

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA AGROBIOLOGIE,
POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ

Katedra obecné zootechniky a etologie
Katedra genetiky a šlechtění



BIOKRON s.r.o.



VYUŽITÍ ANTIOXIDANTŮ VE VÝŽIVĚ BROJLEROVÝCH KRÁLÍKŮ

Ing. Adéla **Dokoupilová**, Ph.D.

doc. Ing. Karel **Mach**, CSc.

Ing. Karel **Janda**

MVDr. Miloslav **Martinec**, Ph.D.

MVDr. Jaroslav **Ondráček**

doc. Ing. Lukáš **Jebavý**, CSc.

Ing. Renata **Masopustová**

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

**FAKULTA AGROBIOLOGIE,
POTRAVINOVÝCH A PŘÍRODNÍCH ZDROJŮ**

BIOKRON s.r.o.



CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Využití antioxidantů ve výživě brojlerových králíků

Autoři:

Ing. Adéla **Dokoupilová**, Ph.D. (30 %)

doc. Ing. Karel **Mach**, CSc. (30 %)

Ing. Karel **Janda**(20 %)

MVDr. Miloslav **Martinec**, Ph.D. (11 %)

MVDr. Jaroslav **Ondráček**(3 %)

doc. Ing. Lukáš **Jebavý**, CSc. (3 %)

Ing. Renata **Masopustová**(3 %)

Oponenti:

Ing. Markéta **Roubalová**, CSc.

Ministerstvo zemědělství České republiky

Odbor živočišných komodit

Ing. Zdeněk **Volek**, Ph.D.

Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves

Oddělení fyziologie výživy a jakosti produkce

Certifikovaná metodika navazuje na řešení výzkumného záměru
MSM 6046070901: „Setrvalé zemědělství, kvalita zemědělské produkce,
krajinné a přírodní zdroje“

Praha 2013

*Ministerstvo zemědělství České republiky
Těšnov 17
117 05 Praha 1*

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

č. 17210/2013 - 4

o uznání uplatněné certifikované metodiky
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

Využití antioxidantů ve výživě brojlerových králíků

Ing. Adéla Dokoupilová, Ph.D.

Doc. Ing. Karel Mach, CSc.

Ing. Karel Janda

MVDr. Miloslav Martinec, Ph.D.

MVDr. Jaroslav Ondráček

Doc. Ing. Lukáš Jebavý, CSc.

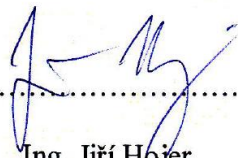
Ing. Renata Masopustová

*Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů
ISBN 978-80-213-2409-1*

Certifikovaná metodika navazuje na řešení výzkumného záměru MSM
6046070901: „Setrvalé zemědělství, kvalita zemědělské produkce, krajinné a
přírodní zdroje“

V Praze dne 17. října 2013




.....
Ing. Jiří Hojer
ředitel odboru
živočišných komodit 17 210

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. CÍL METODIKY	2
3. VLASTNÍ POPIS METODIKY	2
3.1 Úvod do problematiky	2
3.2 Selen	3
3.3 Vitamin E.....	4
3.4 Interakce selenu a vitaminu E.....	5
3.5 Antioxidant PX AV 3	5
3.6 Spolupráce	6
4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST METODIKY (EXPERIMENTÁLNÍ DESIGN)	6
5. ZÁVĚRY A SOUHRN ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ	7
6. UPLATNĚNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	7
7. UPLATNĚNÍ A VYUŽITÍ METODIKY	8
8. PŘÍLOHA I: SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	8
9. PŘÍLOHA II: SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE A JSOU UVEŘEJNĚNY V PLNÉM ZNĚNÍ.....	10
9.1 Selenium content in tissues and meat quality in rabbits fed selenium yeast	10
9.2 Selen v organické formě (Sel-Plex) a vitamin E	15
9.3 Náhrada doplňku vitamínu E v krmivech pro výkrm králíků směsí přírodních antioxidantů	21
9.4 Vliv antioxidantu PX AV 3 na metabolismus a užitkovost králíků.....	24
10. PŘÍLOHA III: SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	28

1. ÚVOD

Na bezpečnost potravin a krmiv, jako základní ukazatel kvality, má velmi nepříznivý vliv přítomnost volných radikálů (oxidantů) v jednotlivých jejich komponentech. Množství volných radikálů endogenního i exogenního původu se v našem životním prostředí zvyšuje. Na tomto zvyšování se ve velké míře svou činností podílí také člověk.

Volné radikály jsou charakteristické přítomností nepárového elektronu ve vnější sféře jejich elektronového obalu. Za přítomnosti kyslíku se na místo nepárových elektronů naváže molekula tohoto prvku (O_2) za vzniku peroxylového radikálu, který se snaží z další sloučeniny získat chybějící elektron, čímž vytváří jiný volný radikál. Tato řetězová reakce je přerušena vazbou dvou radikálů na sebe, nebo reakcí radikálů s antioxidantem. Mezi volné radikály patří dusíkaté radikály (NO , NO_2), kyslíkové radikály (O_2 , OH , peroxy, alkoxy, hydroperoxy), radikály chlóru a brómu. Látky, při kterých se tvoří radikály, jsou také pesticidy, herbicidy nebo těžké kovy.

Zvýšené vystavení účinku oxidantů (volných radikálů) nebo snížená obranyschopnost proti nim, případně výskyt těchto příčin současně může vyvolat tzv. oxidační stres (Davies, 2000). Ten se může podílet na vzniku některých onemocnění (u zvířat i lidí): diabetes, choroby očí (např. šedý zákal), kůže, plic, přispívá ke vzniku neurodegenerativních onemocnění (např. Parkinsonova a Alzheimerova nemoc), podporuje virové infekce, vznik nádorů karcinogenního charakteru a snižuje imunitu.

Na druhé straně je třeba říci, že určité množství volných radikálů je živočišnému organismu prospěšné, resp. mnohdy nezbytné. Bílé krvinky obsahují poměrně velké množství volných radikálů, s jejichž pomocí zabíjejí mikroorganismy, kvasinky a parazity a ničí některé nádorové buňky. Volné radikály rovněž umožňují oplození vajíčka.

Aktivitu oxidantů – volných radikálů omezují molekuly antioxidantů – snižují četnost vzniku volných radikálů, resp. je převádějí do méně reaktivní nebo nereaktivní formy. Jejich podávání v rozumné míře působí příznivě na zdraví lidí i zvířat.

Antioxidanty se dělí na přirozené (přirozeně se vyskytující v krmivech nebo potravinách, často v menších koncentracích) a umělé – syntetické (vytvořené člověkem, bez odpovídajícího výskytu v přírodě). Zpravidla je dáována přednost přirozeným antioxidantům; jejich účinnost je, ve srovnání s účinností syntetických antioxidantů podaných ve stejné dávce, vyšší.

Mezi nejdůležitější přirozené antioxidanty vyskytující se v potravě či krmivech patří:

- ▲ vitaminy (A, E, C, B2, B15)
- ▲ karotenoidy
- ▲ flavonoidy (rostlinná barviva některých tříslovin a polyfenolů)
- ▲ polyfenoly
- ▲ některé sloučeniny selenu, zinku, manganu a germania
- ▲ antioxidanty na bázi aminokyselin (glutathion, taurin)
- ▲ čisté uhlovodíky (bez dusíku, síry a kovů)

Rostlinných a potravinových (krmných) zdrojů antioxidantů je celá řada. Část z nich je uvedena v řadě sestupně dle koncentrace výskytu antioxidantů: ostružiny, lékořice, oregano, černý rybíz, vojtěška, borůvky, brusinky, česnek, pивní slad, šalvěj, třezalka, bílá cibule.

Dosavadní výzkumy upozorňují také na nezávadnost použití syntetických antioxidantů (pokud nejsou podávány dlouhodobě v nadměrném množství). Mezi syntetické antioxidanty povolené v ČR patří:

- ▲ BHA (butylhydroxyanisol)

- ⤴ BHT (butylhydroxytoluen)
- ⤴ TBHQ (terbutylhydrochinon)
- ⤴ galáty (estery kyseliny galové)
- ⤴ kyselina fumarová

Jedná se hlavně o sloučeniny fenolového typu a méně používané (pro značnou toxicitu) sloučeniny s dusíkatým heterocyklem nebo dihydrochinolinové sloučeniny (Miturová, 2009).

U některých antioxidantů podávaných dlouhodobě v čistém stavu dochází k tzv. zvratu antioxidantů; antioxidační účinek se změní ve vysoce nežádoucí účinek prooxidační. Tento jev byl zaznamenán u β -karotenu (provitamin A), vitamínu E i C a flavonoidů. U přírodních antioxidantů tento jev zaznamenán nebyl.

2. CÍL METODIKY

Metodika je zaměřena na využití selenu (v organické a anorganické formě), vitamínu E a antioxidantu PX AV3-C (PX AV3) ve výživě králíků.

Cíl práce se skládá z těchto dílčích částí:

1. porovnání distribuce organické formy selenu (selenové kvasnice Sel-Plex a selenem obohacené řasy *Chlorella*) a jeho anorganické formy (seleničitan sodný) v těle králíků,
2. zjištění vlivu selenu (organické a anorganické formy) a vitamínu E na ukazatele výkrmnosti, jatečné hodnoty a kvalitu masa brojlerových králíků,
3. stanovení vlivu částečné, resp. úplné náhrady vitamínu E antioxidantem PX AV3-C v krmných směsích na užitkovost, zdravotní stav a ukládání vitamínu E v játrech vykrmovaných králíků,
4. zjištění účinku různé kombinace vitamínu E a antioxidantu PX AV3-C v krmných směsích pro výkrm králíků na užitkovost, zdravotní stav a ukládání vitamínu E v játrech,
5. posouzení vlivu antioxidantu PX AV3-C v kombinaci s probiotikem Probiostan na jaterní metabolismus a plodnost králíků ve faremním chovu brojlerových králíků.

3. VLASTNÍ POPIS METODIKY

3.1 Úvod do problematiky

Současné faremní chovy a velká část tradičních chovů je zaměřena na produkci kvalitního, lehce stravitelného dietetického králíčího masa. Jeho charakteristiku uvádí Zadina et al. (2004), Bízková et al. (2009, 2011), Dokoupilová (2009), Prokůpková et al. (2009, 2010), Gálová et al. (2012).

Zanedbatelná není produkce kvalitní srsti a kůže, králík je rovněž důležitým modelovým a laboratorním zvířetem, významný je i jeho zájmový chov, celá řada plemen v ČR i zahraničí je zařazena do genetických zdrojů (Zadina et al., 2004; Rafay et al., 2010, 2011; Zita et al., 2010; Martinec a Tůmová, 2011; Šípová, 2011; Šnejdar, 2011; Štětka, 2011; Zadina, 2011; Chrenek, 2012; Supuka et al., 2012a, b).

Šlechtěním a užitkovostí tradičních plemen v porovnání s králíkem brojlerovým se zabývali Tůmová a Skřivan (1993), Redel (1996), Bielanski et al. (2001), Zadina et al. (2004), Mach et al. (2005), Dokoupilová et al. (2006), Ondruška et al. (2006), Šmehýl a Ondruška (2006), Šmehýl et al. (2007), Zita et al. (2011, 2012).

Výživou a krmením tradičními, ve značné míře objemnými, krmivy i složením kompletních krmných směsí, které zajišťují výživu králíků ve faremních chovech, se zabývala a stále zabývá celá řada autorů: Skřivanová et al. (2004), Zadina et al. (2004), Volek (2005,

2009), Janda et al. (2010, 2012), Mach et al. (2010, 2011a, b, 2012), Kvaček (2011), Kvaček et al. (2012). Podrobněji je tato problematika rozvedena v publikaci, na kterou tato metodika navazuje (Mach et al., 2012).

Antioxidantům se v poslední době věnuje zvláštní pozornost jak ve výživě lidí, tak i ve výživě zvířat. Hlavní příčinou je jejich vztah k volným radikálům, jejich schopnost podporovat imunitní systém na buněčné úrovni a jejich celkový vliv na podporu zdraví organismu. Při přidavku těchto látek do krmiva se zvyšuje jejich obsah v živočišných produktech.

3.2 Selen

Mezi významné antioxidanty patří polokov selen. Jeho antioxidační funkce je zprostředkována enzymem glutathion peroxidázou (GSH-Px), který brání tkáň před oxidačním poškozením. Selen je nedílnou součástí tohoto enzymu a působí jako jeho kofaktor. GSH-Px katalyzuje redukci škodlivých hydroperoxidů lipidů a peroxidů vodíku na hydroxidy (Burk a Levander, 1997). Nízká koncentrace selenu v krvi je spojována se zvýšenou mortalitou při kardiovaskulárních poruchách. To může být následkem suboptimální aktivity glutathion peroxidázy při zamezování oxidace LDL (low density lipoprotein) s následnou absorpcí endoteliálními buňkami a makrofágy v srdečních cévách (Brown a Arthur, 2001). Aktivita GSH-Px je závislá na obsahu selenu v tkáních. Suplementace krmiva selenem zvyšuje aktivitu GSH-Px u různých druhů zvířat, včetně potkanů, myší, kuřat, křepelek, ovcí, skotu, koní, prasat, lososů atd. (Brigelius-Flohe, 1999). Je však také mnoho faktorů, které snižují aktivitu tohoto enzymu v tkáních těla jako například nadbytek vitamínu E, nedostatek železa (Fe), zinku (Zn), riboflavinu (B₂), pyridoxinu (B₆) či mědi (Cu) (Gomez et al., 2003).

Selen také vykazuje antagonistický účinek proti řadě toxických kovů, ovlivňuje všechny složky imunitního systému včetně vývoje a průběhu nespecifické, humorální a buněčné imunitní reakce a může zlepšovat reprodukční ukazatele zvířat (Surrai, 2002).

Tento polokov se do těla zvířat a lidí dostává prostřednictvím rostlin nejčastěji ve formě selenomethioninu a selenocysteinu (Combs a Combs, 1986). V ČR je průměrná koncentrace selenu v krevním séru obyvatel $77 \pm 18 \mu\text{g Se.l}^{-1}$ (Ursínyová a Hladíková, 1998). Doporučená denní dávka selenu se pohybuje v rozmezí 50 – 200 μg na osobu a den. Minimální potřeba selenu pro zvířata se mění s jeho přijímanou formou a obsahem ostatních složek diety, především vitamínu E, se kterým je funkce selenu úzce propojena. Rozdílné hodnoty potřeby selenu uváděné různými autory jsou také dány odlišnými metodami stanovení, včetně ztrát při sušení a skladování vzorků. Mateos a Blas (1998) uvádějí potřebu selenu pro králíky od různých autorů 0 ppm, 0,01 ppm a 0,15 ppm. Lee et al. (1979) pozorovali, že většina GSH v těle králíků nevyužívá selen jako kofaktor. Králíci jsou tak více závislí na vitamínu E a méně na selenu, ve vztahu k antioxidační ochraně tkání, než jiní savci (Jenkins et al., 1970).

Další studie týkající se této otázky nebyly provedeny, proto se ve výživě králíků používá jen malé množství selenu (0,05 ppm).

Objevení limitu využití anorganické formy selenu (seleničitanu sodného) včetně jeho toxicity, interakce s jinými minerálními látkami a vitamíny, nízké retence v mléce, mase a vejcích a neschopnosti tvořit rezervy selenu v těle a prooxidačních vlastností seleničitanového iontu (Spallholz, 1997), vedlo výrobce krmiv k produkci nového a účinnějšího zdroje selenu coby krmného doplňku v podobě selenových kvasnic Sel-Plex. Malbe et al. (1995) sledovali vyšší aktivitu GSH-Px skotu při doplnění selenu prostřednictvím selenových kvasnic ve srovnání se seleničitanem sodným. Při použití selenových kvasnic u prasat byla zjištěna vyšší koncentrace selenu v krvi a játrech než při použití seleničitanu sodného (Ortman a Perhson, 1998). Šimáně (2006) se zabýval použitím nového zdroje selenoproteinů, selenem obohacené

řasy *Chlorella*, na ukládání selenu do vajec a na obsah selenu v játrech a trusu. Zjistil, že použití selenem obohacené řasy *Chlorella* u nosnic má za následek signifikantně efektivnější ukládání selenu do vaječného bílku i žloutku v porovnání se seleničitanem sodným a srovnatelně efektivní s přípravkem Sel-Plex. Skupina se selenem obohacenou řasou *Chlorella* vykazovala lepší intenzitu snášky nosnic.

Nedostatek selenu často spolu s nízkou hladinou vitamínu E je spojován s některými chorobami: exsudativní diatézou u kuřat, nekrózou jater u prasat či svalovou dystrofií, kterou ve vztahu k nedostatku selenu poprvé popsal Houge (1958) u jehňat. Streeter et al. (2012) zjistili, že u více než 35 % koní ze sledované skupiny byly klinické příznaky spojené s podezřením na neuromuskulární deficit, gastrointestinální onemocnění a úbytek hmotnosti spojeny s nízkou hladinou selenu v jejich krvi. Nízká hladina selenu v krvi koní byla v korelaci s hladinou vitamínu E. V Číně a dalších zemích s extrémně nízkým obsahem selenu v půdě a rostlinách byla zaznamenána u lidí dvě onemocnění Keshan a Kaschin-Beck. Keshanova choroba je kardiomyopatie, která se vyskytuje především u malých dětí a žen při porodu (Chen et al., 1980). Kaschin-Beckova choroba je generativní kloubní onemocnění způsobené oxidačním poškozením kloubních spojení, které vede k deformaci struktury

3.3 Vitamin E

Vitamin E je pojem zahrnující skupinu účinných v tučích rozpustných antioxidantů. Strukturální analýzy ukázaly, že molekuly mající antioxidační aktivitu vitamínu E jsou 4 tokoferoly (α , β , γ , δ) a 4 tokotrienoly (α , β , γ , δ) obr. 2 A, B. V přírodě se nejvíce vyskytuje forma α -tokoferol, která má nejvyšší biologickou aktivitu, brání projevu symptomů nedostatku vitamínu E u lidí (Brigelius-Flohé a Traber, 1999). Tokotrienoly jsou považovány za silnější antioxidanty (Serbinova et al., 1991), ale biologickou dostupnost při orálním podání mají menší než α -tokoferol.

Vitamin E je nepostradatelnou součástí potravy pro lidi i zvířata a je syntetizován pouze fotosyntetickými organismy (Sen et al., 2006). V roce 1922 byl objeven jako esenciální mikronutrient pro reprodukci u potkanů (Rocheford et al., 2002). Až v roce 1954 byl vitamin E společně se sirnými aminokyselinami a selenem dán do spojitosti s antioxidačním systémem buněk. Jako antioxidant rozpustný v lipidech se nachází v buněčných membránách, kde vychytává volné radikály, které by jinak reagovaly s nenasycenými mastnými kyselinami (přítomnými v buněčných membránách) za vzniku lipoperoxidů, čímž přímo zabraňuje poškození buňky. Ham a Liebler (1997) sledovali vliv vitamínu E na peroxidaci lipidů v játrech potkanů. V závislosti na přítomnosti reakčních partnerů může vitamin E mít i prooxidační efekt. Antioxidační a prooxidační aktivitou α -tokoferolu v plazmě a LDL u lidí se zabývali Kontush et al. (1996).

Dále má vitamin E úlohu ve funkcích regulujících imunitu, svalovou, nervovou a oběhovou činnost. Funkce vitamínu E, které nejsou spojeny s jeho antioxidační aktivitou (inhibice proliferace buněk hladké svaloviny, snižování aktivity protein kinázy C, zvyšování aktivity fosfoprotein fosfatázy 2A, kontrola exprese α -tropomyosin genu), uvádějí Brigelius-Flohé a Traber (1999) včetně podpory spermatogeneze u samců a zadržení zygot u samic potkanů.

Požadavky na vitamin E jsou u různých druhů zvířat ovlivněny množstvím a druhem tuku (především u monogastričních zvířat) v dietě, přítomností antioxidantů, obsahem selenu, železa, mědi a aminokyselin obsahující síru, stejně jako zdravotním stavem zvířat. Vlivem přídavku vitamínu E do krmných směsí kuřat ve výkrmu v množství 13, 100 a 300 mg/kg se zabývali Maurice a Lightsey (1996). Nejlepší konverzi krmiva vykazovala skupina s dávkou 100 mg vitamínu E/ kg směsi. Vysoké dávky (150 mg a více) však mohou snížit intenzitu růstu a zhoršit konverzi krmiva (Weber, 1995). U skotu, prasat, drůbeže a dalších druhů byl zaznamenán vliv vysoké dávky vitamínu E (>200 ppm) na udržení kvality masa po porážce

(Mateos a Blas, 1998). Bernardini et al. (1996) získali podobné údaje u masa králíků krmených 200 ppm vitamínu E. Pozitivní vliv na stabilitu masa králíků při dávkách 200 mg vitamínu E /kg diety v kombinaci s doplňkem vitamínu C zjistili Castellini et al. (2000). Doporučený denní příjem α -tokoferolu pro člověka je 10 až 13 IU na den (Smith a Creelman, 2001).

Biologická dostupnost přírodní formy vitamínu E je vyšší než formysyntetické. Syntetická forma vitamínu E je produkována reakcí trimetylhydrochinonu s isofytolem. Většina vzniklých stereoizomerů má nižší biologickou aktivitu než přírodní vitamin E (Brigelius-Flohé a Traber, 1999).

Jako hlavní příznaky deficeience vitamínu E uvádějí Mateos a Blas (1998) svalovou dystrofii, poškození srdeční svaloviny, exsudativní diatézu, otoky, zvýšení četnosti mastitid, snížení reprodukce a další. U rostoucích králíků je to především svalová dystrofie a snížení reprodukčních schopností, včetně neplodnosti, potratů a narození mrtvých mláďat. U lidí se vyskytuje deficeience vitamínu E velmi vzácně a prakticky nikdy není způsobena nedostatkem tohoto vitamínu v potravě. Nedostatek vitamínu E je výsledkem genetických abnormalit proteinu s transportní funkcí pro α -tokoferol a různých syndromů malabsorpce tuku (Traber a Sies, 1996). Deficeience vitamínu E u lidí způsobuje zvýšený stupeň oxidačního poškození lipidů a hemolýzy erytrocytů (Horwitt et al., 1956).

3.4 Interakce selenu a vitamínu E

Selen jako antioxidant pracuje v úzkém spojení s dalšími antioxidanty, především však s vitaminem E. Nutriční esencialita selenu byla prokázána na základě jeho interakce s vitaminem E. Jeho prospěšný vliv byl poprvé zjištěn u potkanů s nedostatkem vitamínu E (Schwarz a Foltz, 1957). Ukázalo se, že selen by mohl být ochranou proti některým symptomům nedostatku vitamínu E u různých druhů. Selen a vitamin E jsou důležitými elementy pro funkčnost antioxidačního systému v organismu. Komplementární účinek selenu a vitamínu E se projevuje ve zlepšení kvality masa (Surai a Dvorská, 2002), kvality spermatu (Surai et al., 1998), imunity a dalších (Surai, 2002). Zdá se, že existují specifické stresové podmínky, kde účinek selenu nemůže být nahrazen účinkem vitamínu E. Je zajímavé, že vitamin E může ovlivnit aktivitu enzymu GSH-Px u zvířat s nedostatkem selenu.

Nedostatek selenu a vitamínu E ovlivňuje expresi řady genů, ale při nedostatku pouze vitamínu E se tento efekt neprojeví. Deficeience selenu způsobuje snížení aktivity enzymu GSH-Px a ovlivňuje expresi genů kódujících funkci detoxikačních enzymů v játrech. Kombinace nedostatku obou těchto složek (vitamínu E a selenu) však ovlivňuje mnohem větší počet genů. Přestože selen s vitaminem E působí společně, je mnoho funkcí, kde se tyto dva činitelé mohou navzájem nahradit (Fisher et al., 2001). Pro firmy zabývající se výživou zvířat to znamená, že pouze optimální kombinace selenu a vitamínu E je tou správnou volbou při výrobě krmiv.

3.5 Antioxidant PX AV 3

Hlavními aktivními složkami tohoto antioxidantu (vyrábí francouzská firma Manghebat SAS) jsou rostlinné extrakty z ostropestřce mariánského (*Silybum marianum*) a jinanu dvoulaločného (*Ginkgo biloba*). Detailní složení je, z pochopitelných důvodů, výrobním tajemstvím. Výše uvedená francouzská firma zdůrazňuje, kromě neutralizace volných radikálů, pozitivní vliv na metabolismus aminokyselin glutathionu.

Ostropestřec mariánský vykazuje obsah silymarinu; směs flavonolignanů jejíž hlavní podíl tvoří silybinin A (silybin A), silybinin B (silybin B), isosilybinin A (isosilybin A), isosilybinin B (isosilybin B), silydianin, silychristin, taxifolin. Silymarin chrání jaterní buňky před průnikem toxinů (Eminzade et al., 2008), působí jako antioxidant, chrání před vývojem střevních kanceróz, vykazuje protizánětlivé účinky, zlepšuje glukuronidaci xenobiotik

v játrech (Schiavone et al., 2007). Silybin je využíván v humánní medicíně (Jacobs et al., 2002) i veterinární (Radko a Cybulski, 2007).

Standardizovaný extrakt z listů jinanu dvoulaločného, který obsahuje flavonoglykosidy (24 %), terpentény – bilobalid, ginkgolid (6 %), proanthokyanidiny (7 %) a další, má terapeutické účinky pro řadu onemocnění, insuficienci (nedostatečnost) cerebrovaskulární, periferních cév a kognitivní poškození spojené se stárnutím a neurogenerativními chorobami; jako je Alzheimerova choroba (Yao et al., 2004).

Antioxidant PX AV 3 může být vhodnou náhradou doplňku vitamínu E, který je vzhledem k jeho významu a nedostatečnému výskytu v přirozených zdrojích běžně doplňován do krmiv všech druhů a kategorií, patří ale k nejdražším komponentům v krmných směsích.

3.6 Spolupráce

Předkládaná metodika je výsledkem spolupráce ČZU v Praze – Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedry obecné zootechniky a etologie a Katedry genetiky a šlechtění s firmou Biokron, s.r.o. Kolperky 635/A, Blučina, Genetickým centrem Hyla Ratibořice, Jaroměřice nad Rokytnou, MVDr. Miloslavem Martincem, Ph.D. (Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Fakulta veterinárního lékařství – Sekce chorob malých zvířat) a Ing. Jaromírem Kvačkem z Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského Brno, pobočky Havlíčkův Brod (Odbor bezpečnosti krmiv a půdy).

Tato spolupráce byla a je zaměřena na ověřování účinku vybraných antioxidantů (viz. kap. 2.: Cíl metodiky) podávaných samostatně i v jejich kombinaci, či v kombinaci s probiotikem (Probiostan) a přírodními kokcidistatiky (Emanox a Adicox).

Předkládaná metodika navazuje na publikaci obdobného charakteru s názvem: Využití probiotického krmiva PROBIOSTAN a antikokcidika EMANOX ve výkrmu brojlerových králíků (Mach et al., 2012)

4. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST METODIKY (EXPERIMENTÁLNÍ DESIGN)

Pokusy (celkem 3) zabývající se pozorováním distribuce organické a anorganické formy selenu v těle králíků, včetně vlivu selenu a vitamínu E na ukazatele výkrmnosti, jatečné hodnoty a kvalitu masa brojlerových králíků (kap. 2.: Cíl metodiky, body 1. a 2.) proběhly v pokusné stáji VÚŽV v Praze–Uhřetěvesi. Podrobná metodika, průběh pokusů a dosažené výsledky jsou uvedeny v příloze II (body 9.1 a 9.2).

Dva pokusy zabývající se vlivem PX AV3 (samostatně i v kombinaci s vitamínem E) na užitkovost a zdravotní stav vykrmovaných králíků Hyla proběhly ve standardních podmínkách pokusné a demonstrační stáje ČZU v Praze (kap. 2.: Cíl metodiky; body 3 a 4). Výskyt vitamínu E je v přírodních zdrojích nedostatečný, proto musí být, přes jeho vysokou cenu, u všech druhů a kategorií zvířat do krmiva doplňován. Podrobná metodika i výsledky těchto pokusů (uvedeny v příloze II (bod 9.3) studují možnost úplné či částečné náhrady vitamínu E v krmné dávce vykrmovaných králíků přírodním antioxidantem PX AV 3.

Pokus, ve kterém byla sledována účinnost antioxidantu PX AV 3 v kombinaci s probiotikem Probiostan, proběhl v provozních podmínkách faremního chovu brojlerových králíků (Jiří a Petr Kočárovi, Genetické centrum Hyla, Ratibořice, Jaroměřice nad Rokytnou). Hodnocena byla hmotnost a plodnost králic při (resp. v) prvním a druhém vrhu, včetně vybraných biochemických ukazatelů krve (kap. 2.: Cíl metodiky; bod 5). Podrobnou metodiku, průběh řešení i výsledky uvádí příloha II (bod 9.4).

5. ZÁVĚRY A SOUHRN ZÍSKANÝCH VÝSLEDKŮ

1. Obohacení krmné směsi králíků o selen vyvolalo zvýšení obsahu tohoto antioxidantu v jejich tkáních. Organický selen (selenové kvasnice Sel-Plex, selenem obohacená řasa *Chlorella*) byl v tomto ohledu účinnější než selen anorganický (seleničitan sodný). Nejvyšší hladiny selenu vykazovaly tkáně (svalovina stehna a hřbetu, játra, srst) králíků krmených směsí s doplňkem selenových kvasnic.
2. Obohacení diety o vitamin E také vyvolalo odpovídající zvýšení jeho koncentrace ve svalovině hřbetu a stehna vykrmovaných králíků. Hladina selenu nebyla krmným doplňkem vitaminu E ovlivněna.
3. Doplňek selenu ani vitaminu E do krmné směsi králíků neměl statisticky prokazatelný vliv na jejich výkrmnost a jatečnou hodnotu. Nejvyšší oxidační stabilitu vykazovala svalovina králíků krmených směsí obohacenou jak selenem (selenové kvasnice Sel-Plex), tak vitaminem E (komplementarita); rozdíly mezi skupinami však nebyly statisticky prokazatelné.
4. Vyšší obsah vitaminu E v krmné směsi příznivě působí na věk potřebný pro dosažení požadované porážkové hmotnosti 2600 g, denní spotřebu i konverzi krmiva a zdravotní stav králíků ve výkrmu.
5. Náhrada přídatku vitaminu E v krmné směsi antioxidantem PX AV 3 v dávce 200 – 800 mg.kg⁻¹ neměla negativní vliv na zdravotní stav a užitkovost vykrmovaných králíků, pokud obsah vitaminu E neklesl pod 30 mg.kg⁻¹ krmné směsi.
6. Použití adekvátního množství PX AV 3 jako náhrady vitaminu E při výkrmu králíků znamená poněkud nižší, statisticky však neprůkazné, jeho ukládání v jaterním depu.
7. Příznivý účinek kombinace antioxidantu PX AV 3 s nižším obsahem vitaminu E byl umocněn přídatkem krmného doplňku probiotika Probiostan E10 v dávce 2 kg.t⁻¹ krmné směsi; tento doplněk se skládá z 1,8 kg probiotického krmiva Probiostan a 0,2 kg přírodního kokcidostatika Emanox PMX.
8. Přídatek 360 ml antioxidantu PX AV 3 v tekuté formě v kombinaci s 3000 g probiotika Probiostan na tunu kompletní krmné směsi pozitivně ovlivnil jaterní metabolismus králíků (významný ukazatel zdravotního stavu). Především se jedná o hodnoty plazmatických bílkovin a hladinu enzymu alaninaminotransferázy (ALT). Tento enzym – bílkovina umožňuje a usnadňuje průběh základních chemických reakcí organismu, např. odbourávání toxických látek. ALT se ukládá v buňkách srdce, ledvin, svalů a jeho největší množství obsahují játra – přesněji řečeno cytoplazma jaterních buněk.
U králíků, kterým byla podávána krmná směs s antioxidantem PX AV 3 byla zaznamenána poněkud vyšší hmotnost v prvním a vyšší četnost v prvním i druhém vrhu. Tyto rozdíly jsou však statisticky neprůkazné.

6. UPLATNĚNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

1. Obohacení krmné směsi králíků o antioxidanty selen (především v organické formě) a vitamin E vyvolává především zvýšení obsahu těchto zdravotně důležitých komponent v masě vykrmovaných zvířat, což by mohlo vést ke zvýšení zájmu spotřebitelů o králíčí maso
2. Antioxidant PX AV 3 v kompletních granulovaných krmných směsích pro výkrm králíků umožňuje částečně (zcela, pokud obsah vitaminu E neklesne pod 30 mg.kg⁻¹ krmiva) nahradit finančně nákladný přídatek vitaminu E, aniž by došlo ke zhoršení

zdravotního stavu, ztrát během výkrmu a užitkovosti vykrmovaných králíků.

3. Doplněk antioxidantu PX AV 3 příznivě působí na jaterní metabolismus chovných králíc (aniž by došlo k poklesu plodnosti), což je jedním z ukazatelů jejich zdravotního stavu.
4. V obou výše uvedených případech (výkrm králíků, chovné králice) je příznivé působení antioxidantu PX AV 3 na zdraví, užitkovost a plodnost umocněno optimálním obsahem probiotika Probiostan a přírodního kokcidostatika (Emanox nebo Adicox) v krmné dávce.

7. UPLATNĚNÍ A VYUŽITÍ METODIKY

Z prezentovaných výsledků provedených pokusů je jasně zřejmý praktický dopad různých typů antioxidantů podávaných v krmivu na neutralizaci škodlivých radikálů v organismu, a tím i na jednotlivé životní funkce, které podmiňují zdravotní stav a užitkovost zvířat i vlastnosti finálního produktu. Z těchto důvodů je třeba se v praxi této problematice věnovat a formou fortifikace krmiv vhodnými antioxidanty omezovat negativní působení těchto radikálů.

Hlavním přínosem této práce je sledování účinků jednotlivých typů antioxidantů (selen jako prvek, tokoferol jako vitamín, přípravek AV3 jako zástupce rostlinných extraktů) případně jejich vzájemné interakce s dalšími doplňky jako jsou například krmiva probiotického charakteru (PROBIOSTAN). Konkrétní výsledky provedených pokusů dávají jak výrobcům krmiv, tak i chovatelům zvířat návod na možnosti jejich praktického použití při různém zaměření produkce (např. bioprodukty) a vhodnosti jejich vzájemné kombinace nebo náhrady, případně společného působení s jinými doplňky jako jsou např. probiotika. V konečném efektu se uplatnění těchto poznatků projeví zlepšením zdravotního stavu zvířat, snížením ztrát, zvýšením a zkvalitněním produkce, a tím zefektivněním výroby.

8. PŘÍLOHA I:

SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Dokoupilová, A., Mach, K., Majzlík, I., Zavadilová, I. (2006): Využití tradičních plemen pro šlechtění a hybridizaci brojlerového králíka. XXIII. Konferencia: Aktuálne smery v chove brojlerových králikov, Nitra: 31 – 38.

Dokoupilová, A. (2009): Možnosti obohacení masa brojlerových králíků o selen, vitamin E a konjugovanou linolovou kyselinu (CLA). (Disertační práce) Praha FAPPZ ČZU.

Dokoupilová, A., Mach, K., Janda, K., Vostrý, L., Kvaček, J., Martinec, M. (2012): Porovnání vlivu chemických a přírodních kokcidostatik na zdravotní stav brojlerových králíků. XXV. Vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou Aktuálne smery v chove brojlerových králikov: Králik jako produkčné a modelové zviera, Nitra: 51 – 56.

Janda, K., Andrejsová, L., Masopustová, R., Dokoupilová, A., Mach, K. (2010): Význam přechodných krmných směsí využívaných ve výkrmu králíků. Acta fytotechnica et zootechnica 13 (mimoriadne číslo): 36 - 39.

Kvaček, J., Dokoupilová, A., Mach, K., Janda, K., Vostrý, L. (2012): Dietetika výkrmových směsí pro odsatvená králíčata s využitím nebiotických (topinambur hlíznatý) a probiotických (Probiostan) surovin v krmných směších. XXV. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou Aktuálne smery v chove brojlerových králikov: Králik jako produkčné a modelové zviera, Nitra: 75 – 79.

Mach, L., Rössler, B., Majzlík, I., Zavadilová, I. (2005): Užitkovost čistokrevných králíků

tradičních plemen a jejich kříženců v porovnání s králíky brojlerovými. VIII. Celostátní seminář: Nové směry v chovu brojlerových králíků, Praha: 69 – 78.

Mach, K., Ondráček, J., Dokoupilová, A., Vostrý, L., Andrejsová, L., Majzlík, I., Janda, K. (2010): Růst, konverze krmiva a jatečná hodnota brojlerového králíka Hyla v závislosti na genotypu a krmné dávce. Sborník příspěvků z konference: Šlechtění na masnou užitkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat, Brno: 186 – 194.

Mach, K., Hofmanová, B., Vostrý, L., Ondráček, J., Majzlík, I., Janda, K., Dokoupilová, A. (2011b): Porovnání výkrmu brojlerového králíka Hyla v testační stanici a faremním chovu. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 80 – 85.

Mach, K., Vostrý, L., Dokoupilová, A., Janda, K., Majzlík, I., Hofmanová, B., Andrejsová, L., Rovnaníková, V. (2011a): Užitkovost finálních hybridů brojlerového králíka v závislosti na věku a živé hmotnosti při ukončení výkrmu. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 76 – 79.

Mach, K., Ondráček, J., Dokoupilová, A., Janda, K., Vostrý, L., Majzlík, I., Jebavý, L., Masopustová, R., Hofmanová, B. (2012): Využití probiotického krmiva PROBIOSTAN a antikokcidika EMANOX ve výkrmu brojlerových králíků. Certifikovaná metodika 28 s.

Ondráček, J., Mach, K., Dokoupilová, A., Vostrý, L., Janda, K., Majzlík, I. (2009): Emanox – nové antikokcidikum v kompletních krmných směsích pro výkrm králíků. X. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 34 – 37.

Ondráček, J., Pěnkava, Z., Mach, K., Janda, K., Vostrý, L., Hofmanová, B., Majzlík, I., Dokoupilová, A. (2011): Srovnání antikokcidického účinku Emanoxu a salinomycinátu sodného ve výkrmu králíků. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 45 – 47.

Prokúpková, L., Dokoupilová, A., Doxanský, P., Janda, K., Legarová, V. (2009): Důsledky působení vybraných intravitálních vlivů na kvalitu králíčího masa. X. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 55 – 57.

Prokúpková, L., Šindelářová, M., Janda, K., Mach, K. (2011): Složení a vlastnosti králíčího masa. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 89 – 90.

Zadina, J., Hejlíček, K., Mach, K., Majzlík, I., Skřivanová, V. (2004): Chov králíků, Brázda, s.r.o.

Zita, L., Ledvinka, Z., Bízková, Z., Janda, K., Mach, K., Klesalová, L., Nejdlová, M. (2011): Porovnání užitkovosti brojlerových králíků Hyla a HYPLUS. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 70 – 75.

Zita, L., Ledvinka, Z., Mach, K., Kočár, J., Klesalová, L., Fučíková, A., Härtlová, H. (2012): the effect of different weaning ages on performance in Hyla rabbits. Sborník referátů: 10th World Rabbit Congress. Sharm El-Sheikh (Egypt).

9. PŘÍLOHA II: SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE A JSOU UVEŘEJNĚNY V PLNÉM ZNĚNÍ

9.1 Selenium content in tissues and meat quality in rabbits fed selenium yeast

Czech Journal of Animal Science, 52, 2007 (6): 165 – 169)

A. DOKOUPILOVÁ¹, M. MAROUNEK^{1,2}, V. SKŘIVANOVÁ¹, P. BŘEZINA³

¹Institute of Animal Science, Prague-Uhřetěves, Czech Republic

²Institute of Animal Physiology and Genetics, Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

³Department of Food Technology, Thomas Bata University in Zlín, Zlín, Czech Republic

ABSTRACT: Ten weaned rabbits were fed a basal (control) diet containing 0.12 mg Se/kg. In 10 rabbits the basal diet was supplemented with Se-enriched yeast to increase the Se concentration to 0.50 mg/kg. Rabbits were slaughtered at the age of 11 weeks. Samples of meat, liver and hair of 4 rabbits from each group were taken and analyzed. No effect of Se on growth, feed conversion and dressing out percentage was observed. Loin and hindleg meat, liver and hair of control rabbits contained 93, 98, 521 and 267 µg Se/kg, respectively (average values). In treated rabbits the corresponding Se concentrations were 400, 389, 1 414 and 914 µg/kg. Supranutritional Se supply had no effect on the activity of glutathione peroxidase in meat, and oxidative stability of meat expressed as production of thiobarbituric acid-reactive substances in meat stored for 3 and 6 days. Thus, the enrichment of meat with Se is the main benefit of Se supplementation of rabbit diets.

Keywords: rabbits; selenium; meat

Fifty years ago, selenium (Se) was recognized as an important trace element, essential for human and animal health (Schwarz and Foltz, 1957). Se in the form of selenocysteine is the central structural component of various selenoproteins. Selenoproteins with known functions include five glutathione peroxidases (GSH-Px), two deiodinases, thioredoxin reductases and selenophosphate synthetase (Behne and Kyriakopoulos, 2001). The five GSH-Px detoxify H₂O₂ and fatty acid derived hydroperoxides, thus contributing to the antioxidant defence against reactive molecules and free radicals, and complement the effects of vitamin E. Se enters the food chain through plants. Selenomethionine (SeMet) and selenocysteine are the most common organic Se sources in foods. SeMet is incorporated into general proteins by the same codon as that to methionine, thus it is feasible to enrich the meat of animals with Se when excessive SeMet is given to animals.

Adequate intake of Se is needed to decrease the risk of several serious diseases in humans (Hartikainen, 2005). The recommended dietary intake of Se for adults is 55 µg/day. In pregnant and lactating women the estimated value for adequate supply is 60 and 70 µg/day, respectively (Surai, 2006). In many regions of the world including Central Europe the recommended Se intake is not achieved (Rayman, 2004). Consequently, it is desirable to increase the Se content in animal products. The consumption of rabbit meat is not high in the Czech Republic, nevertheless the enrichment of rabbit meat with Se may increase its attractiveness for consumers. Previous studies showed that the feeding of supplemental organic Se increased Se content in animal tissues (Molnár et al., 1998; Pavlata et al., 2001; Leng et al., 2003). In addition, a correlation exists between the Se concentration and the activity of GSH-Px in meat (Scholz et al., 1981; Daun et al., 2001). Therefore, the supplementation

of diets with Se may also increase the oxidative stability of meat. Information on the effects of dietary Se on Se deposition and meat quality in rabbits is scarce. A study of Erdélyi et al. (2000) was focused on the effect of supranutritional Se on Se concentration in blood and liver, and GSH-Px activity in tissue samples. Thus, the aim of this study was to investigate deposition of Se in meat, and the effect of supplemental Se on meat quality in rabbits fed a diet enriched with organic Se.

MATERIAL AND METHODS

Animals and diets

Ten Hyplus rabbits, weaned at 5 weeks of age, were fed a granulated diet containing 0.12 mg Se/kg. In ten rabbits the basal diet was supplemented with Se-yeast (Sel-Plex, Alltech) to increase the Se concentration to 0.50 mg/kg. Rabbits were housed individually in stainless mesh cages. The environmental temperature was about 16°C and the humidity ca 65%. The rabbits had *ad libitum* access to feed and water. Ingredients and chemical composition of diets are shown in Table 1. Consumption of feeds was recorded individually. Animals were weighed in one-week intervals. No rabbit died in the course of the trial. Rabbits were slaughtered at 11 weeks of

age. Hot carcass weight including head, liver, kidney and perirenal fat was measured 15–30 min after slaughter (Blasco and Ouhayoun, 1996). Dressing out percentage was calculated as the proportion of hot carcass weight from live weight.

Sampling and analyses

Loin and hindleg meat, liver and hair of four rabbits selected by random from each group were analyzed. Samples of liver and meat were taken 24 h *post mortem* and stored at –40°C. Meat samples for GSH-Px assay were stored at –70°C. Feed and meat dry matter (DM) was determined by oven drying at 105°C, and fat by extraction with petroleum ether in Soxtec 1045 apparatus (Tecator Comp., Sweden). Contents of feed protein and fibre were determined employing instruments Kjeltac Auto 1030 Analyser and Fibertec 2010 from the same firm; ash after burning at 550°C. To determine Se, feeds, tissues, and hair were mineralized using the microwave digestion technique in a closed system (Milestone Ethos TC, Italy), in the presence of HNO₃ and H₂O₂. Se in processed samples was measured by the atomic absorption spectrometry (Solaar M-6 instrument, TJA Solutions, U.K.). The analytical procedure was validated by the analysis of a certified reference material RM 8414 Bovine Muscle (NIST).

Table 1. Ingredients and determined chemical composition of the basal¹ rabbit diet

Ingredients (%)		Chemical composition (g/kg)	
Lucerne meal	30	dry matter	906
Wheat bran	26	crude protein	166
Barley	14.5	crude fibre	161
Oat	6	fat	41
Sugar beet pulp	4	ash	73
Sunflower meal (extracted)	13	Se	1.2×10 ⁻⁴
Soybean meal (extracted)	2		
Rapeseed oil	1.5		
Mineral supplement ²	2		
Supplement of vitamins and trace elements ³	1		

¹Experimental diet was supplemented with Se at 0.38 mg/kg

²limestone, dicalcium phosphate, and salt

³per 1 kg: vitamin A 1 200 000 IU, vitamin D₃ 20 000 IU, alpha-tocopherol 5 g, vitamin K₃ 200 mg, vitamin B₁ 300 mg, vitamin B₂ 700 mg, vitamin B₆ 400 mg, vitamin B₁₂ 2 mg, niacin amide 5 g, calcium pantothenate 2 g, biotin 20 mg, folic acid 170 mg, choline 60 g, DL-methionine 100 g, L-lysine HCL 20 g, sodium salinomycin 2 250 mg, cobalt 100 mg, copper 2 g, iron 5 g, iodine 120 mg, manganese 4.7 g, zinc 5 g, selenium 15 mg, antioxidant 10 g

Table 2. Growth, feed intake, feed conversion and carcass yield in rabbits¹ fed a basal diet and diet supplemented with Se-yeast (mean values $\pm$ SD)

	Control	Se
Initial weight (g)	1 015 $\pm$ 19	1 016 $\pm$ 25
Final weight (g)	2 944 $\pm$ 319	2 801 $\pm$ 302
Weight gain (g)	1 929 $\pm$ 320	1 785 $\pm$ 305
Feed intake (kg)	6.21 $\pm$ 0.96	5.56 $\pm$ 0.68
Feed/gain (kg/kg)	3.22 $\pm$ 0.14	3.11 $\pm$ 0.29
Carcass yield (%)	60.1 $\pm$ 1.3	60.0 $\pm$ 2.0

¹10 rabbits/groupTable 3. Dry matter (DM), fat and Se concentration in loin and hindleg meat of rabbits¹ fed a basal diet and diet supplemented with Se-yeast (mean values $\pm$ SD)

	Loin		Hindleg	
	control	Se	control	Se
DM (g/kg)	250 $\pm$ 4	250 $\pm$ 4	267 $\pm$ 12	266 $\pm$ 11
Fat (g/kg)	10.6 $\pm$ 1.5	8.7 $\pm$ 2.5	44.8 $\pm$ 13.8	37.7 $\pm$ 11.5
Se (μ g/kg)	93 $\pm$ 3	400 $\pm$ 26*	98 $\pm$ 13	389 $\pm$ 34*

¹meat of 4 rabbits per group was analyzed*significant effect of Se supplementation ($P < 0.05$)

The activity of GSH-Px was measured with tert-butyl hydroperoxide as a substrate by a coupled assay, recording the oxidation of NADPH by the decrease in absorbance at 340 nm. The activity was expressed as μ mol NADPH oxidized min/g meat or liver tissue (Devore and Greene, 1982). Lipid oxidation in minced meat samples was measured by the thiobarbituric acid method of Piette and Raymond (1999) and results were expressed as thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS) in mg of malondialdehyde per kg muscle.

The *t*-test was used to evaluate the effects of Se supplementation.

RESULTS

No effect of Se on growth, feed conversion and dressing out percentage was observed (Table 2). Loin and hindleg meat of rabbits fed the Se-supplemented diet contained four times more Se than meat of control rabbits. The content of DM and fat in meat was not significantly influenced (Table 3). Concentrations of Se in the liver and hair exceeded those in meat. Supplementation with Se significantly increased Se concentration in liver and hair by 171 and 242%, respectively.

Table 4. Concentration of Se in liver, hair, and activity of GSH-Px in loin meat of rabbits¹ fed a basal diet and diet supplemented with Se-yeast (mean values $\pm$ SD)

	Control	Se
Se in liver (μ g/kg)	521 $\pm$ 58	1 414 $\pm$ 48*
Se in hair (μ g/kg)	267 $\pm$ 33	914 $\pm$ 142*
GSH-Px in meat (U/g) ²	1.29 $\pm$ 0.48	1.49 $\pm$ 0.50

¹meat of 4 rabbits per group was analyzed²expressed as μ mol NADPH oxidized min/g meat*significant effect of Se supplementation ($P < 0.05$)

Table 5. Production of thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS, mg MDA/kg) in loin and hindleg meat of rabbits¹ fed a basal diet and diet supplemented with Se (mean values $\pm$ SD)

	Loin		Hindleg	
	control	Se	control	Se
Day 0	0.94 $\pm$ 0.04	0.80 $\pm$ 0.14	0.83 $\pm$ 0.20	0.95 $\pm$ 0.22
Day 3	1.13 $\pm$ 0.26	1.13 $\pm$ 0.25	1.14 $\pm$ 0.17	1.73 $\pm$ 0.40
Day 6	1.70 $\pm$ 0.46	1.59 $\pm$ 0.32	1.86 $\pm$ 0.44	2.28 $\pm$ 1.10

¹samples from 4 rabbits per group were analyzed

MDA, malondialdehyde

There was no treatment effect on GSH-Px activity in loin meat (Table 4). Dietary Se did not influence the formation of TBARS in meat stored for 3 and 6 days at 4°C (Table 5).

DISCUSSION

The nutritional requirement of rabbits for Se is low, only 0.08 mg per kg of feed (NRC, 1977). Thus, it is not surprising that the Se supplementation did not significantly influence the rate of growth, feed efficiency and carcass yield. Se was well deposited in all tissues examined. Rabbits did not differ in this respect from other animals. The supplement of Se increased Se concentration in meat of broiler chickens (Ševčíková et al., 2006), pigs (Goehring et al., 1984), calves (Pavlata et al., 2001), and in eggs (Skřivan et al., 2006). One hundred and forty g of meat of Se-fed rabbits would cover the recommended Se daily intake for adults (Rayman, 2004). High Se exposure could be detrimental. However, it should be mentioned that toxic Se doses are more than 10 times higher than the physiological requirement (Surai, 2006). There was no treatment effect on DM and fat content of meat.

Erdélyi et al. (2000) did not observe a relationship between the Se status and the GSH-Px activity in femoral muscles of rabbits. On the other hand, several authors reported a correlation between GSH-Px activity and Se content of tissues of poultry (Daun and Åkesson, 2004), pigs (Daun et al., 2001) and cattle (Scholz et al., 1981; Gatellier et al., 2004). This relationship was not observed in our experiment with rabbits. According to Lee et al. (1979) rabbit liver and kidney contain a sufficient level of non Se-dependent GSH-Px, whereas lungs, heart, spleen, erythrocytes and plasma have only the Se-dependent GSH-Px activity. This makes rabbits poorly responsive to dietary Se deficiency.

The increase in the dietary Se level from 0.12 to 0.50 mg/kg did not decrease oxidation of lipids expressed as production of TBARS. Therefore, in rabbits the supranutritional Se supply has a limited potential for increasing the oxidative stability of meat. It can be concluded that the enrichment of meat with Se is the main benefit of Se supplementation of rabbit diets.

REFERENCES

- Behne D., Kyriakopoulos A. (2001): Mammalian selenium-containing proteins. *Annu. Rev. Nutr.*, 21, 453–473.
- Blasco A., Ouhayoun J. (1996): Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Sci.*, 4, 93–99.
- Daun C., Åkesson B. (2004): Comparison of glutathione peroxidase activity, and of total and soluble selenium content in two muscles from chicken, turkey, duck, ostrich and lamb. *Food Chem.*, 85, 295–303.
- Daun C., Johansson M., Önnings G., Åkesson B. (2001): Glutathione peroxidase activity, tissue and soluble selenium content in beef and pork in relation to meat ageing and pig RN phenotype. *Food Chem.*, 73, 313–319.
- DeVore V.R., Greene B.E. (1982): Glutathione peroxidase in post-rigor bovine semitendinosus muscle. *J. Food Sci.*, 47, 1406–1409.
- Erdélyi M., Virág G., Mézes M. (2000): Effect of supranutritional additive selenium supply on the tissue selenium concentration and the activity of glutathione peroxidase enzyme in rabbit. *World Rabbit Sci.*, 8, 183–189.
- Gatellier P., Mercier Y., Renner M. (2004): Effect of diet finishing mode (pasture or mixed diet) on antioxidant status of Charolais bovine meat. *Meat Sci.*, 67, 385–394.
- Goehring T.B., Palmer I.S., Olson O.E., Libal G.W., Wahlstrom R.C. (1984): Effect of seleniferous grains and

- inorganic selenium on tissue and blood composition and growth performance of rats and swine. *J. Anim. Sci.*, 59, 725–732.
- Hartikainen H. (2005): Biochemistry of selenium and its impact on food chain quality and human health. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 18, 309–318.
- Lee Y.H., Layman D.K., Bell R.R. (1979): Selenium-dependent and non selenium-dependent glutathione peroxidase activity in rabbit tissue. *Nutr. Rep. Int.*, 20, 573–578.
- Leng L., Bobcek R., Kuricová S., Boldizárová K., Grešáková L., Ševčíková Z., Révajová V., Levkutová M., Levkut M. (2003): Comparative metabolic and immune responses of chickens fed diets containing inorganic selenium and Sel-PlexTM organic selenium. In: *Proc. Alltech's 19th Ann. Symp.*, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 131–145.
- Molnár J., Macpherson A., Molnár P. (1998): The effects of selenium supplementation in feeding of lambs. *Acta Alim. Hung.*, 27, 167–179.
- NRC (1977): Nutrient Requirements of Rabbits. National Academy of Sciences. National Research Council, Washington, USA.
- Pavlatá L., Illek J., Pechová A. (2001): Blood and tissue selenium concentrations in calves treated with inorganic or organic selenium compounds – a comparison. *Acta Vet. Brno*, 70, 19–26.
- Piette G., Raymond Y. (1999): Vergleichende bewertung verschiedener methoden. Bestimmung der Ranzigkeit in Fleischprodukten. *Fleischwirtschaft*, 7, 69–73.
- Rayman M.P. (2004): The use of high-selenium yeast to raise selenium status: how does it measure up? *Brit. J. Nutr.*, 92, 557–573.
- Scholz R.W., Todhunter D.A., Cook L.S. (1981): Selenium content and glutathione peroxidase activity in tissues of young cattle fed supplemented whole milk diets. *Am. J. Vet. Res.*, 42, 1718–1723.
- Schwarz K., Foltz C.M. (1957): Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *J. Am. Chem. Soc.*, 79, 3292–3293.
- Skřivan M., Šimáně J., Dlouhá G., Doucha J. (2006): Effect of dietary sodium selenite, Se-enriched yeast, Se-enriched Chlorella on egg Se concentration, physical parameters of eggs and laying hen production. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, 163–167.
- Surai P.F. (2006): Selenium in Nutrition and Health. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 643–808.
- Ševčíková S., Skřivan M., Dlouhá G., Koucký M. (2006): The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 51, 449–457.

Received: 2007–01–03

Accepted after corrections: 2007–04–06

Corresponding Author

Ing. Adéla Dokoupilová, Institute of Animal Science, Prátelství 815, 104 01 Prague 10-Uhřetěves, Czech Republic
Tel. +420 267 009 714, fax +420 267 710 779, e-mail: dokoupilova.adela@vuzv.cz

9.2 Selen v organické formě (Sel-Plex) a vitamin E

Dokoupilová, A.

Vybraná část disertační práce (pokus II a III) - Dokoupilová, A. (2009): Možnosti obohacení masa brojlerových králíků o selen, vitamin E a konjugovanou linolovou kyselinu (CLA). Praha FAPPZ, ČZU.

Cílem pokusu II bylo prokázat vliv přídatku selenu a vitaminu E na zvýšení kvality masa brojlerových králíků. Brojleroví králíci byli do pokusu II náhodně (z různých vrhů) vybráni ve věku 35 dnů (odstav) z chovu pana Madarase na farmě Dřínov, ustájeni v pokusné stáji VÚŽV v individuálních klecích a rozděleni do čtyř skupin po 10 kusech. 1. skupina kontrolní byla krmena granulovanou krmnou směsí viz. tab. 7 s obsahem selenu 0,12 mg na kg krmné směsi a vitaminu E 102 mg na kg této směsi. 2. skupina byla krmena kontrolní směsí s doplněním vitaminu E na konečný obsah 200 mg vitaminu E na kg směsi, 3. skupina s doplněním Sel-Plexu na konečný obsah 0,5 mg selenu na kg směsi a 4. skupina s doplňkem Sel-Plexu na konečný obsah 0,5 mg selenu a vitaminu E na konečný obsah 200 mg vitaminu E na kg směsi. V tomto pokusu byly do všech krmných směsí doplněny 4 % lněného semínka za účelem zvýšit obsah polynenasycených mastných kyselin (PUFA) náchylných k oxidaci v tkáních pokusných zvířat, a tím zvýraznit účinek obou doplněných antioxidantů. Výkrm zvířat byl ukončen v 77 dnech věku a proveden jatečný rozbor. Vzorky byly předány laboratořím. Pokus byl opakován v provozních podmínkách pro skupiny 1 (kontrolní), 2 (doplňěk vitaminu E) a 3 (doplňěk Sel-Plex), kde byl jednou týdně sledován individuální přírůstek živé hmotnosti a spotřeba krmiva pro celou skupinu zvířat.

Tab. 7: Komponenty a chemické složení kontrolní krmné směsi pokusu III

KRMNÉ KOMPONENTY (%)		CHEMICKÉ SLOŽENÍ (g/kg)	
Vojtěškové úsušky	29	Sušina	890
Slunečnicový extr. šrot	13	Dusíkaté látky	176
Sojový extr. šrot	2	Vláknina	169
Pšeničné otruby	25,5	Tuk	37
Cukrovarské řízky	4	Popel	73
Oves	6	Selen	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Ječmen	14	Vitamin E	0,107
Lněné semínko	4		
Biovitan ¹	1		
Vápenec	1		
Sůl	0,5		

¹ Vitaminy: Vitamin A – 1200 000 m.j., Vitamin D3 – 200 000 m.j., Vitamin E (Alfa-tokoferol) – 5000 mg, Vitamin K3 – 200 mg, vitamin B1 – 300 mg, Vitamin B2 – 700 mg, Vitamin B6 – 400 mg, Vitamin B12 – 2 mg, Niacinamid – 5000 mg, Pantothenan vápenatý – 200 mg, Biotin – 20 mg, Kyselina listová – 170 mg, Cholinchlorid – 60 000 mg; Aminokyseliny: L-lysin – 20 g, DL-methionin – 100g

Doplňěk vitaminu E a organického selenu (Sel-Plex) neměl v pokusných ani provozních podmínkách statisticky prokazatelný vliv na užitkovost (růst, spotřebu krmiva či jatečnou výtěžnost) brojlerových králíků zařazených do pokusu III (tab. 22, 23, graf 15, 16, 17). Výsledky tohoto pokusu týkající se doplňku organického selenu odpovídají poznatkům získaným z pokusů I a II. **Castellini et al. (2000)** ve své studii s doplňkem vitaminu E a C do krmné směsi králíků uvedl, že vitamin E neměl signifikantní vliv na užitkovost králíků, přestože při koncentraci 200 mg vitaminu E na kg směsi byl příjem krmiva a přírůstek jejich živé hmotnosti mírně snížen. **Cannon et al. (1996)** zjistili, že podávání krmné směsi s obsahem 100 mg vitaminu E na kg diety prasatům nemá vliv na jejich růst. Naopak **Asghar et al. (1991)** sledovali zlepšení průměrného denního přírůstku a konverze krmiva u mladých prasat krmených směsí s doplňkem vitaminu E (100, 200 IU.kg⁻¹ krmiva). **Macit et al. (2003)** zaznamenali u jehňat mírné nesignifikantní zvýšení růstu a zlepšení konverze krmiva vlivem suplementace 45 mg vitaminu E na jehně a den.

Tab. 22: Růst, spotřeba krmiva, konverze krmiva a jatečná výtěžnost králíků pokusu III (pokusná stáj VÚŽV)

	Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex	Skupina s doplňkem Sel-Plex a vitaminu E
Živá hmotnost (g)	1063±31	1057±33	1057±26	1051±36
- na začátku výkrmu				
- na konci výkrmu	2828±314	2935±264	2960±239	2808±190
Přírůstek živé hmotnosti za celou dobu výkrmu(g)	1765±299	1848±268	1900±232	1805±215
Spotřeba krmiva za celou dobu výkrmu(kg)	6,16±0,89	6,39±0,85	6,64±0,52	5,51±0,40
Konverze krmiva(kg/kg)	3,41±0,25	3,52±0,14	3,50±0,23	3,57±0,29
Jatečná výtěžnost(%)	57,0±2,1	55,7±4,2	58,3±1,2	58,0±1,3

^{a,b}p ≤ 0,05

Tab. 23: Růst, spotřeba krmiva, konverze krmiva a jatečná výtěžnost králíků pokusu III (provozní podmínky)

	Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex
Živá hmotnost(g)	993±47	1242±116	1005±52
- na začátku výkrmu			
- na konci výkrmu	2209±259	2248±300	2321±259
Přírůstek živé hmotnosti za celou dobu výkrmu(g)	1219±252	1265±241	1314±254
Spotřeba krmiva za celou dobu výkrmu(kg)	3,95	4,34	3,72
Konverze krmiva(kg/kg)	3,24	3,43	2,83
Jatečná výtěžnost(%)	60,3±1,5	60,8±1,3	60,2±1,9

^{a,b}p ≤ 0,05

Obohacení diety o selen (Sel-Plex) a vitamin E vyvolalo odpovídající zvýšení jejich koncentrace ve svalovině hřbetu a stehna králíků vykrmovaných v pokusných i provozních podmínkách (tab. 24, 25, 26 a 27). V souladu s výsledky z pokusu I a II obsahovala svalovina

hřbetu a stehna králíků krmených dietou obohacenou selenovými kvasnicemi (Sel-Plex) dvojnásobné množství selenu než svalovina králíků kontrolní skupiny (bez doplňku selenu). Hladina selenu ve svalovině králíků nebyla ovlivněna krmným doplňkem vitaminu E. To potvrzují i **O'Grady et al. (2001)**, kteří rozdělili 28 kusů masného skotu do čtyř skupin; 1. kontrolní (bez obohacení diety), 2. skupina krmená kontrolní směsí s přidavkem 300 IU α -tokoferylacétátu na kg diety, 3. skupina krmená kontrolní směsí s přidavkem 0,3 mg organického selenu na kg diety a 4. skupina krmená kontrolní směsí s přidavkem 300 IU α -tokoferylacétátu a 0,3 mg organického selenu na kg diety. Svalovina hřbetu králíků krmených směsí s přidavkem vitaminu E vykazovala v pokusných a provozních podmínkách o 29 % (o 0,5 mg.kg⁻¹) a o 36 % (0,58 mg.kg⁻¹) a svalovina stehna o 36 % (o 0,92 mg.kg⁻¹) a o 41 % (o 1 mg.kg⁻¹) vyšší koncentraci vitaminu E než svalovina skupiny kontrolní (bez doplňku vitaminu E). Také **Lopez-Bote et al.(1997)** a **Castellini et al. (2000)** podávali králíkům 200 mg vitaminu E na kg diety a zaznamenali dvojnásobné jeho obsahu zvýšení ve svalovině sledovaných zvířat. U prasat krmených 200 mg vitaminu E na kg směsi se zvýšila jeho koncentrace z 1,3 mg na kg (skupina bez doplňku vitaminu E) na 6,7 mg na kg svaloviny hřbetu (**Hoving-Bolink et al., 1998**). Rozdíly v obsahu vitaminu E ve svalovině zvířat krmených dietou obohacenou pouze vitaminem E a zvířat krmených dietou obohacenou vitaminem E a selenovými kvasnicemi (Sel-Plex) byly neprokazatelné.

Zastoupení ostatních složek svaloviny králíků nebylo statisticky významně ovlivněno přidavkem jednotlivých doplňků. Obdobné výsledky publikovali **Lahučký et al. (2002)** po realizaci pokusu s podáním 1000 mg α -tokoferylacétátu na kus a den jatečným býkům. Rovněž **Dal Bosco et al. (2001)** nezaznamenali vliv dietárního doplňku vitaminu E na obsah základních složek (vody, bílkovin, tuku a popelovin) ve svalovině hřbetu králíků. **Skřivanová et al. (2007)** uvádí, že zvýšení obsahu selenu či jeho kombinace s vitaminem E v dietě telat nemá vliv na základní složení jejich svaloviny.

Tab. 24: Chemické složení svaloviny hřbetu králíků pokusu III (pokusná stáj VÚŽV)

	Svalovina hřbetu			
	Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex	Skupina s doplňkem Sel-Plex a vitaminu E
Obsah selenu ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)	75,5±8,1 ^b	81,3±5,5 ^b	165,1±35,6 ^a	196,2±23,49 ^a
Obsah vitaminu E (mg.kg⁻¹)	1,71±0,20 ^b	2,21±0,42 ^a	1,98±0,12 ^b	2,54±0,41 ^a

^{a,b}p ≤ 0,05

Tab. 25: Chemické složení svaloviny hřbetu králíků pokusu III (provozní podmínky)

	Svalovina hřbetu		
	Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex
Sušina(g/kg)	249±5	249±4	252±4
Tuk(g/kg)	4,40±0,70	4,10±1,10	5,00±1,70
Obsah selenu ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)	133,4±5,6 ^b	135,6±8,6 ^b	265,4±43,3 ^a
Obsah vitaminu E (mg.kg⁻¹)	1,84±0,27 ^b	2,42±0,39 ^a	1,99±0,21 ^b

^{a,b}p ≤ 0,05

Tab. 26: Chemické složení svaloviny stehna králíků pokusu III (pokusná stáj VÚŽV)

	Svalovina stehna			
	Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex	Skupina s doplňkem Sel-Plex a vitaminu E
Sušina(g/kg)	265±16	273±6	266±7	273±7
Tuk(g/kg)	43,5±15,2	50,6±7,2	43,5±7,3	48,8±4,6
Bílkoviny(g/kg)	206±2	207±1	208±5	210±4
Popel(g/kg)	11,2±0,2	11,7±0,7	11,6±0,6	11,3±0,2
Hydroxyprolin(g/kg)	1,30±0,14	1,33±0,21	1,52±0,14	1,29±0,16
Energetická hodnota (MJ/kg)	5,10±0,59	5,37±0,25	5,13±0,23	5,35±0,22
Obsah selenu (μg.kg⁻¹)	90,5±10,5 ^b	107,1±10,1 ^b	186,1±42,2 ^a	178,8±14,4 ^a
Obsah vitaminu E (mg.kg⁻¹)	2,59±0,52 ^b	3,51±0,66 ^a	2,37±0,26 ^b	3,60±0,43 ^a

^{a,b}p ≤ 0,05

Tab. 27: Chemické složení svaloviny stehna králíků pokusu III (provozní podmínky)

	Svalovina stehna		
	Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex
Sušina(g/kg)	259±9	251±11	261±5
Tuk(g/kg)	35,1±9,2	28,5±9,0	37,0±6,1
Obsah selenu (μg.kg⁻¹)	109,2±10,5 ^b	119,2±8,7 ^b	235,3±15,8 ^a
Obsah vitaminu E (mg.kg⁻¹)	2,44±0,20 ^b	3,44±0,32 ^a	2,33±0,27 ^b

^{a,b}p ≤ 0,05

I když nebyly rozdíly v obsahu malonaldehydu ve svalovině hřbetu králíků pokusu III statisticky významné, vlivem přidavku antioxidantů do krmné směsi pokusných zvířat došlo po 6 dnech skladování ke snížení jeho hodnot ve svalovině suplementovaných zvířat (tab. 28 a 29). Signifikantní pokles produkce malonaldehydu vlivem obohacení diety vitaminem E publikovali **Castellini et al. (1998)** u králíků, **Cannon et al. (1996)** u prasat, **Macit et al. (2003)** u jehňat, či **Liu et al. (1996)** u skotu.

Tab. 28: Obsah malonaldehydu v mg na kg svaloviny hřbetu králíků pokusu III (pokusná stáj VÚŽV) (TBARS)

		Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex	Skupina s doplňkem Sel-Plex a vitaminu E
TBARS (mg MA/kg)					
0 dní	svalovina hřbetu	0,85±0,13	0,92±0,10	0,78±0,15	0,71±0,18
3 dny	svalovina hřbetu	2,46±0,54	2,20±0,97	1,34±0,64	2,15±0,40
6 dní	svalovina hřbetu	5,82±0,48	5,20±0,40	5,28±1,47	4,16±0,40

^{a,b}p ≤ 0,05

Tab. 29: Obsah malonaldehydu v mg na kg svaloviny hřbetu králíků pokusu III (provozní podmínky) (TBARS)

TBARS (mg MA/kg)		Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex
0 dní	svalovina hřbetu	1,21±0,29	1,22±0,26	1,34±0,28
3 dny	svalovina hřbetu	2,07±0,54	1,85±0,70	2,12±0,49
6 dní	svalovina hřbetu	4,98±1,79	2,74±1,97	3,01±1,92

^{a,b}p ≤ 0,05

Rozdíly v aktivitě enzymu glutathionperoxidázy naměřené ve svalovině hřbetu králíků chovaných v pokusných i provozních podmínkách rovněž nebyly statisticky významné (tab. 30). Stejně jako u stanovení TBARS vykazovala nejvyšší oxidační stabilitu svalovina králíků krmených směsí s doplňkem kombinace selenu a vitaminu E. Tyto výsledky odpovídají poznatkům o komplementaritě selenu a vitaminu E uvedeným v literárním přehledu. Podobné výsledky zaznamenali **O'Grady et al. (2001)** při pokusu s masným skotem. Mírně zvýšené hodnoty aktivity glutathion peroxidázy vlivem organického selenu odpovídají hodnotám naměřeným v pokusech I a II.

Tab. 30: Aktivita glutathionperoxidázy (GSH-Px) v μmol za min na g svaloviny hřbetu králíků pokusu III (pokusná stáji VÚŽV a provozní podmínky)

Aktivita GSH-Px μmol.min ⁻¹ .g ⁻¹	Kontrolní skupina	Skupina s doplňkem vitaminu E	Skupina s doplňkem Sel-Plex	Skupina s doplňkem Sel-Plex a vitaminu E
Pokusná stáj	0,79±0,44	0,92±0,15	1,15±0,43	1,67±0,45
Provoz	0,62±0,09	0,66±0,13	0,71±0,10	-

^{a,b}p ≤ 0,05

Použitá literatura

Asghar, A., Gray, J.I., Miller, E.R., Ku, P.K., Booren, A.M., Buckley, D.J. (1991): Influence of supranutritional vitamin E supplementation in the feed on swine growth performance and deposition in different tissues. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 57: 19 – 29.

Cannon, J.E., Morgan, J.B., Schmidt G.R., Tatum, J.D., Sofos, J.N., Smith, G.C., Delmore, R.J., Williams, S.N. (1996): Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. *Journal of Animal Science* 74: 98 – 105.

Castellini, C., Dal Bosco, A., Bernardini, M. (2000): Improvement of lipid stability of rabbit meat by vitamin E and C administration. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 46 – 53.

Castellini, C., Dal Bosco, A., Bernardini, M., Cyril, H.W. (1998): Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability of raw and cooked rabbit meat. *Meat Science* 50(2): 153 – 161.

Dal Bosco, A., Castellini, C., Bernardini, M. (2001): Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E. *Journal of Food Science* 66 (7): 1047 – 1051.

Hoving-Bolink, A.H., Eikelenboom, G., van Diepen, J.Th.M., Jongbloed, A.W., Houben, J.H. (1998): Effect of dietary vitamin E supplementation on pork quality. *Meat Science* 49 (2): 205 – 212.

Lahučký, R., Novotná, K., Zaujec, K., Mojto, J., Pavlič, M., Blanco Roa, N.E. (2002):

Effects of dietary vitamin E supplementation on α -tocopherol content and oxidative status of beef muscles. Czech Journal of Animal Science 47 (9): 381 – 386.

Liu, Q., Scheller, K.K., Arp, S.C., Schaefer, D.M., Williams, S.N. (1996): Titration of fresh meat color stability and malondialdehyde development with Holstein steers fed vitamin E-supplemented diets. Journal of Animal Science 74: 117 – 126.

Lopez-Bote, C.J., Rey, A.I., Sanz, J.I., Gray, J.I. (1997): Dietary vegetable oils and α -tocopherol reduce lipid oxidation in rabbit muscle. Journal of Nutrition 127: 1176 – 1182.

Macit, M., Aksakal, V., Emsen, E., Aksu, M.I., Karaoglu, M., Esenbuga, N. (2003): Effects of vitamin E supplementation on performance and meat quality traits of Morkaraman male lambs. Meat Science 63: 51 – 55.

O'Grady, M.N., Monahan, F.J., Fallon, R.J., Allen, P. (2001): Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. Journal of Animal Science 79: 299 – 306.

Skřivanová, E., Marounek, M., De Smet, S., Raes, K. (2007): Influence of dietary selenium and vitamin E on quality of veal. Meat Science 76: 495 – 500.

NÁHRADA DOPLŇKU VITAMÍNU E V KRMIVECH PRO VÝKRM KRÁLÍKŮ SMĚSÍ PŘÍRODNÍCH ANTIOXIDANTŮ

MVDr. J. Ondráček¹, Doc. Ing. K. Mach, CSc.², Ing. K. Janda³, Ing. L. Vostrý, PhD.²,
Ing. B. Hofmanová, PhD.³, Doc. Ing. Mgr. I. Majzlík, CSc.³,
Ing. A. Dokoupilová, PhD.³

¹ Ústav mikrobiologie a imunologie, Veterinární a farmaceutická universita Brno

² Česká zemědělská universita v Praze, Katedra genetiky a šlechtění

³ Česká zemědělská universita v Praze, Katedra obecná zootechniky a etologie

Úvod

V posledních letech je celosvětově jak u lidí tak u zvířat věnována zvýšená pozornost působení různých látek s antioxidačním účinkem. Tyto látky, obecně nazývané antioxidanty, se přirozeně vyskytují v různých rostlinách jako je např. silybinin v ostropestřci mariánském nebo flavonoidy v ginkgo bilobě apod. Antioxidanty zasahují přímo nebo nepřímo přes tvorbu dalších produktů, jako je třeba glutathion, do mnoha metabolických pochodů v organismu lidí i zvířat. Mezi jejich nejdůležitější účinky patří ochranná funkce jater a posílení imunity. K těmto účelům byla z extraktů a součástí výše uvedených rostlin vyvinuta řada léků nebo potravinových doplňků pro lidi a krmných doplňků pro zvířata. Mezi takové doplňky patří i námi testovaný preparát PX AV3-c, vyráběný firmou MANGHEBATI.

Důležitou antioxidační funkci v organismu má vedle jiných účinků i vitamin E, který je vzhledem ke svému významu a nedostatečnému výskytu v přirozených zdrojích běžně doplňován do krmiv u všech druhů a kategorií zvířat. Protože doplňky vitamínu E patří k nejdražším komponentům v krmných směsích, zajímalo nás ověření možnosti částečné až úplné náhrady tohoto vitamínu antioxidantem PX AV3-c. Cílem našich pokusů bylo zjistit, jak různé kombinace vitamínu E s antioxidantem PX AV3-c ovlivňují zdravotní stav, užitkovost a ukládání vitamínu E v játrech jako depotním orgánem pro tento vitamin.

Materiál a metody

Naše sledování bylo provedeno ve dvou výkrmových testech na celkem pěti skupinách králíků, každé po 50 kusech finálního hybrida brojlerového králíka, nakoupených z faremního chovu ve stáří 35 dnů. Vlastní testace byla zahájena po 7 dnech přípravného období, to je ve 42 dnech věku králíků, a byla ukončena jejich individuální porážkou vždy při dosažení živé hmotnosti 2600 g, nejpozději však ve stáří 84 dnů. Pokusní i kontrolní králíci byli ustájeni v klecích demonstrační a pokusné stáje Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů ČZU v Praze. Po celou dobu trvání testu byli všichni králíci krmeni kompletní krmnou směsí pro výkrm králíků BIOSTAN KVO firmy BIOKRON s.r.o. Blučina, podávanou v adlibitním množství. Tato krmná směs se u jednotlivých skupin lišila obsahem doplněného vitamínu E a testovaného antioxidantu PX AV3-c. Celkový obsah vitamínu E stanovený laboratorní analýzou krmiva, množství přidaného vit. E a přídavek antioxidantu PX AV3-c v krmivech u jednotlivých skupin je uveden v následujícím přehledu:

	vit. E celkem	vit. E přidaný	PX AV3-c přidaný
I. test			
1. skupina	65 mg/kg	35 mg/kg	0 mg/kg
2. skupina	44 mg/kg	17,5 mg/kg	0 mg/kg
3. skupina	45 mg/kg	17,5 mg/kg	400 mg/kg
II. test			
4. skupina	78 mg/kg	50 mg/kg	0 mg/kg
5. skupina	31 mg/kg	0 mg/kg	800 mg/kg

V průběhu pokusu byl ve všech skupinách sledován zdravotní stav králíků se zaměřením na výskyt průjmů, byly evidovány počty nemocných a uhynulých králíků. Dále byly zaznamenány počty králíků, kteří do 84. dne stáří nedosáhli živé hmotnosti 2600 g. V obou pokusech byla u všech skupin od 42. dne stáří v týdenních intervalech zjišťována individuálním vážením živá hmotnost a evidována spotřeba krmiva. Z těchto údajů pak byly pro jednotlivé skupiny vypočítány průměrné hodnoty živé hmotnosti na začátku testace, věku při porážce, denního přírůstku živé hmotnosti, denní spotřeby a celkové konverze krmiva. Při porážce byly od 6 kusů králíků z každé skupiny odebrány vzorky jater ve kterých byl stanoven obsah vitamínu E.

Výsledky a diskuse

Zjištěné výsledky jsou přehledně zpracovány ve formě tabulek č. 1 až 3. V tabulce č. 1 jsou uvedeny výsledky sledování zdravotního stavu, hodnoceného podle výskytu průjmů, úhynů a zpomaleným růstem vyjádřených absolutně v kusech a relativně v procentech.

Tabulka č. 1

Skupina	Celkem kusů		Nemocní - průměr		Úhyn		Nedorostlo	
	kusů	%	kusů	%	kusů	%	kusů	%
1. skupina	50	100	5	10	5	10	6	12
2. skupina	50	100	2	4	6	12	2	4
3. skupina	50	100	5	10	4	8	11	22
4. skupina	50	100	1	2	1	2	4	8
5. skupina	50	100	3	6	2	4	3	6

Jak vyplývá z této tabulky byly výsledky hodnocení zdravotního stavu podle uvedených ukazatelů podstatně horší v I. testu (skupina 1 - 3) než ve II. testu (skupiny 4 a 5). Z hlediska kombinací různých úrovní dotace vit. E a antioxidantu PX AV3-c jsou tyto výsledky nejednoznačné a nelze podle nich jasně určit jejich pozitivní nebo negativní působení na zdraví králíků.

V tabulce č. 2 jsou uvedeny průměrné hodnoty užitkovosti králíků v jednotlivých skupinách.

Tabulka č. 2

Skupina	1	2	3	4	5
Počáteční živá hmotnost (g)	1361,03 ± 149,06	1411,67 ± 171,91	1391,43 ± 140,51	1536,67 ± 161,78	1485,33 ± 184,61
Věk při porážce (dny)	75,95 ± 5,21	74,48 ± 6,03	74,97 ± 6,40	71,18 ± 6,78	71,18 ± 5,81
Denní spotřeba krmiva (g)	168,58 ± 9,71	173,28 ± 12,98	168,91 ± 10,69	142,96 ± 11,11	146,21 ± 12,77
Denní přírůstek (g)	39,94 ± 5,11	40,28 ± 5,22	39,74 ± 7,11	39,98 ± 5,45	41,53 ± 5,52
Konverze	4,40 ± 0,59	4,36 ± 0,59	4,37 ± 0,71	3,62 ± 0,42	3,57 ± 47

Uvedené hodnoty vykazují stejně jako u zdravotního stavu výrazně lepší výsledky ve všech parametrech užitkovosti při II. výkrmovém testu (skupiny 4 a 5). Tyto rozdíly byly podle našeho názoru způsobeny spíše kvalitnějšími králíky ve II. testu, jak je zřejmé z průměrné počáteční živé hmotnosti králíků při zahájení testů, než vlivem použitých kombinací vit. E a antioxidantu.

V tabulce č. 3 je uveden průměrný obsah vitamínu E v játrech poražených králíků v jednotlivých skupinách při deklarovaných dávkách vit. E a antioxidantu PX AV3-c. V prvním výkrmovém testu byla u 1. skupiny použita základní hladina vit. E 65 mg/kg krmné směsi, která odpovídá většině doporučených koncentrací pro tuto kategorii králíků a byla dosažena běžným přídatkem vit. E ve formě premixu. V dalších dvou skupinách byl přídatek vit. E snížen na polovinu a v jedné z nich byl doplněn 200 mg/kg antioxidantu PX AV3-c, který by měl být jeho adekvátní náhradou. Jak ukazují stanovené průměrné hodnoty obsahu vit. E v játrech u jednotlivých skupin v I. výkrmovém testu došlo u 3. skupiny s doplňkem antioxidantu k jeho mírnému zvýšení, ale toto zvýšení nedosáhlo hodnot stanovených při plné dávce vit. E u 1. skupiny. Nejnižší obsah vit. E byl v játrech 2. skupiny, kde snížení doplňku vit. E nebylo antioxidantem doplněno i přesto, že celková hladina tohoto vitamínu byla v obou směsích téměř stejná.

Tabulka č. 3

	vit. E celkem	vit. E přidáný	AV3 C přidáný	vit. E v játrech
I. test				
1. skupina	65 mg/kg	35 mg/kg	0 mg/kg	15,13 ug/g
2. skupina	44 mg/kg	17,5 mg/kg	0 mg/kg	8,87 ug/g
3. skupina	45 mg/kg	17,5 mg/kg	200 mg/kg	11,22 ug/g
II. test				
4. skupina	78 mg/kg	50 mg/kg	0 mg/kg	19,56 ug/g
5. skupina	31 mg/kg	0 mg/kg	800 mg/kg	10,31 ug/g

Ve druhém výkrmovém testu byl u jedné skupiny (4.) použit vyšší přídatek vit. E, proti kterému byla u druhé skupiny (5.) porovnávána úplná náhrada přídatku vit. E antioxidantem.

Z prezentovaných výsledků obsahu vitamínu E v játrech 4. a 5. skupiny vyplývá, že zvýšení hladiny vit. E v krmné směsi vyvolalo i zvýšení jeho obsahu v játrech 4. skupiny. Náhrada přídatku vit. E adekvátním množstvím antioxidantu PX AV3-c měla za následek i při celkově nižší hladině vit. E ve směsi jejího vyšší hodnotu v játrech 5. skupiny ve srovnání s 2. skupinou v I. testu, ale obsahu zjištěného u 4. skupiny zdaleka nedosáhl. Všechny rozdíly průměrných hladin vit. E v játrech mezi jednotlivými skupinami byly statisticky vysoce průkazné.

Závěr

Na základě provedeného sledování můžeme konstatovat, že částečná až úplná náhrada přídatku vitamínu E 200 až 800 mg antioxidantu PX AV3-c v kompletních krmných směsích pro výkrm králíků neměla vliv na zdravotní stav ani užitkovost králíků ve výkrmu, pokud obsah vitamínu E ve směsi neklesl pod 30 mg v 1 kg. Použití adekvátního množství tohoto antioxidantu za vitamín E však plně nedosáhne úrovně jeho ukládání v jätrením depu.

Zpracováno v rámci řešení výzkumného záměru MSM 6046070901

9.4 Vliv antioxidantu PX AV 3 na metabolismus a užitkovost králic

Martinec, M., Ondráček, J., Mach, K., Janda, K., Vostrý, L., Dokoupilová, A.

***Publikováno ve sborníku referátů XXV. Vedecké konference s mezinárodní účastí
Aktuálne smery v chove brojlerových králikov: Králik jako produkčné a modelové zviera, s.:
81 – 8, Nitra, 21. 11. 2012.***

Vliv antioxidantu PX AV 3 na metabolismus a užitkovost králic

Antioxidant PX AV 3 influence on doe rabbits performance and liver metabolism

Miloslav Martinec¹, Jaroslav Ondráček², Karel Mach³, Karel Janda³, Luboš Vostrý³, Adéla Dokoupilová³

¹ Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, ² Biokron Blučina, ³ Česká zemědělská univerzita Praha

Souhrn

V provozním experimentu byla ověřena účinnost přípravku Antioxidant PX AV 3 (Manghebati, Francie) v kombinaci s probiotikem u mladých chovných samic po dobu dvou březostí a laktací. Hlavními složkami AV 3 jsou rostlinné extrakty z ostropeřce mariánského (*Sylibum marianum*) a jinanu dvoulaločného (*Ginkgo biloba*). Podání přípravku v dávce 360 ml/tunu krmné směsi neovlivnilo průkazně hmotnost samic ani počet mláďat ve vrzích, přestože pokusná skupina měla oba vrhy početnější shodně o 0,38 králíčete. Z biochemických hodnot byla na konci pokusu průkazně ovlivněna hladina celkové bílkoviny krevní plazmy a zejména hladina ALT jako nejvýznamějšího ukazatele míry poškození hepatocytů. Aktivita ALT byla po celé období u králic pokusné skupiny nižší (v první březosti a koncem druhé laktace průkazně ($P \leq 0,05$), naopak u králic kontrolní skupiny došlo na konci experimentu k elevaci ALT nad fyziologické hodnoty. Přípravek AV 3 pozitivně ovlivnil jaterní metabolismus, přestože dávka silybinu byla pouze 0,001 mg/kg ž.hm., je však možno předpokládat komplexní synergické působení s bioflavonoidy jinanu i probiotiky. K hlubšímu ověření účinnosti a dávkování přípravku AV 3 u chovných králíků v podmínkách intenzivního chovu bude vhodné další rozsáhlejší sledování.

Abstract

The present experiment was conducted to evaluate the suitability and effect of Antioxidant PX AV 3 (Manghebati SAS, France) in combination with probiotic supplement in pregnant and lactating doe rabbits. AV 3 contains mainly extracts of milk thistle (*Sylibum marianum*) and ginkgo (*Ginkgo biloba*). The rabbit groups (each $n=10$) were fed identical complete feed mixture, in experimental group supplemented AV 3 360 ml/ton feed for 90 days, two subsequent pregnancy and lactation. The dose of silybinin used was 0,001 mg per kg BW. The selected plasma biochemistry indices were observed: total protein (TP), urea, total bilirubin, alkaline phosphatase (ALP), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT) and glutamyl transferase (GGT). The treatment had no effect on BW and litter size at birth, but significantly ($P \leq 0,05$) affected plasma biochemistry of experimental rabbit does, the TP level increased and ALT activity decreased compared to the control rabbits. The ALT activity in control rabbit group exceeded the reference values at the end of experiment. The other biochemical indices were unaffected by treatment. Results indicate that AV 3 can improve liver metabolism during these critical periods. This study introduces evidence on utilization of herbal antioxidant AV 3 in combination with probiotics in doe rabbits, another study is needed to explain the dose and efficiency of this product.

Úvod

Využití přírodních rostlinných látek a probiotik v chovu zvířat a tedy i králíků je věnována stále vyšší pozornost s cílem optimálního ovlivnění zdravotního stavu a produkce. Jednou z možností je využití komplexu bioaktivních substancí v již dostupných přípravcích, které však nemají indikaci pro králíky, u nich však můžeme předpokládat pozitivní účinky na organismus králíků. Takovým přípravkem je Antioxidant PX AV 3 (výroba firma Manghebat SAS, Francie). Hlavními složkami AV 3 jsou rostlinné extrakty z ostropeře mariánského (*Sylibum marianum*) a jinanu dvoulaločného (*Ginkgo biloba*). O samotném produktu a obsahu účinných látek (silybininu a bioflavonoidů) však není dostatek informací, uváděny jsou antioxydační účinky neutralizací volných radikálů a pozitivní vliv na metabolismus glutathionu. Využití a účinky doplňkového krmiva probiotického charakteru Probiostan byly popsány již dříve (Ondráček et al. 2006). Účinky sylimarinu, jehož hlavní složkou je silybinin (Valenzuela a Garride 1994) jsou využívány v humánní medicíně (Jacobs et al. 2002; Křen a Walterová 2005) i v medicíně veterinární (Vojtíšek et al. 1991; Tedesco et al. 2004 ab; Radko a Cybulski 2007). Jaterní metabolismus chovných králíků v podmínkách intenzivní reprodukce, kdy jsou současně v laktaci a březí, je mimořádně zatížený a pozitivní ovlivnění by mohlo mít dopad na celkovou užitkovost a zdravotní stav králíků. Vzhledem k tomu, že účinné látky přípravku, zejména silybinin, mají cytoprotektivní účinky, bylo naším cílem ověřit účinky na jaterní metabolismus a užitkovost chovných králíků v terénních podmínkách.

Materiál a metodika

K experimentu bylo použito 20 králíků Hyla rodičovské linie CD ve věku 20 týdnů, králíci byli chováni ve standardních podmínkách v klecové technologii (Genetické centrum, farma Ratibořice). Králíci byly rozděleny do dvou skupin (kontrolní a pokusná), ke krmení byla předkládána *ad libitum* kompletní granulovaná směs pro chovné králíky KK (Biokron Blučina, s obsahem NL 18,5%, VL 14,0%, rostlinné antikokcidikum ADICOX), u pokusné skupiny s přidavkem doplňkového krmiva probiotického charakteru Probiostan 3000 g a 360 ml přípravku PX AV 3 na tunu krmné směsi. Po celou dobu experimentu byla krmena identická šarže směsi. Všechny samice byly inseminovány ve stejných termínech, sledování bylo realizováno od doby před první inseminací až po vrchol laktace ve druhém vrhu, celková doba aplikace byla 90 dní. V tomto příspěvku je zařazeno pouze vyhodnocení živé hmotnosti na počátku a na konci experimentu a počet živě narozených králíčat v 1. a 2. vrhu. Krev pro biochemické vyšetření byla odebrána z ušní žíly ve čtyřech termínech: 1. před zahájením pokusu, tj. mladá nebřezí zvířata, 2. vysokobřezí králíci 24. den první březosti, 3. 22. den první laktace a 4. 25. den druhé laktace. Biochemické vyšetření plazmy bylo provedeno standardními metodami na automatickém analyzátoru v Klinické laboratoři VFU Brno. V tomto příspěvku je zařazeno vyhodnocení celkové bílkoviny (TP), močoviny, celkového bilirubinu a enzymů alkalická fosfatáza (ALP), aspartát aminotransferáza (AST), alanin aminotransferáza (ALT) a gamma-glutamyltransferáza (GGT). Analýza obsahu účinných látek v přípravku AV 3 byla provedena v Analytické laboratoři Ostrava. Ke statistickému vyhodnocení bylo využito analýzy variance programem SAS, průkaznost rozdílů mezi skupinami byla testována testem podle Duncana. Výsledky jsou vyjádřeny průměry $\pm$ SD, statisticky průkazné rozdíly ($P \leq 0,05$) jsou vyjádřeny odlišnými písmeny v indexu.

Výsledky a diskuse

Analýzou přípravku AV 3 byl stanoven obsah účinné látky silybininu 25,2 mg/l. Vzhledem k dávce AV 3 360 ml na tunu krmné směsi (dávky pro králíky byla stanovena po konzultaci s výrobcem krmného doplňku AV3) byl obsah silybinu v 1 kg krmiva 0,01 mg. Denní příjem na kg živé hmotnosti králíc tedy činil cca 0,001 mg. Ostatní složky přípravku AV-3 nebylo možno analyzovat, je však nutno předpokládat synergické působení flavonoidů extraktu Ginkgo biloba, případně i probiotika. Dávkování silybinu u hospodářských zvířat se pohybuje na úrovni 10 – 15 mg (Vojtíšek et al. 1991; Tedesco et al. 2004a), u drůbeže kolem 50 mg/kg živé hmotnosti (Suchý et al. 2007) nebo přes 100 mg/kg (Tedesco 2004b). Průměrná letální dávka pro králíka je kolem 300 mg/ kg ž. hm. (Fraschimi et al. 2002), terapeuticky použili 50 mg/kg Maryam et al. (2010). U člověka je doporučeno při dlouhodobém podávání 1 – 2 mg/kg (např. přípravek Simepar) nebo 5-7 mg/kg (DiPierro et al. 2008). Z tohoto pohledu se jeví firmou doporučené dávkování silybininu pro králíky velmi nízké. Použité dávkování probiostanu u králíků bylo v minulosti ověřeno (Ondráček et al. 2006).

V tabulce 1. jsou zhodnoceny hmotnost králíc a počty mláďat ve dvou vrzích. Rozdíly mezi kontrolní a pokusnou skupinou nebyly průkazné. Pokusná skupina měla vyšší počet narozených králíčat shodně o 0,38 králíčete na vrh a rovněž vyšší vyrovnanost vrhů.

Tab. 1 Hmotnost králíc a počet narozených králíčat

	n	Hmotnost 1(g)	Hmotnost 2(g)	Vrh 1(ks)	Vrh 2 (ks)
Skupina 1 - kontrola	10	3292,5 ±54,45	4362,5 ±344,79	7,37 ±1,51	9,25 ±2,25
Skupina 2 - pokus	10	3283,75 ±98,55	4320,0 ±348,05	7,75 ±0,89	9,63 ±1,18

V tabulce 2. jsou vyhodnoceny vybrané parametry krve. Celkové bílkoviny na konci pokusného období (90. den podávání) dosáhly u pokusné skupiny horní hranice fyziologického rozpětí a byly průkazně ($P \leq 0,05$) vyšší než u kontrolní skupiny králíc, což by mohlo ukazovat na celkově lepší stav metabolismu králíc pokusné skupiny. Průkazné difference byly zjištěny u ALT, který je považován za nejspecifičtější enzym pro hepatocyty, chronické poškození hepatocytů se projevuje zvýšenou hladinou ALT (Jakobs et al. 2002). Přestože před aplikací přípravku AV 3 měly králíce pokusné skupiny neprůkazně vyšší hodnotu ALT, v pokusném období se hodnoty zlepšily a aktivita ALT u vysokobřezích samic a kojících na konci pokusu byla průkazně ($P \leq 0,05$) nižší proti kontrolní skupině, přičemž hodnoty byly u pokusné skupiny skupiny velmi vyrovnané. Snížené hodnoty ALT po aplikaci silybinu při terapii hepatopatií u králíků zaznamenali Maryam et al. (2010), u drůbeže Tedesco et al. (2004b) nebo Suchý et al. (2008), vždy však byla použita podstatně vyšší dávka silybinu. Na konci pokusu, tedy po zatížení březostí a laktací, bylo naopak u samic kontrolní skupiny zaznamenáno zvýšení hladiny ALT až nad fyziologickou hodnotu (do 1,05) (Kaneko et al. 1997), což ukazuje na alteraci jaterních buněk.

U ostatních hodnot (urea, bilirubin, enzymy ALP, AST a GGT) nebyly prokázány průkazné difference hodnot. Podobně nebyly biochemické hodnoty ovlivněny po podávání silymarinu u laktujících krav (Tedesco et al. 2004a) nebo ovcí (Dehghan et al. 2011). Většina zjištěných hodnot obou skupin králíc se pohybovala ve fyziologických hranicích s výjimkou ALP před zahájením pokusu, zvýšené hodnoty ALP mohly být ovlivněny intenzivním růstem mladých samic.

Tab. 2 Vybrané biochemické parametry krve králíc

Termín vyšetření	skupina	Biochemické hodnoty krve						
		TP g/l	Urea mmol/l	Bilirubin mmol/l	ALP μ kat/l	ALT μ kat/l	AST μ kat/l	GGT μ kat/l
Před inseminací 0. den aplikace	Kontrola	60,48 $\pm 5,28$	8,12 $\pm 1,17$	4,56 $\pm 1,39$	6,99 $\pm 3,89$	0,79 $\pm 0,19$	0,55 $\pm 0,17$	0,11 $\pm 0,02$
	Pokus	64,71 $\pm 3,95$	8,84 $\pm 1,27$	3,85 $\pm 1,77$	5,92 $\pm 1,35$	0,86 $\pm 0,24$	0,77 $\pm 0,31$	0,09 $\pm 0,02$
Vysokobřezí 1. březost. 40. den	Kontrola	56,62 $\pm 8,43$	6,07 $\pm 1,21$	4,20 $\pm 1,47$	1,58 $\pm 0,76$	0,98^b $\pm 0,60$	0,69 $\pm 0,29$	0,07 $\pm 0,01$
	Pokus	57,69 $\pm 5,36$	4,99 $\pm 1,23$	4,23 $\pm 1,4$	1,29 $\pm 0,39$	0,57^a $\pm 0,11$	0,65 $\pm 0,35$	0,05 $\pm 0,03$
Vrchol 1. laktace 56. den	Kontrola	60,39 $\pm 6,72$	8,11 $\pm 0,95$	9,44 $\pm 4,31$	2,28 $\pm 1,69$	0,96 $\pm 0,36$	1,04 $\pm 0,48$	0,10 $\pm 0,07$
	Pokus	66,0 $\pm 6,07$	8,32 $\pm 1,18$	9,86 $\pm 4,94$	1,38 $\pm 0,81$	0,77 $\pm 0,12$	0,78 $\pm 0,27$	0,06 $\pm 0,03$
Vrchol 2. laktace 90. den	Kontrola	66,5^a $\pm 8,12$	5,83 $\pm 0,88$	1,44 $\pm 1,0$	1,23 $\pm 0,34$	1,15^a $\pm 0,16$	0,64 $\pm 0,19$	0,12 $\pm 0,03$
	Pokus	76,35^b $\pm 4,02$	5,62 $\pm 1,27$	1,59 $\pm 1,76$	1,26 $\pm 0,68$	0,77^b $\pm 0,12$	0,45 $\pm 0,38$	0,11 $\pm 0,06$

a, b $P \leq 0.05$ **Závěr**

Přípravek PX AV 3 v dávce 360 ml a 3000 g Probiostanu na tunukompletní krmné směsi pozitivně ovlivnil jaterní metabolismus. Dávka silybinu byla pouze 0,001 mg/kg živé hmotnosti, je však možno předpokládat komplexní synergické působení s bioflavonoidy jinanu i probiotikem. Průkazně pozitivně ($P \leq 0,05$) byla ovlivněna hodnota plazmatických bílkovin a ALT jako specifického enzymu hepatocytů. Průkazný vliv na hmotnost králíc a počet narozených králíčat nebyl zaznamenán. Tato studie byla prvotním ověřením možnosti využití přípravku AV 3 v kombinaci s probiotikem u chovných samic. K hlubšímu ověření účinnosti a dávkování AV 3 u chovných králíků v podmínkách intenzivního produkčního chovu by bylo vhodné další rozsáhlejší vyhodnocení.

Literatura

Dehghan A, Ghasrodashti RA, Esfandiari A, Mohebbi-Fani M, Hoshyar MB, Nayeri K 2011: Hepatoprotective effect of silymarin during negative energy balance in sheep. Comp Clin Pathol 20: 233–238.

Di Pierro F, Callegari A, Carotenuto D, Tapia MM 2008: Clinical efficacy, safety and tolerability of BIO-C® (micronized Silymarin) as a galactagogue. Acta Biomed 79: 205-210.

Fraschini F, Demartini G, Esposti D 2002: Pharmacology of silymarin. Clin Drug Invest 22

(1): 51-65.

Jacobs BP, Dennehy C, Ramirez G, Sapp J, Lawrence VA 2002: Milk thistle for the treatment of liver disease: a systematic review and meta-analysis. *Am J Med* 113:506–15.

[Kaneko J J](#), [Harvey JW](#), [Bruss M](#) 1997: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 5ed, Gulf Professional Publishing San Diego, 932.

Křen V, Walterová D 2005: Silybin and silymarin – new effects and applications. *Biomed Papers* 149: 29-41.

Ondráček J, Mach K, Majzlík I. 2006: Vliv probiostanu na užitek a zdravotní stav králíků ve výrmu. XXIII. Konferencia: „Aktuálne smery v chove brojlerových králikov“. Nitra, zborník prednášok, 73-77.

Maryam S, Bhatti AS, Shahzad AW. 2010: Protective Effects of Silymarin in Isoniazid Induced Hepatotoxicity in Rabbits. *Annals* 16, 1: 43-47.

Radko L, Cybulski W. 2007: Application of silymarin in human and animal medicine. *J Pre-Clin and Clin Res* 1, 1: 22-26.

Suchý P., Straková E, Kummer V, Herzig I, Písaříková V, Blechová R, Mašková J 2008: Hepatoprotective Effects of Milk Thistle (*Silybum marianum*) Seed Cakes during the Chicken Broiler Fattening. *Acta Vet Brno* 77: 31-38;

[Tedesco D](#), [Tava A](#), [Galletti S](#), [Tameni M](#), [Varisco G](#), [Costa A](#), [Steidler S](#) 2004a: Effects of silymarin, a natural hepatoprotector, in periparturient dairy cows. *J Dairy Sci* 87(7): 2239-47.

Tedesco D, Steidler S, Galletti S, Tameni M, Sonzogni O, Ravarotto L 2004b: Efficacy of silymarin-phospholipid complex in reducing the toxicity of aflatoxin B[1] in broiler chicks. *Poultry Sci* 83 (11): 1839-1843.

Valenzuela A, Garride A 1994: Biochemical bases of the pharmacological action of the flavonoid silymarin and of its structural isomer silibinin. *Biol Res* 27: 105-112.

Vojtíšek B, Hronová B, Hamřík J, Janková B 1991: Milk thistle (*Silybum marianum*, L., Gaertn.) in the feed of ketotic cows. *Vet Med (Praha)* 36 (6):321-30.

Zpracováno v rámci řešení výzkumného záměru MSM 6046070901

10. PŘÍLOHA III:

SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

Bernardini, M., Dal Bosco, A., Castellini, C., Miggiano, G. (1996): Dietary vitamin E supplementation in rabbit: antioxidant capacity and meat quality. *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress*, Vol. 3: 137 – 140.

Bielanski, P., Zajac, J., Fijal, J. (2000): Effect of genetic variation on growth rate and meat quality in rabbits. 7th World Rabbit Congress, Valencia (Španělsko): 561 – 566.

Bízková, Z., Tůmová, E. (2009): Porovnání kvality masa hybridních králíků a plemen v genetických zdrojích. X. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 83 – 86.

Bízková, Z., Tůmová, E., Zita, L. (2010): Porovnání senzorických vlastností masa genetických zdrojů králíků v ČR. *Acta fytotechnica et zootechnica* 13 (mimoriadne číslo): 52 - 54.

Brigelius-Flohé, R. (1999): Tissue-specific functions of individual glutathione peroxidases. *Free Radical Biology and Medicine* 27: 951 – 965.

Brigelius-Flohé, R., Traber, M.G. (1999): Vitamin E: function and metabolism. *FASEB Journal* 13: 1145 – 1155.

Brown, K.M., Arthur, J.R. (2001): Selenium, selenoproteins and human health: a review. *Public Health Nutrition*: 4(2B):593 – 599.

Burk, R.F., Levander, O.A. (1997): Selenium. In: *Modern Nutrition in Health and Disease* (Ed. by Shils, M.E., Olson, J.A., Shike, M., Ross, A.C.), Lippincott Williams & Wilkins,

Books@Ovid.

Castellini, C., Dal Bosco, A., Bernardini, M. (2000): Improvement of lipid stability of rabbit meat by vitamin E and C administration. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 46 – 53.

Chen, X., Yang, G., Chen, J., Wen, Z., Ge, K. (1980): Studies on the relations of selenium to Keshan disease. *Biological Trace Element Research* 2: 91 – 104.

Chrenek, P. (2012): Králik ako vhodný biologický model pre poľnohospodársky a biomedicínsky výskum. XXV. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou Aktuálne smery v chove brojlerových králikov: Králik ako produkčné a modelové zviera, Nitra: 7 - 11.

Combs, G.F.Jr., Combs, S.B. (1986): The Role of Selenium in Nutrition. Academic Press, Inc. New York.

Fisher, A., Pallauf, J., Gohil, K., Weber, S.U., Packer, L., Rimbach, G. (2001): Effect of selenium and vitamin E deficiency on differential gene expression in rat liver. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 285: 470 – 475.

Gálová, A., Židek, R., Nahácky, J. (2012): Potenciál králičieho mäsa ako funkčnej potraviny. XXV. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou Aktuálne smery v chove brojlerových králikov: Králik ako produkčné a modelové zviera, Nitra: 117 - 123.

Gomez, R.M., Levander, O.A., Sterin-Borda, L. (1997): Reduced inotropic heart response in selenium-deficient mice relates with inducible nitric oxid synthase. *American Journal of Physiology: Heart and circulatory physiology* 284: H442 – H448.

Ham, A.J., Liebler, D.C. (1997): Antioxidant reactions of vitamin E in the perfused rat liver: product distribution and effect of dietary vitamin E supplementation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 339: 157 – 164.

Horwit, M.K., Harvey, C.C., Duncan, G.D., Wilson, W.C. (1956): Effects of limited tocopherol intake in man with relationships to erythrocyte hemolysis and lipid oxidations. *American Journal of Clinical Nutrition* 4(4): 408 – 419.

Houge, D.E. (1958): Vitamin E, selenium and other factors related to nutritional muscular dystrophy in lambs. *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference of Feed Manufacturers*, Ithaca, N.Y., pp. 32 – 39.

Jacobs, B.P., Dennehy, C., Ramirez, G., Sapp, J., Lawrence, V.A. (2002): Milk thistle for the treatment of liver disease: A systematic review and meta-analyses. *American Journal of Medicine* 113 (6): 506 – 515.

Janda, K., Dokoupilová, A., Andrejsová, L., Jebavý, I., Mach, K. (2011): Ekonomické vyhodnocení spotřeby krmné směsi při prodlužování doby výkrmu králíků. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 32 – 34.

Jenkins, K.J., Hidiroglou, M., Mackay, R.R., Proulx, J.G. (1970): Influence of selenium and linoleic acid on the development of nutritional muscular dystrophy in beef calves, lambs and rabbits. *Canadian Journal of Animal Science* 50: 137 – 146.

Kontush, A., Finckh, B., Karten, B., Kohlschütter, A., Beisiegel, U. (1996): Antioxidant and prooxidant activity of α -tocopherol in human plasma and low density lipoprotein. *Journal of lipid Research* 37: 1436 – 1448.

Kvaček, J. (2011): Netradiční plodina topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus*) a jeho využití v krmných směsích pro králíky. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 40 – 44.

Lee, Y.H., Layman, D.K., Bell, R.R. (1979): Selenium dependent and selenium dependent glutathion peroxidase activity in rabbit tissue. *Nutrition Reports International* 20, 573 – 578.

Malbe, M., Klaasen, M., Fang, W., Myllys, V., Vikerpuur, M., Nyholm, K., Sankari, S., Suoranta, K., Sandholm, M. (1995): Comparisons of selenite and selenium yeast feed supplements on Se-incorporation, mastitis and leukocyte function in Se-deficient dairy cows. *Journal of Veterinary Medicine. Series A* 42: 111 – 121.

- Martinec, M., Tůmová, E. (2011):** Vývoj velikosti populací plemen králíků zařazených v genetických zdrojích. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 91 - 92.
- Mateos, G.G., Blass, C. (1998):** Minerals, Vitamins and Additives. In: De Blas, J.C., Wiseman, J. (Eds.), The Nutrition of Rabbit. CAB International, Wallingford, UK, pp. 145 - 175.
- Maurice, D.V., Lightsey, S.F. (1996):** Immunocompetence of slow and fast growing broiler chickens fed different levels of vitamin E. In: Proceedings of the World's Poultry Congress 2: 93 – 98.
- Miturová, V. (2009):** Antioxidanty syntetické a přírodní (Bakalářská práce). Zlín FT UTB.
- Ondruška, Ľ., Rafay, J., Parkányi, V., Chrastinová, Ľ. (2006):** Vplyv genotypu na užitočnosť brojlerových králikov. XXIII. Konferencia: Aktuálne smery v chove brojlerových králikov, Nitra: 45 – 49.
- Ortman, K., Pehrson, B. (1998):** Selenite and selenium yeast as feed supplements to growing fattening pigs. Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A 45: 551 – 557.
- Radko, L., Cybulski, W. (2007):** Application of silymarin in human and animal medicine. Journal of Pre-clinical and Clinical Research 1(1): 22-26.
- Redel, H. (1996):** Erprobung der Anwendung von kontinuierlichen Reproduktionsverfahren in der Mastkaninchenhaltung. Lehr- und Versuchsanstalt und Tierhaltung Ruhlisdorf 7: 162 – 165.
- Rafay, J., Ondruška, Ľ., Parkányi, V. (2010):** Súčasný stav v plemennej diverzite na slovensku. Acta fytotechnica et zootechnica 13 (mimoriadne číslo): 108 – 111.
- Rafay, J., Parkányi, V., Ondruška, Ľ. (2011):** Mimopotravinárske využitie brojlerových králikov. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků, Praha: 16 – 17.
- Rochefford, T.R., Wong, J.C., Egesel, C.O., Lambert, R.J. (2002):** Enhancement of Vitamin E Levels in Corn. Journal of the American College of Nutrition 21(3): 191S – 198S.
- Sen, Ch.K., Khanna, S., Roy, S. (2006):** Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols. Life Science 78 (18): 2088 – 2098.
- Schiavone, A., Righi, F., Quarantelli, Q., Bruni, R., Serventi, P., Fusari, A. (2007):** Use of *Silybum marianum* fruit extract in broiler chicken nutrition: influence on performance and meat quality. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 91: 256 – 262.
- Schwarz, K., Foltz, C.M. (1957):** Selenium as an integral part of factor 3 against dietary liver degeneration. Journal of American Chemical Society 79: 3292 – 3293.
- Skřivanová, V., Tůmová, E. (2004):** Nové poznatky ve výživě brojlerových králíků. XXII. konferencia: Aktuálne smery v chove brojlerových králikov, Nitra: 35 – 39.
- Smith, C.W., Creelman, R.A. (2001):** Vitamin E concentration in upland cotton seeds. Crop Science 41: 577 – 579.
- Spallholz, J.E. (1997):** Free radical generation by selenium compounds and their prooxidant toxicity. Biomedical and Environmental Sciences 10: 260 – 270.
- Streeter, R.M., Divers, T.J., Mittel, L., Korn, A.E., Wakshlag, J.J. (2012):** Selenium deficiency associations with gender, breed, serum vitamin E and creatin kinase, clinical signs and diagnoses in horses of different age groups: A retrospective examination 1996 – 2011. Equine Veterinary Journal 44, Suppl. 43: 31 – 35.
- Supuka, P., Supuková, A., Ondrejková, A., Ondruška, Ľ., Maženský, D. (2012a):** Nitriansky králik – okrasné a užitočné plemeno králikov. XXV. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou Aktuálne smery v chove brojlerových králikov: Králik ako produkčné a modelové zviera, Nitra: 153 – 155.
- Supuka, P., Supuková, A., Zigo, F., Pavľak, A., Maženský, D. (2012b):** Slovenské národné plemná králikov – slovenský sivomodrý. XXV. vedecká konferencia s medzinárodnou účasťou

Aktuálne smery v chove brojlerových králikov: Králik ako produkčné a modelové zviera, Nitra: 157 – 159.

Surai, P.F. (2002): Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction. Nottingham University Press, Nottingham.

Surai, P.F., Dvorska, J.E. (2002): Effect of selenium and vitamin E content of breeder's diet on lipid peroxidation in breast muscles during storage. Proceedings of Poultry Science Symposium, Sydney, pp. 187-192.

Surai, P.F., Kostjuk, I., Wishart, G., MacPherson, A., Speake, B., Noble, R., Ionov, I.A., Kutz, E. (1998): Effect of vitamin E and selenium of cockerel diets on glutathione peroxidase activity and lipid peroxidation susceptibility in sperm, testes and liver. Biological Trace Element Research 64: 119 – 132.

Šimáně, J. (2006): Výživová manipulace selenu ve vejcích slepic. (Disertační práce) Praha FAPPZ ČZU.

Šípová, L. (2011): Králičí hop – hobby nebo nová sportovní disciplína se zvířaty? XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králiků, Praha: 99 - 100.

Šmehýl, P., Ondruška, L. (2006): Možnosti využitia plemena moravský modrý v procese hybridizácie brojlerových králikov. XXIII. Konferencia: Aktuálne smery v chove brojlerových králikov, Nitra: 39 – 43

Šmehýl, P., Točka, I., Hanusová, J., Ondruška, L., Chlebec, I. (2007): Produkcia mladých jatočných králikov využitím křížencov plemena BOA v terminálnej pozícii. IX. celostátní seminář: Nové směry v chovu brojlerových králiků, Praha: 63 – 65.

Šnejdar, V. (2011): Zakrslý teddy – současnost a perspektiva nového králičího plemene. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králiků, Praha: 101.

Štětka, A. (2011): Chov českého albína – historie, současnost, perspektivy. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králiků, Praha: 93 - 98.

Traber, M.G., Sies, H. (1996): Vitamin E in humans: Demand and delivery. Annual Review of Nutrition 16: 321 – 347.

Tůmová, E., Skřivan, M. (1993): Výsledky výkrmového testu králiků. Zemědělec 1(43): 6.

Tůmová, E., Bízková, Z., Martinec, M. (2011): Kvalita masa brojlerového králíka a českých genových zdrojů. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králiků, Praha: 86 - 88.

Ursínyová, M., Hladíková, V. (1998): Determination of selenium in serum using atomic absorption spectrometry. Chemické Listy 92: 495–498.

Volek, Z. (2005): Optimální složení krmných směsí pro rostoucí králíky. VIII. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králiků, Praha: 56 – 62.

Volek, Z. (2009): Využití lupiny bílé ve výkrmu brojlerových králiků. Certifikovaná metodika.

Yao, Z., Han, Z., Drieu, K., Papadopoulos, V. (2004): *Ginkgo biloba* extract (Egb 761) inhibits β -amyloid production by lowering free cholesterol levels. Journal of Nutritional Biochemistry 15: 749 – 756.

Zadina, J. (2011): Současné trendy a výhledy v zájmovém chovu králiků. XI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králiků, Praha: 14 – 15.

Zita, L., Tůmová, E., Bízková, Z. (2010): Genetické zdroje králiků v ČR. Acta fytotechnica et zootechnica 13 (mimoriadne číslo): 34 - 36.