

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I-VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1. Einleitung und Problemstellung.....	1-5
1.1. Einleitung	1
1.2. Problemstellung.....	4
2. Literaturübersicht	6-27
2.1. Die Fruchtreife	6
2.1.1. Theorien der Fruchtreife	6
2.1.1.1. Proteinsynthese und ATP:ADP-Verhältnis	6
2.1.1.2. Membranpermeabilität und Zellorganisation	7
2.1.1.3. Theorie der Entkoppelung	8
2.2. Die Fruchtatmung (Respiration).....	8
2.2.1. Der klimakterische Respirationsanstieg	9
2.2.2. Anaerobe Respiration	9
2.2.2.1. Gärungsstoffwechsel und Membranpermeabilität.....	10
2.2.2.2. Mögliche Regulation des Gärungsstoffwechsels	11
2.3. Die Rolle von Ethylen bei der Fruchtreife	12
2.3.1. Die Biosynthese von Ethylen	12
2.3.2. Die Ethylenwirkung auf die Fruchtreife.....	13
2.4. Die Rolle von ATP und Pyridinnukleotiden im Fettsäurestoffwechsel	13
2.4.1. Beteiligung an der Fettsäurebiosynthese	13
2.4.2. Beteiligung an der Fettsäuredesaturierung	16
2.4.3. Lipide und Membranen	17
2.5. Aromabildung bei Äpfeln und Birnen.....	17

2.6.	Die Lagerung von Kernobst in kontrollierter Atmosphäre (CA-Lagerung).....	19
2.6.1.	Die Grundlagen der CA-Lagerung	19
2.6.2.	Wirkung der CA-Lagerung auf den Fruchtstoffwechsel	19
2.6.2.1.	Reife- und Qualitätsmerkmale.....	19
2.6.2.2.	Fruchtatmung.....	21
2.6.2.3.	ATP-Synthese.....	22
2.6.2.4.	Ethylenbildung und -wirkung.....	23
2.6.2.5.	Aromabildung von Früchten	23
2.6.2.6.	Enzymaktivitäten des Gärungsstoffwechsels	24
2.7.	Physiologische Erkrankungen bei Äpfeln und Birnen	25
2.7.1.	Schäden durch niedrige O ₂ -Konzentrationen	25
2.7.2.	Schäden durch hohe CO ₂ -Konzentrationen	26
2.7.3.	Die Bedeutung von Calcium bei der Entstehung physiologischer Fruchtkrankheiten.....	26
3.	Material und Methoden	28-44
3.1.	Lagerversuche und Messung der Fruchtqualität	28
3.1.1.	Versuchsmaterial	28
3.1.2.	Lagerbedingungen und- einrichtungen.....	28
3.1.3.	Probenahme und Nachlagerung.....	29
3.1.4.	Untersuchungen von Reife- und Qualitätsmerkmalen	30
3.1.4.1.	Fruchtfleischfestigkeit	30
3.1.4.2.	Lösliche Trockensubstanz	30
3.1.4.3.	Titrierbare Säure.....	31
3.1.4.4.	Grundfarbe der Fruchtschale	31
3.1.4.5.	Bestimmung von flüchtigen Aromastoffen	31
3.2.	CA-lagerbedingte physiologische Erkrankungen.....	32
3.2.1.	Fruchtfleischbräune bei 'Conference' Birnen	32
3.2.2.	Kavernenbildung bei 'Conference' Birnen	33
3.2.3.	Kernhausbräune bei 'Conference' Birnen	33
3.2.4.	CO ₂ -Verätzungen bei 'Jonagold' Äpfeln	33
3.3.	Stoffwechselphysiologische Untersuchungen.....	34
3.3.1.	Atmungsmessungen.....	34
3.3.1.1.	Atmungsmessung während der Nachlagerungsphase bei 20°C	34
3.3.1.2.	Atmungsmessung bei 0°C und CA-Bedingungen	34

3.3.2.	Bestimmung von Ethylen und ACC-Oxidase-Aktivität.....	35
3.3.2.1.	Ethylenmessungen.....	35
3.3.2.2.	Aktivität von ACC-Oxidase.....	36
3.3.3.	Bestimmung der Membranpermeabilität.....	36
3.3.4.	Bestimmung von ATP, ADP und AMP.....	37
3.3.5.	Bestimmung von NAD(H) und NADP(H).....	38
3.3.5.1.	Extraktion von NAD und NADP.....	38
3.3.5.2.	Extraktion von NADH und NADPH.....	39
3.3.5.3.	Analyse von NAD(H) und NADP(H).....	39
3.4.	Bestimmung von Gärungsprodukten.....	40
3.4.1.	Ethanol und Acetaldehyd.....	40
3.4.2.	L-Lactat.....	40
3.4.2.1.	Extraktion von L-Lactat.....	40
3.4.2.2.	Analyse von L-Lactat.....	40
3.4.3.	Alkohol-Dehydrogenase, Pyruvat-Decarboxylase und Lactat-Dehydrogenase.....	41
3.4.3.1.	Enzymextraktion.....	41
3.4.3.2.	Bestimmung der Aktivität von ADH, PDC und LDH.....	42
3.5.	Lipid- und Fettsäurekonzentration im Fruchtfleisch.....	42
3.6.	Behandlungen mit Ethanol und Acetaldehyd.....	43
3.7.	Calciumbehandlung von 'Conference' Birnen.....	43
3.8.	Verzögerte Einstellung der CA-Lagerbedingungen zur Verminderung von Fruchterkrankungen bei 'Conference' Birnen.....	44
4.	Ergebnisse	45-132
4.1.	Einfluss verschiedener CA-Bedingungen auf Reife- und Qualitätsmerkmale.....	45
4.1.1.	Fruchtfleischfestigkeit.....	45
4.1.2.	Säuregehalt.....	45
4.1.3.	Grundfarbe der Fruchtschale.....	46
4.1.4.	Lösliche Trockensubstanz.....	46

4.2.	Auftreten physiologischer Fruchterkrankungen	49
4.2.1.	Auftreten von Fleischbräune, Kernhausbräune und Kavernenbildung bei ‘Conference’ Birnen	49
4.2.2.	Auftreten von CO ₂ -Verätzungen bei ‘Jonagold’ Äpfeln	49
4.3.	Einfluss der verzögerten CA-Einstellung auf Reife- und Qualitätsmerkmale sowie auf das Auftreten physiologischer Erkrankungen bei ‘Conference’ Birnen ..	51
4.3.1.	Fruchtfleischfestigkeit, Säuregehalt, lösliche Trockensubstanz und Grundfarbe der Fruchtschale	51
4.3.2.	Fleischbräune, Kernhausbräune und Kavernenbildung	51
4.4.	Untersuchungen zur Atmung der Früchte	54
4.4.1.	Atmung in Luft bei 20°C	54
4.4.2.	Atmung unter CA-Bedingungen bei 0°C	57
4.4.2.1.	Kohlendioxid-Abgabe	57
4.4.2.2.	Sauerstoff-Aufnahme	57
4.4.2.3.	Respirationsquotient	58
4.5.	Untersuchungen zur ACC-Oxidase und zur Ethylenbildung	61
4.5.1.	ACC-Oxidase-Aktivität unter verschiedenen CA-Lagerbedingungen	61
4.5.2.	Bildung von Ethylen in Luft bei 20°C	61
4.6.	Untersuchungen zu Gärungsvorgängen	66
4.6.1.	Einfluss von verschiedenen Lagerbedingungen auf die Bildung von Ethanol, Acetaldehyd und Lactat	66
4.6.1.1.	‘Conference’ Birnen	66
4.6.1.2.	‘Jonagold’ Äpfel	67
4.6.2.	Einfluss verschiedener Lagerbedingungen auf die Aktivität von Alkohol-Dehydrogenase, Pyruvat-Decarboxylase und Lactat-Dehydrogenase	67
4.6.2.1.	‘Conference’ Birnen	67
4.6.2.2.	‘Jonagold’ Äpfel	68
4.7.	Untersuchungen zur Aromabildung der Früchte	73
4.7.1.	Hauptaromastoffe von ‘Conference’ Birnen und ‘Jonagold’ Äpfeln	73
4.7.2.	Gesamtaromabildung und Verhalten einzelner Aromakomponenten unter verschiedenen Lagerbedingungen	73

4.8.	Beeinflussung der Membranpermeabilität von Fruchtwewe durch Lagerbedingungen	81
4.9.	Lipide und Fettsäuren von 'Conference' Birnen und 'Jonagold' Äpfeln während der Lagerung	83
4.9.1.	'Conference' Birnen	83
4.9.1.1.	Gesamtfettsäuren	83
4.9.1.2.	Neutrale Lipide	88
4.9.1.3.	Freie Fettsäuren	88
4.9.1.4.	Polare Lipide	89
4.9.2.	'Jonagold' Äpfel	98
4.9.2.1.	Gesamtfettsäuren	98
4.9.2.2.	Neutrale Lipide	102
4.9.2.3.	Freie Fettsäuren	102
4.9.2.4.	Polare Lipide	103
4.10.	Einfluss der Lagerbedingungen auf die Konzentration von Pyridinnukleotiden ...	113
4.10.1.	'Conference' Birnen	113
4.10.2.	'Jonagold' Äpfel	114
4.11.	Einfluss der Lagerbedingungen auf die Konzentration von ATP und ADP	119
4.11.1.	'Conference' Birnen	119
4.11.2.	'Jonagold' Äpfel	120
4.12.	Einfluss einer verzögerten CA-Einstellung auf Ethylenbildung, Respiration, ATP/ADP/AMP-Konzentrationen sowie Fettsäuren von 'Conference' Birnen während der Lagerung	123
4.12.1.	Ethylen, CO ₂ -Abgabe und ATP/ADP/AMP-Konzentrationen der Früchte	123
4.12.2.	Fettsäuren im Fruchtfleisch von 'Conference' Birnen	124
5.	Diskussion	133-167
5.1.	Einfluss verschiedener Lagerbedingungen auf einige Reifemerkmale	133
5.1.1.	Fruchtfleischfestigkeit	133
5.1.2.	Zucker- und Säuregehalt	135
5.1.3.	Grundfarbe der Fruchtschale	136

5.2.	Auftreten physiologischer Fruchterkrankungen	136
5.2.1.	Fleischbräune, Kernhausbräune und Kavernen bei 'Conference' Birnen	136
5.2.2.	CO ₂ -Verätzungen bei 'Jonagold' Äpfeln	137
5.3.	Beeinflussung einer verzögerten CA-Einstellung auf einige Qualitätsmerkmale sowie auf das Auftreten physiologischer Erkrankungen bei 'Conference' Birnen	137
5.4.	Aktivität von ACC-Oxidase, Ethylenbildung und Atmung der Früchte	138
5.4.1.	Aktivität von ACC-Oxidase und Ethylenbildung.....	138
5.4.2.	Atmung der Früchte.....	140
5.5.	Einfluss verschiedener Lagerbedingungen auf den Gärungsstoffwechsel der Früchte	142
5.5.1.	Bildung von Ethanol und Acetaldehyd; Aktivität von Alkohol-Dehydrogenase und Pyruvat-Decarboxylase bei 'Conference' Birnen.....	142
5.5.2.	Bildung von Ethanol und Acetaldehyd; Aktivität von Alkohol-Dehydrogenase und Pyruvat-Decarboxylase bei 'Jonagold' Äpfeln	146
5.5.3.	Lactatbildung; Aktivität von Lactat-Dehydrogenase bei 'Conference' Birnen	147
5.5.4.	Lactatbildung; Aktivität von Lactat-Dehydrogenase bei 'Jonagold' Äpfeln	148
5.6.	Einfluss der Lagerung auf die ATP- und ADP-Konzentrationen sowie auf das ATP:ADP-Verhältnis	149
5.7.	Einfluss der Lagerung auf die Konzentrationen von NAD(H) und NADP(H)	151
5.8.	Einfluss der Lagerung auf die Fettsäurekonzentrationen von 'Conference' Birnen und 'Jonagold' Äpfeln.....	152
5.8.1.	Gesamtfettsäuren	152
5.8.2.	Neutrale Lipide	154
5.8.3.	Freie Fettsäuren	155
5.8.4.	Polare Lipide	155
5.9.	Membranpermeabilität des Fruchtgewebes im Verlaufe der Lagerung	156

5.10.	Auswirkungen der verzögerten CA-Einstellung auf die ATP/ADP/AMP- sowie Fettsäurekonzentrationen von 'Conference' Birnen während der CA-Lagerung	158
5.11.	Zusammenhang zwischen dem Energie- und dem Fettsäurestoffwechsel und der Entstehung physiologischer Erkrankungen bei 'Conference' Birnen	158
5.12.	Bildung von flüchtigen Aromastoffen während der Lagerung.....	159
5.12.1.	Einfluss der verschiedenen Lagerbedingungen auf die Aromabildung von 'Conference' Birnen und 'Jonagold' Äpfeln	159
5.12.2.	Zusammenhang zwischen dem Energie- und Fettsäurestoffwechsel und der mangelnden Aromabildung von Äpfeln und Birnen	161
5.12.2.1.	'Jonagold' Äpfel.....	161
5.12.2.2.	'Conference' Birnen	164
6.	Zusammenfassung	168-171
7.	Literaturverzeichnis	172-190
8.	Anhang	191