemüseprodukte .....	82
4.3 Mikrobiologischer Status der Rohgemüseprodukte nach dem Einfrierprozess und vierwöchiger Tiefkühl Lagerung .....	85

## Inhaltsverzeichnis

---

4.4 Mikrobiologischer Status der TK-Fertiggerichte nach Produktion und vierwöchiger Tiefkühllagerung .....	92
4.5 Einjährige Tiefkühllagerung der vier Erzeugnisse .....	96
4.5.1 Mesophile aerobe Gesamtkeimzahl, Milchsäurebakterien und Laktobazillen.....	97
4.5.2 Enterobakteriazeen, coliforme Keime incl. <i>E. coli</i> sowie Enterokokken <sup>1</sup> .....	103
4.5.3 Pseudomonaden .....	113
4.5.4 Hefen und Schimmelpilze .....	115
4.5.5 Bewertung der unterschiedlichen Lebensmittel als umgebende Matrix während der einjährigen Gefrierlagerung.....	120
4.6 Wiederbelebungsstufen vor der quantitativen Untersuchung .....	121
5 Schlussfolgerung .....	129
6 Zusammenfassung .....	131
7 Summary .....	133
8 Literaturverzeichnis .....	135
9 Anhang .....	167
9.1 Ergebnistabellen .....	167
9.2 Nährmedien und Substanzen für die mikrobiologische Untersuchung .....	190
9.3 Laborgeräte und Verbrauchsmaterial für die Herstellung der Nährmedien .....	203
9.4 Laborgeräte und Verbrauchsmaterialien für die bakteriologische Untersuchung .....	204
9.5 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	205
9.5.1 Abbildungsverzeichnis .....	205
9.5.2 Tabellenverzeichnis .....	207
10 Publikationsverzeichnis .....	212
11 Danksagung .....	213
12 Selbständigkeitserklärung .....	215