



عنوان پروژه:

اسانس های گیاهی در تغذیه طیور- اثرات مهم و نحوه کارکرد

**Essential oils in poultry nutrition:
Main effects and modes of action**

A. Brenes ^{a,*}, E. Roura ^b

^a Departamento de Metabolismo y Nutrición, Instituto del Frío, CSIC, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid, Spain

^b R+D Lucta, S.A. Carretera Masnou a Granollers Km 12,4. 08107 Montornés del Vallés, Barcelona, Spain

تابستان ۱۳۹۷

چکیده:

تأثیرات ضد میکروبی ایجاد شده توسط میکروارگانیزم ها برای چندین دهه در جیره طیور با هدف افزایش کارایی و کاهش مرگ و میر به خصوص در جوجه های گوشتی مورد استفاده قرار گرفته است. هرچند، فشار مرتبط با گسترش احتمالی مقاومت آنتی بیوتیکی باکتری ها منجر به گسترش افزودنی های غیر آنتی بیوتیکی شده است که در نتیجه منجر به بهبود کارکرد جوجه های گوشتی شده است. در سال های اخیر، گیاهان آروماتیک و عصاره آنها به عنوان تحریک کننده رشد و سلامت توجه زیادی به خود جلب نموده است. بیشتر ویژگی های آنها ناشی از اسانس های گیاهی (EOs) و سایر متابولیت های گیاهی ثانویه است. اسانس های گیاهی باعث افزایش تولید ترشحات هضمی، تحریک گردش خون، خصوصیات آنتی اکسیدانی، کاهش میزان باکتری های پاتوژن و افزایش کارایی سیستم ایمنی می شود. هدف این مقاله مروری بر اطلاعات منتشر شده از اسانس های گیاهی و اجزای آنها در تغذیه طیور و توصیف مکانیسم های عمل احتمالی آنهاست. دانش موجود درباره اثرات آنتاگونیستیک و سینرژیستیک ارائه شده و زمینه های تحقیقاتی برای آینده پیشنهاد شده اند.

KDK

کلمات اختصاری:

ADG: average daily gain;
AGP: antibiotic growth promoters;
ATP: adenosine triphosphate;
Eos: essential oils;
BHA: butylated hydroxyanisole;
BHT: butylated hydroxytoluene;
BW: body weight;
GI: gastrointestinal tract;
LD50: lethal dose 50
MIC: minimum inhibitory concentration;
TRP: transient receptor potential;
TRPV1: transient receptor potential vanilloid type;
TRPA1: transient receptor potential ankyrin type;
TRPM4: transient receptor potential melastatin type

فهرست مطالب

- ۱- مقدمه ۱
- ۲- ترکیب اسانس‌های گیاهی ۳
- ۳- استفاده از اسانس‌های روغنی در تغذیه طیور ۷
- ۴- مکانیسم عمل اسانس‌های گیاهی در تغذیه طیور ۸
 - ۴-۱- تاثیرات بر روی حسگرها: حسگرهای دهانی- بینی و تهویه گوارش ۸
 - ۴-۲- آنتی‌اکسیدان: جلوگیری از اکسیداسیون بافتی ۱۰
 - ۴-۳- فعالیت ضد میکروبی و بهبود فلور میکروبی روده ۱۳
- ۵- مسیر متابولیسمی و سمیت اجزای زیستی فعال اسانس‌های گیاهی ۱۸
- ۶- نتایج و زمینه‌های مطالعه در آینده ۱۹

KDK

۱- مقدمه

استفاده پیشگیرانه از آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه طیور به منظور بهبود رشد، مصرف غذا و کاهش مرگ و میر در اثر بیماری‌های کلینیکی به خوبی مستند شده است. هرچند، نگرانی‌ها در مورد انتقال و افزایش مقاومت باکتریایی از طریق زنجیره غذایی منجر به ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در غذا به عنوان محرک رشد (AGP) در اتحادیه اروپا از سال ۲۰۰۶ شده است. در نتیجه، افزودنی‌های جدید مشتق از گیاهان شامل عصاره گیاهان آروماتیک و اجزای تخلیص شده آن‌ها به عنوان جایگزینی برای استراتژی‌های غذایی در آینده مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این محصولات از آنجایی که عموماً در صنعت خوراک به عنوان موارد ایمن و مورد استفاده متداول شناخته شده‌اند، مزایایی نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های تجاری مورد استفاده متداول دارند (Varel, 2002). این گیاهان دارویی توجه زیادی را به عنوان افزایش دهنده‌های احتمالی رشد حیوانات در دهه اخیر به خود جلب نموده‌اند. مصرف افزایش دهنده‌های رشد بر پایه گیاه از سال ۱۹۹۰ افزایش یافته است.

اسانس‌های گیاهی که همچنین روغن‌های فرار یا اتری نامیده می‌شوند، مایع‌های روغنی آروماتیک هستند که از اجزای گیاهی به دست می‌آیند (گل‌ها، جوانه، دانه‌ها، برگ‌ها، شاخه‌ها، پوسته، چوب، میوه‌ها و ریشه‌ها). اسانس‌های گیاهی مخلوط پیچیده‌ای از متابولیت‌های گیاهی ثانویه شامل ترپن‌ها و فنیل پروپن‌های با نقطه جوش پایین هستند. آن‌ها با اسانس‌ها و عطرهای گیاهی ویژه همراه هستند، quinta essential که تحت عنوان “گیاهان و گونه‌ها” تعریف می‌شوند، که توسط روش‌های تقطیر استخراج می‌شوند، (Greathead 2003). به طور تقریبی ۳۰۰۰ روغن اسانسی شناخته شده که حدود ۳۰۰ عدد از آن‌ها از نظر تجاری حائز اهمیت بوده و به طور عمده در بازار خوشبوکننده‌ها و طعم دهنده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Van de Braak and Leijten, 1999). به غیر از استفاده سنتی از آن‌ها، مجموعه‌ای از تأثیرات سودمند با مطالعات تجربی در طی ۳ دهه اخیر گزارش شده است. از تأثیرات سودمند آن‌ها بر روی متابولیسم لیپیدها، توانایی تحریک هضم، ویژگی‌های ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدان و قابلیت ضد التهاب را می‌توان نام برد (Acamovic and Brooker, 2005).

جذابیت اسانس‌های گیاهی و عصاره‌های مختلف گیاهی، از آنجایی که با تفکر درباره آینده کشاورزی در اروپا و ترجیح مصرف کننده برای محصولات طبیعی همزمان شده است، رو به افزایش است. به علاوه، ویژگی‌های سودمند آن‌ها قابلیت بهره برداری درمانی از آن‌ها را فراهم نموده است. ویژگی‌های ضد میکروبی اسانس‌های روغنی، به طور گسترده‌ای گزارش شده است (Dorman and Deans, 2000; Mourey and Canillac, 2002; Rota et al., 2004). در حقیقت، به خاطر خصوصیات ضد میکروبی، اسانس‌های روغنی به عنوان یک افزودنی

مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Nychas, 1995; Tuley de Silva, 1996; Lee et al., 2004). در کنار خصوصیات ضد باکتریایی، اسانس‌های گیاهی یا اجزای آن‌ها ویژگی‌های هیپولیپیدمیک (Srinivasan, 2004)، آنتی‌اکسیدانت (Kempaiah and Srinivasan, 2002; Botsoglou et al., 2004)، تحریک کننده هضم (Platel and Srinivasan, 2004)، ضد ویروس (Bishop, 1995)، ضد قارچ (Jayashree and) (Subramanyam, 1999; Mari et al., 2003)، ضد سم (Ultee and Smid, 2001; Juglal et al., 2002)، ضد انگل (Pandey et al., 2000; Pessoa et al., 2002) و حشره کشی (Konstantopoulou et al., 1992;) (Karpouhtsis et al., 1998) در کنار مهار بو و کنترل آمونیاک دارند (Varel, 2002). این خصوصیات احتمالاً در ارتباط با کارکرد این ترکیبات در گیاهان هستند (Mahmoud and Croteau, 2002). در مقابل، بسیاری از گیاهان و گونه‌ها، ادویه‌های غذایی معروفی هستند. اسانس‌های روغنی و اولئوسرین در سیر و فلفل در کنارسینامیک آلدهید، کارواکرول و فلفل (از فلفل سیاه) در این میان، به خاطر خصوصیات افزایش طعم غذا مدت طولانی‌تری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. برخی از محققین دریافته‌اند که بسیاری از گیاهان دارویی قادر به بهبود سرعت رشد از طریق افزایش دریافت غذا هستند (Wenk, 2006). با این وجود، برخی دیگر این موضوع را مورد مطالعه قرار داده و هیچ شواهد مشخصی که سبزیجات و ادویه جات، طعم و مزه را در حیوانات فارمی بهبود می‌بخشند، دریافته‌اند (Windisch et al., 2008).

هدف این مقاله، مروری بر اطلاعات منتشر شده بر قابلیت اسانس‌های گیاهی و اجزای آن‌ها در تغذیه طیور و توصیف نحوه کارکرد آنهاست. اطلاعات موجود در مورد اثرات آنتاگونیستیک و سینرژیستیک و زمینه‌های تحقیقاتی آینده ارائه شده است.

۲- ترکیب اسانس‌های گیاهی

آنالیز ترکیبات فرار این اسانس‌ها همراه با جزئیات، توسط کروماتوگرافی گازی و طیف سنجی جرمی انجام می‌شود (Daferera et al., 2000; Juliano et al., 2000; Jerkovic et al., 2001; Delaquis et al., 2002). اسانس‌های گیاهی، از دیدگاه شیمیایی، مخلوط پیچیده‌ای از چندین جزء هستند، که این پیچیدگی، اغلب توضیح فعالیت‌های آن‌ها را مشکل می‌سازد (Senatore, 1996; Russo et al., 1998). این‌ها مخلوط متغیری از عمدتاً ترپنوئیدها (linalool, geraniol, thujanol, borneol, menthol, citronnillol, _-terpineol) و طیفی از هیدروکربن‌های آلیفاتیک با وزن ملکولی پایین (فنول‌هایی از قبیل تیمول، کارواکرول، eugenol، gaiacol و آلدئیدهای آروماتیک از قبیل سینامالدئید، cuminal و phellandral) هستند (Dorman and Deans, 2000). اجزای اصلی، در دو یا سه جزء در غلظت‌های نسبتاً بالا (تا ۸۵ درصد) در مقایسه با سایر ترکیبات که در مقادیر خیلی کم هستند، مشخص می‌شوند (Senatore, 1996; Bauer et al., 2001). عموماً، ترکیبات اصلی خصوصیات بیولوژیکی و بیوفیزیکی اسانس‌های روغنی که از آن جدا شده‌اند را منعکس می‌کنند. ترکیبات فنولی عمدتاً مسئول ویژگی‌های ضدباکتریایی اسانس‌های روغنی هستند (Cosentino et al., 1999). اجزای اصلی تعدادی از اسانس‌های روغنی، طبق مطالعه Chao و همکاران (۲۰۰۰) در جدول ۱ ارائه شده است. نشان داده شده که این اجزا فعالیت ضد باکتریایی دارند و مکانیسم عمل آن‌ها در این مقاله مورد بحث قرار گرفته است. شواهدی وجود دارد مبنی بر اینکه فعالیت اجزای اصلی توسط ملکول‌ها در مقادیر کمتر، بهینه می‌شود. در برخی از مطالعات نشان داده شده که اسانس‌های روغنی به طور کلی، فعالیت ضدباکتریایی بیشتری نسبت به مخلوط ترکیبات اصلی دارند (Gill et al., 2002; Mourey and Canillac, 2002)، که نشان می‌دهد اجزا در مقادیر کمتر، فعالیت اساسی داشته و تأثیر سینرژیک یا تشدید کننده دارند. این مسأله در مورد مریم گلی (Marino et al, 2001)، برخی گونه‌های آویشن (Lattaoui and Tantaoui-Elaraki, 1999; Paster et al., 1995; Marino et al., 1999) و پونه کوهی (Paster et al., 1995) مشاهده شده است.

Essential oil	Main components	Total (%)	Essential oil	Main components	Total (%)
Angelica root	α -Pinene	24.7	Mandarine	Limonene	79.5
	δ -3-carene	10.5		γ -Terpinene	9.7
	α -Phellandrene + myrcene	10.8			
	Limonene	12.9			
	β -Phellandrene	10.4			
	p -Cymene	7.7			
Bergamot	β -Pinene	7.7	Nutmeg	α -pinene	26.0
	Limonene + β -phellandrene	39.4		β -pinene	15.0
	γ -Terpinene	8.6		Sabinene	27.1
	Linalool	11.1		Myristicin	5.9
	Linalil acetate	28.0			
Cynnamon bark	(E)-Cinnamaldehyde	77.1	Orange	Limonene	91.5
	Eugenol	7.2			
Coryander	p -Cymene	6.1	Pepper	α -Pinene	9.0
	Linalool	72.0		β -Pinene	10.4
		Sabinene		19.4	
		δ -3-Carene		5.4	
		Limonene		17.5	
		β -Caryophyllene		14.7	
Dill (Indian)	Limonene	50.9	Pine (Scotch)	α -Pinene	9.0
	<i>Trans</i> -Dihydrocarvone	10.4		β -Pinene	10.4
	Carvone	20.3		δ -3-carene	21.6
	Dillapiole	36.3		Myrcene + α -terpin	5.8
<i>Eucalyptus</i>	Citronellal	72.8	Rosemary	α -Pinene	7.4
	Citronellol	14.5		β -Pinene	5.0
		1,8-Cineole		43.6	
		Camphor		12.3	
Geranium	Isomenthone	6.4	Rosewood	Linalool	80.0
	Citronellol	42.0			
	Geraniol	5.5			
	Cytronellyl formate	14.2			
Ginger	Camphene	14.1	Sage	1,8-Cineole	8.4
	Neral	4.9		α -Thujone	31.8
	Geranial + bornyl acetate	8.1		β -Thujone	33.2
	β -Bisabolene	22.1			
	Ar-Curcumene	14.5			
	β -Eudesmol	5.4			
Juniper berry	α -Pinene	33.7	Savory	γ -Terpinene	7.4
	Sabinene	27.6		p -Cymene	25.9
	Myrcene	5.5		Carvacrol	37.7
Lime	Geranial	6.0	Tarragon	(Z)- β -Ocimene	7.3
	Limonene	55.5		(E)- β -Ocimene	6.9
	β -Pinene	11.0		Methyl chavicol	77.6
	γ -Terpinene	14.5			

جدول ۱- برخی از اسانس‌های گیاهی و ترکیبات اصلی آنها

منشا طبیعی، فاکتورهای محیطی و ژنتیکی روی ترکیب شیمیایی اسانس‌های گیاهی مؤثرند. فاکتورهای از قبیل گونه و زیرگونه، موقعیت جغرافیایی، زمان برداشت، قسمت مورد استفاده گیاه و روش جداسازی همگی روی ترکیب شیمیایی مواد خام جدا شده از گیاه تاثیر دارند (Cosentino et al., 1999; Marino et al., 2002; Faleiro et al., 2002; Juliano et al., 2000). این فرضیه وجود دارد که ترکیب شیمیایی اسانس یک گونه گیاهی می‌تواند با توجه به منشأ جغرافیایی و زمان برداشت تغییر کند. این تغییر تا حدودی می‌تواند با تشکیل پیش سازهای فعال توضیح داده شود. γ -terpinene (1-methyl-4-(1-methylethyl)-1,4-cyclohexadiene) پیش سازهای کارواکرول (2-methyl-5-(1-methylethyl)phenol) و تیمول (5-methyl-2-(1-methylethyl)phenol) در گونه‌های *Thymus* و *Origanum* هستند. فصل جمع آوری، شدیداً روی دست‌آورد اسانس از گیاه و غلظت این پیش سازهای فنولی تأثیر دارد. با وجود تفاوت‌های کمی قابل توجه در اجزای روغنی اصلی، مجموع مقادیر این چهار ترکیب، در پونه کوهی یونانی در گونه‌های مشتق از نواحی جغرافیایی مختلف تقریباً یکسان است (Kokkini et al, 1997) و در گیاهان برداشت شده در فصل‌های مختلف پایدار باقی می‌ماند (Jerkovic et al, 2001). این موضوع در مورد آویشن ایتالیایی نیز صادق است (Marino et al, 1999). این نشان می‌دهد که این چهار ترکیب از لحاظ بیولوژیکی و کارکرد بسیار نزدیک هستند و این تئوری که تیمول از طریق γ -terpinene از p-cymene در آویشن تشکیل می‌شود را حمایت می‌کند (Kokkini et al, 1997). عموماً، اسانس‌های گیاهی که از گیاهان در دوران گلدهی یا بلافاصله پس از آن، تهیه شده‌اند قوی‌ترین فعالیت ضد میکروبی را نشان می‌دهند (McGympsey et al, 1994, Marino et al, 1999). در حقیقت، ترکیب اسانس‌های روغنی تهیه شده از قسمت‌های مختلف گیاه تفاوت گسترده‌ای نشان می‌دهد. به عنوان مثال، اسانس‌های گیاهی مشتق از دانه‌های گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) ترکیب متفاوتی در مقایسه با cilantro که از برگ‌های نابالغ همان گیاه به دست آمده‌اند، دارند (Delaquis et al, 2002). در نهایت، تغییرات در قابلیت ضد میکروبی در ارتباط با تغییرات در نسبت آنانتیومرها در بین ترکیبات فعال بوده است (Lis-Balchin et al, 1996).

	Treatment effect, % difference from control					Reference
	Dietary dose (g/kg)	Feed intake	BW	ADG	Feed conversion ratio	
BROILERS						
Plant extracts						
Oregano	0.15	-6		-2	-4	Basmacioglu et al. (2004)
Oregano	0.3	-3		+1	-2	Basmacioglu et al. (2004)
Rosemary	0.15	0		-1	-1	Basmacioglu et al. (2004)
Rosemary	0.3	-2		+1	-4	Basmacioglu et al. (2004)
Thymol	0.1	+1		+1	-1	Lee et al. (2003)
Cinnamon	0.1	-2		-3	0	Lee et al. (2003)
Thymol	0.2	-5		-3	-3	Lee et al. (2003)
Carvacrol	0.2	+2		+2	-1	Lee et al. (2003)
EO blend	0.024	-4	0		-4	Cabuk et al. (2006)
EO blend	0.048	-5	0		-6	Cabuk et al. (2006)
Plant extracts	0.2		-2	0	-2	Hernandez et al. (2004)
Plant extracts	5.0		+2	+3	-4	Hernandez et al. (2004)
Plant extracts	0.5	0	-2	-2	+2	Botsoglou et al. (2004)
Plant extracts	1.0	+2	-1	0	+2	Botsoglou et al. (2004)
EO blend	0.075	-7		-3	-4	Basmacioglu et al. (2004)
EO blend	0.15	-7		-1	-1	Basmacioglu et al. (2004)
EO blend	0.036	+3	-8		-5	Alcicek et al. (2004)
EO blend	0.048	+2	-8		-4	Alcicek et al. (2004)
Plant extracts	0.1	+1		+1	0	Lee et al. (2003)
EO blend	0.024	-2	0		-2	Alcicek et al. (2004)
EO blend	0.048	0	+14		-12	Alcicek et al. (2004)
EO blend	0.072	-2	+8		-9	Alcicek et al. (2004)
Spices						
Oregano	5.0	+5		+7	-2	Florou-Paneri et al. (2006)
Thyme	1.0	+1	+2		-1	Sarica et al. (2005)
Garlic	1.0	-5	-5		0	Sarica et al. (2005)
TURKEYS						
Spices						
Oregano	1.25	-5	+2			Bampidis et al. (2005)
Oregano	2.5	-6	+1			Bampidis et al. (2005)
Oregano	3.75	-9	+1			Bampidis et al. (2005)
QUAIL						
Eos						
Thyme	0.06	0		+6		Denli et al. (2004)
Black seed	0.06	+1		+2		Denli et al. (2004)
Spices						
Coriander	5.0	+3		+1	+1	Güler et al. (2005)
Coriander	10.0	+3		+5	-1	Güler et al. (2005)
Coriander	20.0	+4		+8	-4	Güler et al. (2005)
Coriander	40.0	+5		+4	+1	Güler et al. (2005)

جدول ۲- اثر اسانس‌های روغنی بر کارایی تولید در طیور (برگرفته از مطالعه Windisch و همکاران ۲۰۰۸)

۳- استفاده از اسانس‌های روغنی در تغذیه طیور

تعداد محدودی مطالعات کنترل شده روی اثر ترکیبات اسانس‌های گیاهی بر قابلیت رشد، فعالیت آنزیم‌های گوارشی و قابلیت هضم درشت مغذی‌ها در جوجه‌های گوشتی انجام شده است. اثرات متغیری روی کارایی گزارش شده است. خلاصه‌ای از مطالعات اخیر بر اثرات اسانس‌های گیاهی روی کارآمدی پارامترهای تولید، توسط Windisch و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، نتایج اکثریت مطالعات تجربی، دلالت بر کاهش دریافت غذا همراه با عدم وزن‌گیری یا کاهش وزن نهایی داشته است که نشان دهنده بهبود ضریب تبدیل در تغذیه با اسانس‌های روغنی است. هیچ تأثیری بر پارامترهای کارآمدی در استفاده از اسانس‌پونه کوهی، آویشن، دارچین، فلفل، پودر سیر و مخلوط تجاری اسانس‌های گیاهی حاوی تیمول توسط محققین مختلف گزارش نشده است (Botsoglou et al., 2002a; Lee et al., 2003; Hernández et al., 2004; Shanmugavelu et al., 2004; Jang et al., 2007). هرچند، خلاصه‌ای از تحقیقات مختلف انجام شده در اروپا، تأثیر مثبت عصاره‌های گیاهی (کپسایسین و پلی فنول) بر کارایی جوجه‌های گوشتی را نشان می‌دهد (Kamel 2000, 2001). به طور مشابه، استفاده از عصاره‌های گیاهی شامل کپسایسین، سینامالدهید و کارواکرول (Jamroz et al, 2003)، پودر سیر (Lewis et al, 2003, Cross et al, 2004)، پودر سیر و تیمول (Demir et al, 2003) و یک ترکیب از اسانس‌های گیاهی (Alcicek et, 2004) و هم‌چنین در فیلدهای مختلف مطالعاتی (Bassett, 2000; Langhout, 2000; Kamel, 2001) بهبود کارایی جوجه‌های گوشتی، دستاورد لاشه و کاهش وزن روده نشان داده شده است. Demir و همکاران (۲۰۰۳)، بهبود در کاهش شاخص در پرزهای ایلئوم با تیمول و سیر را گزارش دادند. Bampidis و همکاران در سال ۲۰۰۵ نشان دادند که برگ‌های پونه کوهی نسبت ضریب تبدیل را در بوقلمون‌های بالغ بهبود می‌بخشد.

تغییر در کارکرد اسانس‌های گیاهی، در میان سایر عوامل، شامل ترکیب جیره پایه (با قابلیت هضم کمتر)، میزان دریافت غذا، استانداردهای تمیزی و شرایط محیطی، می‌تواند بر کارایی حیوانات مطرح باشد. سایر عوامل تأثیرگذار روی نتایج مطالعات *in vivo* شامل زمان برداشت و وضعیت بلوغ گیاهان، روش‌های استخراج در گیاهان، روش و مدت نگهداری و اثرات سینرژیستیک یا آنتاگونیستیک روی ترکیبات زیستی است.

آگونیستیک روی ترکیبات زیستی است.

۴- مکانیسم عمل اسانس های گیاهی در تغذیه طیور

ادویه‌جات مورد استفاده که به عنوان افزودنی برای افزایش طعم و مزه غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند، طیفی از اثرات فیزیولوژیک سودمند نشان می‌دهند. به دنبال ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به عنوان محرک رشد، استفاده از اسانس های گیاهی در تولید طیور، در حال رایج شدن است. هرچند، مکانیسم عمل ترکیبات فعال زیستی در پرند ه‌ها، کاملاً توضیح داده نشده است. بر اساس منابع موجود برای طیور، مکانیسم های مختلفی برای فعالیت اسانس های گیاهی وجود دارد که در این مقاله آنها را در ۴ گروه قرار دادیم: حسی، متابولیک، آنتی‌اکسیدانت و ضد میکروبی.

۴-۱- تأثیرات بر روی حسگرها: حسگرهای دهانی-بینی و تهویه گوارش

عمل تحریک گوارش، احتمالاً رایج ترین اثر فیزیولوژیک آزمایشگاهی روی گونه‌های مختلف بوده است. اسانس‌ها و یا اولئوسرین‌های سیر، شنبلیله، کورکومین، پیاز، نعناع، فلفل سیاه، دارچین و فلفل دلمه‌ای و ترکیبات فعال آنها به عنوان ادویه‌جات غذایی از طریق فعال نمودن ترکیبی سه مکانیسم حسی محیطی یافت شده در حفره‌های دهانی و بینی، حسگرهای معده، بویایی و چشایی عمل می‌کنند (Tominaga and Julius, 2000; Platel and Srinivasan, 2004; Srinivasan, 2007). حسگرهای دهانی/بینی، ناحیه معده روده‌ای (GI) را برای دریافت غذا آماده نموده و ترشحات گوارشی و حرکات روده را تحریک می‌کند (Ohara et al., 2005; Laugerette et al., 2003; Hiraoka et al., 2003; Teff, 2000; Katschinski, 1988). حسگرهای سماتیک در حفره دهانی-بینی به عصب V جمجمه (trigeminal) متصل بوده و همه اپیتلیوم دهانی-بینی را پوشانده و لامسه، دماهای مضر (بالا یا پایین) در حسگرهای عمقی (فیبرهای δA) و مواد شیمیایی (فیبرهای δA) و درد (فیبرهای C) شامل تندی توسط اسیدها یا ادویه‌جات را تشخیص می‌دهد (Miller and Teates, 1984; Hyde and Witherly, 1993; Tominaga and Julius, 2000; Djouhri and Lawson, 2004). دماهای مضر بالا یا پایین، همچنین تندی و ترکیبات تند ممکن است منجر به آسیب موکوس دستگاه گوارش شود. تحریک عصب سه‌گانه متعاقباً منجر به پاسخ هشدار دهنده مبنی بر عدم دریافت غذا می‌شود (Tewksbury and Nabhan, 2001)، که همراه با پاسخ ترشحاتی موکوس و دستگاه گوارش و افزایش حرکت روده به منظور محافظت از اپیتلیوم دستگاه هضم است (Akiba, 2001; Akiba et al., 2002; Kaunitz and Platel and Srinivasan, 2004). گزارش شده که ادویه‌جات یا اجزای فعال آنها منجر به تحریک ترشحات هضمی از قبیل بزاق (و آمیلاز بزاقی) در انسان و آنزیم‌های معده، مجاری صفراوی و پانکراتیک (لیپاز، آمیلاز

و پروتئاز) و موکوس روده ای در رت می‌شود (Glatzel, 1968; Platel and Srinivasan, 2000a,b, 2001, 2002). (2004; Platel et al., 2002).

دماها و همچنین تندی یا ادویه‌جات از طریق تحریک کانال‌های یونی داخل غشایی (اعضای خانواده رسپتورهای موقتی -TRP) به طور عمده شامل vanilloid های فعال شونده در اثر گرما (TRPV1-4) و انواع TRPM2,4,5 melastatin و خانواده ankyrin فعال شونده در اثر سرما (TRPA1) و عضو شماره ۸ خانواده melastatin (TRPM8) موجود بر روی نوروں‌های فیبرهای اعصاب سه گانه دریافت می‌شوند (Tominaga et al., 2007; Caterina, and Julius, 2000; Julius and Basbaum, 2001; Dhaka et al., 2006; Bandell et al., 2007). در مطالعه‌ای که توسط Shingai و Satio در سال ۲۰۰۶ انجام شد، گزارش شد که همه کانال‌های TRP مرتبط با حسگرهای دمایی به جز TRPM4 در ژنوم جوجه وجود دارند اما مکانیسم و تنظیم آن‌ها در طی تکامل مهره داران تغییر کرده است. تغییرات در میان حیوانات با توجه به حساسیت سیستم حسی معده گزارش شده است. یک پاسخ سیگموئیدی عصب سه‌گانه نسبت به کپسایسین، هم در جوجه و هم در پستانداران گزارش شده است. هرچند، دامنه غلظت پاسخ دهنده به کپسایسین در جوندگان آزمایشگاهی در nM (Toth et al, 2004) بوده در حالی که در جوجه‌ها در μM بوده و بر خلاف جوندگان منجر به پاسخ نورونی کامل نمی‌شود (Kirifides et al., 2004). به علاوه، به نظر می‌رسد که پاسخ‌های حساس به کپسایسین در جوجه‌ها مستقل از TRPV1 باشد (Mahmoud et al., 2007) و همراه با اثرات ایجاد کننده درد نیستند (Jordt and Julius, 2002). در حالی که به نظر می‌رسد اغلب پاسخ‌های پستانداران به ادویه‌جات به واسطه درد باشد، پرنده‌ها توانایی تحمل بیشتری دارند. پستانداران درنده با گیاه فلفل عقب نشینی نموده در حالی که برای پرندگان به عنوان حامل برای پخش کردن دان مطلوب است (Tewksbury et al., 1999; Tewksbury and Nabhan, 2001; Jordt and Julius, 2002; Nolte et al., 1993; Clark, 1998). پستانداران شامل انسان و خوک پاسخ عدم تمایل شدید نسبت به کپسایسین خوراکی (Green, 1989) و هم چنین سینامالدئید، کارواکرول یا اسید فرمیک نشان می‌دهند (Bikker et al., 2003; Eisemann and van Heugten, 2007) اما پرنده‌ها نسبت به وجود تا ۲۰,۰۰۰ p.p.m کپسایسین و سایر مخلوط‌های اسانس‌های روغنی بی‌تفاوت هستند (Szolcsanyi et al., 1986; Mason et al., 1991; Roura et al., 2008).

پرنده‌ها پاسخ‌های رفتاری نسبت به کپسایسین نشان نمی‌دهند، با این وجود سیستم عصبی پرنده به این ترکیبات غیر حساس نیست (Sann et al., 1987; Harti et al., 1989). جوجه‌ها ممکن است به سطوح پایین ادویه‌جات در غذا با افزایش ترشحات هضمی بدون عدم تمایل مشخص به غذا پاسخ دهند (مثلا کاهش دریافت غذا)، که در تقابل با پاسخ پستانداران است که همراه با کاهش بیشتر اشتها است. مثلا یک افزایش مشخص در آمیلاز پانکراس، تریپسین و مالتاز در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با مخلوطی از روغن‌های اسانسی تجاری گزارش شده است (Williams and Losa, 2001; Jang et al., 2004, 2007). هرچند Lee و همکاران در سال

۲۰۰۳ گزارش دادند که هیچ اثر واضحی روی فعالیت های آنزیمی در جوجه های تغذیه شده با تیمول و سینامالدهید پس از ۲۱ یا ۴۰ روز مشاهده نشد. تاثیر اسانس های روغنی بر قابلیت هضم مواد غذایی در جوجه ها توسط چندین گروه گزارش شده است. استفاده از مخلوطی از عصاره های گیاهی شامل کارواکرول، سینامالدهید و کپسایسین موجب افزایش نسبت مواد هضم شده در مدفوع شامل اتر (Hernández et al., 2004)، فیبر، چربی، خاکستر و پروتئین شده است (Jamroz et al., 2003). به علاوه، این مخلوط موجب مهار اثر سرکوبگر کربوکسی متیل سلولز بر قابلیت هضم چربی در جوجه ها شده است (Lee et al., 2004).

تأثیر ادویه جات بر متابولیسم چربی با توجه به اثر تنظیمی احتمالی کپسایسین خوراکی بر پراکندگی بافتی ادیپوزها، توجه زیادی را به خود جلب نموده است. در جوندگان، کپسایسین وزن چربی احشایی را کاهش داده که این ممکن است در افزایش بیان TRPV1 مؤثر باشد (Leung, 2008). فعال شدن کانال های TRPV1 توسط کپسایسین از چربی زایی (adipogenesis) سلول های 3T3-L1-preadipocytes و بافت چربی احشایی موش و انسان جلوگیری می کند (Zhang et al., 2007). به علاوه، سطح کلسترول کبدی با مصرف کپسایسین و کورکومین در جیره، کاهش یافت (Manjunatha and Srinivasan, 2007). دانش بسیار کمی در مورد تأثیرات اسانس های گیاهی بر متابولیسم لیپیدها وجود دارد. یک کاهش وابسته به دوز در کلسترول سرم در خروس های تغذیه شده با لمونن (Qureshi et al., 1988) مشاهده شده است، اما هیچ تغییری در کلسترول پلاسما در جوجه های تخم گذار پس از افزودن terpineol، citronellol و geraniol به جیره مشاهده نشد (Hood et al., 1978). ارتباط این یافته ها با یکدیگر، تحقیقات بیشتر در آینده را می طلبد.

۴-۲- آنتی اکسیدان: جلوگیری از اکسیداسیون بافتی

آنتی اکسیدان ها به طور گسترده به عنوان افزودنی مواد غذایی به کار رفته اند تا باعث محافظت غذا در برابر تخریب اکسیداتیو توسط رادیکال های آزاد شوند. از زمان های قدیم، دریافتند که ادویه جات مورد استفاده در انواع مختلف غذا برای بهبود طعم، دارای فعالیت آنتی اکسیدانت هستند. به منظور افزایش پایداری ذخیره غذا، آنتی اکسیدانت های سنتزی در فرآوری صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند. با این وجود، برخی از آنتی اکسیدانت های سنتزی مورد استفاده به طور رایج، از قبیل butylated hydroxytoluene (BHT) و butylated hydroxyanisole (BHA) به خاطر گمانه زنی بر قابلیت سرطان زایی، طبق شواهد به دست آمده از تحقیقات توسط سم شناسان مورد سؤال قرار گرفته اند (Reishe et al., 1998). به علاوه، عدم تأیید افزودنی های سنتزی توسط مصرف کننده های امروزی در حال افزایش است. به این دلیل، افزایش قابل توجهی در علاقه به مطالعه افزودنی های طبیعی به عنوان آنتی اکسیدان های احتمالی ایجاد شده است.

بسیاری از آنتی‌اکسیدان‌ها با منشأ گیاهی در سال‌های اخیر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در این میان، نشان داده شده که خصوصیات آنتی‌اکسیدانی بسیاری از گیاهان آروماتیک و ادویه‌جات در به تأخیر انداختن فرآیند پراکسیداسیون لیپیدی در روغن‌ها و غذاهای چرب مؤثر بوده و توجه بسیاری از گروه‌های تحقیقاتی را به خود جلب نموده است.

گیاهان خانواده Labiatae، به‌ویژه رزماری، پونه کوهی و مریم‌گلی به خاطر فعالیت آنتی‌اکسیدان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. پونه کوهی، یک ادویه شاخص غذاهای مدیترانه‌ای از خشک کردن گل‌ها و برگ‌های زیرگونه *Origanum vulgare* به‌دست آمده است. گیاهان *hirtum* به خاطر فعالیت آنتی‌اکسیدانشان به خوبی شناخته شده‌اند و اثر قابل توجهی در جلوگیری و به تأخیر انداختن فرآیند اکسیداسیون گوشت خوک دارند (Economou et al., 1991). اسانس پونه کوهی به منظور تعیین وابستگی فعالیت آنتی‌اکسیدان به ترکیب شیمیایی آن مورد بررسی قرار گرفت. کارواکرول و تیمول که حدود ۷۸ تا ۸۲ درصد از ترکیبات اسانس پونه کوهی را تشکیل می‌دهند، مسئول این فعالیت آنتی‌اکسیدان هستند (Yanishlieva and Marinova, 1995; Yanishlieva et al., 1999). هم‌چنین سایر اجزا از قبیل γ -terpinene و p-cymene دو تا از هیدروکربن‌های مونوترپن که به ترتیب ۵ و ۷ درصد اسانس را تشکیل می‌دهند در این فعالیت نقش دارند (Adam et al., 1998). در مطالعات دیگری نیز فعالیت آنتی‌اکسیدان پونه کوهی نشان داده شده است (Cervato et al., 2000; Abdalla and Roozen, 2001; Damechki et al., 2001; Martinez-Tomé et al., 2001; Vichi et al., 2001; Bendini et al., 2002).

مطالعاتی نیز در زمینه فعالیت آنتی‌اکسیدان دارچین انجام شده است (Kamel, 1999). سه عصاره دارچین با منشأ تجاری متفاوت، فعالیت آنتی‌اکسیدان قابل مقایسه با BHT سنتتیک نشان دادند. فعالیت آنتی‌اکسیدان برخی گیاهان دارویی توسط تست Rancimat ارزیابی شده است. Scheeder در سال ۲۰۰۰ فعالیت آنتی‌اکسیدان رزماری و عصاره آن، عصاره برگ زیتون و همچنین نمونه‌های مختلف چای را نشان داد. فعالیت آنتی‌اکسیدان ترکیبات فنولی به طور عمده ناشی از ساختار شیمیایی و خصوصیات ردوکس آنهاست. Farag و همکاران (۱۹۸۹) در مورد ارتباط بین فعالیت آنتی‌اکسیدان و خصوصیات شیمیایی اسانس‌های گیاهی، تحقیقاتی ارائه دادند. فعالیت آنتی‌اکسیدان بالا در تیمول در نتیجه حضور گروه‌های OH فنولی که به عنوان دهنده هیدروژنی به رادیکال‌های پروکسی تولید شده در اولین مرحله اکسیداسیون لیپیدی عمل می‌کنند، ایجاد می‌شود که در نتیجه تشکیل پراکسید هیدروژن را کاهش می‌دهد. Teissedre و Waterhouse (۲۰۰۰) همبستگی بین محتوای فنول اسانس‌های گیاهی و اکسیداسیون کمتر لیپوپروتئین‌های انسانی در محیط آزمایشگاهی نشان دادند.

اکسیداسیون لیپیدی معضل اصلی در فرآوری، پخت و پز و نگهداری گوشت به نظر می‌رسد که با از بین بردن رنگ، عطر و طعم بر کیفیت محصول اثر گذاشته و عمر مفید آن را کاهش می‌دهد (Maraschiello et al., 1998). گوشت طیور ویژگی‌های تغذیه‌ای مطلوب از قبیل محتوای لیپیدی پایین و غلظت بالای اسیدهای چرب اشباع نشده دارد که این ویژگی‌ها می‌تواند با به کار گرفتن استراتژی‌های به خصوص در جیره افزایش یابد. در اثر محتوای بالای اسیدهای چرب اشباع نشده، گوشت طیور به تخریب اکسیداتیو حساس است که اکسیداسیون اغلب تعیین کننده عمر محصولات خام آماده مصرف است (Igene and Pearson, 1979). حساسیت به تخریب اکسیداتیو در گوشت بوقلمون نسبت به جوجه گوشتی بیشتر است، هرچند این دوگونه ترکیب اسیدهای چرب موجود در بافتشان یکسان است (Marusich et al., 1975). این تفاوت عمدتاً مربوط به توان کمتر بوقلمون به ذخیره توکوفرول جیره در بافت در مقایسه با جوجه گوشتی مربوط می‌شود (Sklan et al., 1982; Wen et al., 1997). α -توکوفرول در فسفولیپیدهای غیر اشباع غشای سلولی قرار می‌گیرد که اکسیداسیون لیپیدی را مهار می‌کند. از این رو، ظرفیت آنتی‌اکسیدان گوشت طیور عمدتاً به غلظت α -توکوفرول بستگی دارد که به α -توکوفرول استات افزوده شده در جیره مرتبط است (Wen et al., 1997).

ویژگی‌های آنتی‌اکسیدان اسانس‌های گیاهی در مطالعات حیوانی توسط Youdim و Deans (۱۹۹۹) مورد بررسی قرار گرفته است. رت‌های تغذیه شده با روغن دارچین و تیمول، سطح بالاتری از اسیدهای چرب غیراشباع در غشای لیپیدی بافت‌های مختلف نشان دادند. این افزودنی‌ها به عنوان مهارکننده موثر رادیکال‌های آزاد عمل نموده و هم‌چنین روی سیستم آنتی‌اکسیدانی در بدن حیوان مؤثر است. شواهدی در مرغ‌های تخم‌گذار وجود دارد که افزودن تیمول به جیره منجر به کاهش اکسیداسیون در زرده تخم مرغ در حین نگهداری در یخچال می‌شود که با تشکیل مالون دی‌آلدئید اندازه‌گیری می‌شود که می‌تواند منجر به افزایش زمان نگهداری و کاهش نیاز به افزودنی‌های پایدارکننده اکسیداتیو می‌شود (Botsoglou et al., 1997). تیمول و cymene-2,3-diol که مسئول ایجاد خاصیت آنتی‌اکسیدان در آویشن هستند در تخم مرغ‌های جمع‌آوری شده طی ۲۴ روز پس از دوران تغذیه اندازه‌گیری شدند (Krause and Ternes, 1999). به طور تقریبی، ۱۲ روز پس از دریافت جیره ۰/۰۰۴ و ۰/۰۰۶ درصد از تیمول و cymene-2,3-diol دریافت شده به زرده تخم مرغ منتقل شد. این ترکیبات بلافاصله پس از توقف دریافت این افزودنی‌ها از طریق جیره، در زرده تخم مرغ از بین رفتند.

به غیر از توکوفرول، آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی از قبیل عصاره رزماری (Lopez-Bote et al., 1998) یا کاتچین چای (Tang et al., 2000)، قابلیت افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان در گوشت جوجه گوشتی را دارند. به علاوه، اسانس گیاهی موجود در پونه کوهی پایدار اکسیداتیو گوشت خام را در طی نگهداری در یخچال افزایش

می‌دهد (Botsoglou et al., 2003b, 2004; Young et al., 2003). افزودن گیاهان دارویی و عصاره آن‌ها یک استراتژی ساده و مطمئن برای ایجاد فعالیت آنتی‌اکسیدان طبیعی در گوشت جوجه گوشتی است.

آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی مشابه به عنوان افزودنی جیره در بوقلمون نیز مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. تأثیر افزودن اسانس پونه کوهی و α -توکوفرول استات بر اکسیداسیون لیپیدی بر گوشت پخته شده و خام در طی نگهداری در یخچال و اکسیداسیون لیپیدی ایجاد شده توسط آهن توسط Botsoglou و همکاران مورد مطالعه (۲۰۰۲، ۲۰۰۳) و Papageorgiou و همکاران (۲۰۰۳) مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این مطالعات افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان در بافت‌های بوقلمون را در نتیجه دریافت اسانس پونه کوهی یا α -توکوفرول استات در جیره نشان داد. دریافت ۲۰۰ میلی گرم روغن ارگانو به ازای هر کیلوگرم جیره در به تأخیر انداختن اکسیداسیون لیپیدی در مقایسه با ۱۰۰ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم مؤثرتر بود، اما معادل دریافت ۲۰۰ میلی گرم α -توکوفرول استات بود. به طور مشابه، Marcincak و همکاران در سال ۲۰۰۸ نشان دادند که افزودن اسانس پونه کوهی در جیره جوجه گوشتی در به تأخیر انداختن اکسیداسیون لیپیدی در مقایسه با گروه کنترل مؤثر بود. پایداری اکسیداتیو بهتر در نمونه‌های گوشتی بوقلمون و جوجه گوشتی دریافت کننده اسانس پونه کوهی در جیره احتمالاً ناشی از ورود ترکیبات آن به سیستم گردش خون و گسترش و ماندگاری در گوشت است.

بقایای اسانس‌های گیاهی در گوشت می‌تواند توسط انسان مصرف شود. هرچند، یک روش آزمایشگاهی دقیق برای تعیین اسانس‌های روغنی در سیستم بیولوژی به منظور تشخیص و تعیین مقدار هریک از این اسانس‌ها هرچند در مقدار کم در بافت‌ها مورد نیاز است.

۴-۳- فعالیت ضد میکروبی و بهبود فلور میکروبی روده

یکی از مهم‌ترین تأثیرات عصاره‌های گیاهی فعالیت ضد میکروبی آن‌هاست. تعداد بی‌شماری از مقالات علمی، ارائه دهنده شواهد معتبر بر فعالیت ضدباکتری، قارچی و ضدویروسی بسیاری از عصاره‌های گیاهی بر علیه پاتوژن‌های با منشأ خوراک وجود دارد (Larrondo et al., 1995; Nenoff et al., 1996; Basílico and) (Basílico, 2004; Rota et al., 2000; Dorman and Deans, 1999; Tabak et al., 1999). به عنوان مثال Cowan و همکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که ۶۰٪ از مشتقات اسانس‌های گیاهی که تا به امروز مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، مهارکننده قارچی بوده‌اند در حالی که تنها ۳۰٪ مهارکننده باکتری هستند. بیشتر محققانی که به مطالعه بر روی تأثیر اسانس‌های گیاهی بر پاتوژن‌های تخریب کننده غذا پرداخته‌اند، بر این باورند که اسانس‌های گیاهی در باکتری‌های گرم مثبت نسبت به گرم منفی فعال‌ترند (جدول ۳). Chao و همکاران (۲۰۰۰)، تأثیر ۴۵ اسانس گیاهی بر طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها شامل ۸ نوع باکتری، ۴ تا گرم مثبت و

۴ تا گرم منفی را بررسی کردند. نتایج حاکی از مقاومت بیشتر در باکتری‌های گرم مثبت نسبت به گرم منفی‌ها در برابر اسانس‌های گیاهی بود. اسانس‌های پوسته دارچین و مرزه علیه هر دو گروه باکتری گرم مثبت و منفی مؤثر بودند. نتایج مهارکنندگی مشابه توسط Smith-Palmer و همکاران (۱۹۹۸) در اسانس‌های به‌دست‌آمده از دارچین، میخک و آویشن بر روی ۵ پاتوژن با منشأ غذایی (*E. coli*, *S. enteritidis*, *C. jejuni*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*) به‌دست آمد. هرچند، اسانس‌های گشنیز تنها باکتری‌های گرم منفی را مهار می‌کند (Chao et al., 2000). ترکیب شیمیایی اسانس‌های گیاهی به‌دست آمده از سویه‌های گیاهی خاص، بر اساس منشأ جغرافیایی و زمان برداشت متغیر است. بنابراین، این امکان وجود دارد که تفاوت در ترکیب شیمیایی بین اسانس‌های گیاهی به‌دست آمده در فصول مختلف و مناطق مختلف برای ایجاد تنوع در میزان حساسیت به باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی کافی است.

حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC) برای اندازه‌گیری ظرفیت ضد باکتریایی اسانس‌های گیاهی به کار می‌رود. تعدادی از MIC‌های به کار رفته برای اسانس‌های گیاهی و ترکیبات اسانس‌های گیاهی بر علیه پاتوژن‌های با منشأ غذایی در جدول ۳ ارائه شده است. برخی مطالعات نشان داده‌اند که (Gill et al., 2002; Mourey and Canillac, 2002) فعالیت ضد باکتریایی اسانس‌های گیاهی نسبت به ترکیبات اصلی تشکیل دهنده آن‌ها بیشتر است که نشان دهنده نقش ترکیبات با میزان کمتر در فعالیت اسانس‌های گیاهی همراه با اثر سینرژیک آن‌هاست. دو تا از اجزای اصلی با ساختار مشابه، به دست آمده از اسانس‌های پونه کوهی، کارواکرول و آویشن بر علیه *S. aureus* و *P. aeruginosa* اثر افزایش‌دهنده‌ای نشان دادند. اثر سینرژیک بین کارواکرول و پیش‌ساز بیولوژیک آن p-cymene، در عمل بر روی سلول‌های *B. cereus* مشخص شد. p-cymene به عنوان یک ضد باکتری ضعیف، موجب تورم بیشتر در غشای باکتریایی نسبت به کارواکرول می‌شود. p-cymene با این مکانیسم می‌تواند ورود کارواکرول را به داخل سلول تسهیل کند که منجر به اثر سینرژیک در استفاده همزمان از این دو می‌شود (Ultee et al., 2002).

هرچند خصوصیات ضد میکروبی اسانس‌های گیاهی و ترکیبات آن‌ها به طور گسترده‌ای در گذشته مورد مطالعه قرار گرفته است، مکانیسم عمل آن‌ها با جزئیات دقیق بررسی نشده است (Lambert et al., 2001). با توجه به وجود تعداد زیاد ترکیبات شیمیایی در اسانس‌های گیاهی، فعالیت ضد باکتریایی آن‌ها به یک مکانیسم خاص نسبت داده نمی‌شود بلکه چندین هدف در سلول‌ها وجود دارند (Skandamis et al., 2001; Carson et al., 2002). یکی از مهم‌ترین خصوصیات اسانس‌های گیاهی و اجزای آن‌ها، هیدروفوبیسیته است که آن‌ها را قادر می‌سازد لیپیدهای دیواره سلولی باکتری و میتوکندری را شکسته و موجب نفوذپذیری بیشتر آن‌ها می‌شود. عموماً، اسانس‌های گیاهی با بیشترین خاصیت ضدباکتریایی بر علیه پاتوژن‌های با منشأ غذایی حاوی درصد بالایی از ترکیبات فنولی شامل کارواکرول، ائوگونول (2-methoxy-4-(2-propenyl)phenol) و

تیمول هستند (Farag et al., 1989a, 1989b; Thoroski et al., 1989; Cosentino et al., 1999; Dorman and Deans, 2000; Juliano et al., 2000; Lambert et al., 2001). کارواکرول و تیمول قادر به شکستن غشای لیپیدی باکتری‌های گرم منفی، آزاد شدن لیپوپلی ساکاریدهای آن‌ها و افزایش نفوذپذیری غشای سلولی به ATP می‌شود (Helander et al., 1998; Xu et al., 2008). زمانی که مقادیر مختلف از اسانس‌های گیاهی گرفته شده از گشنیز، شوید و اکالیپتوس (هریک حاوی چندین ترکیب)، ترکیب می‌شوند منجر به اثرات افزایشی، سینرژیستیک یا آنتاگونیستیک می‌شود (Delaquis et al., 2002). مخلوط سینامالدئید با دوز ۲۵۰ میگروگرم در میلی‌لیتر و و ائوگنول به میزان ۵۰۰ میگروگرم در میلی‌لیتر منجر به مهار رشد *Staphylococcus sp*، *Micrococcus sp*، *Bacillus sp* و *Enterobacter sp* بیش از ۳۰ روز می‌شود، در حالی که هریک از این‌ها به تنهایی منجر به مهار رشد نمی‌شود (Moleyar and Narasimham, 1992).

Essential oil	Zone of inhibition							
	Gram-positive bacteria				Gram-negative bacteria			
	Bc	MI	Sa	Ef	Ec	Af	Ecl	Pa
Angelica	2	4	4	4	2	7	1	-
Bergamot	4	6	2	4	2	3	1	-
Cinnamon	17	27	9	12	12	24	18	6
Coriander	>33	>33	25	33	-	10	-	-
Dill	4	4	5	3	4	7	1	1
Eucalyptus	>33	4	-	-	1	7	2	-
Ginger	2	2	-	1	-	-	-	-
Juniperberry	4	7	3	2	2	10	1	-
Lime	4	2	2	2	-	7	-	1
Mandarine	3	-	4	4	1	6	-	-
Savory	15	>33	10	15	18	30	17	-
Nutmeg	2	2	2	1	5	5	3	-
Orange	-	3	-	2	1	5	-	-
Pepper	1	2	-	-	-	8	-	-
Pine	5	5	3	4	3	14	-	-
Rosemary	3	2	-	-	6	6	3	-
Rosewood	13	17	7	5	12	19	15	-
Sage	2	4	2	1	2	12	2	-
Tarragon	4	6	6	7	3	12	1	-

Bc, *Bacillus cereus*; MI, *Micrococcus luteus*; Sa, *Staphylococcus aureus*; Ef, *Streptococcus faecalis*; Ec, *enterobacter cloacae*; Af, *Alcaligenes faecalis*; Ecl, *Escherichia coli*; Pa, *Pseudomonas aeruginosa*.

جدول ۳- تاثیر اسانس‌های گیاهی بر مهار رشد باکتری‌ها (بر گرفته از مطالعه Chao و همکاران در سال ۲۰۰۰)

انواع مختلف گیاهان دارویی و اسانس‌های آن‌ها به عنوان درمان طبیعی سال‌های زیادی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اثر ضدباکتریایی اسانس‌های گیاهی به خوبی شناخته شده (Dorman and Deans, 2000) و در ابتدای این بخش به طور کامل توضیح داده شد. هرچند، تمام این تست‌ها در محیط آزمایشگاهی مورد تأیید قرار گرفته، تعداد کمی از آن‌ها در حیوانات انجام گرفته است. به همین علت، مطالعاتی به منظور بررسی استفاده از ترکیبات شیمیایی گیاهان طبیعی و مخلوط آن‌ها به عنوان افزودنی در حیوانات برای مبارزه با بیماری‌ها، یا بهبود فلور میکروبی روده صورت گرفته است.

تأثیر دو مخلوط متفاوت از اسانس‌های روغنی بر تکثیر *C. perfringens* در روده و مدفوع جوجه گوشتی توسط Mitsch در سال ۲۰۰۴ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از این بود که مخلوط تیمول، ائوگنول، کورکومین و پیپرین یا مخلوط کارواکرول و تیمول (هریک ۵۰ درصد)، ائوگنول، کورکومین و پیپرین می‌تواند کلونیزه و تکثیر *C. perfringens* را در روده جوجه گوشتی کاهش دهد.

محققین بر این عقیده‌اند که اثرات این محصولات مستقیماً ناشی از مهار باکتری‌ها است. هرچند، آنزیم‌های گوارشی القا شده توسط اسانس‌های گیاهی قابلیت هضم مواد غذایی را افزایش داده و منجر به بهبود فلور میکروبی روده می‌شود. غیر فعال شدن سموم *C. perfringens* توسط آنزیم‌های گوارشی از قبیل تریپسین (Arbuckle, 1972; Baba et al., 1992) نیز می‌تواند توضیحی بر علت کاهش کلونیزه شدن باکتریایی در روده جوجه گوشتی توسط اسانس‌های گیاهی باشد. Cross و همکاران (۲۰۰۲) و Jang و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند که تعداد کلی فرم‌ها در پرندگانی که آویشن یا مخلوط تجاری از اسانس‌های گیاهی حاوی تیمول به غذای آن‌ها افزوده شده، کاهش می‌یابد. به طور مشابه، مخلوط کپسیکوم، سینامالدئید و کارواکرول تعداد *E. coli* و *C. perfringens* را کاهش داد (Losa and Köler, 2001; Tucker, 2002; Jamroz et al., 2003). Tellez و همکاران (۱۹۹۳) و Orndorff و همکاران (۲۰۰۵) در جوجه گوشتی و Vicente و همکاران (۲۰۰۷) در مرغ‌های تخم‌گذار اثر، کپسایسین در پیشگیری از عفونت با *S. enteritidis* را نشان دادند. هرچند، Cross و همکاران در سال ۲۰۰۷ هیچ تأثیری از سبزیجاتی که در آشپزی به کار می‌رود یا اسانس آن‌ها روی جمعیت فلور میکروبی مشاهده نکردند. بنابراین، عصاره‌های گیاهی در جیره غذایی می‌تواند روی فلور میکروبی تأثیرگذار باشد، هرچند به نظر می‌رسد که ترکیب شیمیایی این عصاره‌ها در به‌دست آوردن تأثیر بهینه مهم باشد و خصوصیات ضد میکروبی اسانس‌های روغنی در پرنده تحت تأثیر جیره و شرایط محیطی قرار می‌گیرد. مطالعاتی بر تأثیر اسانس‌های روغنی در کنترل کوکسیدیوز در پرندگان انجام شده است. تأثیر درمان‌های مختلف بر جوجه‌های گوشتی آلوده شده با *Eimeria acervulina* مورد بررسی قرار گرفت.

Ibrir و همکاران (۲۰۰۲) با مطالعه تأثیر آویشن، Giannenas و همکاران (۲۰۰۳) پونه کوهی و Christaki و همکاران (۲۰۰۴) با مطالعه بر روی یک ترکیب تجاری هیچ تأثیری بر دفع اوسیت‌ها مشاهده نکردند، اما تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کارایی حیوان پس از ابتلا به عفونت و هم‌چنین کاهش میزان خون در مدفوع نشان دادند. Evans و همکاران (۲۰۰۱) کاهش دفع اوسیت‌ها را در جوجه‌هایی که با جیره حاوی ۵۰ ppm از مخلوط اسانس‌های روغنی (میخک ۱٪، آویشن ۰/۱٪، نعناع ۰/۱٪ و لیمو ۰/۱٪) تغذیه کردند، در مقایسه با جیره بدون افزودنی مشاهده نمودند. Waldenstedt (۲۰۰۳) نشان داد که واکسیناسیون بر علیه کوکسیدیوز همراه با یک محصول تجاری بر پایه پونه کوهی می‌تواند روش جایگزین برای کنترل سلامتی روده در جوجه‌های تولید شده به روش طبیعی باشد. Oviedo-Rondón و همکاران (۲۰۰۶) و Hume و همکاران (۲۰۰۶) نشان

دادند که مخلوط تجاری اسانس‌های روغنی موجب تعادل میکروبی در جوجه‌های گوشتی واکسینه شده علیه کوکسیدیوز می‌شوند که باعث جلوگیری از تغییرات شدید در آلودگی با کوکسیدیوز می‌شود.

مطالعاتی نیز بر روی تغییرات هیستولوژیک بافت روده‌ای و گوارش جوجه‌های گوشتی در پاسخ به افزودن اسانس‌های روغنی انجام شده است. Jamroz و همکاران (۲۰۰۶) افزایش ترشح موکوس و ضخامت لایه موکوسی را در بافت ترشحي معده و دیواره ژژونوم در جوجه‌های تغذیه شده با عصاره گیاهی گزارش دادند. این مشاهدات اثر محافظت کننده مخلوط کارواکرول، سینامالدئید و کپسایسین بر پرزهای روده را نشان می‌دهند. همچنین، تغییرات موکوس روده منجر به کاهش چسبندگی میکروب‌ها و در نتیجه تغییر جمعیت میکروبی روده می‌شود.

The logo for KDK features the letters 'KDK' in a bold, blue, sans-serif font. The text is centered within a white circular area. This white circle is surrounded by a thick, light blue ring. The entire logo is set against a background of several overlapping, semi-transparent light blue circles of varying sizes, creating a layered, circular effect.

۵- مسیر متابولیکی و سمیت اجزای زیستی فعال اسانس‌های گیاهی

مسیر متابولیکی ترکیبات اسانس‌های گیاهی مورد استفاده در درمان‌های گیاهی توسط Kohlert و همکاران (۲۰۰۰) مورد مطالعه قرار گرفته است. ترکیبات زیستی فعال، بلافاصله پس از مصرف خوراکی، تنفسی و یا تجویز پوستی جذب شده و اغلب توسط کلیه‌ها به شکل گلوکورونیدها و یا دی‌اکسید کربن دفع می‌شوند. به همین دلیل، احتمال تجمع آن‌ها در بدن به خاطر پاکسازی سریع و نیمه عمر کوتاه، پایین است.

تجزیه و کینتیک کارواکرول، تیمول و ائوگونول و سینامالدئید در دستگاه گوارش خوک توسط Michiels و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. همچنین، روشی برای تعیین ترکیب اسانس‌های روغنی ایجاد کردند که بدین ترتیب نشان دادند این ترکیبات به طور عمده و تقریباً به طور کامل در معده و قسمت بالایی روده کوچک جذب می‌شوند. علاوه بر متابولیسم میزبان، به نظر نمی‌رسد که میکروب‌های روده در متابولیسم اسانس‌های گیاهی نقش داشته باشند. Varel و Miller (۲۰۰۰) و Varel (۲۰۰۲) گزارش دادند که تیمول و کارواکرول توسط میکروارگانیسم‌های مدفوع خوک متابولیزه نمی‌شوند. در مطالعه‌ای که توسط Jenner و همکاران (۱۹۶۴) بر روی سمیت در رت انجام شد، نشان دادند که LD50 (بر حسب میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم وزن بدن) در کارواکرول، سینامالدئید، بتا-یونون و تیمول به ترتیب برابر با ۸۱۰، ۲۲۲۰، ۴۵۹۰ و ۹۸۰ می‌باشد. هرچند، در مطالعه‌ای که رت‌ها با جیره حاوی تیمول به میزان ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ ppm تغذیه شدند، هیچ علامت واضحی از سمیت مشاهده نشد (Hagan et al., 1967). متابولیت‌های ادراری سینامالدئید نیز در رت و موش مورد مطالعه قرار گرفته‌اند (Peters and Caldwell, 1994). سینامالدئید در ۲۴ ساعت اول از طریق ادرار دفع شد و کمتر از ۲ درصد مقدار تجویز شده در در لاشه باقی ماند. در رت‌های تغذیه شده با دوز ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم سینامالدئید به ازای هر کیلوگرم وزن بدن کمتر از ۲۰ درصد اجزای زیستی فعال مشاهده شد (Yuan et al., 1993).

Igimi و همکاران (۱۹۷۴) و Kodama و همکاران (۱۹۷۴) اثرات متابولیک d-لیمونن را در رت و خرگوش مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها گزارش دادند که d-لیمونن جذب شده از طریق روده، بدون اینکه بقایای آن در بدن باقی بماند، سریعاً دفع شد. نتایج مشابهی توسط Austgulen و همکاران در سال ۱۹۸۷ و Takada و همکاران در سال ۱۹۷۹ در موش‌ها و خرگوش‌های تغذیه شده با کارواکرول و تیمول بدست آمد. مقادیر زیادی از این ترکیبات به شکل تغییر نیافته از بدن دفع شده بودند.

۶- نتایج و زمینه‌های مطالعه در آینده

فشار فزاینده در صنعت پرورش حیوانات اهلی در کاهش یا حذف استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های خوراکی به عنوان محرک رشد، زمینه تحقیق برای یافتن جایگزین‌های ایمن و مؤثر را فراهم نموده است. این نسل جدید افزودنی‌ها شامل گیاهان دارویی و اسانس‌های گیاهی می‌باشد. اثرات سودمند اغلب گیاهان دارویی، گونه‌های مختلف آن‌ها و اجزای آن‌ها از گذشته مورد توجه بوده و اثرات آن‌ها در غذا و حیوانات آزمایشگاهی گزارش شده است.

طیف گسترده‌ای از گیاهان حاوی ترکیبات فعال زیستی هستند که قابلیت عملکرد به عنوان افزودنی‌های چندمنظوره در حیوانات را دارند. گزارشاتی از عملکرد چند منظوره برخی از عصاره‌های گیاهان و گونه‌های رایج در حیوانات تک معده‌ای شامل تأثیر بر کارایی هضم، متابولیسم لیپیدی، جلوگیری از اکسیداسیون بافتی و بهبود جمعیت میکروبی وجود دارد. بنابراین، تأثیر اسانس‌های گیاهی به فلور میکروبی محدود نشده و می‌تواند بر روی اعصاب محیطی و متابولیسم حیوان نیز تأثیرگذار باشد. دانش بیشتر در مورد مکانیسم عمل و اثرات ترکیبات در فرموله کردن مخلوطی از این ترکیبات به منظور بهینه کردن کارایی مفید است.

به منظور به کارگیری این قابلیت‌ها، تحقیقات می‌تواند بر موضوعات زیر متمرکز باشد:

✓ مطالعات بیشتری باید بر روی اسانس‌های گیاهی مورد استفاده در در مطالعات حیوانی بر روی پاسخ‌های وابسته به دوز آن‌ها، تأثیر آن‌ها در ترکیب با فرمول‌های مختلف خوراک‌های تجاری و تأثیر ژنتیک‌های حیوانی و شرایط پرورش در توضیح بهتر کارکرد آن‌ها در علوم حیوانی انجام گیرد.

با توجه به استفاده گسترده از این عصاره‌ها به عنوان افزودنی‌های طبیعی، در صنعت تغذیه انسان و خوراک حیوانات، روش‌هایی برای ارزیابی باقیماندن ترکیبات فعال آن‌ها در غذا و خوراک مورد نیاز است. هنوز روش دقیقی برای اندازه‌گیری و تعیین مقدار دقیق باقیمانده این اسانس‌های گیاهی در خوراک و بافت‌های حیوانی مشخص نشده است. این تکنیک‌ها در ارزیابی میزان مواد باقیمانده در لاشه حیوان، شیر و گوشت ضروری است. پایداری برخی از اسانس‌های گیاهی در طی فرآوری غذا، باید به طور ویژه مشخص شود.

✓ مشخص نمودن اجزای فعال. وجود یک گیاه دارویی یا اسانس تهیه شده از آن همیشه تأثیر یکسانی در کارایی جوجه‌های گوشتی ندارد، بنابراین اندازه‌گیری ترکیب شیمیایی در یک عصاره گیاهی برای تعیین ترکیب بهینه در آینده ضروری است.

✓ تعاملات بین اسانس‌های گیاهی و ترکیبات آن‌ها و سایر اجزای خوراک و افزودنی‌های خوراک نیاز به بررسی بیشتر دارد. این پیچیدگی، با توجه به تعداد و تنوع ترکیبات زیستی فعال و تعاملات بین آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اثرات سینرژیک می‌تواند برای به حداکثر رساندن فعالیت ضد باکتری

اسانس‌های گیاهی و به حداقل رساندن غلظت مورد نیاز برای ایجاد اثر ضد باکتریایی مورد استفاده قرار گیرد. تعاملات احتمالی با سایر افزودنی‌های خوراک از قبیل اسیدهای آلی و پروبیوتیک‌ها باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

The logo for KDK features the letters 'KDK' in a bold, blue, sans-serif font. The text is centered within a white, stylized circular emblem that resembles a traditional knot or a complex geometric pattern. This emblem is set against a light blue background that forms a larger, partial circular shape around it.