

## ХИМИЧЕН СЪСТАВ НА МЕСОТО И МАСТНОКИСЕЛИНЕН СЪСТАВ НА ВЪТРЕМУСКУЛНИТЕ ЛИПИДИ ПРИ ИЗТОЧНОБАЛКАНСКИ СВИНЕ

ВАЛЕНТИН ДОЙЧЕВ, СТОЯНКА СТЕФАНОВА\*

Аграрен факултет, Тракийски университет - Стара Загора

\*Опитна станция по земеделие - Средец

Препоръките на диетолозите за здравословно хранене през последните десетилетия насочиха животновъдната наука и практика към значителна промяна на мастнокиселинния състав на месото и произведените от него продукти. Тези промени са насочени към намаляване на съдържанието на наситени мастни киселини (НМК) и повишаване това на ненаситените (ННМК), в частност на полиненаситените мастни киселини (ПННМК). Основният акцент при тези промени се поставя върху повишаване на съдържанието на дълговерижните п-3 ПННМК и промяна на п-6/п-3 съотношението и съотношението ПННМК/НМК (**Jiménez-Colmenero, 2007**).

За съжаление фуражните компоненти, богати на п-3 ПННМК (ленено семе, рапично семе, рибено масло), са нетрадиционни и сравнително скъпи фуражи. Поради тази причина, както и във връзка със тяхното негативно влияние върху качествата на месото и месните продукти, използването им е ограничено и невинаги икономически изгодно. Затова напоследък специалистите обръщат поглед към месото и месните продукти, получени при т. нар. биологични системи на производство. Това е месо, получено от животни, отглеждани при естествени пасищни условия и обогатено по този начин на полиненаситени мастни киселини и в частност на п-3 мастни киселини и притежаващо отлични вкусови и технологични качества (**Sundrum, 2001**).

Според **Muriel et al. (2002)** съществуващите системи за естествено пасищно отглеждане на

няколкото запазили се в Европа примитивни породи свине: Иберийска; Корсиканска; Лимузинска и Гасконска, категорично са биологични или естествени системи на производство. Храненето на тези свине е изключително или основно пасищно с оползотворяване на естествените фуражни източници (жълъди, треви, клубени, грудки, червеи, какавиди и др.) (**García – Olmo et al., 2002**). Най-известна и многочислена от тези породи е Иберийската, която е средиземноморска примитивна порода свине, отглеждана пасищно на Иберийския полуостров и използвана основно за производство на скъпоструващи сушени деликатесни продукти (бутове, плешки, филета) с отлични вкусови качества (**Ventanas et al., 1992; Garsia et al., 1996**). По-добрите вкусови качества на сушените деликатесни продукти, произведени от месото на Иберийските свине, се обуславя от специфичните аромат и структура на месото (**Lopez et al., 1992; Garsia et al., 1996**), което се дължи основно на мастнокиселинния състав на липидите (**Cava et al., 1997; Rey et al., 2006**).

Единствената аборигенна порода свине, запазила се все още в чисто състояние у нас, е Източнoбалканската.

Тази порода се отличава с превъзходна аклиматизационна способност и устойчивост на масово разпространените заболявания по свинете. Характеризира се с много добра адаптивност към екстремните условия на района, който обитава, здрава конституция и много вкусно месо. (**Бенков, 1988**)

Проучванията върху тази порода в минало-

то са предимно върху кръстосването ѝ със свине от различни преходни и подобрени породи и промяната на репродуктивните, угоителните и кланичните показатели (Георгиев и др., 1959; Георгиев и Бенков 1964; Хлеббаров и Петров 1951). Изследвания върху качествения състав на месото са правени от Стефанова и др. (1991), Сланев и др. (1993), Палова (2006), като акцентът при тях е основно върху върху общия химичен състав на месото. Марчев и др. (2010) проучват мастнокиселинния състав на тъканните липиди и установяват, че месото на свинете от Източнобалканската порода се характеризира с 4.0% до 6.0% по-високо съдържание на полиненаситени мастни киселини и намаляване на отношението омега-6/омега-3 мастни киселини до 4,7/1, което е в рамките на препоръчаното от диетолозите – под 5/1. Тези резултати показват, че месото на прасетата от Източнобалканската порода е подходящо за производство на продукти, отговарящи на европейските стандарти за здравословно хранене. След анализ на състоянието и перспективите за развитие на Източнобалканската порода Накев и др. (2011) правят заключението, че има предпоставки за увеличаването на поголовието на Източнобалканската свиня, като за целта трябва да се организира производство на бутикови месни продукти и рекламна кампания за диетичните качества на месото и продуктите произведени от него.

Целта на настоящото проучване бе да се установи влиянието на различните условия на хранене и отглеждане върху мастнокиселинния състав на вътремускулните липиди при източнобалканските свине.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

В проучването бяха включени 16 прасета от породата Източнобалканска свиня, разделени в две групи по 8 (5 мъжки кастрирани и 3 женски). Прасетата бяха угоявани от 30 до 90 kg ж. м., както следва:

I група – свободно-пасищно през целия период на угояване от 30 до 90 kg жива маса с подхранване с комбиниран фураж (0.75 kg/ден);

II група – затворено отглеждане и хранене с комбиниран фураж през целия период на угояването (30 – 90 kg).

Данни за компонентния състав, хранителната стойност и мастнокиселинния състав на използвания комбиниран фураж са представени в табл. 1.

След достигане на 90 kg ж.м. прасетата бяха заклани. За извършване на предвидените анализи бяха взети проби от м. *Longissimus thoracis et lumborum* в областта на последните три гръдни прешлена и от м. *Semimembranosus* от неговата средна третина. Химичният състав на месото бе определен на проби от м. *Longissimus thoracis et lumborum* по методите на АОАС. Мастнокиселинният състав на триацилглицеролите бе определен на проби от м. *Longissimus* и м. *Semimembranosus*, като екстракцията на липидите бе извършена по метода на Bligh and Dyer (1959). Липидните класове – триацилглицероли и фосфолипиди, бяха изолирани с помощта на тънкослойна хроматография върху плаки от Силикагел G и подвижна система от разтворители хексан:етер (80:20) по Димов и Димитров (1978). Мастните киселини бяха метилирани в 2% разтвор на  $H_2SO_4$  в безводен метанол по Ангелов, (1994). Мастнокиселинният състав на триацилглицеролите и фосфолипидите бе определен на газов хроматограф "Pay-Unicam" с капилярна колона FFAP с пламъчно йонизационен детектор

Резултати от изследването са обработени статистически посредством програма Statistika for Windows, Release, 4.3 (Stat. Soft. Inc., 1994).

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данни за химичния състав на месото са представени в табл. 2. Установява се, че няма достоверни разлики между двете групи прасета. Съдържанието на протеин в месото на затворено отглежданите източнобалкански свине е по-голямо от това при пасищно отглежданите, но разликата е статистически недостоверна. Нашите резултати са в съответствие с получените от Andres et al. (2001), които при сравняване на пасищно и затворено отглеждани иберийски

Таблица 1. Компонентен състав, хранителна стойност и мастнокиселинен състав на използвания комбиниран фураж

Table 1. Components nutrients and fatty acid composition of compound feed.

Components	Съдържание, %
Corn	53.40
Wheat	20.00
Wheat bran	10.00
Fish meal	2.50
Soya meal	12.00
Sint. lisine	0.08
Premix (vit+ME)	0.10
Lime stone	0.95
Dicalcium phosphate	0.80
NaCl	0.17
Nutirents in kg	
Metaboizable energy, MJ	12.38
Crude protein, gr	155.5
Crude fibers, gr	36.0
Lysine, gr	8.0
Methyonine + cyctine, gr	5.8
Ca, gr	7.6
P, gr	6.3
Fatty acid composition, %	
Palmitic (C16:0)	20.60
Palmitoleic (C16:1)	1.30
Stearic (C18:0)	8.60
Oleic (C18:1)	26.40
Linolic (C18:2)	37.90
Linolenic (C18:3)	5.20

свине, също не откриват достоверни различия в съдържанието на протеин. Съдържанието на липиди в месото на двете групи свине също не се отличава достоверно въпреки сравнително големите разлики (24.4%), което очевидно се дължи на високата стойност на стандартното отклонение при затворено отглежданите свине. Макар и недостоверни, разликите между групите са показателни за влиянието на фактора система на отглеждане. По-високото съдържание на липиди при затворено отглежданите източнобалкански свине е логично следствие от липсата на движение и храненето им с комби-

ниран фураж. За склонността на тези животни да отсложават голямо количество мазнини при такива условия на отглеждане съобщават също **Георгиев и Бенков (1964)**. Вероятната причина за по-ниското съдържание на пепел в мускулатурата на пасищно отглежданите свине би могла да бъде бедната на минерали и микроелементи почва в районите, където са отглеждани тези животни. За връзка между съдържанието на минерали и микроелементи в почвата, растенията и тъканите на животните съобщават и др. автори (**Березин, Я., 1952; Станчев, В., 1960; Машев, М., 1963**) (по **Алексиев** и др.,

Таблица 2. Химичен състав на месото от Източнoбалкански свине.  
Table 2. Chemical composition of meat of East Balkan pigs.

Признаци Traits	Пасищно отглеждане Pasture keeping	Затворено отглеждане Closed keeping
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Влага Moisture	71.37±2.92	67.96±2.13
Сухо вещество Dry matter	28.63±2.92	32.04±2.13
Протеин Protein	21.68±0.31	23.59±1.45
Липиди Lipids	5.93±0.65	7.37±2.58
Пепел Ash	1.02±0.03	1.08±0.07

Таблица 3. Маснокиселинен състав на триацилглицеролите от m. *Semimembranosus* на Източнoбалкански свине.  
Table 3. Fatty acid composition of triacylglycerols of m. *Semimembranosus* of East Balkan pigs.

Масни киселини Fatty acids	Пасищно отглеждане Free range keeping		Затворено отглеждане Closed keeping	
	мъжки Male	женски Female	мъжки Male	женски Female
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Миристинова (C14:0) Miristic	1.00 <sup>a</sup> ±0.1	1.81 <sup>b</sup> ±0.2	0.69 <sup>a</sup> ±0.3	1.52 <sup>ab</sup> ±0.4
Палмитинова (C16:0) Palmitic	24.41±1.6	28.69±0.9	23.61±3.4	20.88±5.4
Палмитолеинова (C16:1) Palmitoleic	3.89 <sup>a</sup> ±0.5	1.62 <sup>b</sup> ±0.3	2.58 <sup>a</sup> ±0.3	2.51 <sup>b</sup> ±0.3
Стеаринова (C18:0) Stearic	7.81 <sup>a</sup> ±1.1	15.68 <sup>b</sup> ±1.8	4.72 <sup>a</sup> ±1.1	6.59 <sup>a</sup> ±2.1
Олеинова (C18:1) Oleic	51.52 <sup>a</sup> ±1.9	46.70 <sup>a</sup> ±1.9	60.23 <sup>b</sup> ±3.0	53.34 <sup>ab</sup> ±3.7
Линолова (C18:2) Linolic	9.08 <sup>ab</sup> ±1.7	3.58 <sup>a</sup> ±0.5	6.91 <sup>a</sup> ±0.5	13.91 <sup>b</sup> ±1.2
Линоленова (C18:3) Linolenic	1.46 <sup>a</sup> ±0.1	1.07 <sup>ab</sup> ±0.09	0.59 <sup>b</sup> ±0.06	0.56 <sup>b</sup> ±0.05
Арахидонова (C20:4) Arachidonic	0.84±0.09	0.85±0.12	0.67±0.08	0.69±0.1
НМК (SFA)	33.2 <sup>ab</sup> ±1.58	46.18 <sup>a</sup> ±1.63	29.02 <sup>ab</sup> ±5.9	28.99 <sup>b</sup> ±4.35
МНМК (MUFA)	55.4 <sup>ab</sup> ±1.85	48.32 <sup>a</sup> ±1.5	62.81 <sup>b</sup> ±2.6	55.85 <sup>ab</sup> ±3.62
ПНМК (PUFA)	11.4 <sup>ab</sup> ±1.37	5.50 <sup>a</sup> ±1.50	8.17 <sup>a</sup> ±1.32	15.16 <sup>b</sup> ±1.42
Съотношение n-6/n-3 Ratio n-6/n-3	6.80 <sup>a</sup> ±1.8	4.14 <sup>a</sup> ±1.3	12.85 <sup>b</sup> ±2.2	26.07 <sup>b</sup> ±2.4

Стойностите, различаващи се достоверно, са обозначени с различни букви.  
Values differ significantly are marked by different superscription

Таблица 4. Мастнокиселинен състав на триацилглицеролите от *m. L. thoracis* на Източно-балкански свине.Table 4. Fatty acid composition of triacylglycerols of *m. L. thoracis* of East Balkan pigs.

Мастни киселини Fatty acids	Пасищно отглеждане Free range keeping		Затворено отглеждане Closed keeping	
	мъжки Male	женски Female	мъжки Male	женски Female
	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$	$\bar{x} \pm SD$
Миристинова (C14:0) Miristic	0.91±0.1	0.58±0.1	0.82±0.4	1.19±0.3
Палмитинова (C16:0) Palmitic	23.99±0.9	26.82±0.9	24.08±3.1	29.31±4.3
Палмитолеинова (C16:1) Palmitoleic	2.78 <sup>a</sup> ±0.4	3.79 <sup>a</sup> ±0.6	2.71 <sup>a</sup> ±0.3	6.12 <sup>b</sup> ±0.3
Стеаринова (C18:0) Stearic	5.22±1.0	5.21±0.4	7.59±2.2	5.18±1.1
Олеинова (C18:1) Oleic	58.55 <sup>a</sup> ±1.9	51.74 <sup>b</sup> ±1.9	55.42 <sup>ab</sup> ±4.7	49.55 <sup>b</sup> ±2.1
Линолова (C18:2) Linolic	6.30 <sup>a</sup> ±1.0	9.88 <sup>b</sup> ±1.0	8.02 <sup>ab</sup> ±1.0	7.39 <sup>ab</sup> ±1.0
Линоленова (C18:3) Linolenic	1.28 <sup>a</sup> ±0.1	1,15 <sup>ab</sup> ±0.09	0.65 <sup>b</sup> ±0.06	0.6 <sup>b</sup> ±0.05
Арахидонова (C20:4) Arachidonic	0.79±0.09	0.83±0.12	0.71±0.08	0.66±0.1
НМК (SFA)	30.12±1.3	32.61±1.4	32.49±1.2	35.68±1.4
МННМК (MUFA)	61.33±1.6	55.53±1.9	58.13±1.8	55.67±2.3
ПННМК (PUFA)	8.55±0.8	11.86±1.3	9.38±0.9	8.65±1.4
Съотношение n-6/n-3 Ratio n-6/n-3	4.86 <sup>a</sup> ±1.1	9.31 <sup>ab</sup> ±0.9	13.43 <sup>b</sup> ±1.2	13.42 <sup>b</sup> ±1.0

Стойностите, различаващи се достоверно, са обозначени с различни букви.

Values differ significantly are marked by different superscription

1964). Съдържанието на сухо вещество в месото на свинете не се различава достоверно, но следва същия модел на промяна както този на липидите, което е съвсем логично.

Мастнокиселинният състав на триацилглицеролите от *m. Semimembranosus* е представен в табл. 3. Вижда се, че преобладава олеиновата киселина (C18:1) следвана, от палмитиновата (C16:0), което е в съзвучие с резултатите на други автори, изследвали мастнокиселинния състав на липидите при примитивните породи (Марчев и др., 2010; Марчев и др., 2012; Cava et al., 2003; Narvaez-Rivas et al., 2009; Soto et al., 2009). По отношение на миристиновата киселина (C14:0) се наблюдава превъзходство на

женските прасета над мъжките, което е статистически достоверно при пасищно отглеждани свине ( $P < 0.05$ ) и като недоказана тенденция при затворено отглежданите. Женските пасищно отглеждани прасета превъзхождат и затворено отглежданите мъжки прасета ( $P < 0.05$ ).

При палмитолеиновата киселина (C16:1) отчитаме статистически доказано межуполово различие при пасищно отглежданите свине с превъзходство на мъжките прасета над женските ( $P < 0.01$ ), като мъжките превъзхождат и затворено отглежданите женски ( $P < 0.05$ ). Съдържанието на стеаринова киселина (C18:0) при женските пасищно отглеждани прасета е високо и превъзхожда достоверно всички оста-

Таблица 5. Мастнокиселинен състав на фосфолипидите от *m. Semimembranosus* на Източно-балкански свине.Table 5. Fatty acid composition of phospholipids of *m. Semimembranosus* of East Balkan pigs.

Мастни киселини Fatty acids	Пасищно отглеждане Free range keeping		Затворено отглеждане Closed keeping	
	мъжки Male	женски Female	мъжки Male	женски Female
	$x \pm SD$	$x \pm SD$	$x \pm SD$	$x \pm SD$
Миристинова (C14:0) Miristic	0.2±0.1	0.4±0.1	0.2±0.1	0.5±0.2
Палмитинова (C16:0) Palmitic	30.7±1.6	30,0±0.9	34.5±2.4	33.4±1.4
Палмитолеинова (C16:1) Palmitoleic	0.3±0.1	0.4±0.2	0.5±0.1	0.2±0.1
Стеаринова (C18:0) Stearic	11.0±1.4	12.9±1.2	12.1±1.1	13.2±0.9
Олеинова (C18:1) Oleic	15.7±0.8	18.6±0.9	15.6±1.7	14.2±1.0
Линолова (C18:2) Linolic	33.25±3.7	29.7±1.0	37.1±3.2	38.5±2.5
Линоленова (C18:3) Linolenic	0.93±0.2	0.91±0.4	0.86±0.3	0.89±0.2
Арахидонова (C20:4) Arachidonic	6.89±2.3	6.64±2.4	7.25±3.1	7.11±2.8
Ейкозапентаенова (C20:5) Eicosapentaenoic	1.03±0.3	0.98±0.2	1.01±0.3	0.97±0.2
НМК (SFA)	41.9±3.5	43.3±4.9	43.8±3.2	43.7±3.7
МННМК (MUFA)	16.0±2.5	19.0±3.1	15.98±2.8	14.4±2.3
ПННМК (PUFA)	42.1±3.5	37.7±4.7	40.22±4.1	41.9±4.6
Съотношение n6/n3 Ratio n6/n3	20.48±3.5	18.95±4.8	20.51±5.2	23.79±5.6

нали групи ( $P < 0.01$ ). Що се отнася до междуполовите различия, то при пасищно отглежданите прасета превъзходството на женските прасета е статистически доказано ( $P < 0.01$ ), докато при затворено отглежданите разликата е незначителна. Съдържанието на олеинова киселина (C18:1) е по-високо при затворено отглежданите, като разликата е доказана при мъжките прасета ( $P < 0.05$ ) и като тенденция при женските. Тези резултати са в противоречие с получените от **Ruiz et al.**, (1998), наблюдавали по-високо съдържание на олеинова киселина в липидите на пасищно отглежданите свине, което те обясняват с високото съдържание на тази мастна киселина в дъбовия жълд, заемащ основна

част в храната на свинете. С високото съдържание на тази мастна киселина в липидите на пасищно отглежданите свине се свързват и по-добрите вкусови качества на деликатесните продукти, произведени от тяхното месо (**Cava et al.**, 1997; **Daza et al.**, 2007; **Tejerina et al.**, 2012b). Същевременно нашите резултати са в съответствие с получените от **Muriel et al.**, (2002), които отчитат статистически недоказано по-високо съдържание на олеинова киселина в неутралните липиди от *m. Longissimus thoracis* на затворено отглежданите иберийски свине в сравнение с пасищно отглежданите. **Марчев и др.** (2010) също не наблюдават влияние на храненето върху съдържанието на олеинова киселина в тъканните

Таблица 6. Маснокиселинен състав на фосфолипидите от *m. L. thoracis* на Източнобалкански свине.Table 6. Fatty acid composition of phospholipids of *m. L. thoracis* of East Balkan pigs.

Мастни киселини Fatty acids	Пасищно отглеждане Free range keeping		Затворено отглеждане Closed keeping	
	мъжки Male $x \pm SD$	женски Female $x \pm SD$	мъжки Male $x \pm SD$	женски Female $x \pm SD$
Миристинова (C14:0) Miristic	0.1±0.1	0.4±0.1	0.2±0.1	0.3±0.4
Палмитинова (C16:0) Palmitic	27.1±0.6	27.49±0.7	27.25±3.4	27.47±3.4
Палмитолеинова (C16:1) Palmitoleic	0.5±0.1	1.1±0.3	0.7±0.1	0.1±0.1
Стеаринова (C18:0) Stearic	15.0±1.1	17.4±0.8	15.4±2.1	16.8±1.1
Олеинова (C18:1) Oleic	23.3±0.9	20.4±1.1	24.1±2.7	23.1±1.7
Линолова (C18:2) Linolic	24.6±1.7	23.7±1.4	22.9±1.3	22.9±2.2
Линоленова (C18:3) Linolenic	0.81±0.2	0.83±0.3	0.79±0.3	0.76±0.2
Арахидонова (C20:4) Arachidonic	7.45±2.3	7.33±3.2	7.38±2.8	7.18±2.6
Ейкозапентаенова (C20:5) Eicosapentaenoic	1.14±0.3	1.35±0.56	1.28±0.4	1.39±0.3
НМК (SFA)	42.2±3.2	45.29±4.1	42.85±3.1	44.57±3.5
МННМК (MUFA)	23.8±2.1	21.5±3.2	24.8±3.2	23.2±2.9
ПННМК (PUFA)	34.0±3.8	33.21±3.2	32.35±3.7	32.23±3.5
Съотношение n6/n3 Ratio n6/n3	16.44±3.4	14.23±3.8	14.63±4.1	13.99±3.7

липиди на източнобалкански свине. Причината за противоречивите резултати, получени от различни автори може би трябва да се търси в изводите на **Tejerina et al.** (2012a), според които маснокиселинният състав на тъканните липиди при пасищно отглежданите свине може да варира в доста големи граници поради сезонните промени в състава на храната.

При линоловата киселина (C18:2) липсва еднопосочност във влиянието на храненето и отглеждането. Най-високо е съдържанието ѝ при женските затворено отглеждани прасета. То е достоверно по-високо в сравнение с мъжките затворено отглеждани прасета и женските пасищно отглеждани ( $P < 0.001$ ). Някои от авто-

рите, работили с иберийски свине (**Andres et al.**, 2001), съобщават за липса на разлики или малки недоказани разлики в полза на затворено отглежданите прасета, в което може да се търси известно потвърждение на получените от нас резултати. Други автори (**Ruiz et al.**, 1998; **Muriel et al.**, 2002) съобщават за по-високо съдържание на линоловата киселина в липидите на пасищно отглежданите свине. При арахидоновата киселина (C20:4), която е дериват на линоловата, промените са малки. Съдържанието ѝ е по-високо при пасищно отглежданите животни в сравнение със затворено отглежданите, но разликите са малки, без статистическа достоверност.

При линоленовата киселина (C18:3) се установяват по-високи стойности при пасищно отглежданите животни. Най-високо е съдържанието ѝ при мъжките пасищно отглеждани прасета, които превъзхождат мъжките и женските затворено отглеждани прасета ( $P < 0.01$ ). За по-високо съдържание на линоленова киселина при пасищно отглежданите свине в сравнение със затворено отглежданите съобщават много автори (Марчев и др., 2010; Soto et al., 2009; Tejerina et al., 2012a; Tejerina et al., 2012b)

Най-високо е съдържанието на наситените мастни киселини при пасищно отглежданите женски прасета, които превъзхождат женските, затворено отглеждани ( $P < 0.05$ ). При мононенаситените мастни киселини най-висока стойност се наблюдават при мъжките затворено отглеждани прасета, които превъзхождат достоверно женските пасищно отглеждани прасета ( $P < 0.05$ ). При полиненаситените мастни киселини стойността е най-висока при женските затворено отглеждани прасета, които достоверно превишават мъжките затворено отглеждани ( $P < 0.05$ ) и женските пасищно отглеждани прасета ( $P < 0.01$ ). Установяват се достоверно по-ниски стойности на  $n-6/n-3$  съотношението при пасищно отглежданите животни (мъжки и женски) в сравнение със затворено отглежданите мъжки ( $P < 0.01$ ) и женски прасета ( $P < 0.001$ ). По-ниското  $n$ -съотношение при пасищно отглежданите е установено от много автори (Марчев и др., 2010; Reya et al., 2006; Soto et al., 2009; Tejerina et al., 2012a; Tejerina et al., 2012b). Обяснението за по-ниското  $n$ -съотношение при пасищно отглежданите свине според Crawford et al. (1969) и Марчев и др. (2010) е в по-високото съдържание на  $n-3$  ПННМК във вегетативната част на растенията, консумирани от свинете при пасищно отглеждане. Според Reya et al. (2006) както по-високото ниво на  $n-3$  ПННМК, така и по-ниското  $n$ -съотношение в липидите на пасищно отглежданите свине се дължи на по-високата активност при тези животни, на ензимите, участващи в процесите на десатуриране и удължаване на въглеродните вериги при липидния синтез.

Съдържанието на мастни киселини в триацилглицеролите от *m. Longissimus thoracis* е представено в табл. 4. Достоверни разлики се наблюдават по отношение равнището на палмитолеиновата киселина (C16:1). Нейното съдържание е най-високо при женските прасета отглеждани затворено, които превъзхождат мъжките от същата група ( $P < 0.001$ ), а също и пасищно отглежданите съответно женските ( $P < 0.05$ ) и мъжките ( $P < 0.001$ ). При експеримент с Ландрас и Йоркшир Malmfons and Nilson, (1977) отчитат достоверно по-високо равнище на палмитолеиновата киселина (C16:1) в *m. Longissimus* при мъжките кастрирани прасета в сравнение с некастрираните, докато стойностите при женските прасета заемат междинно положение и разликите с тях не са достоверни. Влиянието на отглеждането и храненето е статистически доказано само при женските прасета ( $P < 0.05$ ), докато при мъжките разликата е съвсем малка и дори с обратен знак. Наблюдаваните резултати са еднопосочни с получените от Andres et al. (2001), които при експеримент с иберийски свине, без да уточняват пола на прасетата, отчитат по-високо съдържание на тази мастна киселина в триацилглицеролите на *m. Tibialis cranialis* и *m. Biceps femoris* при затворено отглежданите в сравнение с пасищно отглежданите свине. Muriel et al. (2002) получават противоречиви резултати, като при *m. Longissimus. dorsi* преимуществото е в полза на пасищно отглежданите, а при *m. Masseter* на страната на затворено отглежданите, но и в двата случая разликите са статистически недоказани. Резултатите при настоящия експеримент са в противоречие с получените от Ruiz et al. (1998), които наблюдават достоверно по-високи стойности на тази мастна киселина в липидите на *m. Masseter* при пасищно отглеждани иберийски свине в сравнение със затворено отглежданите.

Наблюдава се по-високо съдържание на олеинова киселина (C18:1) при мъжките прасета, в сравнение с женските, статистически доказана при пасищно отглежданите свине ( $P < 0.05$ ) и като тенденция при затворено отглежданите. По-високите стойности, които се установяват



и при двата пола, при пасищно отглежданите свине в сравнение със затворено отглежданите са наблюдавани и от други автори (**Ruiz et al.**, 1998; **Andress et al.**, 2001), но в настоящия експеримент разликите не са статистически доказани.

Съдържанието на линолова киселина (C18:2) при пасищно отглежданите свине е по-високо при женските отколкото при мъжките ( $P < 0.05$ ). Разликата при затворено отглежданите свине е с обратен знак и статистически недостоверна ( $P > 0.05$ ). Не се установява определена тенденция за влияние на отглеждането върху нивото на тази мастна киселина.

При арахидоновата киселина (C20:4), която е дериват на линоловата, разликите между групите са малки и статистически недостоверни ( $P > 0.05$ ).

Най-високо е съдържанието на линоленовата киселина (C18:3) при мъжките пасищно отглеждани прасета, които превъзхождат достоверно мъжките и женските, затворено отглеждани прасета ( $P < 0.05$ ). Съдържанието на тази мастна киселина при женските, пасищно отглеждани прасета е също по-високо в сравнение със затворено отглежданите прасета, но разликите са статистически недостоверни ( $P > 0.05$ ). По-високото съдържание на линоленова киселина в триацилглицеролите на пасищно отглежданите свине в сравнение със затворено отглежданите кореспондира с резултатите на други автори (**Марчев и др.**, 2010; **Soto et al.**, 2009; **Tejerina et al.**, 2012a; **Tejerina et al.**, 2012b).

Стойността на съотношението n-6/n-3 е по-ниска при пасищно отглежданите свине в сравнение със затворено отглежданите. Най-ниско е n-съотношението при мъжките, пасищно отглеждани прасета, при които стойността му е под 5.0 в съответствие с препоръките на диетолозите. Разликите с мъжките и женските затворено отглеждани животни са статистически достоверни ( $P < 0.01$ ). По-ниското n-съотношение при пасищно отглежданите, установено при настоящия експеримент, кореспондира с резултатите, получени от други автори (**Марчев и др.**, 2010; **Crawford et al.**, 1969; **Reya et al.**, 2006; **Soto et al.**, 2009; **Tejerina et al.**, 2012a;

**Tejerina et al.**, 2012b). Едни от авторите, като **Марчев и др.** (2010) и **Crawford et al.** (1969) виждат обяснението за по-ниското n-съотношение при пасищно отглежданите свине в по-високото съдържание на n-3 ПННМК във вегетативната част на растенията, консумирани от свинете при пасищно отглеждане. Други автори, като **Reya et al.**, (2006) отдават това на по-високата активност при пасищно отглежданите свине на ензимите, участващи в процесите на десатуриране и удължаване на въглеродните вериги при липидния синтез.

Мастнокиселинният състав на фосфолипидите от м. *Semimembranosus* е представен в табл. 5. От данните в нея се установява, че във фосфолипидната фракция преобладават линоловата (C18:2) и палмитиновата (C16:0) киселина. Установява се високо съдържание на линолова киселина във фосфолипидите (32.2% - 38.7%), което значително надвишава съдържанието ѝ в триацилглицеролите на този мускул (3.6% - 13.9%).

Установява се също, че съдържанието на отделните мастни киселини е с близки стойности при четирите групи и липсват статистически достоверни разлики в стойностите между групите ( $P > 0.05$ ), което ни дава основание да направим извода, че фосфолипидната фракция е по-консервативна, с по-слаба склонност към промени.

Съдържанието на мастни киселини във фосфолипидите от м. *Longissimus thoracis* е представено в табл. 6. В най-голямо количество е палмитиновата киселина (C16:0), следвана от линоловата (C18:2), олеиновата (C18:1) и стеариновата (C18:0). Високото съдържание на линолова киселина (23.7% - 28.6%) е близко до съдържанието и във фосфолипидите на м. *Semimembranosus* (табл. 5), споменато по-горе и значително превишава съдържанието на тази мастна киселина в триацилглицеролите на двата мускула. Високото съдържание на линоловата киселина във фосфолипидите на двата изследвани мускула е еднопосочно с установеното от много автори по-високо съдържание на ПННМК във фосфолипидната фракция предвид факта, че дълговерижните ПННМК

играят важна структурна роля в изграждането на клетъчните мембрани (Дойчев, 2008; Enser et al., 2000; Kouba et al., 2003; De Smet et al., 2004;).

Както бе установено при фосфолипидите на m. *Semimembranosus* във фосфолипидната фракция на m. *Longissimus* разликите между групите са също малки и без статистическа достоверност. Това е еднопосочно с установените от много автори по-консервативен характер на фосфолипидите и по-слабата им склонност към промени (Дойчев 2008; Cherian and Sim, 1995; Warnants et al., 1996). De Smet et al. (2004), които правят същия извод, обясняват това с факта, че фосфолипидите, от една страна, са по-богати на ПННМК в сравнение с триацилглицеролите, а от друга, понеже техните мастни киселини представляват мембранни компоненти равнищата и съотношенията им са строго детерминирани с оглед на това да се гарантира нормалната функция на клетъчните мембрани. В подкрепа на това становище е и мнението на Raes et al. (2004), според които мастнокиселинният състав на триацилглицеролите при моногастричните животни е отражение на мастнокиселинния състав на фуражните липиди. За разлика от тях фосфолипидите, които изграждат клетъчните мембрани, се влияят по-слабо от състава на фуражните липиди. Авторите смятат, че големите промени в мастнокиселинния състав на фосфолипидите би довел до значителни промени в качествата и функционалните особености на мембраните, затова мастнокиселинният състав на ПННМК, във фосфолипидите, се контролира строго от комплекс от ензимни системи удължаващи и дехидратиращи въглеродната верига на мастните киселини.

### ИЗВОДИ

Не се установяват статистически достоверни разлики в химичния състав между двете групи свине, но се наблюдава по-високо съдържание на вътремускулни липиди при затворено отглежданите свине. Установяват се по-високи стойности на n-3 мастни киселини и по-ниска

стойност на n-сътношението в триацилглицеролите на пасищно отглежданите животни в сравнение със затворено отглежданите. Наблюдава се по-добре изразена склонност към промени в мастнокиселинния състав на триацилглицеролите в сравнение с фосфолипидите.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексиев, А., Е. Кръстева, С. Куманов, 1964. Проучване на минералния състав на фуражите в България I съобщение Съдържание на Fe, Cu, Zn, Mn, Co, Mo в зелена люцерна по почвени типове. Животновъдни науки, 7, 45 – 53.
2. Ангелов, А., 1994. Ефект на растителни масла приемани с дажбата върху съдържанието и състава на липидите в тъкани при рано отбити агнета. Дисертация, стр. 47-48.
3. Бенков, Б., 1988. Състояние на Източнобалканската свиня и перспективи за нейното използване. Селскостопанска наука, 1, 86-91.
4. Георгиев, И., Й. Сяров, С. Беремски, М. Бенчев, 1959. Резултати от угодването на свине от породата Българска бяла и примитивната Източнобалканска порода в условията на ДСП “Месоцентра”. В: Научни трудове на Зоотехнически факултет, т. VIII.
5. Георгиев, И., Б. Бенков, 1964. Промислено кръстосване на Източнобалканската свиня с нерези от породите Мангалица и Българска бяла. Животновъдни науки, 2, 3-11.
6. Димов, В., Г. Димитров, 1978. Изследване на неестерифицираните мастни киселини в кръвта. Животновъдни науки, об. XV, N 4, стр 92-98.
7. Дойчев, В., А. Ангелов, С. Рибарски, М. Киров, В. Кацаров, П. Петров, 2001. Влияние на различни равнища ленено семе в дажбата върху мастнокиселинния състав на тъканните триацилглицероли при свине за угодване. Животновъдни науки, N 2, 59-63.
8. Дойчев, В., 2008. Проучване на възможностите за оптимизиране на качеството и диетичността на свинското месо. Дисертация, Тракийски университет, Аграрен факултет, Стара Загора.
9. Захариев, З. и А. Пинкас, 1979. Методика за провеждане на опити, кланичен анализ

и качествена оценка на месото при едър рогат добитък. София, 24 – 42.

**10. Марчев, Й., Р. Недева, Ж. Накев, С. Иванова-Пенева, Е. Гинева, Н. Палова,** 2010. Качество и мастнокиселинен състав на месото на прасета от Източнобалканската порода, отглеждани в различни местообитания. Животновъдни науки, 5, 48-56.

**11. Марчев, Й., Ж. Накев, Р. Недева, Н. Палова,** 2012. Източнобалканската свиня. Юни Експрес ООД, Шумен, 155.

**12. Накев, Ж., Й. Марчев, Р. Недева, С. Иванова-Пенева, Н. Палова, Елена Гинева, К. Кулев,** 2011. Източнобалканската свиня – състояние и перспективи. Аграрен университет - Пловдив Аграрни науки, 6, 89-93.

**13. Палова, Н.** 2006, Оценка на основните угодителни и кланични качества на свине от Източнобалканската порода при природосъобразни условия на отглеждане, Дисертация, Средец.

**14. Сланев, Ст., А. Стойков, Ст. Стефанова, М. Михайлова, П. Маринова,** 1993. Състав на трупа и качество на екологически чисто месо при прасета от Източнобалканската порода. – Международен симпозиум Екология 93, 100-105.

**15. Хлебаров, Г., Ал. Петров,** 1951. Между-породни кръстосвания със свине. Унаследяване на типа и стопанските качества на развъжданиите в България свински породи. БАН Трудове на института по животновъдство, 4, 114-119.

**16. Andrés, A. I., R. Cava, A. I. Mayoral, J. F. Tejada, D. Morcuende, J. Ruiz,** 2001. Oxidative stability and fatty acid composition of pig muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic type of muscle fibre. Meat Science, 59, 1, 39-47

**17. AOAC 1990,** Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

**18. Bligh, E. G. and W. J. Dyer,** 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37; 8, 911-917.

**19. Cava, R., J. Ruiz, C. Lopez-Bote, L. Martin, C. Garcia, J. Ventanas, T. Antequera,** 1997. Influence of finishing diet on fatty acid profiles of

intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscles of Iberian pig. Meat Science, 45, 263-270.

**20. Cava, R., M. Estevez, J. Ruiz,** 2003. Physicochemical characteristics of three muscles from free-range reared Iberian pigs slaughtered at 90 kg live weight. Meat Science, 63, 533-541.

**21. Cherian, G. and S. Sim,** 1995. Dietary alpha-linolenic acid alters the fatty acid composition of lipid classes in swine tissues. Journal of Agricultural and Food Chemistry; 43 (11) 2911-2916, 34 ref.

**22. Grawford, M. A., M. G. Muriel and M. H. Woodford,** 1969. Linoleic acid and linolenic acid elongation products in muscle tissue of Synceus caffer and other ruminant species. Biochem. J. 115, 25-27

**23. Daza, A., J. Ruiz-Carrascal, A. Olivares, D. Menoyo, C. J. Lopez-Bote,** 2007. Fatty Acids Profile of the Subcutaneous Backfat Layers from Iberian Pigs Raised Under Free-range Conditions. Food Science and Technology International, 13, 2: 135-140.

**24. De Smet, S., K. Raes, D. Demeyer,** 2004. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. Anim. Res. 53, 81-98

**25. Enser, M., R. I. Richardson, J. D. Wood, B. P. Gill and P. R. Sheard,** 2000. Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and osages. Meat Science, 55, 201 – 212.

**26. García C., Ventanas J., Antequera T., Ruíz J., Cava R., Alvarez P.** 1996. Measuring sensorial quality of Iberian Ham by Rash model. J. Food Qual. 19, 397-412.

**27. García-Olmo, J.; Pedro, E. de; Garrido-Varo, A.; Jimenez, A.; Salas, J.; Santolalla, M.,** 2001. Fatty acids analysis of Iberian pig fat by near infrared spectroscopy (NIRS), 2000. Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens, 41 pp. 191-195

**28. Jiménez-Colmenero, F.** 2007. Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats. Trends in Food Science and Technology, 18, 567-578.

29. Koch, D. A., A. M. Pearson, W.T. Magee, J. A. Hoefler and B. S. Schweigert, 1968. Effect of diet on the fatty acid composition of pork fat. *J. Anim. Sci.*, 27, 360.
30. Kouba, M., M. Enser, F. M. Whittington, G. R. Nutte and J. D. Wood, 2003. Effect of a high linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition, and meat quality in the growing pig. *J. of Anim. Sci.* 81:1967-1979.
31. López, M., L. de la Hoz, M. Cambero, E. Gallardo, G. Reglero, J. Ordóñez, 1992. Volatile compounds of dry hams from Iberian pigs. *Meat Science* Volume 31, Issue 3, 1992, Pages 267–277
32. Malmfors, B. and R. Nilson, 1977. Meat quality traits in Swedish Landrace and Yorkshire pigs with special emphasis on genetics. *Proc. Muscle function and porcine meat quality. NJF Symposium. Acta Agric. Scand. Suppl.* 1:81.
33. Mathews, K. R., D. B. Homer, F. Thies and P. C. Calder, 2000. Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing pigs on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues. *British Journal of Nutrition*, 83, 637 – 643.
34. Muriel, E., J. Ruiz, J. Ventanas and T. Antequera, 2002. Free-range rearing increases (n-3) polyunsaturated fatty acids of neutral and polar lipids in swine muscles *Food Chemistry* 78:219–225.
35. Narváez-Rivas, M., M. León-Camacho, I. M. Vicario, 2009. Fatty acid and triacylglycerol composition of the subcutaneous fat from Iberian pigs fattened on the traditional feed: “Montanera”. effect of anatomical location and length of feeding, *GRASAS Y ACEITES*, 60, 3, 238-247.
36. Raes, K., S. De Smet, D. Demayer, 2004. Effect of dietary acid on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review, *Animal feed science and technology*, 113, 199-221
37. Rey, A. I., A. Daza, C. López-Carrasco, C. J. López-Bote, 2006. Feeding Iberian pigs with acorns and grass in either free-range or confinement affects the carcass characteristics and fatty acids and tocopherols accumulation in *Longissimus dorsi* muscle and backfat. *Meat Science*, 73, 1, 66–74
38. Romans, J. R., R. C. Johnson, M. V. Duane, G. V. Libal and W. J. Costello, 1995. Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega – 3 fatty acid contents of pork: II. Duration of 15% dietary flaxseed. *J. Anim. Sci.*, 73, 1987-1999.
39. Ruiz, J., R. Cava, T. Antequera, L. Martín, J. Ventanas, C. J. López-Bote, 1998. Prediction of the feeding background of Iberian pigs using the fatty acid profile of subcutaneous, muscle and hepatic fat. *Meat Science* Volume 49, 2, 155–163
40. Stat. Soft. Inc. 1994. *Statistica for Windows, General Covention and Statistics. I.* Stat. Soft. Inc., Tusla, USA.
41. Soto, E., L. de la Hoz, J. A. Ordóñez, B. Herranz, E. Hierro, C. J. López-Bote and M. I. Cambero, 2009. The feeding and rearing systems of Iberian pigs affect the lipid composition and texture profile of dry-cured loin. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 18, 78–89
42. Sundrum, A., 2001. Organic livestock farming - A critical review. *Livestock Production Science* 67, 207-215.
43. Tejerina, D., S. García-Torres, M. Cabeza de Vaca, F. M. Vázquez, R. Cava, 2012a. Study of variability in antioxidant composition and fatty acids profile of *Longissimus dorsi* and *Serratus ventralis* muscles from Iberian pigs reared in two different Montanera seasons. *Meat Science*, 90, 2, 414-419
44. Tejerina, D., S. García-Torres, M. Cabeza de Vaca, F. M. Vázquez, R. Cava, 2012b. Effect of production system on physical–chemical, antioxidant and fatty acids composition of *Longissimus dorsi* and *Serratus ventralis* muscles from Iberian pig. *Food Chemistry*, 133, 2, 293–299
45. Warnants N., M. J. van Oeckel and Ch. V. Boucque, 1996. Incorporation of dietary Polyunsaturated Fatty Acids in Pork Tissues and its Implications for the Quality of the End Products. *Meat Science*, 44: 125-144.
46. Warnants, N., M. J. V. Oeckel and C. V. Boucque, 1999. Incorporation of Dietary Polyunsaturated fatty Acid into Pork Fatty Tissues. *J Anim Sci* 77:2478-2490

## FATTY ACID COMPOSITION OF INTRAMUSCULAR LIPIDS IN EAST BALKAN PIGS

V. Doychev, S. Stefanova\*

Thracian University, Agricultural Faculty - Stara Zagora

\*Experimental Station of Agriculture -Sredetz

### SUMMARY

A trial with 16 fattening pigs from N East Balkan breed has been conducted. The pigs has been divided in two groups with 8 pigs (5 male castrated and 3 female) per group. The pigs from I group has been kept free range, on pasture, from 30 – 90 kg. The pigs from II group has been kept indoor and fed by compound feed during the complete fattening period (30 – 90 kg live weight). The chemical composition of meat has been determined on samples of *m. longissimus thoracis*. The fatty acid composition of triacylglycerols and phospholipids has been determined on samples of *m. longissimus thoracis* и *m. semimembranosus*. Insignificant ( $P>0.05$ ) higher intramuscular fat content in meat of indoor kept pigs compared to free range pigs has been observed. Statistically significant differences in fatty acid composition of triacylglycerols has been established. Statistically significant higher levels of n-3 PUFA ( $P<0.05$ ) and lower levels of n-6/n-3 ratio ( $P<0.01$ ) have been observed in muscle triacylglycerols of free range kept pigs compared to indoor kept pigs have been observed. Higher changes in fatty acid composition of triacylglycerols compared to phospholipids have been established.

**Key words:** *pigs, free range keeping, fatty acid composition, triacylglycerols, phospholipids, n-3 PUFA*