

**Aus dem Institut für Tierernährung und dem Institut für
Tierzucht Mariensee**

Heinz Westendarp
Ingrid Halle
Martina Henning

Petra Klaus
Daniel Mörlein
Peter Köhler

**Untersuchung zum Einfluss von Carvacrol, Gamma-
Terpinen und p-Cymen-7-ol auf Parameter des
Wachstums und des Stoffwechsels bei Broilern**

Veröffentlicht in: Landbauforschung Völkenrode ; 56(2006)3-4:149-157

Braunschweig

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

2006

Untersuchung zum Einfluss von Carvacrol, γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol auf Parameter des Wachstums und des Stoffwechsels bei Broilern

Heiner Westendarp¹, Petra Klaus¹, Ingrid Halle², Daniel Mörlein³, Martina Henning⁴ und Peter Köhler⁴

Zusammenfassung

In einer 35-tägigen Untersuchung wurde der Einfluss von Carvacrol (52,4 ppm), γ -Terpinen (26,45 ppm) und p-Cymen-7-ol (26,45 ppm) – einzeln und in Kombination – auf die Leistungsparameter, die Schlachtkörpermerkmale, die N-Bilanz und die caecale Mikroflora von Broilern im Vergleich zu einer negativen Kontrollgruppe und einer Kontrolle mit Säurezusatz geprüft.

Die Substanzen Carvacrol, γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol konnten die Futterraufnahme, die täglichen Zunahmen und den Futteraufwand gegenüber der Kontrolle nicht signifikant beeinflussen. Der Säurezusatz führte in der Starterphase (1.-14. Tag) zu signifikant geringeren Tageszunahmen und zu einem erhöhten Futteraufwand im Vergleich zur ungesupplementierten Kontrolle. Die N-Bilanzuntersuchung zum Proteinansatz der Broiler ergab keinen gesicherten Unterschied zwischen den Kontroll- und Versuchstieren. Bei der ersten Schlachtung nach 14 Tagen waren die Gewichte von Brust- und Schenkelfleisch sowie Abdominalfett zwischen den Tiergruppen gleich. Zum Ende der Mast wurde für die Broiler, die γ -Terpinen zum Futter erhalten hatten, ein signifikant geringeres Brustfleischgewicht als für die Kontrolltiere ermittelt. Die Zusätze hatten keinen Einfluss auf die Fleischinhaltsstoffe und den Fleischgeschmack. Auch die Keimzahlen der coliformen Keime und Laktobazillen im Caecum blieben unbeeinflusst.

Mittels GC/MS-Analyse wurde die Wiederfindung der eingesetzten Substanzen im Futter ermittelt. Bezogen auf die Sollwerte lagen die mittleren Wiederfindungsraten für Carvacrol, γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol im Futter bei 84 %, 40 % und 44 % am Versuchsbeginn und bei 85 %, 34 % und 17 % am Versuchsende.

Schlüsselworte: Broiler, Carvacrol, γ -Terpinen, p-Cymen-7-ol, Wachstum, Stoffwechsel

Summary

Effect of carvacrol, γ -terpinene and p-cymene-7-ol in broiler feed on growth traits and N-metabolism

Over a period of 35 days effects of carvacrol (52,4 ppm), γ -terpinene (26,45 ppm) and p-cymene-7-ol (26,45 ppm) were investigated – separately and as mixture – on growth parameters, carcass traits, N-balance and caecal microflora of broilers in comparison to a negative control group and a group with addition of organic acid.

Carvacrol, γ -terpinene and p-cymene-7-ol did not significantly influence feed intake, daily weight gains and feed conversion compared to control. In the starter period (1 to 14 d) addition of organic acid resulted in significantly lower daily weight gains and poorer feed conversion than the unsupplemented control. N-balance analysis regarding protein accretion of broilers did not show any difference between control and experimental animals. At the first slaughter after 14 days weights of breast and thigh meat as well as abdominal fat were identical between groups. At the end of the fattening broilers supplemented with γ -terpinene had significantly lower breast weights than the unsupplemented animals. No effects on meat ingredients and taste were found for additives. Microbial study of caecum samples did not show any significant differences in counts of coliform bacteria and lactobacilli.

In addition concentrations of phytogetic substances in feed were determined by GC/MS-analysis. With reference to target concentrations average recovery for carvacrol, γ -terpinene and p-cymene-7-ol in feed was 84 %, 40 % and 44 % at the beginning and 85 %, 34 % and 17 % at the end of the study.

Key words: broiler, carvacrol, γ -terpinene, p-cymene-7-ol, growth, metabolism

¹ Fakultät Agrarwissenschaften und Landschaftsarchitektur, Fachgebiet Tierernährung der Fachhochschule Osnabrück, Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück

² Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

³ Forschungs- und Studienzentrums für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstraße 22, 49377 Vechta

⁴ Institut für Tierzucht der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Höltystraße 10, 31535 Neustadt

1 Einleitung

Die Grundlage einer rentablen Broilermast stellt eine gute biologische Leistung der Tiere dar. Als effektive Stabilisatoren der Leistung und Tiergesundheit galten über viele Jahre antibiotische Leistungsförderer (Lee et al., 2004).

Aufgrund einer möglichen Beteiligung an der Entwicklung von Kreuzresistenzen gilt jedoch seit dem 01. Januar 2006 ein EU-weites Anwendungsverbot für die antibiotischen Leistungsförderer (Verordnung 2003/1831/EG). Es werden daher vermehrt alternative Futterzusätze gesucht, die eine vergleichbare Wirkung haben, ohne dabei auf Resistenzentstehung und Rückstandsbildung zu wirken. Vor diesem Hintergrund ist auch das gesteigerte Interesse an phyto-genen Zusatzstoffen und ihren Einsatzmöglichkeiten in der Tierernährung zu sehen (Franz, 2003).

Auf dem Gebiet der Humanmedizin sind die ernährungsphysiologischen und gesundheitsfördernden Eigenschaften bestimmter Pflanzen, Pflanzenteile bzw. deren Inhaltsstoffe seit langer Zeit bekannt. Sie können u.a. die Schmackhaftigkeit von Nahrungsmitteln verbessern, die Sekretion von Verdauungssäften stimulieren, die Magen-Darm-Motorik beeinflussen, das Immunsystem aktivieren, Entzündungsreaktionen mindern und antimikrobiell wirken (Gerhardt, 1994, Teuscher, 1997).

In Anlehnung an das überlieferte Erfahrungswissen und die humanmedizinischen Erkenntnisse werden phyto-gene Futterzusatzstoffe in der Tierernährung mit der Erwartung eingesetzt, die Leistung, die Tiergesundheit und/oder die Auswirkungen der Tierproduktion auf die Umwelt – z. B. durch Reduktion der N- und P-Ausscheidung – positiv zu beeinflussen. Eine Vielzahl unterschiedlicher Pflanzen und Pflanzeninhaltsstoffe ist dementsprechend in den letzten Jahren bei Broilern eingesetzt worden. Die beschriebenen Wirkungen reichen von einer signifikanten Verbesserung der Leistung und Tiergesundheit bis hin zu keinem oder negativem Effekt auf die geprüften Parameter. Allgemeingültige Aussagen zur Wirksamkeit sind daher kaum

möglich (Gollnisch et al., 2001, Kluth et al., 2002). Dieses wird u.a. dadurch erschwert, dass bisher nicht eindeutig geklärt ist, auf welche maßgeblichen Inhaltsstoffe die Wirkungsmechanismen zurückzuführen sind, welche Dosierungen für die zu erzielenden Effekte notwendig sind und welche tierartspezifischen Stoffwechselwege und Rezeptormechanismen für die einzelnen Substanzen vorliegen (Richter und Löscher, 1999, Reichling et al., 2005).

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war daher, den Einfluss einzelner pflanzlicher Inhaltsstoffe (Carvacrol, γ -Terpinen, p-Cymen-7-ol) auf ausgewählte Parameter der Wachstumsleistung und des Stoffwechsels von Broilern zu prüfen. Carvacrol, γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol zählen zu den Monoterpen, die natürlicherweise in verschiedenen ätherischen Ölen – z. B. von *Origanum*- und *Satureja*-Arten – vorkommen (Tumen, 1991; Baser et al., 1992; Gerhardt, 1994). Aufgrund ihrer aromatisierenden Eigenschaften dürfen alle drei Substanzen als Zusatzstoffe in Lebensmitteln verwendet werden (Verordnung 1996/2232/EG). Neben den drei phyto-genen Substanzen wurde eine gecoatete Säuremischung eingesetzt. Untersuchungen zum Wirkungsmechanismus organischer Säuren bei Broilern haben bereits zu einer verbesserten Gewichtsentwicklung (Patten und Waldroup, 1988; Lückstädt et al., 2004), einem geringeren Futteraufwand (Skinner et al., 1991) und einer Reduktion coliformer Keime im Darmtrakt geführt (Izat et al., 1990).

2 Material und Methode

Die Untersuchung wurde an 72 männlichen Broilern der Herkunft Lohmann Meat im Stoffwechselversuchsraum des Instituts für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig durchgeführt. Die Broiler wurden gleichmäßig auf sechs Fütterungsgruppen mit jeweils sechs Stoffwechselkäfigen à zwei Tiere verteilt. Die Raumtemperatur entsprach den Anforderungen des Haltungsprogramms für Mastbroiler.

Tabelle 1:
Einteilung der Tiergruppen

Gruppe	Anzahl der Käfige	Tierzahl		Zusatz je kg Futter
		1.-14. Tag	15.-35. Tag	
Kontrolle	6	12	6	ohne
Säure	6	12	6	3 g gecoatete Säure ¹⁾
Carvacrol	6	12	6	52,4 mg Carvacrol (C)
γ -Terpinen	6	12	6	26,45 mg γ -Terpinen (T)
p-Cymen-7-ol	6	12	6	26,45 mg p-Cymen-7-ol (P)
Mischung	6	12	6	52,4 mg C + 26,45 mg T +26,45 mg P

¹⁾ mit pflanzlichen Fettsäuren ummantelte Mischung aus Ameisensäure, Sorbinsäure und Fumarsäure

Am 14. Lebenstag wurde aus jedem Käfig ein Broiler – dessen Gewicht dem Mittelwert der Versuchsgruppe entsprach – geschlachtet, so dass zwischen dem 15. und 35. Versuchstag noch sechs Broiler pro Gruppe zur Verfügung standen (Tabelle 1).

Die Tiere wurden über den gesamten Versuchszeitraum mit der in Tabelle 2 dargestellten Futtermischung gefüttert. Futter und Wasser standen den Tieren ad libitum zur Verfügung. Carvacrol, γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol zählen zu den Monoterpen, die natürlicherweise in verschiedenen ätherischen Ölen – z. B. von *Origanum*- und *Satureja*-Arten – vorkommen. In einem Mastversuch von Halle et al. (2004) zum Einsatz unterschiedlicher Dosierungen von Bohnenkraut (*Satureja hortensis* L.) im Broilerfutter wurde für die supplementierten Tiere eine erhöhte Futteraufnahme beobachtet, wobei der Futteraufwand bei den Broilern mit 3 g Bohnenkraut/kg Futter tendenziell am geringsten war.

Für die folgende Untersuchung wurden naturidentische Substanzen verwendet, die von der Sigma-Aldrich Chemie GmbH bezogen wurden. Die Dosierung entspricht dem Carvacrol- bzw. γ -Terpinengehalt von 3 g Bohnenkraut. Die Substanzen wurden zunächst in Sojaöl eingewogen und dann dem Mischprozess zugeführt. Um eine Verflüchtigung der Inhaltsstoffe zu vermeiden, wurde bei allen Fütterungsgruppen auf eine Pelletierung des Futters verzichtet. Eine Bestimmung der phylogenen Inhaltsstoffe im Futter erfolgte zu Beginn und zum Ende des Versuches mittels GC/MS-Analyse im Institut für Getreideverarbeitung (Bergholz-Rehbrücke). Neben den genannten Substanzen wurde in einer weiteren Versuchsgruppe eine gecoatete Säuremischung als Futterzusatz geprüft.

Die Futteraufnahme und die Lebendgewichte der Broiler wurden im wöchentlichen Rhythmus erfasst. Zusätzlich wurden in zwei fünftägigen Perioden (17. - 21. Tag bzw. 31. - 35. Tag) die Exkremente der Broiler zweimal täglich gesammelt, gewogen und analytisch untersucht. Anhand der Analyseergebnisse, der Exkrementenmenge und der Futteraufnahme wurde die N-Bilanz errechnet.

Die Schlachtung von jeweils sechs Broilern pro Variante mit nachfolgender Ermittlung der Massen an wertvollen Fleischteilen und Organen erfolgte am 14. und 35. Versuchstag. Bei der Schlachtung am 35. Tag wurden ferner die Wasser-, Fett- und Eiweißgehalte in den homogenisierten Proben des Brustfleisches mit Hilfe der Nah-Infrarot-Transmissions-Spektroskopie (NIT) bestimmt. Die Kalibrierung, Validierung und Messung entsprachen dem von Köhler et al. (1995) für die Messung von Peking-Entenfleisch beschriebenen Verfahren. Weiterhin wurden Brustmuskelpollen der Gruppen Kontrolle, Carvacrol, γ -Terpinen und Mischung im Hinblick auf das Auftreten eines Fremdgeschmacks sensorisch geprüft. Dazu wurden die Proben im Wasserbad bei 82 °C für 20 Minuten gegart und anschließend von zwei Prüfergruppen á 9 Teilnehmerinnen in jeweils zwei Durchgängen verkostet. Es wurde

Tabelle 2:
Zusammensetzung der Futtermischung

Futtermittel	g/kg
Weizen	200,0
Mais	353,0
Sojaextraktionsschrot	192,5
Dicalciumphosphat	18,5
Kohlensaurer Futterkalk	10,4
Viehsalz	2,5
DL-Methionin	2,5
L-Lysin-HCL	1,6
Sojavollbohnen	180,0
Sojaöl + Zusatzstoffe ¹⁾	29,0
Prämix ²⁾	10,0
Wertbestimmende Inhaltsstoffe	g/kg OS ⁶⁾
Trockensubstanz ³⁾	900,3
Rohprotein ³⁾	237,9
ME, MJ/kg ⁴⁾	13,3
Lysin ⁵⁾	12,5
Methionin + Cystein ⁵⁾	9,2
Methionin ⁵⁾	6,0
¹⁾ Carvacrol (C ₁₀ H ₁₄ O), γ -Terpinen, (C ₁₀ H ₁₆), p-Cymen-7-ol (C ₁₀ H ₁₄ O) bzw. Mischung ²⁾ Zusatzstoffe je kg Prämix: 1.200.000 I.E. Vitamin A, 350.000 I.E. Vitamin D3, 4 g Vitamin E, 250 mg Vitamin B1, 800 mg Vitamin B2, 600 mg Vitamin B6, 3,2 mg Vitamin B12, 450 mg Vitamin K3, 4,5 g Nicotinsäure, 1,5 g Ca-Pantothemat, 120 mg Folsäure, 5,0 g Biotin, 55 g Cholinchlorid, 3 g Eisen, 2 g Kupfer, 10 g Mangan, 8 g Zink, 120 mg Jod, 40 mg Selen, 40 mg Kobalt, 10g BHT ³⁾ Analysenwerte (Mittelwert aus 6 Gruppen) ⁴⁾ WPSA-Energieschätzungsgleichung (Vogt, 1986) ⁵⁾ kalkulierte Werte ⁶⁾ Originalsubstanz	

eine Rangordnungsprüfung auf Basis der DIN 10963 angewandt.

Die im Rahmen der zweiten Schlachtung gewonnenen Chymusproben stammten aus dem Caecum. Aus Kostengründen wurden nur die Tiere der Fütterungsgruppen Kontrolle, Carvacrol und γ -Terpinen beprobt. Die Proben wurden in der Klinik für Geflügel der Stiftung der Tierärztlichen Hochschule Hannover mikrobiell untersucht. Für die Untersuchung wurden jeweils 0,5 g Probenmaterial in 4,5 ml sterile Pepton-Salz-Lösung eingewogen und homogenisiert. Von allen Suspensionen wurden geometrische Verdünnungsreihen erstellt. Die einzelnen Verdünnungsstufen wurden zur Anzucht der Bakterien auf den jeweilig vorgesehenen Nähragar pipettiert und mit einem sterilen Glasspatel gleichmäßig verteilt. Die Bebrütung

erfolgte im Brutschrank bei 37 °C. Die im Probenmaterial ermittelten Keimzahlen werden in dekadischen Logarithmen angegeben [\log_{10} Koloniebildende Einheiten (KBE)/g Caecuminhalt].

Die statistische Auswertung der Merkmale erfolgte unter Verwendung des Programmpaketes SAS (Version 6.12., 1996). Signifikante Unterschiede in den Merkmalen zwischen den Gruppen wurden über den multiplen Mittelwertvergleich Student-Newman-Keuls-Test mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ errechnet. Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen sind in den Tabellen mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 3:

Gehalte an Carvacrol, γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol im Futter

	Soll-Gehalt	Ist-Gehalt 1. Tag		Ist-Gehalt 35. Tag	
	mg/kg	mg/kg	% ¹⁾	mg/kg	% ¹⁾
Carvacrol	52,4	41,5	79,3	46,6	88,9
γ -Terpinen	26,4	46,5	88,7	42,8	81,7
		10,9	41,2	7,8	29,5
p-Cymen-7-ol	26,4	10,5	39,7	10,0	37,8
		11,2	42,3	4,4	16,6
		12,2	46,1	4,4	16,6

¹⁾ vom Soll-Gehalt

Tabelle 4:

Futteraufnahme, tägliche Lebendmassezunahmen und Futteraufwand der Broiler nach Versuchsabschnitten (1.-14.Tag: n=12; 15.-35. Tag: n=6) (Mittelwert \pm Standardabweichung, $p < 0,05$)

Versuchsabschnitt	1.-14. Tag	15.-35. Tag	1.-35. Tag
	Futteraufnahme, g/Tier und Tag		
Kontrolle	34,2 \pm 2,4	112,3 ^{ab} \pm 7,8	81,3 \pm 5,4
Säure	34,8 \pm 4,5	110,3 ^{ab} \pm 10,1	79,6 \pm 7,3
Carvacrol	34,9 \pm 3,4	115,2 ^a \pm 5,0	83,1 \pm 4,4
γ -Terpinen	33,2 \pm 3,8	110,1 ^{ab} \pm 6,6	78,6 \pm 3,8
p-Cymen-7-ol	33,5 \pm 2,6	107,1 ^b \pm 9,5	77,7 \pm 4,9
Mischung	34,4 \pm 1,4	115,6 ^a \pm 4,4	83,2 \pm 4,0
	Tägliche Lebendmassezunahmen, g/Tier und Tag		
Kontrolle	27,0 ^a \pm 2,2	73,9 \pm 7,2	55,3 \pm 4,1
Säure	24,6 ^b \pm 3,0	74,0 \pm 4,6	54,1 \pm 3,5
Carvacrol	26,8 ^{ab} \pm 2,7	75,0 \pm 3,8	55,8 \pm 2,5
γ -Terpinen	25,3 ^{ab} \pm 4,1	72,2 \pm 6,1	52,8 \pm 3,6
p-Cymen-7-ol	25,0 ^{ab} \pm 3,0	69,7 \pm 8,3	51,8 \pm 4,1
Mischung	26,3 ^{ab} \pm 3,0	75,0 \pm 3,6	55,5 \pm 2,9
	Futteraufwand, kg/kg		
Kontrolle	1,27 ^b \pm 0,07	1,52 \pm 0,04	1,47 \pm 0,02
Säure	1,39 ^a \pm 0,06	1,49 \pm 0,06	1,47 \pm 0,05
Carvacrol	1,31 ^{ab} \pm 0,07	1,54 \pm 0,03	1,49 \pm 0,03
γ -Terpinen	1,31 ^{ab} \pm 0,10	1,53 \pm 0,06	1,49 \pm 0,06
p-Cymen-7-ol	1,35 ^{ab} \pm 0,05	1,54 \pm 0,08	1,50 \pm 0,05
Mischung	1,31 ^{ab} \pm 0,05	1,54 \pm 0,04	1,50 \pm 0,03

a,b innerhalb einer Spalte kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

3 Ergebnisse

Die Konzentrationen an Carvacrol, γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol im Futter am 1. und 35. Versuchstag sind in Tabelle 3 dargestellt. Die mittlere Wiederfindungsrate für Carvacrol lag bei 85 %. γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol wurden bei der ersten Probenahme im Mittel zu 40 % bzw. 44 % und bei der zweiten Probenahme zu 34 % bzw. 17 % wiedergefunden.

Die Ergebnisse zur Futteraufnahme, zur Lebendmasseentwicklung und zum Futteraufwand sind Tabelle 4 zu entnehmen. Im Mittel der 35 Masttage konnten für die

Broiler der Versuchsgruppen „Carvacrol“ und „Mischung“ die höchsten Futteraufnahmen festgestellt werden, während die Broiler, die p-Cymen-7-ol im Futter erhalten hatten, die geringsten Mengen verzehrten. Der Unterschied zwischen den drei Versuchsgruppen ließ sich zwischen dem 15. und 35. Tag statistisch absichern. Die bessere Futteraufnahme der Tiere der Versuchsgruppen „Carvacrol“ und „Mischung“ beeinflusste vor allem zum Ende der Mast die Lebendmasseentwicklung der Tiere positiv und führte tendenziell zu den höchsten Mastendgewichten (Tabelle 5). Der Unterschied zu den Kontrolltieren war jedoch minimal und damit statistisch nicht abzuschließen. Am 7. Lebenstag zeigten die Broiler mit γ -Terpinen im Futter die höchsten Lebendgewichte und unterschieden sich damit signifikant von den Tieren der Gruppen „p-Cymen-7-ol“ und „Mischung“. Allerdings konnten die Broiler der γ -Terpinen-Gruppe das Leistungsniveau in den nachfolgenden Wochen nicht halten.

Weiterhin fiel in der Starterphase die signifikant geringere Lebendmassezunahme der Tiere mit der gecoateten Säure im Futter gegenüber der Kontrollgruppe auf. Auch der Futteraufwand der Säuregruppe war in den ersten vierzehn Tagen gesichert schlechter als in der Kontrolle. Im Laufe der Untersuchung stiegen die Lebendmassezunahmen der Säuregruppe, so dass über den Gesamtzeitraum von 35 Tagen kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen zu verzeichnen war.

Die Untersuchungen zum Proteinansatz der Broiler zwischen dem 17. und 21. Tag bzw. dem 31. und 35. Tag ergaben in der N-Bilanz keine Unterschiede zwischen den Gruppen (Tabelle 6).

Die Ergebnisse der Schlachtkörperzerlegung sind in den Tabellen 7 und 8 dargestellt. Bei der Schlachtung am 14. Tag konnte kein gesicherter Effekt der Substanzen Carvacrol, γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol sowie der gecoateten Säure auf die erhobenen Parameter festgestellt werden.

Tabelle 5:

Mittlere Lebendmasse der Broiler der Versuchsgruppen (1.-14.Tag: n=12; 15.-35. Tag: n=6)
(Mittelwert \pm Standardabweichung, $p < 0,05$)

	1. Tag	7. Tag	14. Tag	28. Tag	35.Tag
Kontrolle	43,6 ^b \pm 2,9	151,3 ^{ab} \pm 14,1	422,1 \pm 29,7	1344,2 \pm 47,8	1980,0 \pm 98,2
Säure	46,3 ^a \pm 11,8	144,8 ^{ab} \pm 40,2	390,6 \pm 117,7	1330,0 \pm 81,0	1940,8 \pm 119,5
Carvacrol	46,4 ^a \pm 2,4	150,0 ^{ab} \pm 10,0	421,2 \pm 36,5	1347,5 \pm 73,0	1997,5 \pm 84,4
γ -Terpinen	45,4 ^{ab} \pm 3,3	157,5 ^a \pm 25,0	399,0 \pm 50,2	1299,2 \pm 49,6	1895,0 \pm 138,7
p-Cymen-7-ol	44,6 ^{ab} \pm 1,8	144,5 ^b \pm 11,4	394,2 \pm 39,0	1321,7 \pm 82,9	1860,8 \pm 151,9
Mischung	46,7 ^a \pm 3,1	141,3 ^b \pm 16,0	414,2 \pm 33,9	1345,0 \pm 86,2	1990,8 \pm 103,6

a,b innerhalb einer Spalte kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Tabelle 6:

Ergebnisse der Stoffwechseluntersuchungen pro Stoffwechselzeitraum (n=6)
(Mittelwert \pm Standardabweichung, $p < 0,05$)

	Lebendmassezunahmen (g/Tier)	Futteraufwand (kg/kg)	N-Bilanz ¹⁾ (g N/Tier)
17.-21. Versuchstag			
Kontrolle	276 \pm 32	1,25 \pm 0,15	7,81 \pm 0,85
Säure	268 \pm 15	1,27 \pm 0,08	7,81 \pm 1,10
Carvacrol	274 \pm 23	1,29 \pm 0,06	8,32 \pm 0,47
γ -Terpinen	269 \pm 10	1,24 \pm 0,04	8,34 \pm 0,42
p-Cymen-7-ol	268 \pm 28	1,32 \pm 0,06	8,51 \pm 0,74
Mischung	272 \pm 26	1,31 \pm 0,06	8,61 \pm 0,68
30.-35. Versuchstag			
Kontrolle	408 \pm 105	1,49 \pm 0,21	12,74 \pm 1,75
Säure	390 \pm 86	1,46 \pm 0,14	11,96 \pm 2,20
Carvacrol	425 \pm 23	1,48 \pm 0,13	12,65 \pm 0,89
γ -Terpinen	378 \pm 107	1,61 \pm 0,38	12,93 \pm 1,72
p-Cymen-7-ol	334 \pm 161	1,54 \pm 0,59	11,00 \pm 4,29
Mischung	395 \pm 28	1,56 \pm 0,07	13,38 \pm 0,58

¹⁾ N-Bilanz = N-Aufnahme – N-Ausscheidung (Kot-N + Harn-N)

Tabelle 7:

Muskelfleischmassen und Abdominalfett der Broiler der Versuchsgruppen in g pro 100 g Lebendmasse am 14. und 35. Tag (n=6) (Mittelwert \pm Standardabweichung, $p < 0,05$)

	Schenkelfleisch	Brustfleisch	Abdominalfett
14. Versuchstag			
Kontrolle	16,9 \pm 1,4	10,3 \pm 1,4	0,99 \pm 0,33
Säure	17,5 \pm 0,8	10,3 \pm 0,5	0,89 \pm 0,29
Carvacrol	16,8 \pm 1,0	10,4 \pm 0,8	0,95 \pm 0,29
γ -Terpinen	17,5 \pm 0,9	10,8 \pm 1,7	0,83 \pm 0,20
p-Cymen-7-ol	17,3 \pm 0,8	10,2 \pm 0,4	0,80 \pm 0,30
Mischung	17,4 \pm 0,4	10,1 \pm 1,6	0,99 \pm 0,23
35. Versuchstag			
Kontrolle	18,5 \pm 1,3	16,7 ^a \pm 1,7	0,66 ^{ab} \pm 0,28
Säure	17,9 \pm 1,5	15,5 ^{ab} \pm 1,8	0,70 ^{ab} \pm 0,37
Carvacrol	18,7 \pm 1,5	14,9 ^{ab} \pm 0,7	0,89 ^a \pm 0,21
γ -Terpinen	18,9 \pm 1,5	14,8 ^b \pm 1,8	0,56 ^b \pm 0,21
p-Cymen-7-ol	17,9 \pm 1,5	15,3 ^{ab} \pm 1,9	0,50 ^b \pm 0,16
Mischung	19,2 \pm 1,3	16,3 ^{ab} \pm 0,8	0,61 ^{ab} \pm 0,23

a,b innerhalb einer Spalte kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Tabelle 8:

Organmassen der Broiler der Versuchsgruppen in g pro 100 g Lebendmasse am 14. und 35. Tag (n=6) (Mittelwert \pm Standardabweichung, $p < 0,05$)

	Leber	Magen	Herz	Milz	Bursa
14. Versuchstag					
Kontrolle	2,7 \pm 0,2	2,2 \pm 0,2	0,73 ^a \pm 0,08	0,08 \pm 0,02	0,26 \pm 0,05
Säure	2,7 \pm 0,3	2,3 \pm 0,3	0,61 ^b \pm 0,09	0,08 \pm 0,02	0,31 \pm 0,04
Carvacrol	2,9 \pm 0,1	2,3 \pm 0,3	0,63 ^{ab} \pm 0,04	0,07 \pm 0,02	0,34 \pm 0,07
γ -Terpinen	2,7 \pm 0,2	2,2 \pm 0,3	0,64 ^{ab} \pm 0,12	0,07 \pm 0,02	0,36 \pm 0,11
p-Cymen-7-ol	2,9 \pm 0,5	2,3 \pm 0,2	0,67 ^{ab} \pm 0,10	0,07 \pm 0,04	0,32 \pm 0,06
Mischung	2,8 \pm 0,3	2,4 \pm 0,2	0,72 ^a \pm 0,08	0,08 \pm 0,03	0,34 \pm 0,04
35. Versuchstag					
Kontrolle	1,7 \pm 0,1	1,1 ^{ab} \pm 0,2	0,51 ^{ab} \pm 0,06	0,11 \pm 0,03	0,36 \pm 0,09
Säure	1,7 \pm 0,2	1,1 ^b \pm 0,1	0,48 ^b \pm 0,07	0,08 \pm 0,01	0,32 \pm 0,12
Carvacrol	1,6 \pm 0,1	1,3 ^{ab} \pm 0,2	0,53 ^{ab} \pm 0,06	0,10 \pm 0,02	0,31 \pm 0,06
γ -Terpinen	1,6 \pm 0,1	1,3 ^a \pm 0,2	0,57 ^a \pm 0,07	0,10 \pm 0,02	0,34 \pm 0,11
p-Cymen-7-ol	1,6 \pm 0,1	1,2 ^{ab} \pm 0,1	0,54 ^{ab} \pm 0,09	0,09 \pm 0,01	0,27 \pm 0,07
Mischung	1,6 \pm 0,1	1,2 ^{ab} \pm 0,2	0,53 ^{ab} \pm 0,06	0,09 \pm 0,01	0,28 \pm 0,02

a,b innerhalb einer Spalte kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Am 35. Versuchstag fiel das mittlere Brustfleischgewicht (g/100g Lebendmasse) der Broiler, die γ -Terpinen zum Futter erhalten hatten, um 11 % geringer als bei den Kontrolltieren aus. Die Carvacrolgruppe wies den höchsten Gehalt an Abdominalfett auf und unterschied sich damit signifikant von den Gruppen „ γ -Terpinen“ und „p-Cymen-7-ol“. Bei der Gegenüberstellung der mittleren Organmassen (g/100 g Lebendmasse) zeigten die 14 Tage alten Broiler der Säuregruppe im Vergleich zu den Tieren der Kontrolle und der Versuchsgruppe „Mischung“ die niedrigsten Herzgewichte. Auch am 35. Tag war die mittlere

Herzmuskelmasse pro 100 g Lebendgewicht in der Säuregruppe am geringsten. Darüber hinaus war das Gewicht des Muskelmagens bei diesen Tieren signifikant niedriger als bei den Tieren, deren Futtermischung mit γ -Terpinen angereichert war.

Der Tabelle 9 sind die Ergebnisse der NIT-Messung zu entnehmen. Die Gehalte an wertbestimmenden Inhaltsstoffen im frischen Brustmuskel waren für alle Gruppen gleich.

Auch bei der sensorischen Prüfung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ermittelt wer-

Tabelle 9:

Gehalt an Wasser, Protein und Fett im Brustmuskel (n=6) (% in der Frischmasse)
(Mittelwert \pm Standardabweichung, $p < 0,05$)

	Wasser	Fett	Protein
Kontrolle	74,9 \pm 0,5	0,93 \pm 0,18	23,9 \pm 0,5
Säure	75,0 \pm 0,5	0,92 \pm 0,21	23,8 \pm 0,6
Carvacrol	75,3 \pm 1,0	0,92 \pm 0,16	23,6 \pm 0,9
γ -Terpinen	75,5 \pm 0,9	0,88 \pm 0,05	23,4 \pm 0,9
p-Cymen-7-ol	74,6 \pm 0,5	0,82 \pm 0,12	24,3 \pm 0,5
Mischung	75,1 \pm 0,3	0,85 \pm 0,08	24,4 \pm 1,5

Tabelle 10:

Mittlere Keimzahlen am 35. Lebenstag (n=6)(log₁₀ KBE/g)
(Mittelwert \pm Standardabweichung, $p < 0,05$)

	Coliformen Bakterien	Laktobazillen
Kontrolle	6,86 \pm 0,64	8,55 \pm 0,43
Carvacrol	7,20 \pm 0,97	8,56 \pm 0,41
γ -Terpinen	7,32 \pm 0,61	8,72 \pm 0,80

den. Eine Beeinflussung des Fleischgeschmacks durch die Futterzusätze Carvacrol, γ -Terpinen und Mischung erfolgte demnach nicht.

Tabelle 10 gibt die Ergebnisse der mikrobiellen Untersuchung der Tiere der Gruppen Kontrolle, Carvacrol und γ -Terpinen wieder. Ein statistischer Vergleich der mittleren Keimzahlen der Laktobazillen und coliformen Bakterien zwischen den Fütterungsvarianten zeigte keine signifikanten Unterschiede.

4 Diskussion

In den letzten Jahren werden vermehrt phyto gene Futterzusatzstoffe mit dem Ziel der Leistungssteigerung und Gesundheitsprophylaxe in der Tierernährung eingesetzt (Wald, 2002).

In der Broilermast stellten El-Deek et al. (2002) für den Einsatz von Anissaat einen wachstumsfördernden Effekt fest. Bei verringertem Futteraufwand lagen die täglichen Zunahmen der Tiere, die 0,5 g Anis je kg Mischfutter erhalten hatten, um 19,1 % über denen der Kontrolle. Auch die Anreicherung des Geflügelfutters mit getrocknetem Thymian, Cayenne-Pfeffer, Knoblauchöl oder Oreganoöl konnte den Futteraufwand in der Broilermast bereits signifikant vermindern (Vogt et al., 1989, Schmid et al., 2002, Halle et al., 2004). Für den Einsatz von Schwarzkümmelsaat, Bohnenkraut und Kakaoschalen wurde zudem ein positiver Einfluss auf die Futteraufnahme registriert (Halle et al., 2004).

Die Effekte der phyto genen Futterzusätze werden auf die in den Pflanzen enthaltenen sekundären Inhaltsstoffe zurückgeführt (Reichling et al., 2005). Die Wirkungen dieser Sekundärstoffe wurden in zahlreichen in-vitro-Stu-

dien untersucht. Für Carvacrol – eine Komponente der ätherischen Öle von Thymian, Oregano und Bohnenkraut – konnten beispielsweise antimikrobielle (Friedmann et al., 2003), antioxidative (Aeschbach et al., 1994) und anti-phlogistische (Azuma et al., 1986) Eigenschaften nachgewiesen werden. Darüber hinaus wird Carvacrol in der Lebensmittelindustrie zur Aromatisierung von Backwaren und Getränken genutzt (Furia und Bellanca, 1975 nach Lee, 2003).

In dem vorliegenden Broilerversuch konnte beim Einsatz von Carvacrol in der Tendenz eine verzehrstimulierende Wirkung beobachtet werden (s. Tabelle 4). Statistisch gesicherte Effekte auf das Wachstum, die Schlachtparameter, die N-Bilanz und die caecale Mikroflora wurden jedoch nicht erzielt. Auch die Anwendung von γ -Terpinen und p-Cymen-7-ol hatte keine positiven Auswirkungen auf das Wachstum und die N-Bilanz (s. Tabellen 5 und 6).

Insgesamt stehen bisher wenige Untersuchungen zum Einsatz einzelner phyto gener Inhaltsstoffe als Futterzusatz bei Broilern zur Verfügung. Lee (2003) untersuchte die Wirkung von Carvacrol in der Fütterung von Broilern. Die Zulage von 200 mg Carvacrol/kg Futter führte zu einer geringeren Futteraufnahme (-5,1 %) und einer reduzierten Gewichtsentwicklung. Der Futteraufwand war indessen signifikant vermindert. Der verringerte Futteraufwand wird häufig auf eine Stimulation der Sekretion von Verdauungsenzymen und eine erhöhte Nährstoffverwertung zurückgeführt (Lee et al., 2004).

Jamroz et al. (2002) wiesen für ein Handelsprodukt auf Basis von Capsaicin, Carvacrol und Zimtaldehyd einen gesicherten Einfluss auf die ileale Aminosäurenverdaulichkeit bei Broilern bis zum Alter von 21 Tagen nach. Die bessere Verdauung der Nährstoffe kann nach Halle et al. (2004) mit einer gesundheitsfördernden Wirkung – beispielsweise in Richtung einer optimalen Darmflorabesiedlung – in Verbindung stehen. So registrierten Manzanilla et al. (2002) beim Einsatz von Carvacrol, Capsaicin und Zimtaldehyd in der Ferkelaufzucht eine Reduktion des Gehaltes an Enterobakterien und eine Steigerung der Laktobazillenkeimzahlen im Ileum der Tiere. Bei Broilern konnten Mitsch et al. (2004) zeigen, dass Futterzusätze aus Eugenol, Curcumin, Piperin und Thymol bzw. Thymol/Carvacrol die Nachweishäufigkeit für Clostridium perfringens im Darminhalt und Kot von Broilern signifikant senken. Damit verbunden waren geringere Ausfallraten und verbesserte Leistungsparameter der Tiere (Mitsch et al., 2004).

Neben den leistungsstabilisierenden Eigenschaften sind beim Einsatz von Aromastoffen die Einflüsse auf die Produktqualität zu berücksichtigen. So ist bekannt, dass bei der Fütterung von *Allium*-Arten geruchsaktive Substanzen in die Milch übergehen (Jeroch et al., 1999, Reichling et al., 2005). Der Einsatz von Knoblauchöl und Zwiebelpulver als Futterzusatz bei Broilern hat indessen zu keinen

sensorischen Veränderungen im Geflügelfleisch geführt (Vogt et al., 1988, Schmid et al., 2002). Auch für die Zusätze Carvacrol und γ -Terpinen – einzeln und in Kombination mit p-Cymen-7-ol – wurde kein Einfluss auf den Fleischgeschmack ermittelt. Ein Nachweis der Substanzen im Fleisch erfolgte jedoch nicht. Bislang liegen nur wenige Untersuchungen zur Absorption der Wirkstoffe, ihrer Verteilung im Gewebe, ihrer Bindung an Serumbestandteile und ihrer Ausscheidung vor (Richter und Löscher, 1999, Gollnisch et al., 2001, Franz, 2003). Weitere Forschungsarbeit auf diesem Gebiet ist somit erforderlich. Angesichts der geringen Widerfindungsraten der phyto-genen Substanzen im Futter, müssen auch die technologischen Eigenschaften wie Hitze- und Lagerstabilität phyto-gener Substanzen im Tierfutter noch genauer untersucht werden.

Danksagung

Die Autoren danken den Mitarbeitern der Labore im Institut für Tierernährung (FAL), im Institut für Getreideverarbeitung (IGV GmbH Bergholz-Rehbrücke) und in der Klinik für Geflügel (Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover) für die verschiedenen Analysen.

Literatur

- Aeschbach R, Loliger J, Scott BC, Murcia A, Butler J, Halliwell B, Aruoma OI (1994) Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. *Food Chem Toxic* 32(1):31-36
- Azuma Y, Ozasa N, Ueda Y, Takagia N (1986) Pharmacological studies on antiinflammatory action of phenolic compounds. *J Dent Res* 65:53-56
- Baser KHC, Oszek T, Kurkcuoglu M, Tumen G (1992) Composition of the essential oil of *Origanum siphyleum* of turkish origin. *J Ess Oil Res* 4:139-142
- El-Deek AA, Attia YA, Hannfy MM (2002) Effect of anise (*Pimpinella anisum*), ginger (*Zingiber officinale roscoe*) and fennel (*Foeniculum vulgare*) and their mixture on performance of broilers. *Arch Geflügelk* 67:92-96
- Franz C (2003) Funktionelle Pflanzenstoffe in der Tierernährung und der Veterinärmedizin. *Z Arznei Gewürzpflanzen* 8(3):111-116
- Friedmann M, Henika PR, Mandrell, RE (2002) Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents against *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica*. *J Food Prot* 65:1545-1560
- Gerhardt U (1994) Gewürze in der Lebensmittelindustrie : Eigenschaften, Technologien, Verwendung. Hamburg : Behr, 456 p
- Gollnisch K, Halle I, Flachowsky G (2001) Einsatz von Kräutern und ätherischen Ölen in der Tierernährung. In: 36. Vortragstagung Gewürz- und Heilpflanzen, 19.-20. März 2001 in Jena. Freising-Weihenstephan : DGQ, pp 249-258
- Halle I, Thomann R, Bauermann U, Henning M, Köhler P (2004) Einfluss einer gestaffelten Supplementierung von Kräutern oder ätherischen Ölen auf Wachstum und Schlachtkörpermerkmale beim Broiler. *Landbauforsch Völkenrode* 54 (4):219-229
- Izat AL, Tidwell NM, Thomas RA, Reiber MA, Adams MH, Colberg M, Waldroup PW (1990) Effects of a buffered propionic acid in diets on the performance of broiler chickens and on microflora of the intestine and carcass. *Poult Sci* 69 (5):818-826
- Jamroz D, Wertelecki T, Wiliczekiewicz A, Bodarski R (2002) Influence of plant extract on the functions of the chickens intestinal tract. In: 7. Tagung Schweine- und Geflügelernährung: 26.-28. November 2002, Lutherstadt Wittenberg, pp 75-77
- Jeroch H, Drochner W, Simon O (1999) Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart : Ulmer, 439 p, ISBN 3-8252-8180-9
- Kluth H, Schulz E, Halle I, Rodehutsord M (2002) Zur Wirksamkeit von Kräutern und ätherischen Ölen bei Schwein und Geflügel. In: 7. Tagung Schweine- und Geflügelernährung : 26.11.-28.11.2002, Lutherstadt Wittenberg, pp 66-74
- Köhler P, Wiederhold S, Kallweit E (1995) Near infrared transmission spectroscopy – a rapid method for evaluation of intramuscular fat and moisture content in peking ducks. In: World's Poultry Science Association (eds) Proceedings : 10th European Symposium on Waterfowl ; March 26-31, 1995, Halle (Saale), Germany. Halle/Saale : WPSA, pp 368-372
- Lee K-W (2003) Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. *J Appl Poult Res* 12:394-399
- Lee K-W, Everts H, Beynen AC (2004) Essential oils in broiler nutrition. *Int J Poult Sci* 3:738-752
- Lückstädt C, Senköylü N, Akyürek H, Agma A (2004) Acidifier – a modern alternative for anti-biotic free feeding in livestock production, with special focus on broiler production. *Veterinarija ir Zootechnika* 27(49):91-93
- Manzanilla G, Martin M, Baucells F, Perez JF, Kamel C, Gasa J (2002) Effect of plant extract and formic acid on the performance and gut microflora of early-weaned piglets. *J Anim Sci* 80:394
- Mitsch P, Zitterl-Eglseer K, Köhler B, Gabler R, Losa R, Zimpermik I (2004) The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestine of broiler chickens. *Poult Sci* 83:669-675
- Patten JD, Waldroup PW (1988) Use of organic acids in broiler diets. *Poult Sci* 67(8):1178-1182
- Reichling J, Gachnian-Mirtscheva R, Frater-Schröder M, Saller R, Di Carlo A, Widmaier W (2005) Heilpflanzenkunde für Tierärzte. Berlin ; Heidelberg ; New York : Springer, 282 p
- Richter A, Löscher W (1999) Phytotherapeutika. In: Löscher W, Ungemach FR, Kroker R (eds) *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. Berlin : Parey, 485 p
- SAS Institute Inc (1996) Changes and enhancements release 6.12, SASR Technical Report P-229, SAS/STAT R Software. Cary, NC : SAS Institute
- Schmidt B, Schuhmacher A, Boldt E (2002) Garlic : influence on growth and health of poultry. *Proc Soc Nutr Physiol* 11:114
- Skinner JT, Izat AL, Waldroup PW (1991) Research note: fumaric acid enhances performance of broiler chickens. *Poult Sci* 70(6):1444-1447
- Teuscher E (1997) Biogene Arzneimittel. Stuttgart : Wissenschaftliche Verlagsges., 569 p
- Tumen G (1991) The volatile constituents of *Satureja cuneifolia*. *J Ess Oil Res* 3:365-366
- Verordnung 2003/1831/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften : Rechtsvorschriften L 268
- Verordnung 1996/2232/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Oktober 1996 zur Festlegung eines Gemeinschaftsverfahrens für Aromastoffe, die in Lebensmitteln verwendet werden oder verwendet werden sollen, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften : Rechtsvorschriften L 299
- Vogt H (1986) WPSA-Energieschätzungsgleichung. Working Group No. 2 „Nutrition“ of the European Federation of WPSA. Report of the 1985 Meeting. *World's Poultry Sci J* 42:189-190

- Vogt H, Hanisch S, Rauch H-W, Heil G (1988) Der Einsatz von Zwiebelpulver im Geflügelmastfutter. *Arch Geflügelk* 52(4):156-162
- Vogt H, Hanisch S, Rauch H-W, Heil G (1989) Der Einsatz von Naturstoffen (Heil- und Gewürzpflanzen) im Geflügelmastfutter. *Arch Geflügelk* 53(4):144-150
- Wald C (2002) Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener ätherischer Öle im Futter von Aufzuchtferkeln und Broilern. Aachen : Shaker, 135 p, Berichte aus der Agrarwissenschaft