

ОБЗОР

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА СЪДЪРЖАНИЕТО НА N-3 МАСТНИ КИСЕЛИНИ В СВИНСКОТО МЕСО III. ВЛИЯНИЕ НА ФУРАЖИТЕ БОГАТИ НА ПННМК ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА НА ПРАСЕТАТА И КАЧЕСТВОТО НА ПОЛУЧЕНИТЕ ПРОДУКТИ.

ВАЛЕНТИН ДОЙЧЕВ

Тракийски университет, Аграрен факултет - Стара Загора

Използвани съкращения

ПННМК – полиненаситени мастни киселини

C16:0 – палмитинова киселина

C18:0 – стеаринова киселина

C18:2 – линолова киселина

C18:3 n-3 – линоленова киселина

n-3 – омега 3

n-6 – омега 6

Угоителни способности и кланични качества. При включване на маслодайни фуражи, богати на n-3 ПННМК, в дажбата на свинете е необходимо да се отчетат влиянието, което те оказват върху угоителните способности на прасетата. Установените в лененото семе цианогликозиди (Liener, 1980; Niedwietz-Siegen 1998), както и високото му муцилазно съдържание (Batterham et al., 1991; Batterham et al., (1994) забавят растежа и влошават оползотворяването на фуража при подрастващи прасета. В потвърждение на това са резултатите и на Kiarie et al. (2007), които отчитат понижена смилаността на хранителните вещества и влошаване на угоителните способности след добавяне на 12% ленено семе в смеската на рано отбити прасета.

В противовес на цитираните до тук резултати при други експерименти не е отчетено отрицателно влияние на лененото семе върху угоителните способности на свинете за угояване (Дойчев, 2008; Cherian and Sim, 1995; Romans et al., 1995a;

Specht – Overhold, 1995; Mathews et al., 2000). Вероятната причина за различията в цитираните резултати трябва да се търси в различните методични постановки на проведените експерименти. Когато опитът се провежда с млади животни – отбити и подрастващи прасета, негативното влияние на лененото семе е силно изразено и води до влошаване на угоителните способности на животните. Когато се експериментира с прасета във втората фаза на угоителния период, както при последно цитираните автори, храносмилателната система на животните е напълно развита във функционално отношение и негативното влияние на лененото семе не се проявява.

Определено не се установяват проблеми с угоителните способности на свинете при използва-

нето на растителни масла, като източник на n-3 ПННМК. При добавяне към смеската на свинете на различни равнища рапично, ленено и рибено масло много изследователи отчитат подобряване на угоителните способности на прасетата, едновременно с постигането на желаната промяна в мастнокиселинния състав на липидите (Myer et al., 1995; Leskanich et al., 1997; Mathews et al., 2000) Вероятната причина за по-добрите резултати при използването на растителни масла е това, че след извличането им те са свободни от антихранителни фактори. Независимо от това Mathews et al. (2000) изказват становището, че лененото семе е по-подходящо от лененото масло поради естествено наличните в него антиоксиданти, позволяващи дългото му съхранение без опасност от промяна в качеството и състава на липидите. Проблемът с цианогенните глюкозиди в лененото семе според Niedwietz-Siegen (1998) би могъл да се реши чрез отстраняването им по пътя на селекцията, което според авторката ще разшири използването на лененото семе като фуражен компонент и ще повиши неговата търговска стойност. Примерът с рапицата и наличните в нея антихранителни фактори е в подкрепа на това становище. При експериментиране със старите, неселектирани сортове рапица (*Brasica napus* var. *oleifera*) редица изследователи наблюдават понижаване на консумацията на фураж и интензивността на растежа при прасетата, което те отдават на наличието на ерукова киселина и гликозинолати в рапицата (Bowland, 1971; Bowland, 1972; Castell and Mallard, 1974; Busboom et al., 1991;

Rohrmoser et al., 1991; Warnants et al., 1994). При опити с канола (рапица, изчистена по пътя на селекцията от ерукова киселина и гликозинолати) Castell and Falk (1980) наблюдават тенденция за по-добро оползотворяване на фуража с нарастване съдържанието на канола в смеската до 15% без да се променят консумацията на фураж и средният дневен прираст. Това те отдават на повишената енергийна стойност на дажбата, в резултат от включването на рапица в нея.

Що се отнася до влиянието на фуражите, богати на n-3 ПННМК, върху кланичните качества на свинете съществува известно противоречие в резултатите от експериментите на различните автори. По-голямата част от изследователите не наблюдават влияние върху кланичните качества на свинете при включване на рапица (Bowland et al., 1971; Castell and Mallard, 1974), ленено семе (Дойчев, 2008; Romans et al., 1995a; Kouba et al., 2003; Teye et al., 2006), масло от канола (Myer et al., 1992) и рибено масло (Overland et al., 1996). За разлика от тях при включване на рапичен шрот – до 10.5% в смеската на угояваните свине Warnants et al. (1995) отчитат по-тънка сланина и по-добро качество на трупа при свинете, получавали по-високи равнища на рапичен шрот във фуража. Авторите отдават това на консумацията на фураж, понижена от високите равнища на рапичния шрот. В подкрепа на техните резултати може да се разглеждат и изводите на Piedrafita et al. (2001), според които равнищата на C18:2 и C18:3 са в отрицателна корелация с дебелината на сланината и в положителна корелация с площта на мускулното око.

Продължителност на храненето с фуражи, богати на ПННМК. Получените противоречиви резултати относно влиянието на фуражите богати на ПННМК върху угоителните и кланични качества на свинете, както и по-високата им цена в сравнение с традиционните фуражни компоненти, изискват намиране на пресечната точка между съдържанието им в дажбата и продължителността на тяхното използване. Според Koch et al. (1968) необходимият срок за промяна в мастнокиселинния състав на тъканните липиди при включване на маслодайни фуражи в дажбата е 4-5 седмици. Hertzman et al. (1988)

наблюдават линейна зависимост между съдържанието на отделните мастни киселини в подкожната сланина и съдържанието им в дажбата като изказват предположението, че такава зависимост ще има също между времето за изхранване с тази дажба и мастнокиселинния състав на

сланината. Това тяхно предположение се потвърждава от експерименталните им резултати при 3.3% и 5.5% рибено брашно в смеската. Според авторите, експериментирали с различно участие на маслодайни фуражи в смеската на свинете, най-интензивните промени в мастнокиселинния състав на тъканните липиди продължава от две до четири седмици, а т. нар. плато на промените настъпва за около 5 – 6 седмици (Дойчев, 2008; Irie and Sakimoto, 1992; Romans et al., 1995a; Valaja et al., 1992; Lescanich et al., 1994; Warnants et al., 1999). Очевидно с нарастване на съдържанието на маслодайни фуражи в дажбата ефектът от тяхното използване върху мастнокиселинния състав на тъканните липиди ще става по-категоричен и ще се постига за по-кратко време, но това, разбира се, ще бъде до определена граница. В потвърждение на това мнение са изводите на Cherian and Sim (1995), според които при включване на различни равнища леноно семе в смеската (10%, 17% и 25%) промените в мастнокиселинния състав на мускулната тъкан достигат максимума на своята интензивност при 17%.

Тук трябва да се отчете и мнението на Juárez et al. (2010), според които използването на леноно семе в по-високи равнища за по-кратко време е по-ефективно в сравнение с това за по-дълго време в по-малки количества. Същевременно авторите подчертават, че макар и по-ефективно като промяна в мастнокиселинния състав краткосрочното използване на по-големи количества леноно семе води до по-неустойчиви резултати.

Влияние на ПННМК в тъканните липиди върху качеството на месото и месните продукти . Високото съдържание на ПННМК в тъканите е ограничено от неблагоприятното влияние, което те оказват върху качеството на месото, сланината и произведените от тях продукти както в прясно състояние, така и след съхранение.

Що се отнася до качеството на месото и месните продукти в прясно състояние безспорно най-критично е влиянието на фуражните компоненти от морски произход, поради неприятната миризма на риба, на която те са носители. Според Overland et al. (1996) използването на фураж с 3% рибено масло води до отклонения в аромата на месото както в прясно състояние, така и след съхранение за 6 месеца. Същите автори установяват, че прасетата, хранени с 3% рибено масло в дажбата до 60 kg ж.м. (112 ден) след това до клането на 100 kg (148 ден), хранени без рибено масло, имат по-високо съдържание на n-3 мастни киселини и по-добри вкусови качества на месото от прасетата, получавали фураж с 1% рибено масло до клането. Въз основа на това те правят извода, че вкусовите качества на месото зависят в по-голяма степен от времето на изхранване, отколкото от съдържанието на рибено масло във фуража. Други автори не отчитат отрицателно влияние на рибеното брашно, добавено в смеската на свинете в равнища до 5.5% (Hertzman et al., 1988), до 13% (Valaja et al., 1992) и до 0.5 % (Hallenstvedt et al., 2010). Според Hallenstvedt et al. (2010) рибеното масло, добавено в смеската на свинете в малки равнища (до 0.5%), може да осигури необходимото количество n-3 ПННМК в мускулните липиди без това да има негативен ефект върху органолептичните качества.

Разбира се, не само храните от морски произход създават проблеми с качеството на месото и месните продукти в прясно състояние. Според изследователите, работещи в тази област, такива проблеми могат да бъдат предизвикани от всички фуражни компоненти, богати на ПННМК. Cameron and Enser (1991) установяват отрицателна корелация между нивото на ПННМК в липидите и органолептичните качества на месото. Високото съдържание на ПННМК в тъканните липиди понижава консистенцията на мазнините. Консистенцията на сланината е от значение за технологичните качества на колбасите, в които тя участва като компонент, а заедно с цвета формира до голяма степен и техните органолептични качества. Редица автори установяват положителна корелация между консистенцията на мазнините и съдържанието на наситените мастни киселини C18:0 (Enser et al., 1983; Davenel et al., 1998; Maw et al., 2001; Wood et al., 2003) и C16:0

(**Davenel et al.**, 1998; **Maw et al.**, 2001). Установена е също така отрицателна корелация между консистенцията на сланината и съдържанието на ПННМК в нея (**Irie and Sakymoto**, 1992; **Maw et al.**, 2001; **Piedrafita et al.**, 2001). За неблагоприятно влияние на високите равнища ПННМК в липидите върху цвета на мазнините съобщават **Warnants et al.** (1995) и **Maw et al.** (2001).

В противоречие на цитираните до тук резултати редица автори не отчитат промени в качествата на продуктите в прясно състояние след обогатяване на тъканните липиди с ПННМК. Според **Houben and Kroll** (1987) при повишаване съдържанието на линолова киселина в тъканните липиди (10%, 20% и 30%) не се наблюдават значителни разлики в цвета, аромата и вкуса на месото между групите. Сходни резултати получават също **Theunissen et al.** (1979). След включване на ленено семе (до 10%) във фуража на свинете **Matthews et al.** (2000) и **Dugan et al.** (2004) не наблюдават промени в качествените показатели на месото и сланината.

Високото съдържание на ПННМК в тъканите понижава оксидативната стабилност на липидите в месото и сланината и създава проблеми с качеството на продуктите при съхранение. Оксидирането на липидите е основна причина за влошаване на вкусовите качества на месните продукти при съхранение (**Grey and Pearson**, 1987). Появяването на гранивия вкус и аромат е резултат от формирането на карбонилни комплекси при оксидирането на полиненаситените мастни киселини (**Reindl and Stan**, 1982). Продуктите от оксидирането влошават вкуса, цвета, аромата, крехкостта и хранителната стойност на месните продукти (**Pearson et al.**, 1983). Според **Moran** (1996) самият мастнокиселинен състав на липидите има минимално въздействие върху органолептичните качества, ако продуктите от оксидирането бъдат елиминирани. Голям брой автори, експериментирали с високо съдържание на ПННМК в тъканните липиди, отчитат повишено ниво на оксидативни промени и влошаване на качествата на продуктите (**West and Myer**, 1987; **Hertzman et al.**, 1988; **Larick et al.**, 1992; **Myer et al.**, 1992; **Shackelford et al.**, 1990; **Ahn et al.**, 1996; **Moran**, 1996; **Leong et al.**, 2010; **Hallenstvedt et al.**, 2012)

В противоречие с резултатите на цитираните по-горе автори **John et al.** (1995) не установяват признаци на гранивост при повишено ниво на ПННМК в тъканите. **Houben and Kroll** (1978) също не отчитат признаци на гранивост след съхранение на продуктите, обогатени с ПННМК (10%, 20% и 30% C18:2 в липидите). Според **Hallenstvedt et al.** (2010) рибеното масло, добавено в смеската на свинете в малки равнища (до 0.5 %), може да осигури необходимото количество n-3 ПННМК в мускулните липиди без негативен ефект върху органолептичните качества.

В литературата се срещат различни обяснения за противоречията в резултатите на цитираните автори. Интензивността и значимостта на оксидационните процеси в месото и месните продукти зависят в най-голяма степен от съдържанието на ПННМК в липидите, но трябва да се имат предвид и голям брой други фактори като: начин на обработване; срок и t° на съхранение; достъп на кислород и светлина; съдържание на естествено налични и на добавени антиоксиданти и пр.

Според **Moran** (1996) интензивността на оксидативните процеси може да варира в различните мускули в зависимост от наличието и съчетаването на факторите, влияещи върху нея. Под внимание трябва да се вземе също и мнението на **Ockerman et al.** (1992), според които начините и последователността на обработване и съхранение на пробите (размер, смилане, условия на съхранение, начини на кулинарна обработка и пр.) и вариантите на тяхното комбиниране оказват достоверно влияние върху интензивността на оксидативните процеси. Според някои автори различните мастни киселини предизвикват различни по значимост промени във вкусовите качества. След увеличаване съдържанието на C18:2 в тъканните липиди **Larick et al.** (1992) и **West and Myer** (1987) не намират разлика в цвета, аромата и вкуса на месото между контролната и опитната група. Обяснение за тези резултати могат да се търсят в изводите на **Melton** (1990), според който C18:2 е естествено налична в липидите на свинете в сравнително големи количества, така

че продуктите от нейното оксидиране се възприемат от консуматорите като типични за вкуса и аромата на свинското месо. Не така стои въпросът с С18:3. След обогатяване на тъканните липиди с С18:3, чрез включване на ленено семе в смеската, едни от авторите (**Leskanich et al.**, 1997; **Enser et al.**, 2000) съобщават за липса на промени в качествените показатели на месото, докато други (**Shackelford et al.**, 1990; **Myer et al.**, 1992) отчитат нетипичен вкус и аромат на месото. Обяснение на тези противоречиви резултати може да се търси в изводите на **Campo et al.** (2003), според които това се дължи на различните равнища на С18:3, достигнати в тъканните липиди при отделните експерименти. При анализиране на разликата във вкусовите качества на продуктите в прясно състояние и след съхранение трябва да се има предвид и фактът, че в някои случаи, при месо, обогатено с n-3 ПННМК, кратката му кулинарна обработка в прясно състояние преди дегустацията, е способна да инициира освобождаването на летливи вещества, водещи до промени във вкусовите качества, съпоставими с промените настъпили в нормалното месо, при съхранението му във фризер за няколко месеца. В тази връзка **Campo et al.** (2003) сочат прага от 3% С18:3 в тъканните липиди като граница, над която летливите вещества, формирани при кулинарната обработка, променят вкусовите качества на продуктите.

Интересен извод правят **Hertzman et al.** (1988), според които в началото на оксидативните промени те се откриват по-лесно чрез органолептична преценка, отколкото посредством химични анализи. **Houben and Kroll** (1980-81) препоръчват съчетаването на органолептична преценка и химични анализи за по-точно определяне на гравитостта. Според **Romans et al.** (1995b) началните отклонения във вкуса на бекона се долавят при органолептична преценка, а не се отчитат при химични анализи. Основавайки се на изводите и на други изследователи, авторите дават следното обяснение на този феномен. При автооксидирането на мастните киселини, протичащо по време на съхранението, се образуват оксидационни продукти, които се отчитат чрез химичните методи на анализ. В резултат от термооксидацията при кулинарна обработка на храните се образуват различни летливи, ароматни съединения, променящи в значителна степен вкуса и аромата на продуктите. Поради техния летлив характер тези съединения не се отчитат от използваните химични методи, но се долавят при органолептична преценка.

Интерес представляват резултатите на **Hertzman et al.** (1988), които съобщават за различни по сила оксидационни изменения в зависимост от източника на ПННМК. Като рискови в това отношение те сочат фуражите от морски произход, най-слаби промени предизвикват рапичните продукти, а най-силно окисление наблюдават при комбинация от рибено брашно и рапичен шрот.

Разгледаните до тук проблеми с качеството на продуктите, породени от високите нива на ПННМК в тъканните липиди, поставят като особен важен въпроса за максимално допустимите равнища на ПННМК, до които може да се достига във фуражните и респективно в тъканните липиди. Данните от литературата варират в сравнително широки граници: 12 g ПННМК/kg фураж – **Prabucki** (1986); 19-21 g ПННМК/kg фураж – **Fisher et al.** (1991) като същите понижават това равнище до 15 g ПННМК/kg фураж, ако месото и сланината ще бъдат използвани за производство на консервирани продукти; **Van Oeckel and Warnants** (1996) определят лимит от 18.8 g ПННМК/kg фураж. Според **Stiebing et al.** (1991) съдържанието на ПННМК в тъканните липиди не бива да надхвърля 14% за салами със среден и 12% за салами с дълъг срок на съхранение. Максимално допустимото равнище на ПННМК в подкожната сланина, използвана за производство на бекон или сурови салами е 15 % (**Van Oeckel and Boucque**, 1992).

Проблемите с оксидативната стабилност на месото и месните продукти, обогатени с n-3 мастни киселини, налагат намирането на подходящите фуражни компоненти, с мастнокиселинен профил, позволяващ постигането на желаните промени в мастнокиселинния състав на продуктите, при осигуряване на достатъчно висока оксидативна стабилност. Фуражните компоненти от мор-

ски произход, които са най-богати на n-3 мастни киселини, са неподходящи за животновъдната практика, понеже са носители на специфична миризма на риба, която придават на животинските продукти. Реален интерес за животновъдната практика представляват семената на маслодайните растения, богати на n-3 мастни киселини (лен, рапица, соя) или съответно маслата, екстрахирани от тях. Предпочитани като източник на n-3 ПННМК са семената на споменатите маслодайни растения, а не техните масла, понеже последните са податливи на оксидиране и не позволяват дълго съхраняване. Липидната фракция в семето е добре защитена от семенната обвивка и от естествено наличните антиоксиданти. Лененото семе се сочи от редица автори като най-подходящия фураж за целта, понеже е маслодайно растение със съдържание на липиди в семената до около 42 %, като до 58% от това липидно съдържание е α -линоленова киселина, която е предшественик за синтеза на всички дълговерижни мастни киселини от групата n-3 в тъканите на животните и човека. За сравнение тази мастна киселина се съдържа в липидите на соята до 7-8%, а на рапицата – до 10-11%. Друго предимство на лененото семе, е че съдържащата се в голямо количество в него α -линоленова киселина е по-устойчива на окисление, в сравнение с по-дълговерижните мастни киселини на рибеното масло (**Van Oeckel et al.**, 1995). Проблемите, които стоят пред използването на лененото семе във фуражната промишленост, са по-ниската му смиланост (**Klarie et al.**, 2007), наличието на някои антихранителни фактори в него (**Liener**, 1980; **Niedwietz-Siegen**, 1998), както и по-високата му цена в сравнение с традиционните фуражни компоненти.

Друг въпрос, от чийто отговор се нуждае животновъдната практика, е какви да бъдат равнищата на участие на фуражите, богати на n-3 мастни киселини, в концентратната смеска. Експериментите, провеждани с лененото семе, обхващат доста широк диапазон на негово участие в смеската – от 1.9% (**Van Oeckel et al.**, 1997) до 27% (**Cherian and Sim**, 1995). Оптималните за практиката равнища на участие на лененото семе в смеската трябва да се търсят, изхождайки както от неговото влияние върху угоителните и кланични качества на животните, така и върху качеството и оксидативната стабилност на получените месо и месни продукти. Въпросът за равнището на участие на лененото семе в смеската не може да се разглежда отделно от този за продължителността на неговото използване. И двата въпроса са свързани освен с продуктивността на животните и качествата на получените продукти, също и с по-високата цена на лененото семе в сравнение с традиционните фуражни компоненти. Намирането на пресечната точка на техните отговори ще позволи желаните промени в мастнокиселинния състав на тъканните липиди да бъдат постигнати за кратко време, без повишаване или с минимално повишаване на производствените разходи при получаването на месо и месни продукти с високо качество и диетичност, обогатени с n-3 мастни киселини със здравословно въздействие върху консуматора.

Изхождайки от резултатите на различните автори, експериментирали с ленено семе, смятаме, че неговото участие в дажбата на свинете за угояване трябва да бъде от 5% до 15%, а периодът на изхранването му да обхваща последните 4 – 6 седмици от угоителния период (**Дойчев**, 2008; **Дойчев и др.**, 2001; **Romans et al.**, 1995a,b; **Fontanilas et al.**, 1998; **Riley et al.**, 2000; **Kouba et al.**, 2003; **Juarez et al.**, 2011)

ЛИТЕРАТУРА

1. **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 угояване. Животновъдни науки, N 2, 59-63.
2. **Дойчев, В.**, 2008. Проучване на възможностите за оптимизиране на качеството и диетичността на свинското месо. Дисертация, Тракийски университет, Аграрен факултет, Стара Загора.

3. **Ahn, D. U., S. Lutz and J. S. Sim**, 1996. Effects of dietary α -linolenic acid on the fatty acid composition, storage stability and sensory characteristics of pork loin. *Meat Science*, vol. 43 No 3-4: 291-299
4. **Batterham, E. S., L. M. Andersen, D. R. Baigent and A. G. Green**, 1991. Evaluation of meals from Linola TM low linolenic acid linseed and conventional linseed as protein sources of growing pigs. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 35, 181-190.
5. **Batterham, E. S., L. M. Andersen, and A. G. Green**, 1994. Piridoxin supplementation of Linola TM meal for growing pigs. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 50, 167-174.
6. **Bowland, J. P.**, 1971. Rapeseed as an energy and protein source in diets for growing pigs. *Can. J. of Anim. Sci.* 51: 503-510.
7. **Bowland, J. P.**, 1972. Unprocessed rapeseed treated with propionic acid in diets of growing pigs: performance, energy and protein digestibility, and nitrogen retention, carcass measurement, and fatty acid composition of backfat. *Can. J. Anim. Sci.*, 1972, 52, 553-562.
8. **Busbom, J. R., D. C. Rule, D. Colin, T. Heald and A. Mazhar**, 1991. Growth, carcass characteristics, and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. *J. Anim. Sci.*, 69, 1101-1108.
9. **Cameron, N. D. and M. B. Enser**, 1991. Fatty acid composition of lipids in longissimus dorsi muscle of Duroc and British landrace pigs and its relationships with eating quality *Meat Science*, 29, 295-307.
10. **Campo, M. M., G. R. Nute, J. D. Wood, S. J. Elmore, D. S. Mottran and M. Enser**, 2003. Modeling the effect of fatty acids in odor development of cooked meat in vitro: Part 1 – sensory perception. *Meat Science* 63, 367 – 375.
11. **Castell, A. G. and L. Falk**, 1980. Effects of dietary canola seed on pig performance and back fat composition. *Canadian Journal of Animal Science*, 60: 795-797.
12. **Castell, A. G., T. M. Mallard**, 1974. Utilization of ground seed or meal from low erucic acid rape (*Brassica Campestris* cv. span) in diets for growing-finishing pigs. *Can. J. of anim. Sci.* 54:443.
13. **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.
14. **Davenel, A., A. Riaublanc, P. Marshal and G. Gandemer**, 1999. Quality of pig adipose tissue: relationship between solid fat content and lipid composition. *Meat Science*, 51, 1 73 – 79.
15. **Dugan, M. E. R., J. L. Aalhus, W. M. Robertson, L. L. Gibson, D. C. Rolland and I. L. Larsen**, 2004. Feeding flax seed to pigs: effects on pork fatty acid composition and palatability. *Advances in Pork Production*, vol. 15 Abstrakt No 15.
16. **Enser, M. B., Fisher, A. V. and Wood, J. D.**, 1983. The effect of fatty acid composition on the suitability of pig backfat for the production of bacon. In: *Proceedings of the 29th European Meeting of Meat research Workers*, vol. 2 (pp. 479-486).
17. **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 sossages. *Meat Science*, 55, 201 – 212.
18. **Fisher, K., K. H. Kopenbrock, W. Sommerand, A. Stiebing**, 1991. Fett als futtermittel in der Schweinemast. 2. Mitteilung. Auswirkungen auf die Fett- und Fleischqualität und den Genußwert. *Schwine-Zucht und Schweine-Mast*, 39, 107-110.
19. **Fontanilas, R., A. Barroeta, M. D. Braucells and F. Guardiola**, 1998. Backfat Fatty Acid Evolution in Swine Fed Diets High in Either cis-Monounsaturated, trans, or (n-3) Fats. *J. of Anim. Sci.* 76:1045-1055
20. **Gray, J. I. and A. M. Pearson**, 1987. Rancidity and warmed overflavor. *Adv. Meat Res.*, 3, 221.
21. **Hallenstvedt, E., N. P. Kjos, A. C. Rehnberg, M. Øverland, M. Thomassen**, 2010. Fish oil in feeds for entire male and female pigs: Changes in muscle fatty acid composition and stability of sensory quality. *Meat Science*, 85, 1, 182-190

22. **Hallenstvedt, E., M. Øverland, A. Rehnberg, N. P., Kjos, M. Thomassen**, 2012. Sensory quality of short- and long-term frozen stored pork products. Influence of diets varying in polyunsaturated fatty acid (PUFA) content and iodine value. *Meat Science*, 90, 1, 244-251
23. **Hertzman, C., L. Goransson and H. Ruderus**, 1988. Influence of fish meal, rape-seed and rape-seed meal in feed on the fatty acid composition and storage stability of porcine body fat. *Meat Science*, 23, 37-53.
24. **Houben, J. H. and B. Krol**, 1978. Quality of pork meat and fat with increased levels of polyunsaturated fatty acids. *Proceedings of the European meeting of Meat Research Workers*; No. 24, J4:1-J4:6, 17 ref.
25. **Houben, J. H. and B. Krol**, 1980 - 81. Acceptability and storage stability of pork products with increased levels of polyunsaturated fatty acids. *Meat Science*, 5, 57 – 70.
26. **Irie, M. and M. Sakymoto**, 1992. Fat characteristics of pigs fed fish oil containing eicosapentaenoic and dokosaheptaenoic acids. *J. Anim. Sci.*, 70, 470-477.
27. **John, A. K. usky and D. Kuhne**, 1995. Influence of dietary odd-chain fatty acids on lipoproteins and on the composition of fatty acids in different tissues of pigs. *Archiv fur Lebens mittelhygiene*. 46: 110-112, 114-115; 18 ref.
28. **Juarez M., M. E. R. Dugan, I. L. Larsen, R. Thacker, D. C. Rolland, and J. L. Aalhus**, 2011. Oxidative stability in grinds from omega-3 enhanced pork. *Canadian Journal of Animal Science*, 91, 623-634.
29. **Juárez, M., M. E. R. Dugan, N. Aldai, J.L. Aalhus, J. F. Patience, R. T. Zijlstra, A. D. Beaulieu**, 2010. Feeding co-extruded flaxseed to pigs: Effects of duration and feeding level on growth performance and backfat fatty acid composition of grower–finisher pigs. *Meat Science*, 84, 3, 578-584
30. **Kiarie, E., C. M. Nyachoti, B. A. Slominski and G. Bldnk**, 2007. Growth performance, gastrointestinal microbial activity, and nutrient digestibility in early-weaned , pigs fed diets containing flaxseed and carbohydrase enzyme. *J. Anim. Sci.*, 85:2982-2993.
31. **Koch, D. A., A. M. Pearson, W.T. Magee, J.A. Hofer and B.S. Schweigert**, 1968. Effect of diet on the fatty acid composition of pork fat. *J. Anim. Sci.*, 27, 360.
32. **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.
33. **Larick, D. K., B. E. Turner, W. D., Schoenherr, M. T. Coffey and D. H. Pilkington**, 1992. Volatile compound contents and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *Journal of animal Science*, 70, 1397 – 1403.
34. **Leong, J., P. C. H. Morel, R. W. Purchas, B. H. P. Wilkinson**, 2010. The production of pork with garlic flavour notes using garlic essential oil. *Meat Science*, 84, 4, 684-690
35. **Lescanich, C. O., R. C. Noble and C. A. Morgan**, 1994. Manipulation of the polyunsaturated fatty acid content of pig meat in conformity with dietary guidelines. *Proceedings of the Nutrition Society*; 53 (2) 14A, 2 ref.
36. **Lescanich, C. O., K. R. Mathews, C. C. Warkup, R. C. Noble and M. Hazledine**, 1997. The effect of dietary oil containing n-3 fatty acids on the fatty acids, physicochemical and organoleptic characteristics of pig meat and fat. *Journal of Animal Science*, 75, 673 – 683.
37. **Liener, I. E.**, 1980. *Toxic Constituents of Plant Feedstuffs*, 2nd edn. Academic press, New York, 502 pp.
38. **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.

39. **Maw, S. J., V. R. Fowler, M. Hamilton and A. M. Petchey**, 2001. Physical characteristics of pig fat and their relation to fatty acid composition. *Meat Science*, 63, 2 185 – 190.
40. **Melton, S. L.**, 1990. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. *Journal of Animal Science*, 68, 4421 – 4435.
41. **Moran, E. T.**, 1996. Fat modification of animal products for human consumption. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, April. 58 (1-2): 91-99.
42. **Myer, R. O., D. D. Jhonson, D. A. Knauft, D. W. Gorbet, J. H. Brendemuhl and W. R. Walker**, 1992. Effect of feeding high oleic acid peanuts to growing-finishing swine on resulting carcass fatty acid profile and on carcass and meat quality characteristics. *Journal of Animal Science*, 70, 3734 – 3741.
43. **Myer, R. O., J. W. Lambkey, W. R. Walker, J. H. Brendemuhl and G. E. Combs**, 1995. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets contained canola oil and added copper to alter unsaturated to saturated ratio of pork fat. *J. of Anim. Sci.*, 70, 1417 – 1423.
44. **Niedzwiedz – Siegien, I.**, 1998. Cianogenic glukosides in *Linum Usitatissimum*. *Phytochemistry*, 49, 1, 59 – 63.
45. **Ockerman, H. W., N. A. Pensel and H. R. Rodrigues**, 1992. Influence of sequence of treatments on oxidation of pork muscle tissue. 38th ICoMST Clermont – Ferrand France, 555 – 558.
- Pearson, A. M., J. I. Gray, A. M. Wolzak and N. A. Horenstein**, 1983. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. *Food technol.*, 37 121 – 128.
46. **Piedrafita, J., L. L. Christian and S. M. Lonergan**, 2001. Fatty acid profiles in three stress genotypes of swine and relationships with performance, carcass and meat quality traits. *Meat Science*, 57, 1, 71 – 77.
47. **Prabucki, A. L.**, 1986. In: Prabucki, A. L. (Hrsg), NRA/FAL Symp. Der Einsatz von Fett in Mischfutter für Schweine, 20-21 Mai, Brawnschweig Volkenrode, pp. 83-97.
48. **Reindl, B. and H. J. Stan**, 1982. Determination of volatile aldehydes in meat as 2,4-dinitrophenylhydrazones using reversed-phase high-performance liquid chromatography *J. Agric. Food Chem.*, 30, 849-854.
49. **Riley, P. A., M. Enser, G. R. Nute and D. Wood**, 2000. Effects of dietary linseed on nutritional value and other quality aspects of muscle and adipose tissue, *Animal Sci.*, 71, 483-500
50. **Rohrmoser, G., J. Zwickl, C. Rindle and K. Fisher**, 1991. Communication no 3/91 of the Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, Germany, pp. 15 - 22.
51. **Romans, J. R., R. C. Johnson, M. V. Duane, G. V. Libal and W. J. Costello**, 1995a. Effects of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega – 3 fatty acid contents of pork: I. Dietary level of flaxseed. *J. Anim. Sci.*, 783, 1982-1986.
52. **Romans, J. R., R.C. Johnson, M.V. Duane, G.V. Libal and W.J. Costello**, 1995b. 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.
53. **Shackelford, S. D., J. O. Reagan, K. D. Haydon and M. F. Miller**, 1990. Effects of feeding elevated levels of monounsaturated fats to growing – finishing swine on acceptability of boneless hams. *Journal of food Science*. 55, 1485 – 1517.
54. **Specht – Overholt, S. M.**, 1995. Commercial manufacturing of omega – 3 enriched pork products and effects of flaxseed and d,l alpha – tocopherol acetat in swine diets on lipids and pigment stability and various pork quality characteristics. *Disertations – Abstracts – International*, - B; (2) 587. Order no DA9519160, 156 pp.
55. **Stiebing, A., D. Kuehne and W. Roedel**, 1991. Fat quality – effects on the storage stability of raw ripened sausages. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt Fleischforschung, Kulmbach*; No. 112, 151 – 160, 1 ref.

- 56. Taye, G. A., P. R. Sheard, F. M. Whittington, G. R. Nute, A. Stevart, J. D. Word, 2006a.** Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality, *Meat Sci* 73 157-165
- 57. Taye, G. A., J. D. Word, F. M. Whittington, A. Stevart, P. R. Sheard, 2006b.** Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 2. Effects on properties of fat and processing characteristics of bacon and frankfurter-style sausages, *Meat Sci* 73 166-177
- 58. Theunissen, T. J. M., T. Kowenhoven and Y. H. Blauw, 1979.** Consumer responses of food products with increased level of polyunsaturated fatty acids. *Journal of food science*; 44 (5) 1483 – 1484, 1490, 10 ref.
- 59. Valaja, J., K. Soumi, T. Alaviuhkola and I. Imonnen, 1992.** Effect of dietary fish meal on the palatability and fatty acid composition of pork. *Agricultural Science in Finland*; 1 (1) 21 – 26, 11 ref.
- 60. Van Oeckel, M. J. and C. V. Boucque, 1992.** Omega – 3 fatty acids in pig nutrition. A review. *Revue de l'Agriculture Landbouwtijdschrift (Belgium)* Nov. – Dec. v. 45(6) p. 1177 – 1192.
- 61. Van Oeckel, M. J., M. Casteels, P. Dirinck, N. Warnants and Ch.V. Boucque, 1995.** Different aspects affecting the sensory quality of pork. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, 60/4a*, 1727 – 1736.
- 62. Van Oeckel, M. J. and N. Warnants, 1996.** Threshold for incorporation of cardiovascularly favorable fatty acids in pork tissues: implications for meat and meat products. Winter Meeting of British Society of Animal Science, Scarborough, UK, 18-20 March.
- 63. Van Oeckel, M. J., M. Casteels, N. Warnants, L. Wan Damme & Ch. V. Boucque, 1997.** Omega – 3 Fatty Acids in Pig Nutrition: Implications for the Intrinsic Sensory Quality of the Meat. *Meat Science*, 44, 1-2,55-63
- 64. Warnants, N., M. J. V.Oeckel and Ch.V. Boucque, 1994.** Reflection of the feed PUFA content in porcine backfat and intramuscular fat. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent, 59/4b*.
- 65. Warnants, N., Van Oeckel, M. J., Boucque, Ch. V., and De Paepe, M., 1995.** Influence of feeding dietary polyunsaturated fatty acids (extruded rapeseed) on animal performance, carcass, meat and fat quality in pigs. *J. of Anim. Fisiol. And Anim. Nutr.*, 74:24-33.
- 66. Warnants, N., M. J. V.Oeckel and C.V. Boucque, 1999.** Incorporation of Dietary Polyunsaturated fatty Acid into Pork Fatty Tissues. 77, 2478-2490
- 67. West, R. L. and Myer, O. L., 1987.** Carcass and meat quality characteristics and back fat fatty acid composition of swine as affected by the consumption of peanuts remaining in the field after harvest. *Journal of Animal Science*, 65, 475 – 480.
- 68. Wood, J. D., R. I. Richardson, G. R. Nute, A. V. Fisher, M. M. Campo, E. Kasapidou, P. R.**
- 69. Sheard, M. Enser, 2003.** Effect of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21 – 32.