

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1. Literaturübersicht	3
1.1 Organische Säuren	3
1.1.1 Einsatz organischer Säuren in der Tierernährung	4
1.1.2 Einsatz organischer Säuren als Konservierungsmittel in Futtermitteln	4
1.1.3 Die Rolle organischer Säuren in der Ferkelaufzucht	5
1.1.3.1 Absetzen und resultierendes gesundheitliches Risiko der Ferkel	5
1.1.3.1.1 Postweaning Coli Complex (PWCC), Krankheitsbild und Ursache	6
1.1.3.2 Einsatz organischer Säuren in der Ferkelaufzucht	9
1.1.4 Wirkungsweise organischer Säuren	10
1.1.4.1 Wirkung organischer Säuren auf die Mikrobiota im Gastrointestinaltrakt	10
1.1.4.2 Wirkung organischer Säuren auf pH-Wert und Pufferkapazität der Digesta	12
1.1.4.3 Wirkung organischer Säuren auf Enzymaktivitäten und Magenentleerungsrate	13
1.1.4.4 Auswirkungen organischer Säuren auf die Darmmorphologie	14
1.1.4.5 Auswirkungen organischer Säuren auf Leistungsparameter und Verdaulichkeit	14
1.1.5 Kenntnisstand zur spezifischen Wirkung einiger organischer Säuren	15
1.2 Bakterienpopulationen im Verdauungstrakt	23
1.2.1 <i>Escherichia coli</i>	24
1.2.2 Pathogene, Diarrhoe verursachende <i>Escherichia coli</i>	25
1.2.3 Serotypen/Serogruppen von <i>E.coli</i>	24
1.2.4 Pathogenitätsfaktoren und Pathogenitätsgene von <i>E.coli</i>	28
1.2.4.1 Fimbrien-tragende <i>E.coli</i>	30
1.2.4.2 Enterotoxine von <i>E.coli</i>	31
2. Material und Methoden	34
2.1 Tiere und Haltungsbedingungen	34
2.2 Aufteilung der Versuchsgruppen	34
2.3 Versuchsdiäten	35
2.3.1 Fütterung	36

2.4 Zootechnische Leistungen	37
2.5 Kotkonsistenz	37
2.6 Probengewinnung	38
2.7 Futtermittelanalysen	39
2.7.1 Bestimmung der Pufferkapazität des Futters	39
2.7.2 Benzoesäurekonzentrationsbestimmung in Futtermittel und Digesta mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC)	40
2.7.3 Ameisensäurekonzentrationsbestimmung in Futtermittel und Digesta mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC)	41
2.8 Messungen von Stoffwechselprodukten in Digesta	42
2.8.1 Ammonium-Bestimmung in Digesta mittels ionenselektiver Elektrode	42
2.8.2 Enzymatische Bestimmung von [D(-)- und L(+)]-Laktat	43
2.8.3 Gaschromatographische Messung der kurzkettigen flüchtigen Fettsäuren (FFS)	43
2.8.4 pH-Messung in Digesta und Harn	44
2.8.5 Bestimmung des Markers Chromoxid für die Berechnung der scheinbaren praecaecalen Verdaulichkeit	45
2.8.6 Lyophilisierung der Kot- und Digestaprobe	44
2.8.7 Trockenmassebestimmung aus Kot und Digesta	45
2.8.8 Hippursäurebestimmung aus Harn	45
2.8.9 Weender Analyse, Aminosäuregehaltbestimmung und Berechnung der scheinbaren praecaecalen und scheinbaren Gesamttraktverdaulichkeit	45
2.9 Mikrobiologische Methoden	46
2.9.1 Bestimmung der Koloniebildenden Einheiten (KbE) von <i>Escherichia coli</i>	46
2.10 Molekularbiologische Methoden	47
2.10.1 DNA-Gewinnung aus Bakterienkolonien für die Multiplex-Polymerase- Kettenreaktion (MPCR)	47
2.10.2 Extraktion der Gesamt-Nukleinsäuren aus Digesta	47
2.10.3 Extraktion der Gesamt-Nukleinsäuren aus Kot	49
2.10.4 Messung des Gesamt-DNA-Gehaltes	50
2.10.5 Untersuchung auf das Vorkommen pathogener <i>E.coli</i> mittels MPCR	50
2.10.5.1 Untersuchung des Darminhalts auf das Vorkommen neun schweinetypischer Pathogenitätsgene von <i>E.coli</i>	52
2.10.5.2 Agarose-Gelelektrophorese zur Sichtbarmachung der MPCR-Ergebnisse	53

2.10.6 Untersuchung der mikrobiellen Diversität mittels der Denaturierenden Gradientengelelektrophorese (DGGE)	53
2.10.7 Quantitative Realtime PCR	58
2.11 Datenverarbeitung und statistische Untersuchung	62
3. Ergebnisse	64
3.1 Zootechnische Leistungsdaten	64
3.1.2 Leistungsdaten als Kombination aus beiden Versuchsabschnitten	68
3.2 Ergebnisse der Kotkonsistenzbeurteilung	70
3.3 Futtermitteluntersuchungen	72
3.3.1 Ergebnisse der Pufferkapazitätsbestimmung	72
3.3.2 Ergebnisse der Benzoesäurekonzentrationsbestimmung	72
3.3.2.1 Benzoesäurekonzentrationsbestimmung im Futtermittel	72
3.3.2.2 Benzoesäurekonzentrationsbestimmung in Digesta	73
3.3.3 Ergebnisse der Ameisensäurekonzentrationsbestimmung	73
3.3.3.1 Ameisensäurekonzentrationsbestimmung im Futtermittel	73
3.3.3.2 Ameisensäurekonzentrationsbestimmung in Digesta	74
3.4 Ergebnisse der Stoffwechselprodukte in Digesta	75
3.4.1 Ammoniumkonzentration in Digesta	75
3.4.2 [D(-)- und L(+)]-Laktatgehalte in Digesta	75
3.4.3 Flüchtige Fettsäuren in Digesta	78
3.5 Ergebnisse der pH-Wertmessung in Harn und Digesta	83
3.6 Ergebnisse der Trockenmassebestimmung in Kot und Digesta	84
3.7 Ergebnisse der Hippursäurebestimmung	85
3.8 Ergebnisse der scheinbaren praecaecalen und scheinbaren Gesamttraktverdaulichkeit	85
3.8.1 Ergebnisse zur scheinbaren praecaecalen Verdaulichkeit	85
3.8.1.1 Scheinbare praecaecale Aminosäureverdaulichkeit	86
3.8.2 Ergebnisse zur scheinbaren Gesamttraktverdaulichkeit	88
3.9 Ergebnisse zu den Koloniebildenden Einheiten (KbE) von <i>Escherichia coli</i>	88
3.10 Ergebnisse zur Multiplex-Polymerasekettenreaktion (MPCR)	89
3.11 Ergebnisse zur Denaturierenden Gradientengelelektrophorese (DGGE)	90
3.11.1 Ökologische Indizes im Zeitverlauf	92
3.11.2 Ergebnisse der DGGE-Digestaprobe	100

3.12 Ergebnisse der Realtime-Polymerasekettenreaktion (Realtime-PCR)	101
4. Diskussion	106
4.1 Leistungsparameter	107
4.2 Ameisensäure- und Benzoesäurekonzentration und Einsatz der Säuren	109
4.3 Verdaulichkeit der Rohnährstoffe	110
4.4 Zusammenhänge des pH-Wertes und der Pufferkapazität des Futters auf Effekte im Gastrointestinaltrakt	112
4.5 Harn-pH und Hippursäurebestimmung	114
4.6 Durchfall und Ferkelverluste	115
4.7 Einfluss der verschiedenen organischen Säuren auf die Mikrobiota des Verdauungstraktes von Absetzferkeln	116
4.7.1 Bakterielle Stoffwechselmetaboliten	116
4.7.2 Untersuchungen zum Einfluss auf die <i>E.coli</i> -Population	123
4.7.3 Bakterielle Diversität	127
4.8 Schlussfolgerung und Ausblick	130
5. Zusammenfassung	132
6. Summary	134
7. Literaturverzeichnis	136
Anhang	154
Danksagung	166
Selbstständigkeitserklärung	167