

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Konečná 1930, 580 01 Havlíčkův Brod

v y d á v á

OSVĚDČENÍ

1/2017

o uznání certifikované metodiky
v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a hodnocení programů
účelové podpory, schválené usnesením vlády ČR ze dne 8. února 2017 č. 107.

Restrikce krmiva a kvalita masa brojlerových králíků, autoři: Chodová, D., Tůmová, E., Volek, Z., Česká zemědělská univerzita v Praze, Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha 2017, ISBN 978-80-213-2794-8

Metodika byla vypracována v rámci výzkumného projektu NAZV QJ 1510192.

Projekt využívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví a rybolovu“
V případě, že projekt využívá „Pravidla pro odvětví zemědělství, lesnictví a rybolovu“, je
výsledek typu N_{met} zdarma k dispozici všem zájemcům na webové stránce
<http://katedry.czu.cz/ksz/cerifikovane-metodiky/>

V Havlíčkově Brodě dne: 29. 11. 17

Česká republika
ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ
Ev. č. 5.3.04.0.03

Razítko odborného orgánu státní správy:

Jméno zástupce odborného útvaru státní správy: Ing. Vladimír Klement, CSc.

Funkce zástupce odborného útvaru státní správy: inspektor
ÚKZÚZ Havlíčkův Brod

Podpis zástupce odborného útvaru státní správy:

Souhlas Odboru vědy, výzkumu a vzdělávání MZe:

Datum a podpis ředitelky odboru:

04 -12- 2017

Ing. Pavlína Adam, Ph.D.

MINISTERSTVO
ZEMĚDĚLSTVÍ
Těšnov 65/17
110 00 Praha 1- Nové Město
-3-

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra speciální zootechniky

VÝZKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY, v.v.i. V PRAZE

UHŘÍNĚVSI

Oddělení fyziologie výživy a jakosti produkce

RESTRIKCE KRMIVA A KVALITA MASA

BROJLEROVÝCH KRÁLÍKŮ

CHODOVÁ, D., TŮMOVÁ, E., VOLEK, Z.

Certifikovaná metodika

Výstup z řešení projektu NAZV QJ1510192

2017

Katedra speciální zootechniky, FAPPZ, ČZU v Praze

Oddělení fyziologie výživy a jakosti produkce, VÚŽV, v.v.i. v Praze Uhřetěvesi

Ing. Darina Chodová, Ph.D.

Prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.

Ing. Zdeněk Volek, Ph.D.

Kontaktní adresa:

Katedra speciální zootechniky, ČZU v Praze

Kamýcká 129

165 21 Praha 6-Suchbát

Tel.: +420224383058

e-mail: chodova@af.czu.cz

Oponenti: Prof. Ing. David Zapletal, Ph.D., VFU Brno,

Ing. Vladimír Klement, CSc. ÚKZUZ

Certifikovaná metodika

Restrikce krmiva a kvalita masa brojlerových králíků

Byla schválena a doporučena pro použití v zemědělské praxi

Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským

pod číslem jednacím 1/2017

©ČZU v Praze

ISBN 978-80-213-2794-8

1. Cíl metodiky

Chov králíků má v České republice dlouholetou tradici zejména ve vztahu k produkci masa, ale ceněny jsou i kožky a angorská vlna. Králíčí maso odpovídá požadavkům spotřebitelů na zdravou výživu, neboť má velmi vysokou nutriční hodnotu a lehkou stravitelnost. Obsah tuku v králíčím mase je nízký stejně jako obsah cholesterolu a podíl n-3 a n-6 polynenasycených masných kyselin, vyznačuje se významným obsahem kvalitních, vysoce stravitelných bílkovin.

Produkce králíčího masa je z části zajišťována výkrmem brojlerových králíků, kteří se vyznačují vysokou plodností, intenzitou růstu a jatečnou hodnotou. Tyto vlastnosti jsou důležité také pro ekonomiku výkrmu, do které jsou samozřejmě započítány také náklady na veterinární úkony a výživu. Výživa a krmení je jedním z vnějších faktorů, který má vliv na růst, užitkovost králíků a kvalitu masa. Ve výkrmu králíků se převážně používá krmení *ad libitum*. Restrikce krmiva se u vykrmovaných králíků uplatňuje především z důvodu zlepšení konverze krmiva, snížení množství tuku v jatečném trupu a také kvůli minimalizaci trávicích obtíží u odstavených králíků. Modifikací příjmu živin lze ovlivnit růst a konverzi krmiva, zlepšit zdravotní stav králíčat. Tento vliv restrikcí zejména na užitkovost je poměrně známý, ale méně údajů je o vlivu na jatečnou hodnotu a kvalitu masa. Proto je třeba sledovat vliv délky aplikace a intenzity kvantitativní restrikcí na vývoj svalových vláken, jejich jednotlivé charakteristiky a s nimi související parametry kvality masa.

Cílem metodiky je posouzení vlivu intenzivní týdenní restrikcí aplikované týden po odstavení na jatečnou hodnotu a kvalitu masa. Současně budou zhodnoceny rozdíly v působení této krátké restrikcí u běžně a časně odstavených králíků na ukazatele kvality masa.

2. Vlastní popis metodiky

2.1. Současný stav sledované problematiky

Produkce králíčího masa je v současnosti zajištěna výkrmem brojlerových králíků, kteří vyhovují náročným podmínkám intenzivního chovu a vyznačují se vysokou plodností, intenzitou růstu a jatečnou hodnotou. U mladých rostoucích králíků je restrikce krmiva využívána především jako prevence zdravotních obtíží, které mohou nastávat při přechodu na pevná krmiva (Di Meo et al., 2007). Restrikce zlepšuje stravitelnost krmiva (Di Meo et al., 2007; Gidenne a Feugier, 2009; Gidenne et al., 2009) a snižuje množství tuku v jatečném trupu (Tůmová et al., 2003; 2007). Během doby, kdy je krmná dávka snížena, klesají růstové

schopnosti králíka, a to přibližně o 0,5 g za den na každé procento restrikce krmiva (Gidenne et al., 2009). Po ukončení období restrikce, kdy je krmivo podáváno *ad libitum*, se zvyšuje průměrný denní přírůstek charakteristický pro kompenzaci růstu (Gondret et al., 2000, Tůmová et al., 2003, Gidenne et al., 2012). Úroveň kompenzace růstu je důležitá pro porážkovou hmotnost králíků, která je většinou nižší u restringovaných zvířat (Perrier, 1998, Gondret et al., 2000 a Dalle Zotte et al., 2005b, Gidenne a Feugier, 2009). Spolu s ovlivněním růstu a porážkové hmotnosti může restrikce krmiva vést ke změnám charakteristik jatečné užitkovosti a kvality masa. Jatečná výtěžnost je u králíků vyjádřena jako podíl zchlazeného jatečně opracovaného trupu ze živé hmotnosti (Blasco a Ouhayoun, 1996). Nižší jatečnou výtěžnost restringovaných králíků zaznamenali Larzul et al. (2004) a Gidenne et al. (2009).

Králičí maso je lehce stravitelné, má vysoký obsah bílkovin, nízký obsah tuku, nízký obsah cholesterolu – přibližně 59 mg/100g svaloviny (Gondret et al., 1998) a rovněž poměr n-3 a n-6 polynenasycených mastných kyselin je nízký (Hernández a Gondret, 2006). Kromě chemických vlastností masa může být jeho kvalita popisována fyzikálními vlastnostmi a charakteristikami svalových vláken. Z fyzikálních charakteristik masa je důležitou vlastností barva, která je vztažena k energetickému metabolismu svalů, pH masa a také k podmínkám skladování masa (Ouhayoun a Dalle Zotte, 1996). Pouze málo autorů zjišťovalo vliv restrikce na barvu masa. Dalle Zotte et al. (2005b) a Gidenne et al. (2009) nezaznamenali vliv techniky krmení na žádný z parametrů barvy masa ve svalu *biceps femoris*. Ve svých výsledcích Dalle Zotte et al. (2005b) u svalu *biceps femoris* a Tůmová et al. (2006) ve hřbetní svalovině neprokázali vliv délky ani doby aplikace restrikce na charakteristiky barvy masa.

Další z fyzikálních vlastností masa je hodnota pH, která ovlivňuje vaznost, barvu a texturu masa. Ihned po porážce se pH pohybuje blízko neutrálních hodnot, následně během několika hodin klesá na stabilní hodnotu zvanou konečné pH označovanou pH_u (ultimate pH) s hodnotami 5,3 až 6 (Hulot a Ouhayoun, 1999). Hodnoty pH_u masa jsou ovlivněny především zásobami glykogenu ve svalech v době porážky, které jsou vztaženy ke složení svalu (podíl glykolytických a oxidativních vláken). I přes výkyvy hodnot pH nebyly doposud u králíků zaznamenány hodnoty indikující vady masa (Hulot a Ouhayoun, 1999).

Charakteristiky svalových vláken mají vliv na senzorické i fyzikální vlastnosti masa. Dalle Zotte et al. (2005a) uvádějí, že u novorozených mláďat králíků jsou všechna svalová vlákna svalu *longissimus lumborum* typu αR . Tento typ vláken je adaptabilní a může se stávat více aerobním nebo anaerobním v závislosti na jeho funkci. U králíků se počet svalových vláken zvyšuje i po narození a stabilizuje se přibližně okolo 17. dne věku (Ouhayoun a Dalle Zotte, 1993). Počet svalových vláken na 1 mm^2 je úzce spjat s plochou vláken. Dalle Zotte et

al. (1996) uvádějí, že vlákna αR a βR mají menší plochu než vlákna αW . Dle Dalle Zotte et al. (2005b) časná restrikce vyvolává u králíků snížení podílu oxidativních vláken.

2.2. Materiál a metody

Pro stanovení výkrmnosti a kvality masa králíků s rozdílnou technikou krmení byly realizovány dva pokusy. V obou byli využiti brojleroví králíci genotypu Hyplus (PS 19 x PS 59), kteří byli po odstavu ustájeni v klecovém systému. V prvním pokusu byli králíci ustájeni po třech kusech na klec (plocha 0,16 m²/ks) a ve druhém experimentu po čtyřech kusech na klec (plocha 0,12 m²/ks). Podmínky mikroklimatu byly následující: teplota prostředí 18-20 °C, relativní vlhkost vzduchu 60 ± 5 %, délka světelné periody 12 hodin. Králíci v obou pokusech byli krmeni kompletní granulovanou krmnou směsí, která odpovídala požadavkům pro výkrm králíků. Chemické složení krmných směsí je uvedeno v Tabulce 1. Voda byla v obou pokusech dostupná králíkům neomezeně.

Tabulka 1: Chemické složení krmné směsi

ŽIVINA	% v původní hmotě	
	Pokus 1	Pokus 2
Sušina	90,1	92,8
Dusíkaté látky	17,1	17,5
Tuk	2,7	3,0
Popeloviny	7,6	7,8
ADL	5,4	5,9
NDF	38,9	39,4
ADF	23,9	21,0
Škrob	13,6	14,3

Do pokusu 1 bylo zařazeno 102 brojlerových králíků Hyplus. Po odstavu ve 35 dnech věku byli králíci rozděleni do třech skupin: skupina AL byla po celou dobu krmena *ad libitum*, u skupiny R50 byla aplikována restrikce krmiva 50 g krmiva/ks/den a skupina R65 byla restringována 65 g krmiva/ks/den. Restrikce proběhla mezi 42. a 49. dnem věku. Před restrikcí a po jejím skončení byli králíci krmeni *ad libitum*. Pro stanovení jatečných parametrů a kvality masa bylo vybráno po skončení restrikce v 49 dnech a na konci pokusu v 70 dnech věku vždy 8 králíků z každé skupiny s podobnou průměrnou hmotností.

Králíčata pro pokus 2 byla odstavena 25. den věku (celkem 96 ks). Rozdělení králíků do třech skupin bylo shodné s pokusem 1, tzn., že skupina AL byla krmena *ad libitum*, skupina R50 byla restringována 50 g krmiva/ks/den a skupina R65 dostávala 65 g krmiva/ks/den.

Restrikce krmiva byla uskutečněna týden po odstavu, tj. od 32. do 39. dne věku. Porážky pro jatečný rozbor a následné analýzy kvality masa byly realizovány po skončení restrikce krmiva v 39 dnech a na konci pokusu v 81 dnech věku vždy u 8 králíků z každé skupiny na základě podobné průměrné hmotnosti.

Po celou dobu pokusů byla každý den zaznamenávána spotřeba krmiva na klec, která byla následně přepočítána na 1 králíka a jednou týdně byla sledována živá hmotnost králíků prostřednictvím individuálního vážení. Z výsledků spotřeby krmiva a živé hmotnosti byla spočítána konverze krmiva.

Jatečný rozbor

Po porážce byl realizován jatečný rozbor dle harmonizačních kritérií Blasca a Ouhayouna (1996). Jatečný trup bez krve, kůže, pohlavní soustavy, močového měchýře, trávicího ústrojí, distálních částí předních a zadních končetin, orgánů dutiny hrudní, jater, ledvin a ledvinového tuku, ovšem s hlavou byl zvážen pro zjištění hmotnosti jatečně opracovaného trupu za tepla.

Jatečná výtěžnost byla spočítána jako podíl hmotnosti jatečně opracovaného trupu za tepla a živé hmotnosti v příslušném věku. Z jatečného trupu byl vyjmut ledvinový tuk. Jatečný trup byl poté rozdělen na přední a zadní část řezem mezi posledním hrudním a prvním bederním obratlem podél 12. žebra. Následně byl příčným řezem mezi 6. a 7. bederním obratlem vedeným přes břišní stěnu oddělen hřbet od zadní části. Byly spočítány podíly jednotlivých částí jatečného trupu.

Stanovení fyzikálních ukazatelů kvality masa

Z hlediska fyzikálních charakteristik masa byla stanovena hodnota pH a barva masa ve stehenním svalu *biceps femoris* 45 minut po porážce. Pro měření hodnot pH byl využit pH metr 330i (WTW, Weilheim, Germany) se skleněnou vpichovou sondou, která byla zaváděna 1 cm hluboko do příčného řezu svalem *biceps femoris*. Charakteristiky barvy masa – lesk či světlost (L^*), poloha barvy mezi zelenou a červenou (a^*) a poloha barvy mezi žlutou a modrou (b^*) byly za použití přístroje Minolta Spectra MagicTM NX (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) dle CIELAB System (1976).

Stanovení základních parametrů svalových vláken

Mezi základní charakteristiky svalových vláken se řadí počet, plocha a procentuální zastoupení jednotlivých typů svalových vláken. Pro stanovení těchto parametrů svalových vláken byly po porážce odebrány vzorky svalu *biceps femoris* (5×5×15 mm) které byly

zamrazeny při teplotě $-156\text{ }^{\circ}\text{C}$ v 2-methylbutanu ponořeném do lázně z tekutého dusíku a až do samotného stanovení byly uchovány při teplotě $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Při samotné analýze svalových vláken byly vzorky nařezány při $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ za pomoci kryostatu Leica CM 1850 (Leica Microsystems Nussloch GmbH, Nussloch, Germany) s rotačním mikrotomem na řezy o tloušťce $12\text{ }\mu\text{m}$. Řezy byly přeneseny na podložní sklíčko a obarveny barvením aktinomyozinové ATPázy po alkalické preinkubaci dle metodiky Brooke a Kaiser (1970) pro zjištění jednotlivých typů svalových vláken. Typy svalových vláken byly pojmenovány dle nomenklatury Ashmore a Doerr (1971) jako βR (červená a pomalu stažitelná), αR (červená a rychle stažitelná) a αW (bílá a rychle stažitelná). Základní charakteristiky svalových vláken (počet vláken jednotlivých typů na 1 mm^2 a plocha svalových vláken) byly zjištěny pomocí softwaru NIS Elements AR 3.1 (Nikon, Tokio, Japan). Následně bylo spočítáno procentuální zastoupení jednotlivých typů svalových vláken.

Statistické vyhodnocení výsledků

Všechna data byla vyhodnocena analýzou variance metodou ANOVA s interakcemi mezi technikou krmení a věkem za použití programu SAS (SAS Institute Inc., 2003). Hodnota $P \leq 0,05$ byla považována za průkaznou. Průkaznost rozdílů mezi skupinami je označena různými písmeny.

2.3. Výsledky a diskuze

2.3.1. Pokus 1

Výsledky výkrmnosti jsou uvedeny v Tabulce 2. Živá hmotnost na konci pokusu byla u restringovaných králíků průkazně nižší ($P \leq 0,008$) v porovnání s králíky krmnými *ad libitum*. Skupiny s různou intenzitou restrikce se od sebe nelišily, avšak skupina s R65 s mírnější restrikcí měla neprůkazně vyšší živou hmotnost na konci pokusu než skupina R50 se silnější restrikcí. Naše výsledky korespondují se studií Tůmové et al. (2007), kteří zjistili nižší živou hmotnost u králíků s delší dobou restrikce, ovšem v případě jednotýdenní restrikce nezaznamenali rozdíly mezi skupinami, což je v kontrastu s naším pozorováním. Podle Gidenna a Feugiera (2009) a Gidenna et al. (2009, 2011, 2012) se stoupající intenzitou restrikce klesá živá hmotnost, neboť králíci nedosahují dostatečné kompenzace růstu, což je patrné i z detailních výsledků průměrného denního přírůstku v našem pokusu.

Z hlediska konverze krmiva byly mezi jednotlivými skupinami minimální rozdíly. Podobně i Tůmová et al. (2003) při jednotýdenní restrikci a Romero et al. (2010) při

dvoutýdenní časové restrikcí nezaznamenali vliv techniky krmení na konverzi krmiva. Na rozdíl od těchto výsledků Gidenne et al. (2009) uvádějí, že se stoupající intenzitou restriktce je konverze krmiva lepší. Při mírnější restrikcí, kterou Di Meo et al. (2007) a Bovera et al. (2008) aplikovali po delší dobu, byla pozorována lepší konverze krmiva u restringovaných skupin králíků. Tyto kontrastní výsledky naznačují, že délka restriktce má vliv na konverzi krmiva.

Tabulka 2: Vliv restriktce krmiva (42. – 49. den) na výsledky výkrmu – pokus 1

Ukazatel	Věk	ADL	R50	R65	RMSE	Průkaznost
Živá hmotnost (g)	35. den	1093	1084	1098	110	0,788
Živá hmotnost (g)	70. den	3172 ^a	2874 ^b	2921 ^b	248	0,008
Konverze krmiva	35. – 70. den	3,01	3,03	3,04	0,28	0,972

^{a,b,c} $P \leq 0,05$; RMSE – root mean square error; ADL – skupina krmená *ad libitum*; R50 – skupina s restrikcí od 42. do 49. dne věku 50 g krmiva/ks/den; R65 – skupina s restrikcí od 42. do 49. dne věku 65 g krmiva/ks/den

U jatečné výtěžnosti nebyly zjištěny interakce mezi skupinou a věkem (Tabulka 3), ale byl zaznamenán průkazný vliv techniky krmení na jatečnou výtěžnost. Ve srovnání s králíky krmenými *ad libitum* měly restringované skupiny průkazně ($P \leq 0,001$) nižší jatečnou výtěžnost. Shodně s tímto pokusem Perrier (1998), Gondret et al. (2000), Ouhayoun (2003), Larzul et al. (2004), Bovera (2008) a Gidenne et al. (2009) uvádějí nižší jatečnou výtěžnost u králíků s restrikcí krmiva. Příčinou poklesu jatečné výtěžnosti může být nedostatečná kompenzace růstu a následně pak nižší porážková hmotnost restringovaných králíků. Vliv techniky krmení se u podílu zadní části neprojevil podobně jako v pracích Perriera a Ouhayouna (1996) a Tůmové et al. (2006). Žádný ze sledovaných faktorů neměl vliv na podíl jednotlivých partií zadní části. Zjištění, že podíl hřbetu nebyl ovlivněn technikou krmení, je v souladu s výsledky Tůmové et al. (2006) při jednotýdenní restrikcí krmiva s podobnou intenzitou jako u našeho pokusu. Pokud bylo omezení aplikováno později, byl zjištěn nižší podíl hřbetu (Ferreira a Carregal, 1996), související pravděpodobně s alometrií růstu, kdy se dle Pascuala et al. (2008) hřbet vyvíjí později než stehna. Na podíl stehen se také neuplatnil vliv techniky krmení ani věku, což koresponduje s údaji Tůmové et al. (2006). Také Gidenne et al. (2009) nezjistili vliv restriktce 80 % a 60 % ADL na podíl stehen králíků, ovšem při intenzitě restriktce 70 % uvádějí nižší podíl stehen u králíků s omezeným krmivem. Naproti tomu Ferreira a Carregal (1996) shledali u králíků s restrikcí vyšší podíl stehen, ale s restrikcí

až od 70. dne věku. Podobné údaje uvádějí i Combes et al. (2003). Podíl svaloviny stehen nebyl ovlivněn technikou krmení. Technika krmení průkazně ($P \leq 0,005$) ovlivnila podíl ledvinového tuku s nižším podílem u restringovaných skupin. Neprojevilo se vliv intenzity restrikce a u obou restringovaných skupin byl 81-83 % v porovnání s ADL králíky. Snížení množství ledvinového tuku v jatečném trupu u králíků s intenzitou restrikce vyšší než 85 % ADL uvádějí i Dalle Zotte (2002) a Ouhayoun (2003) nebo i další autoři Perrier (1998), Gondret et al. (2000), Larzul et al. (2004) a Tůmová et al. (2006, 2007).

Tabulka 3: Vliv restrikce krmiva (42. – 49. den) na vybrané jatečné parametry – pokus 1

Skupina	Věk	JV (%)	Zadní část z JOT (%)	Hřbet z JOT (%)	Stehna z JOT (%)	Svalovina stehna z JOT (%)	Ledvin. tuk z JOT (%)
ADL	49	56,94	52,65	14,75	34,12	10,96	0,88
	70	60,62	53,21	16,52	33,45	11,48	2,07
R50	49	56,13	52,81	16,51	33,84	10,75	0,44
	70	59,27	53,96	16,25	34,08	11,93	1,90
R65	49	54,81	51,47	15,88	34,36	11,02	0,48
	70	59,28	53,23	16,14	33,69	11,56	1,82
RMSE		1,16	1,98	1,58	1,55	0,48	0,38
Průkaznost							
Skupina		<0,001	0,258	0,514	0,640	0,831	0,005
Věk		<0,001	<0,001	0,228	0,106	<0,001	<0,001
Skupina × věk		0,220	0,963	0,363	0,976	0,321	0,366

^{a,b,c,d,e,f} $P \leq 0,05$; RMSE – root mean square error; JV – jatečná výtěžnost; ADL – skupina krmená *ad libitum*; R50 – skupina s restrikcí od 42. do 49. dne věku 50 g krmiva/ks/den; R65 – skupina s restrikcí od 42. do 49. dne věku 65 g krmiva/ks/den

Vybrané fyzikální vlastnosti stehenní svaloviny jsou uvedeny v Tabulce 4. Hodnoty pH svalu nebyly ovlivněny technikou krmení, což je v souladu s údaji Dalle Zotte et al. (1996) a Dalle Zotte a Ouhayouna (1998). Rovněž Dalle Zotte et al. (2005b) nezaznamenali průkazný vliv intenzity restrikce na hodnoty pH měřeného 24 hodin po porážce ve svalu *biceps femoris*. Z parametrů barvy, byly průkazné interakce techniky krmení a věku ($P \leq 0,037$) nalezeny u světlosti masa (L^*) s nejvyšší hodnotou u skupiny ADL ve 49 dnech, s tím že v tomto věku ani na konci pokusu v 70 dnech nebyly mezi jednotlivými skupinami rozdíly. Průkazné interakce věku a techniky krmení ($P \leq 0,023$) byly i u parametru b^* s nejvyšší hodnotou 49. den u ADL králíků. Na konci pokusu v 70 dnech nebyla intenzita zbarvení technikou krmení ovlivněna. Vliv samotné techniky krmení na L^* , a^* či b^* nebyl v našem pokusu pozorován, což je v souladu i s výsledky pokusů Dalle Zotte et al. (2005b) a Gidenne et al. (2009). Vliv věku byl zaznamenán u světlosti masa a u parametru b^* , který charakterizuje polohu barvy mezi žlutou a modrou, přičemž se hodnoty těchto parametrů s věkem snižovaly ($P \leq 0,001$),

což je pravděpodobně zapříčiněno vyšším obsahem myoglobinu u starších zvířat (Dalle Zotte a Ouhayoun, 1998).

Tabulka 4: Fyzikální charakteristiky svalu *biceps femoris* – pokus 1

Skupina	Věk	pH	L* (D65)	a* (D65)	b* (D65)
ADL	49	6,58	54,44 ^a	-2,76	8,95 ^a
	70	6,48	49,98 ^{bc}	-2,84	5,56 ^d
R50	49	6,55	52,41 ^{ab}	-3,00	7,52 ^b
	70	6,43	49,09 ^c	-2,73	5,40 ^d
R65	49	6,48	52,40 ^{ab}	-2,89	6,95 ^{bc}
	70	6,40	50,23 ^{bc}	-3,05	6,25 ^{bcd}
RMSE		0,15	2,64	0,49	1,32
Průkaznost					
Skupina		0,288	0,253	0,316	0,057
Věk		<0,001	<0,001	0,648	<0,001
Skupina × věk		0,259	0,037	0,391	0,023

^{a,b,c,d} P≤0,05; RMSE – root mean square error; ADL – skupina krmená *ad libitum*; R50 – skupina s restrikcí od 42. do 49. dne věku 50 g krmiva/ks/den; R65 – skupina s restrikcí od 42. do 49. dne věku 65 g krmiva/ks/den
L* - světlost, a* - poloha barvy mezi červenou a zelenou, b* - poloha barvy mezi žlutou a modrou

Základní charakteristiky svalových vláken jsou uvedeny v Tabulce 5. Žádná ze sledovaných charakteristik svalových vláken stehenní svaloviny nebyla ovlivněna technikou krmení, což souhlasí s údaji Gondret et al. (2000), kteří také neshledali průkazné rozdíly mezi restringovanými a *ad libitum* krmenými králíky. U počtu svalových vláken αR a αW na 1 mm² byly pozorovány statisticky významné interakce mezi technikou krmení a věkem. Nejvyšší počet vláken typu αR (P≤0,014) byl zjištěn u skupiny R50 ihned po skončení restrikce. Na konci pokusu v 70 dnech věku měly obě restringované skupiny neprůkazně nižší počet vláken typu αR ve srovnání s králíky krmenými po celou dobu *ad libitum*. Ihned po skončení restrikce a také na konci pokusu v 70 dnech věku se počet vláken αW mezi skupinami nelišil. Plocha svalových vláken βR nebyla ovlivněna žádným ze sledovaných ukazatelů. U plochy svalových vláken αR a αW byly zaznamenány signifikantní interakce mezi skupinou a věkem. Vlákna typu αW byla významně (P≤0,001) větší u králíků R65 s mírnou restrikcí ihned po jejím skončení ve 49 dnech. Pro porovnání interakcí techniky krmení a věku není dostupná literatura. Technika krmení neměla na plochu svalových vláken vliv, což souhlasí s Gondret et al. (2000). Na druhou stranu, Dalle Zotte et al. (2005b) pozorovali větší plochu svalových vláken u králíků s restrikcí ve srovnání s kontrolní skupinou krmenou *ad libitum*. Pravděpodobná příčina kontrastních výsledků s literaturou je v odlišné délce a intenzitě restrikce. Na rozdíl od počtu a plochy svalových vláken nebyly zjištěny průkazné interakce techniky krmení a věku ani samotný vliv techniky krmení na

procentuální zastoupení jednotlivých typů svalových vláken. Naproti tomu Dalle Zotte et al. (2005b) uvádějí průkazně nižší podíl vláken βR a vyšší podíl vláken αW u králíků s restrikcí krmiva v porovnání se skupinou krmenou *ad libitum* a skupinami, u nichž byla restrikce aplikována do osmi týdnů věku. Zastoupení vláken typu αR a αW bylo ovlivněno věkem králíků, kdy u králíků ve 49. dnech bylo vyšší zastoupení vláken typu αR a nižší zastoupení vláken typu αW ve srovnání se 70-ti denními králíky a pravděpodobně souvisí s přeměnou vláken αR na αW (Dalle Zotte et al., 2005a).

Tabulka 5: Vliv restrikce krmiva (42. – 49. den) na charakteristiky svalových vláken svalu *biceps femoris* – pokus 1

Skupina	Věk	Počet svalových vláken na 1 mm ²			Plocha svalových vláken (μm ²)			Zastoupení svalových vláken (%)		
		βR	αR	αW	βR	αR	αW	βR	αR	αW
ADL	49	30,7	61,1 ^{ab}	284,6 ^{bc}	1629	1172 ^{bc}	2527 ^{abc}	6,0	17,3	76,7
	70	17,0	56,5 ^{ab}	316,0 ^{ab}	1562	1115 ^{bc}	2480 ^{abc}	4,6	14,8	80,7
R50	49	26,0	76,0 ^a	274,0 ^{bc}	1727	1177 ^{bc}	2380 ^{bc}	7,5	19,9	72,6
	70	22,5	50,5 ^{bc}	238,0 ^{ab}	1479	1057 ^c	2135 ^{cde}	6,0	12,4	81,6
R65	49	21,0	42,5 ^{bc}	213,5 ^c	2025	1405 ^b	3055 ^a	7,5	15,6	77,0
	70	35,0	54,5 ^{bc}	303,0 ^{ab}	1641	1092 ^{bc}	2316 ^{cd}	8,6	11,8	79,6
RMSE		23,2	20,0	70,0	504,2	411,4	603,5	5,7	4,7	5,6
Průkaznost										
Skupina		0,512	0,215	0,213	0,472	0,372	0,096	0,282	0,653	0,432
Věk		0,888	0,119	0,004	0,193	0,024	0,026	0,651	<0,001	<0,001
Skupina × věk		0,556	0,014	0,003	0,070	0,023	<0,001	0,961	0,564	0,721

^{a,b,c,d,e} P<0,05; RMSE – root mean square error; ADL – skupina krmená *ad libitum*; R50 – skupina s restrikcí od 42. do 49. dne věku 50 g krmiva/ks/den; R65 – skupina s restrikcí od 42. do 49. dne věku 65 g krmiva/ks/den

2.3.2. Pokus 2

V tabulce 6 jsou uvedeny výsledky užítkovosti králíků z pokusu s restrikcí časné odstavených králíků. V živé hmotnosti na konci pokusu v 81 dnech se restringované skupiny a králíci krmení *ad libitum* významně nelišili. Kombinace časného odstavení s restrikcí není v dostupné literatuře známa.

Tabulka 6: Vliv restrikce krmiva (32. – 39. den) na výsledky výkrmu – pokus 2

Ukazatel	Věk	ADL	R50	R65	RMSE	Průkaznost
Živá hmotnost (g)	25. den	510	514	510	57	0,943
Živá hmotnost (g)	81. den	2893	2856	2788	278	0,568
Konverze krmiva	25. – 81. den	3,13	3,00	3,05	0,33	0,553

RMSE – root mean square error; ADL – skupina krmená *ad libitum*; R50 – skupina s restrikcí od 32. do 39. dne věku 50 g krmiva/ks/den; R65 – skupina s restrikcí od 32. do 39. dne věku 65 g krmiva/ks/den

Zjištění, že restrikce krmiva u časně odstavených králíků neměla na rozdíl od předchozího pokusu vliv na živou hmotnost, může být způsobeno také nižší intenzitou restrikce 46 % u skupiny R50 a 60 % u skupiny R65 v porovnání s předchozím pokusem, kdy restrikce měla intenzitu 29 % u skupiny R50 a 38 % u skupiny R65. Příznivě mohlo působit i prodloužení realimentační periody. Konverze krmiva nebyla technikou krmení průkazně ovlivněna, ale byla nevýznamně lepší u restringovaných králíků. Toto zjištění odpovídá i předchozímu pokusu a je v souladu s Tůmovou et al. (2003), kteří při týdenní restrikci nepozorovali vliv na konverzi krmiva.

Výsledky vybraných charakteristik jatečného rozboru shrnuje Tabulka 7. Vliv techniky krmení na jatečnou výtěžnost nebyl zaznamenán. Při restrikci prováděné týden po odstavu od 42. dne byla u králíků s restrikcí nižší jatečná výtěžnost. Tento rozdíl může být způsoben odlišnou intenzitou restrikce. Výsledky pak odpovídají údajům Perriera a Ouhayouna (1996) a Tůmové et al. (2003, 2006), kteří nedetekovali rozdíly mezi skupinami s odlišnou technikou krmení při podobné intenzitě. Naproti tomu Perrier (1998), Gondret et al. (2000), Ouhayoun (2003), Larzul et al. (2004), Bovera et al. (2008) a Gidenne et al. (2009) uvádějí nižší jatečnou výtěžnost u restringovaných králíků. Rozporné výsledky s literaturou mohou být způsobeny kombinací časného odstavu a následné restrikce, kterou se žádný z autorů nezabýval, či metodou a délkou restrikce. Vliv techniky krmení na podíl zadní části, stejně jako u předchozích pokusů ani v literatuře nezaznamenali Perrier a Ouhayoun (1996) a Tůmová et al. (2006). Podíl hřbetu jako jedné z partií zadní části závisel pouze na věku ($P \leq 0,001$). Zvyšování podílu hřbetu s věkem je v souladu s výsledky Dalle Zotte a Ouhayouna (1995). Naproti tomu vliv techniky krmení na podíl hřbetu nebyl zjištěn. Shodně i Tůmová et al. (2006) nedetekovali vliv rané jednotýdenní restrikce na podíl hřbetu podobně jako v pokusu 1. Podíl stehen z JOT nebyl ovlivněn žádným ze sledovaných faktorů, což je v souladu s pokusem 1 s restrikcí týden po normálním odstavu. Vliv techniky krmení na podíl stehen neshledali ani Tůmová et al. (2006) a Gidenne et al. (2009) v případě restrikcí na 60 % a 80 % ADL. Průkazné rozdíly mezi skupinami s odlišnou technikou krmení nebyly u zastoupení ledvinového tuku nalezeny, nicméně neprůkazně nižší podíl ledvinového tuku byl detekován u skupiny R50 s intenzivnější restrikcí. Naproti tomu u pokusu s běžným odstavením, kdy byla restrikce aplikována týden po odstavu, byl u restringovaných skupin statisticky významně nižší podíl ledvinového tuku. Také v literatuře jsou kontrastní výsledky. Tůmová et al. (2003) a Matics et al. (2008) nezjistili vliv restrikce na obsah ledvinového tuku, ale naopak Perrier (1998), Gondret et al. (2000), Larzul et al. (2004), Tůmová et al. (2006, 2007) či Gidenne et

al. (2012) uvádějí nižší podíl ledvinového tuku u restringovaných skupin. Odlišnost výsledků může být způsobena rozdílnými metodami restrikce s odlišnou intenzitou a dobou začátku, či kombinací časného odstavu s restrikcí, který zmiňovaní autoři neprováděli.

Tabulka 7: Vliv restrikce krmiva (32. – 39. den) na vybrané jatečné parametry – pokus 2

Skupina	Věk	JV (%)	Zadní část z JOT (%)	Hřbet z JOT (%)	Stehna z JOT (%)	Svalovina a steheno z JOT (%)	Ledvin. tuk z JOT (%)
ADL	39	53,47	52,65	14,97	30,76	10,58	1,08
	81	60,07	55,80	17,71	31,39	11,84	2,49
R50	39	54,82	51,55	14,55	31,80	10,51	0,61
	81	60,22	55,66	17,97	31,23	12,05	2,17
R65	39	55,00	52,13	15,17	30,87	10,45	0,74
	81	60,47	56,04	18,36	32,16	12,08	2,54
RMSE		1,78	2,05	1,54	1,09	0,46	0,55
Průkaznost							
Skupina		0,283	0,666	0,611	0,420	0,896	0,136
Věk		<0,001	<0,001	<0,001	0,161	<0,001	<0,001
Skupina × věk		0,570	0,786	0,820	0,061	0,508	0,593

^{a,b,c,d} P<0,05; RMSE – root mean square error; JV – jatečná výtěžnost; ADL – skupina krmená *ad libitum*; R50 – skupina s restrikcí od 32. do 39. dne věku 50 g krmiva/ks/den; R65 – skupina s restrikcí od 32. do 39. dne věku 65 g krmiva/ks/den

V Tabulce 8 jsou shrnuty fyzikální charakteristiky kvality masa měřené ve svalu *biceps femoris* 45 minut *post mortem*. Podobně jako u předchozího pokusu nebyl u stehenní svaloviny pozorován vliv techniky krmení na hodnoty pH, což je v souladu s experimenty Dalle Zotte et al. (1996) a Dalle Zotte a Ouhayouna (1998). Zdá se, že restrikce má pouze malý vliv na hodnotu pH, díky které lze určit vady masa. V souladu s tím, že technika krmení neměla na pH vliv, je i konstatování mnoha autorů, že dosud nebyla u králíků zaznamenána žádná z vad masa. Technika krmení neovlivnila charakteristiky barvy stehenní svaloviny, což rovněž uvádějí studie Dalle Zotte et al. (2005) a Gidenna et al. (2009) při hodnocení barvy 24 hodin po porážce. Vliv restrikce na světlost masa neudávají ani Dalle Zotte et al. (1996) a Dalle Zotte a Ouhayoun (1998) při restrikci energie. Poloha barvy mezi zelenou a červenou se pravděpodobně zvýšila vlivem koncentrace hemových barviv s věkem (Dalle Zotte a Ouhayoun, 1998) podobně jako v předchozím pokusu.

Tabulka 8: Fyzikální charakteristiky svalu *biceps femoris* – pokus 2

Skupina	Věk	pH	Stehno řez L* (D65)	Stehno řez a* (D65)	Stehno řez b* (D65)
ADL	39	6,52	53,02	-2,63	8,70
	81	6,47	49,77	-3,01	6,33
R50	39	6,35	53,53	-2,23	9,85
	81	6,48	52,33	-3,28	4,93
R65	39	6,34	52,84	-2,86	8,62
	81	6,47	51,70	-3,15	7,00
RMSE		0,13	3,80	0,72	2,77
Průkaznost					
Skupina		0,084	0,522	0,597	0,907
Věk		0,072	0,096	0,008	<0,001
Skupina*věk		0,080	0,671	0,281	0,222

RMSE – root mean square error; ADL – skupina krmená *ad libitum*; R50 – skupina s restrikcí od 32. do 39. dne věku 50 g krmiva/ks/den; R65 – skupina s restrikcí od 32. do 39. dne věku 65 g krmiva/ks/den

L* - světlost, a* - poloha barvy mezi červenou a zelenou, b* - poloha barvy mezi žlutou a modrou

Výsledky vlivu techniky krmení u králíků s časným odstavem na vlastnosti svalových vláken svalu *biceps femoris* jsou uvedeny v Tabulce 9. Z hlediska počtu svalových vláken na 1 mm² měla technika krmení průkazný vliv pouze na vlákna αR s vyšším počtem u restringovaných zvířat. Ve srovnání s počtem vláken byly u jejich plochy zjištěny vysoce průkazné interakce mezi technikou krmení a věkem ($P \leq 0,001$) pro všechny typy vláken. U vláken βR , αR i αW byla u všech skupin nejmenší plocha po skončení restrikce v 39 dnech. Naproti tomu na konci pokusu byla u králíků R65 s mírnější restrikcí detekována průkazně nejmenší plocha vláken všech typů. Samotná technika krmení také významně ovlivnila plochu svalových vláken βR ($P \leq 0,001$), αR ($P \leq 0,001$) i αW ($P \leq 0,001$). Restringované skupiny měly menší plochu svalových vláken než kontrola krmená *ad libitum*. Na druhou stranu u pokusu 1 při restrikci týden po odstavu nebyl vliv techniky zjištěn podobně jako u výsledků Gondret et al. (2000), kteří nepozorovali vliv restrikce na plochu svalových vláken svalu *biceps femoris* u králíků s rozdílnou technikou krmení. Rozporné výsledky s těmito autory jsou pravděpodobně způsobeny odlišnou dobou začátku restrikce, neboť tyto autoři prováděli restrikci od 11. do 18. týdne věku, kdy je již vývoj svalových vláken ustálen. Na rozdíl od plochy svalových vláken svalu *biceps femoris* nebyly u procentuálního zastoupení svalových vláken interakce mezi technikou krmení a věkem, což se shoduje i s výsledky předchozího pokusu. Byl zaznamenán průkazný vliv techniky krmení na zastoupení vláken typu αR ($P \leq 0,025$) a αW ($P \leq 0,033$). Králíci s omezeným krmivem měli vyšší podíl vláken αR a nižší podíl vláken αW . Tyto výsledky nekorespondují s předchozím pokusem, kdy při restrikci týden po normálním odstavu nebyly mezi skupinami zjištěny průkazné rozdíly v zastoupení svalových vláken.

Odlíšné výsledky publikovali i Dalle Zotte et al. (2001), kteří nezaznamenali vliv techniky krmení na zastoupení svalových vláken. Výsledky pokusu jsou v rozporu také s další prací Dalle Zotte et al. (2005b), ve které dokonce uvádějí u restringovaných skupin nižší podíl βR a vyšší podíl αW vláken ve svalu *biceps femoris* ve srovnání s ADL skupinou. Všechny tyto pokusy byly prováděny při běžném odstavu, a proto se lze domnívat, že výsledky pokusu 2 mohly být ovlivněny časným odstavením a restrikcí v ranějším věku. S věkem podíl vláken typu αR signifikantně klesl, zatímco u vláken typu αW byl na konci pokusu vyšší, což koresponduje s výsledky předchozích pokusů i s Dalle Zotte et al. (2005a), kteří poukazují na přeměnu vláken αR , kterých je při narození většina, na vlákna typu αW .

Tabulka 9: Vliv časného odstavení a restrikce krmiva na charakteristiky svalových vláken svalu *biceps femoris* – pokus 2

Skupina	Věk	Počet svalových vláken na 1 mm ²			Plocha svalových vláken (μm ²)			Zastoupení svalových vláken (%)		
		βR	αR	αW	βR	αR	αW	βR	αR	αW
ADL	39	64,0	116,0	464,0	777 ^d	545 ^d	1239 ^{de}	10,1	17,8	72,2
	81	28,0	30,5	242,0	2188 ^a	1495 ^a	2759 ^a	9,8	10,1	80,2
R50	39	79,5	186,5	518,5	722 ^d	500 ^d	1175 ^e	10,7	23,6	65,7
	81	23,0	42,5	267,5	1953 ^b	1424 ^a	2508 ^b	7,1	13,6	79,3
R65	39	103,5	142,5	453,0	787 ^d	675 ^c	1332 ^d	14,3	20,0	65,7
	81	48,6	50,3	301,1	1559 ^c	1077 ^b	1967 ^c	12,3	12,8	74,9
RMSE		39,9	41,4	104,7	485,2	377,6	928,7	6,6	4,7	6,4
Průkaznost										
Skupina		0,072	0,025	0,542	<0,001	<0,001	<0,001	0,161	0,025	0,033
Věk		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,313	<0,001	<0,001
Skupina × věk		0,725	0,106	0,411	<0,001	<0,001	<0,001	0,784	0,660	0,422

^{a,b,c,d,e} P<0,05; RMSE – root mean square error; ADL – skupina krmená *ad libitum*; R50 – skupina s restrikcí od 32. do 39. dne věku 50 g krmiva/ks/den; R65 – skupina s restrikcí od 32. do 39. dne věku 65 g krmiva/ks/den

3. Srovnání novosti postupů

V intenzivním chovu králíků se při výkrmu vesměs využívá krmení *ad libitum*, které zajišťuje vysokou intenzitu růstu. Na druhou stranu je intenzivní růst mladých králíků doprovázen řadou problémů, zejména vysokým ukládáním tuku, značným výskytem problémů trávicího traktu a vysokým úhynem. Jednou z možností jak snížit výskyt uvedených problémů jsou restrikce krmiva v období po odstavení. Restrikce snižují výskyt zdravotních problémů po odstavení jako je epizootická enteropatie nebo průjmová onemocnění. V průběhu restrikce dochází ke snížení růstu, který může být kompenzován po přechodu na neomezené krmení. Tyto změny v růstu pak mohou mít vliv i na vlastnosti masa. Ve výkrmu králíků je

proto třeba nalézt vhodnou techniku krmení, která zajistí vysoký růst králíků, dobrou jatečnou hodnotu a vysokou kvalitu masa. Zejména u kvality masa je nedostatek informací ve vztahu k působení restrikce krmiva. Předkládaná metodika se zaměřila především na vliv restrikce na jatečnou hodnotu, fyzikální ukazatele kvality masa a charakteristiky svalových vláken. Zejména fyzikální vlastnosti masa jsou úzce spojené se strukturou svalových vláken, což má přímý vliv na kvalitu masa. Výsledky metodiky ukazují, že u pokusu s restrikcí u králíků odstavených v 35 dnech restringování králíci nevyrovnali živou hmotnost a měli nižší jatečnou výtěžnost proti králíkům krmeným *ad libitum*. Celkově ale měli nevýznamně vyšší podíl těch nejkvalitnějších částí, hřbetu a stehen a průkazně méně ledvinového tuku. Restrikce neměla vliv na fyzikální vlastnosti masa ani na charakteristiky svalových vláken. Je tak zřejmé, že restringování i *ad libitum* krmení králíci mají podobnou kvalitu masa. Unikátní jsou pak výsledky s restrikcí časně odstavených králíků, které doposud nebyly nikde publikovány. Králíci odstavení ve 25 dnech na konci pokusu vyrovnali živou hmotnost králíků krmených *ad libitum*, měli nevýznamně vyšší jatečnou výtěžnost i podíl cenných partií, méně ledvinového tuku. Fyzikální vlastnosti masa nebyly krmnou technikou ovlivněny, ale zvýšil se podíl oxidativních červených vláken. Především však restrikce zmenšila plochu všech typů svalových vláken, což může příznivě ovlivnit zejména sensorické vlastnosti masa, jeho křehkost a šťavnatost. Přínosem metodiky je především to, že restrikce nemá negativní vliv na kvalitu masa, u králíků časně odstavených však kvalitu může zlepšit.

4. Popis uplatnění

Metodika popisuje dva pokusy s týdenní intenzivní restrikcí u brojlerových králíků a její vliv na kvalitu masa králíků. U běžně odstavených králíků nemá restrikce vliv na kvalitu masa ani na podíl cenných partií, ale snižuje jatečnou výtěžnost. Nové jsou výsledky s restrikcí u časně odstavených králíků, kde restrikce neměla vliv na růst, jatečnou hodnotu a fyzikální vlastnosti masa, ale ovlivnila charakteristiky svalových vláken, což se může příznivě promítnout do chuťových vlastností masa. Metodika tak může přispět ke zlepšení informovanosti o restrikcích u brojlerových králíků, zejména o jejich vlivu na kvalitu masa. Výsledky metodiky mohou být využívány nejen chovateli králíků, ale také ve státní správě, výzkumu a vzdělávání. Metodika bude využívána především výkrmci králíků.

5. Ekonomické aspekty

Předložená metodika se zabývá vlivem krátké intenzivní restriktce aplikované týden po odstavu zejména na jatečnou hodnotu a kvalitu masa králíků běžně a časně odstavených. U běžně odstavených restringovaných králíků sice byla zaznamenána nižší porážková hmotnost a jatečná výtěžnost, ale tyto nepříznivé výsledky by bylo podle výsledků podílů cenných partií možné eliminovat porcováním prodáváných králíků, protože podíl hřbetu i stehen byl u restringovaných králíků nevýznamně vyšší. Za hlavní přínos metodiky považujeme první a příznivé výsledky s restrikcí u časně odstavených králíků, kteří byli schopni vykompenzovat porážkovou hmotnost králíků krmených *ad libitum* a dosáhnout stejné jatečné výtěžnosti a nevýznamně vyšších podílů cenných partií. Navíc byly příznivě ovlivněny charakteristiky svalových vláken, což může přispět ke zlepšení chuťových vlastností masa. Metodika tak přispívá k rozšíření znalostí v oblasti výkrmu brojlerových králíků.

6. Seznam použité literatury

- Ashmore, C. R., Doerr, L. 1971. Comparative aspects of muscle fiber types in different species. *Experimental Neurology*. 31. 408 – 418.
- Blasco, A., Ouhayoun, J. 1996. Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. Revised proposal. *World Rabbit Science*. 4. 93 – 99.
- Bovera, F., Di Meo, C., Marono, S., Vella, N., Nizza, A. 2008. Feed restriction during summer: Effect on rabbit growth performance. In: *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, 10 – 13 June 2008, Verona, Italy. pp. 567 – 571
- Brook, M. H., Kaiser, K. K. 1970. Muscle fiber types: How many and what kind?. *Archives of Neurology*. 23. 369 – 379.
- Combes, S., Gidenne, T., Jehl, N., Feugier, A. 2003. Impact of a quantitative feed restriction on meat duality of the rabbit. In: *Proceedings Cost Action 848, Working Group 5 Meat Quality*, September 25 – 27, Prague, Czech Republic. pp. 45.
- Dalle Zotte, A. 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*. 75. 11 – 32.
- Dalle Zotte, A., Ouhayoun, J. 1995. Post-weaning evolution of muscle energy metabolism and related physico-chemical traits in the rabbit. *Meat Science*. 39. 395 – 401.
- Dalle Zotte, A., Ouhayoun, J. 1998. Effect of genetic origin, diet and weaning weight on carcass composition, muscle physicochemical and histochemical traits in the rabbit. *Meat Science*. 50 (4). 471 – 478.

- Dalle Zotte, A., Ouhayoun, J., Parigi Bini, R., Xiccato G. 1996. Effect of age, diet and sex on muscle energy metabolism and on related physicochemical traits in the rabbit. *Meat Science*. 43 (1). 15 – 24.
- Dalle Zotte, A., Réminon, H., Ouhayoun, J. 2001. Effect of some biological and zootechnical factors on appearance of giant fibres in the rabbit. Consequences on muscle fibre type, morphology and meat quality. *World Rabbit Science*. 9 (1). 1 – 7.
- Dalle Zotte, A., Réminon, H., Chiericato, G. M. 2005a. Influence of maternal feed rationing on metabolic and contractile properties of *longissimus lumborum* muscle fibres in the rabbit offspring. *Meat Science*. 70. 573 – 577.
- Dalle Zotte, A., Réminon, H., Ouhayoun, J. 2005b. Effect of feed rationing during post-weaning growth on meat quality, muscle energy metabolism and fibre properties of *Biceps femoris* muscle in the rabbit. *Meat Science*. 70. 301 – 306.
- Di Meo, C., Bovera, F., Marono, S., Vella, N., Nizza, A. 2007. Effect of feed restriction on performance and feed digestibility in rabbits. *Italian Journal of Animal Science*. 6. 765 – 767.
- Ferreira, R. G., Carregal, R. D. 1996. A note characteristics of rabbit fed on a restricted system. In: *Proceedings of 6th World Rabbit Congress, Toulouse, 3*, pp. 163 – 165
- Gidenne, T., Feugier, A. 2009. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 1. Impact on digestion, rate of passage and microbial activity. *Animal*. 3. 501 – 508.
- Gidenne, T., Combes, S., Feugier, A., Jehl, N., Arveux, P., Boisot, P., Briens, C., Corrent, E., Fortune, H., Montessuy, S., Verdelhan, S. 2009. Feed restriction strategy in the growing rabbit. 2. Impact on digestive health, growth and carcass characteristics. *Animal*. 3. 509 – 515.
- Gidenne, T., Fortun-Lamothe, L., Combes, S. 2011. Feed restriction strategies, implications on physiology, growth and health of the growing rabbit. *Giornate di Coniglicoltura ASIC*.
- Gidenne, T., Combes, S., Fortun-Lamothe, L. 2012. Feed intake limitation strategies for the growing rabbit: effect on feeding behaviour, welfare, performance, digestive physiology and health: a review. *Animal*. 6. 1407 – 1419.
- Gondret, F., Lebas, F., Bonneau, M. 2000. Restricted feed intake during fattening reduces intramuscular lipid deposition without modifying muscle fiber characteristics in rabbits. *Journal of Nutrition*. 130. 228 – 233.
- Hulot, F., Ouhayoun, J. 1999. Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World Rabbit Science*. 7 (1). 15 – 36.

- Larzul, C., Thébault, R. G., Allain, D. 2004. Effect of feed restriction on rabbit meat quality of Rex du Poitou®. *Meat Science*. 67. 479 – 484.
- Matics, Zs., Dalle Zotte, A., Radnai, I., Kovács, M., Metzger, Sz., Szendrő, Zs. 2008. Effect of restricted feeding after weaning on the productive and carcass traits of growing rabbits. In: *Proceedings 9th World Rabbit Congress, Verona – Italy, June 10-13 2008*. 741 – 746.
- Ouhayoun, J. 2003. Influence of the diet on rabbit meat quality. In: Blas, C., Wiseman, J. (eds.). *The Nutrition of the Rabbit*. CABI publishing. Wallingford, UK. pp. 177 – 195. ISBN 85199279X.
- Ouhayoun, J., Dalle Zotte, A. 1993. Muscular energy metabolism and related traits in rabbit. A review. *World Rabbit Science*. 1 (3). 97 – 108.
- Ouhayoun, J., Dalle Zotte, A. 1996. Harmonization of muscle and meat criteria in rabbit meat research. *World Rabbit Science*. 4 (4). 211 – 218.
- Pascual, M., Pla, M., Blasco, A. 2008. Effect of selection for growth rate on relative growth in rabbits. *Journal of Animal Science*. 86. 3409 – 3417.
- Perrier, G. 1998. Des carcasses moins grasses obtenues à l'aide du rationnement. *Cuniculture – Paris*. 143. 223 – 227.
- Perrier, G., Ouhayoun, J. 1996. Growth and carcass traits of the rabbit a comparative study of three modes of feed rationing during fattening. In: *Proceedings of 6th World Rabbit Congress, Toulouse, 3*. pp. 225 – 232.
- Romero, C., Cuesta, S., Astillero, J. R., Nicodemus, N., De Blas, C. 2010. Effect of early feed restriction on performance and health status in growing rabbits slaughtered at 2 kg live-weight. *World Rabbit Science*. 18. 211 – 218.
- SAS Institute Inc. 2003. *The SAS system for Windows*. Release 9.1.3.
- Tůmová, E., Skřivanová, V., Skřivan, M. 2003. Effect of restricted feeding time and quantitative restriction in growing rabbits. *Archiv für Geflügelkunde*. 67. 182 – 190.
- Tůmová, E., Zita, L., Štolc, L. 2006. Carcass quality in restricted and ad libitum fed rabbits. *Czech Journal of Animal Science*. 51 (5). 214 – 219.
- Tůmová, E., Zita, L., Skřivanová, V., Fučíková, A., Skřivan, M., Burešová, M. 2007. Digestibility of nutrients, organ development and blood picture in restricted and *ad libitum* fed broiler rabbits. *Archiv für Geflügelkunde*. 71. 6 – 12.

7. Seznam publikací, které předcházely metodice

- Chodová, D., Tůmová, E., Volek, Z., Skřivanová, V., Vlčková, J. 2016. The effect of one-week intensive feed restriction and age on the carcass composition and meat quality of growing rabbits. *Czech Journal of Animal Science*. 61. 151 – 158.
- Chodová, D., Tůmová, E., Härtlová, H., Fučíková, A., Volek, Z., Vlčková, J. 2017. Changes of haematological and biochemical indices with age in rabbits with *ad libitum* and limited feed intake. *Acta Veterinaria Brno*. 86. 29 – 35.
- Makovický, P., Tůmová, E., Volek, Z., Makovický, P., Sedláček, R. 2016. Relationships between variable time, percentage of food restriction and liver histology: which alternative is the best for non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) prevention? *Histology and Histopathology*. 31. 1123 – 1130.
- Makovický, P., Tůmová, E., Volek, Z., Makovický, P., Arnone, J. M., Švecová, I., Samaska, G. 2017. The influence of food restriction on the small bowel: Does intensive short-term food restriction lead to weight loss? *Bratislava Medical Journal-Bratislavske Lekarske Listy*. 118. 361 – 365.
- Chodová, D., Tůmová, E., Volek, Z. 2016. One week feed restriction in early weaned rabbits: 2- Slaughter parameters and muscle fibre characteristics. *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress, Qingdao, China, June 15-18*, p. 269 – 272.
- Tůmová, E., Chodová, D., Volek, Z. 2016. One week feed restriction in early weaned rabbits: 1- performance and internal organ development. *Proceedings of the 11th World Rabbit Congress, Qingdao, China, June 15-18*, p. 331 – 334.
- Chodová, D., Tůmová, E., Volek, Z. 2017. Vliv restrikce krmiva v kombinaci s časným odstavem na užitkovost a vnitřní orgány brojlerových králíků. XII. Kábrtovy dietetické dny, Brno 20. 4. 2017, s. 33 – 37.