

MYOPATIE JATEČNÝCH KUŘAT

I. Ingr, R. Božek, M. Jůzl

Došlo: 16. srpna 2006

Abstract

INGR, I., BOŽEK, R., JŮZL, M.: *Myopathy of slaughter chickens*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2006, LIV, No. 5, pp. 49–56

High-powered means of slaughter chickens production cause on certain individuals abnormal biochemical development of postmortem changes in their muscles. It consequently lead to interferences of sensory quality of the chicken meat. So called myopathies of the chicken breast meat occur in the low extent. It is typical variation in dark colouring of breast muscle.

Veterinary supervision confiscates chickens embodying myopathy by reason of sensorical unacceptable dark muscle colour. Deepness of colour is evaluated by adspersion of veterinary supervisors. It is tendency leading to find out objective parameters for evaluating this sensual chicken meat colour variation. Incidence of the chickens with myopathy has been evaluating for 3 years in big poultry slaughter, therewithal high-quality chickens and chickens with perspicuous myopathy have been taking out of slaughter-line.

Electric conductivity values and pH values were measuring during 60 till 330 minutes post mortem in breast muscles. Approximately 9 millions chicken was annually slaughtered and 13 thousands of them was confiscated out of the slaughter line by reason of myopathy. It amounts to 0.14 per cent of annually count of processed chickens. Myopatical chickens had significantly higher muscle pH values as compared with healthy ones. Healthy chicken muscles decreased on ultimate pH values approximately past 3 hours post mortem. It means pH 6.03, and after 300 minutes decreased to pH 5.82. However, myopatical chickens values varied from pH 6.46 to pH 6.30.

Concurrently measured values of electric conductivity significantly correlated with pH values.

Whereof, it's predication of similarity chicken myopathies and dark, firm, dry (DFD) pork or turkey meat. Beyond unacceptable dark meat colour have disadvantage in poor post mortem acidifying of the meat and in consequence of microbial proteolysis. Significant correlation between pH and electric conductivity values foreshadows on identification of myopatical chicken meat by means of conductivity measuring.

myopathy, breast muscle, pH values, electric conductivity

Produkce a spotřeba drůbežího masa ve světě narůstá a v roce 1998 jeho objem předstihl maso hovězí a zaujal druhé místo za masem vepřovým. Tato skutečnost je výsledkem několika faktorů. Maso drůbeží, především kuřecí a krůtí, je oblíbené pro své senzorycké vlastnosti, je uváděno jako zdravotně nejvhodnější, skýtá možnost rychlého a pestrého kulinárního zpracování a je relativně levné. V českých zemích spotřeba drůbežího masa dlouhodobě stagnovala a v období 1975 až 1985 byla na úrovni 10 kg na jednoho prů-

měrného obyvatele a rok. Teprve v roce 1990 se zvýšila na 13,6 kg, v roce 1998 na 17,8 kg, v roce 2000 na 22,3 kg a v letech 2002 až 2003 na téměř 24 kg. Eventuální další zvyšování se bude odvíjet od relací mezi hlavními faktory tržní úspěšnosti (zdravotní nezávadnost, celková jakost, spotřebitelská cena) jednotlivých druhů masa a potravin vůbec.

Rostoucí spotřeba drůbežího masa je dána novými výživovými směry, nabídkou nových drůbežích polotovarů, nových kulinárních technologií a pestrým

sortimentem výrobků z drůbežního masa. Nová situace na spotřebitelském trhu klade nové požadavky na producenty jatečné drůbeže a na zpracovatele jatečné drůbeže.

Dosavadní základní požadavky (jatečná hodnota, jakost zabité drůbeže a masa) platí stále, ale jsou rozšiřovány o technologické požadavky důležitými pro jakost nových finálních produktů.

Technologická jakost drůbežního masa se odvíjí od postmortálních změn drůbeží svaloviny, které se mění velmi dynamicky a ovlivňují nejen technologické vlastnosti, ale i chutnost, texturní a další sensorické vlastnosti masa. Na průběhu postmortálních změn masa závisí i jeho čerstvost a nástup a rychlost nežádoucí mikrobiální proteolýzy (kažení, hnití masa).

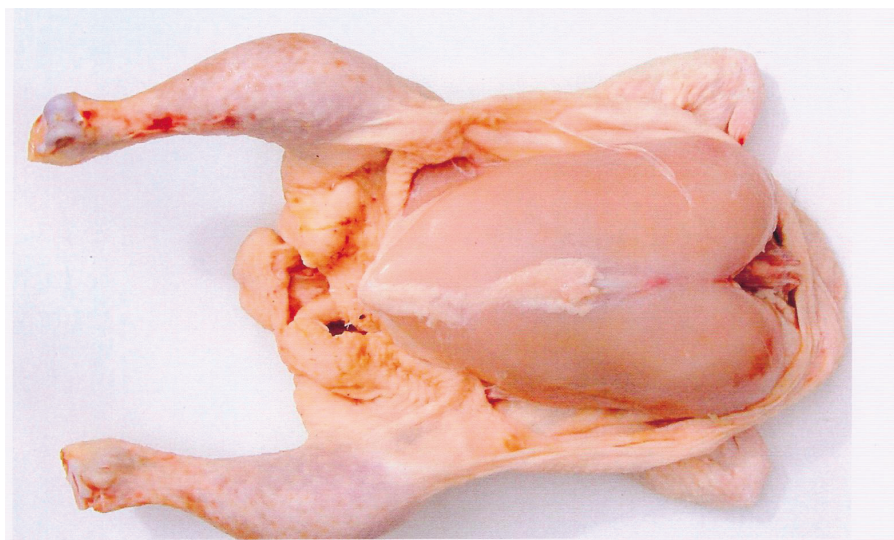
Intenzifikace produkce jatečné drůbeže přinesla nové vlivy na jakost jatečné drůbeže a drůbežního masa. Změny jakosti se projeví nejdříve u jatečných krůt a začaly být posuzovány jako analogie jakostních odchylek PSE a DFD vepřového a hovězího masa (Hahn et al., 2001; Slepíčková a Vorlová, 1998; Branscheid et al., 2004; Ristic et al., 2004). Zájem o postmortální změny krůtího masa vyplýval ze zájmu o jeho technologické vlastnosti v souvislosti s rozsahem jeho zpracování na výrobky.

Obdobný zájem o postmortální změny kuřecího masa se dostavil později, souběžně s rozsahem jeho technologického zpracování na výrobky. Počáteční studie byly zaměřeny na sledování vývoje hodnot pH (Niewarowicz a Pikul, 1979; Ingr et al. 1994) a později bylo konstatováno (Honikel, 2001), že pH je nejvýznamnějším ukazatelem postmortálních změn kuřecího masa. O hodnoty pH masa se opíraly všechny další práce (Zhang a Barbut, 2005; Cavitt a Sams, 2003; Woelfel et al., 2002; Qiao et al., 2002; Barbut

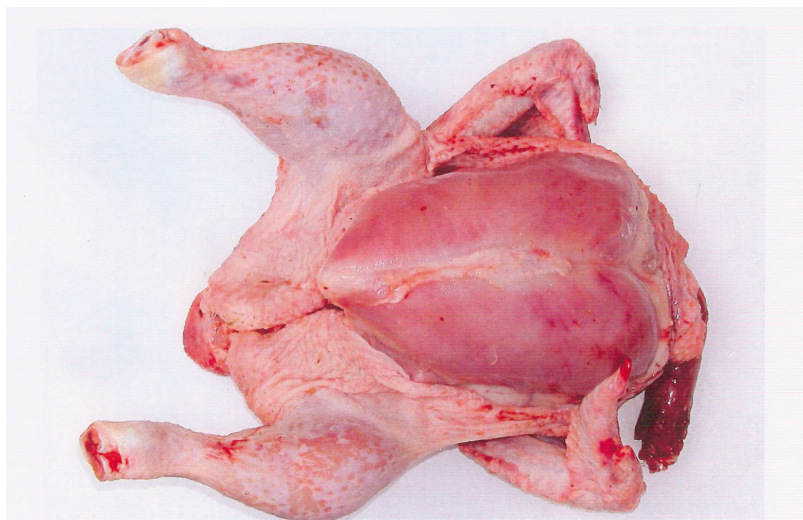
et al., 2005; Holownia et al., 2003; Ristic et al., 2004; Laak et al., 2000). Zmínění autoři korelovali hodnoty pH s dalšími jakostními znaky kuřecího masa, zejména s barvou (Hahn et al., 2001; Taubert et al., 2002; Petracci et al., 2004). Božek (2002) hodnotil v prsní kuřecí svalovině souběžně hodnoty pH a hodnoty elektrické vodivosti.

U svaloviny kuřat se v praxi setkáváme s barevnými změnami různé intenzity, která se označují jako „modráni“ kuřat nebo „myopatie kuřat“ (Boulianne a King, 1998; Jurajda, 2001). Intenzivní barevný projev této vady může být důvodem pro konfiskaci vykuřchaného kuřete, mírný projev může vést k určenému způsobu dalšího zpracování. Tato jakostní odchylka se vyskytuje zejména u kuřat z velkochovů a byla hodnocena jako nežádoucí změna barvy neznámého původu. Teprve Jurajda (2001) uvedl jev jako myopatie prsní svaloviny mírného stupně, které se vyskytují u rychle rostoucích výkrmových kuřat a krůťat. Jedná se o degenerativní změny kosterní svaloviny (hyalinizace svalových vláken, mineralizace, nekróza). Myopatie mohou být původu nutričního, toxického, mechanického. Nejzávažnější jsou zátěžové myopatie hlubokých prsních svalů vyvolané nadměrnou námahou, např. při mávání křídly. Terapie není známa, prevencí je vhodná technologie chovu, šetrné zacházení s kuřaty a opatrná odborná manipulace s drůbeží. Z uvedeného vyplývá analogie „modrých“ kuřat s vadou DFD u krůtího a kuřecího masa. Obdobné projevy barevných změn vykazuje i „přidušení“ kuřat (obr. 1–3).

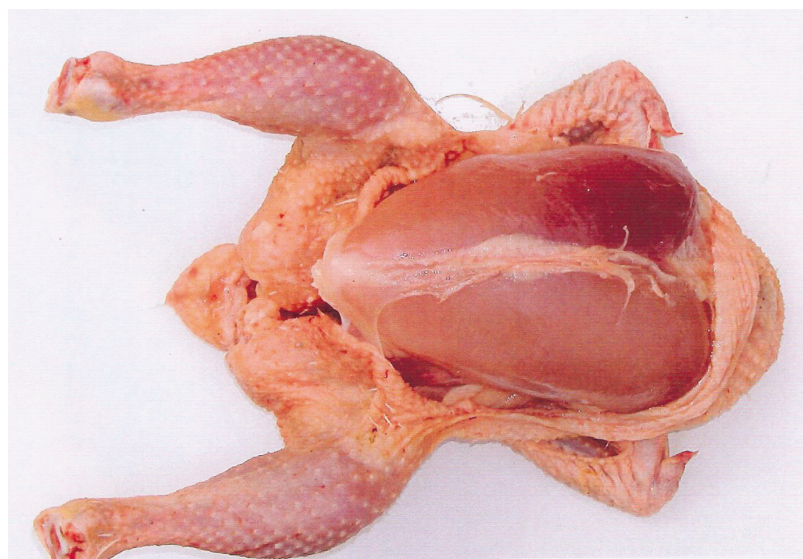
Cílem předložené práce bylo orientační zjištění výskytu „modrých“ kuřat a pokusit se o objektivní identifikaci této vady měřením pH a elektrické vodivosti prsní a stehenní svaloviny zabitých kuřat.



1: Kuře normální (kvalitní)



2: Kuře nedokonale vykrvené



3: Kuře myopatické

MATERIÁL A METODY

V tříletém období 1999 až 2001 byl v rámci běžné veterinární hygienické prohlídky na jateční lince drůbežářského podniku hodnocen i výskyt myopatických kuřat. Na základě inspekce (vizuálního hodnocení barvy svaloviny) byla státním veterinárním dozorem jatečně upravená kuřata posouzena jako požitelná, podmíněně požitelná a nepožitelná (konfiskáty).

Při veterinární prohlídce poražených kuřat byla vyhledávána výrazně myopatická kuřata a z téže dodávky kuřata normální jakosti (obojí po pěti kusech, tento počet výrazně myopatických kuřat se nepoda-

řilo vždy vyhledat). Vybraná a označená kuřata byla v laboratoři podrobena měření pH přístrojem CPH 51 s vpichovou elektrodou Crytur (Monokrystaly Turnov, ČR). Měření elektrické vodivosti přístrojem LF 191/F (WTW, Weilheim, BRD).

Elektrická vodivost byla měřena jen v prsní svalovině, stehenní sval to neumožňoval z důvodu nedostatečné velikosti pro použitý přístroj. První měření bylo uskutečněno za 60 minut od vykrvovacího řezu a dále vždy po 30 minutách až do 330 minut post mortem ve stejném svalu.

Statistická vyhodnocení naměřených hodnot pH a elektrické vodivosti byla provedena v programu Microsoft Excel.

VÝSLEDKY A DISKUSE

a) Výskyt myopatických kuřat

Roční porážky kuřat v hodnoceném období a zpracovatelském podniku se pohybovaly v rozmezí 7,4 až 9,1 milionů kusů. Možným ukazatelem zdraví kuřat a jejich odolnosti vůči přepravním podmínkám

jsou úhyny jatečných kuřat dopravou. Ty představovaly 0,19 % (1999); 0,12 % (2000) a 0,17 % (2001) z počtu dodaných kuřat. To odpovídá zjištěním Ingra et al. (1981) z období před deseti lety.

Určitou souvislost lze nacházet s výsledky veterinárního rozhodnutí o poražených kuřatech Tab. I.

I: Výsledky veterinárního posouzení poražených kuřat za tříleté období

Rok		1999	2000	2001
Prohlédnuto kuřat	(miliony ks)	9,143	8,915	8,434
Poživatelných	(miliony ks)	9,035	8,803	8,331
Poživatelných	(%)	98,81	98,75	98,78
Podmíněně požitelných	(%)	0,42	0,34	0,20
Nepoživatelných	(%)	0,77	0,91	1,02

V letech 1999 až 2001 bylo na hodnocené porážce poraženo a veterinárně posouzeno 26 493 936 kuřat, z toho 39 162 myopatických (0,15 %). U kuřat z klecové technologie bylo 0,20 % myopatických kuřat, z výkrmu na hluboké podestýlce jen 0,14 %.

Podíly konfiskovaných myopatických kuřat a myopatických kuřat podmíněně požitelných ve sledovaných letech uvádí Tab. II.

II: Nálezy myopatických kuřat a podíly konfiskovaných

Rok		1999	2000	2001
Myopatická kuřata celkem ks		12 102	13 081	13 997
z toho konfiskáty (%)		91,70	80,30	88,00
podmíněně požitelné (%)		8,30	19,70	12,00

Počet myopatických kuřat v absolutním vyjádření není vůbec zanedbatelný a představuje velkou ekonomickou ztrátu. Vliv klecové technologie na výskyt myopatií u jatečných kuřat je v porovnání s výkrmem na hluboké podestýlce mírně vyšší. Jatečná kuřata z klecí jsou patrně citlivější k zátěžím při transportu.

Maso podmíněně požitelných myopatických kuřat je sice zdravotně nezávadné, ale jeho využití je omezené rozhodnutím veterinárních lékařů. Téměř výhradně je určeno ke zpracování do tepelně opracovaných masných výrobků. Nový veterinární zákon z roku 2003 a jeho prováděcí vyhlášky již neznačí termín „maso podmíněně požitelné“, nýbrž jen „požitelné“ nebo „nepožitelné“.

b) Postmortální změny v masě myopatických kuřat

Postmortální biochemické změny ve svalovině jatečných zvířat mají velký význam pro jakost a vlastnosti masa a masných produktů. Biochemické proměny svaloviny a masa post mortem vedou k žádoucím vlastnostem (zralost, chutnost, vaznost, měkkost, křehkost, šťavnatost, typická druhová vybarvenost),

ale také k nežádoucím změnám (projevy charakteru PSE a DFD, fáze a projevy mikrobiální proteolýzy masa – kažení a hnití).

Velmi dobře jsou probírané změny a vlastnosti hovězího a vepřového masa. U drůbežího masa se tak děje až v posledním desetiletí a to zejména v souvislosti s novými technologickými požadavky a také v souvislosti s uplatňováním nových intenzifikačních faktorů v produkci jatečné drůbeže. V masě vepřovém a hovězím a později i v masě drůbežím se projevují změny v jakosti včetně barevných změn.

Barva drůbežího masa se odvíjí od rozdílů v zastoupení bílých a červených svalových vláken (Uhrín, 1995). Barva drůbežího masa se ve všech jejích aspektech (tón, světlost, sytost, odstín) hodnotí vizuálně senzory, kolorimetricky přístroji pro měření barevného profilu (Qiao et al., 2001) a také celým automatizovaným systémem obrazu (Hoof a Ectors, 2001).

Barevnost masa je výsledkem působení několika faktorů (obsahu přirozených barviv, podílu uspořádání světlých a červených svalových vláken, pH prostředí a vlivem „maskování“ myoglobinu). Hledají se období PSE a DFD vepřového a hovězího masa

u masa krůtího a kuřecího i jejich příčiny. U krůtího masa se nabízí obdoba až shoda s vadou DFD ve změně barvy. U krůt a kuřat obdoba s vadou PSE v hodnotě a změnách pH a ve zhoršení vaznosti masa.

V našich dřívějších pracích (Ingr et al., 1994) jsme prokázali signifikantní rozdíly v hodnotách a vývoji pH prsní a stehenní svaloviny kuřat. V těchto experimentech jsme se poprvé setkali s barevnou abnormalitou v drůbežářské praxi, označovanou jako „modrá“ kuřata, ve veterinární verzi jako „myopatická“ kuřata, která barevně zdokumentoval Božek, (2002).

ba) Hodnoty pH prsní svaloviny zdravých a myopatických kuřat

U pěti skupin poražených a vykuchaných kuřat z jedné dodávky (stejný dodavatel, stejný hybrid) bylo z linky odebráno pět kusů výrazně myopatických kuřat. Po svěšení z linky byla kuřata uložena v laboratoři a v jejich prsní svalovině byly v půlhodinových intervalech v období 60 až 330 minut post mortem měřeny hodnoty pH.

Průběh hodnot pH v prsní svalovině zdravých a myopatických kuřat uvádí Tab. III.

III: Porovnání hodnot pH v prsní svalovině zdravých a myopatických kuřat

Čas měření (min.p.m.)	Průměrné hodnoty pH		Statistická významnost rozdílů
	zdravá	myopatická	
60	6,41	6,46	
90	6,28	6,49	
120	6,15	6,44	
150	6,05	6,36	P < 0,05
180	6,03	6,36	
210	5,98	6,37	P < 0,05
240	5,91	6,31	P < 0,05
270	5,89	6,31	P < 0,05
300	5,82	6,33	P < 0,05
330	5,85	6,30	P < 0,05

Rozdílný průběh pH v prsní svalovině zdravých a myopatických kuřat je zřejmý zejména z grafického vyjádření. Statisticky významné rozdíly průměrných hodnot pH byly potvrzeny i navzdory velké variabilitě hodnot v jednotlivých experimentálních skupinách.

bb) Hodnoty pH u stehenní svaloviny zdravých a myopatických kuřat

U dvou pětičlenných skupin zdravých kuřat hybrida ROOS a u dvou pětičlenných skupin téhož hybrida, ale výrazně myopatických, byly měřeny hodnoty pH ve stehenní svalovině. Výsledky uvádí Tab. IV.

Naměřené hodnoty pH ve stehenní svalovině zdravých kuřat odpovídají dřívějším výsledkům (Ingr et al., 1994). Stehenní svalovina se okyseluje výrazně méně (tab. IV.), a proto mnohem dříve podléhá mikrobiální proteolýze. Stehenní svalovina myopatických kuřat je okyselena ještě méně (až o 0,8 pH). Tento výsledek je zcela původní a potvrzuje, že myopatické změny jsou následkem odchýlení průběhu bioche-

mických postmortálních změn vlivem fyzické zátěže. Rychlejší glykogenolýza a odvod kyseliny mléčné rezultuje ve změny svaloviny typu DFD.

bc) Hodnoty pH a elektrické vodivosti v prsní svalovině zdravých kuřat

Některé práce (Kameník et al., 1990; Kleinová a Ingr, 1999) poukazují na možnost hodnocení změn elektrické vodivosti (EV) ve svalovině poražených zvířat. Hodnoty EV korelují se stavem svaloviny a s odchylkou její „otevřené“ formy (vady PSE). Měření elektrické vodivosti má některé praktické výhody v porovnání s měřením pH. Konduktometry jsou vyráběny zatím jen pro měření ve vepřové a hovězí svalovině, my jsme robustní konduktometr mohli využít jen pro měření EV ve velkém prsním svalu kuřat. Pro měření ve stehenním svalu by bylo třeba přístroje menšího.

Souhrnné výsledky těchto měření dokumentuje Tab V.

IV: Vývoj hodnot pH ve stehenní svalovině zdravých a myopatických kuřat v období 60 až 330 minut post mortem

Čas měření (minut p.m.)	Stehenní svalovina			
	Skupina 1		Skupina 2	
	zdravá	myopatická	zdravá	myopatická
60	6,31	7,02	6,55	6,79
90	6,31	7,13	6,60	7,04
120	6,44	7,15	6,60	6,81
150	6,36	7,00	6,51	6,83
180	6,30	7,09	6,53	6,92
210	6,40	7,07	6,52	6,85
240	6,48	7,10	6,52	6,85
270	6,36	7,03	6,55	6,93
300	6,28	7,11	6,60	6,99
330	6,41	7,04	6,60	7,02
Statistická průkaznost			P < 0,05	

V: Statistická hodnocení rozdílů hodnot pH a EV v prsní svalovině poražených kuřat v postmortálním období

Čas měření (minut p.m.)	Průměrné hodnoty v prsní svalovině		Statistická významnost rozdílů průměrných hodnot
	pH	EV(mS.cm ⁻¹)	
60	6,36	2,14	P < 0,05
90	6,20	2,26	P < 0,05
120	6,11	2,48	P < 0,05
150	6,04	2,59	P < 0,05
180	5,98	2,82	P < 0,05
210	5,87	2,93	P < 0,05
240	5,85	3,03	P < 0,05
270	5,82	3,30	P < 0,05
300	5,80	3,57	P < 0,05
330	5,78	3,75	P < 0,05

U pěti pětičlenných skupin vzorků prsní svaloviny zdravých kuřat byla zjištěna statisticky průkaznost rozdílů průměrných hodnot. Znamená to, že měření elektrické vodivosti by mohlo být použitelným parametrem jakosti postmortálních změn kuřecího masa. U vepřového masa to již experimentálně zjistili Kleinová a Ingr (1999). Lze předpokládat, že EV by mohla být použitelná i pro hodnocení myopatických kuřat. Je třeba to experimentálně potvrdit a to na početnějších skupinách vzorků. Měření EV v mase má porovnání s měřením pH několik výhod: není třeba časté kalibrace konduktometru a přístroj je mechanicky odolný. Dosud se vyrábějí robusní konduktomet-

ry, pro měření EV ve stehenní svalovině kuřat je třeba jemnějšího přístroje. Možnost využití hodnot EV u kuřecího masa podporuje i závislost hodnot EV na čase post mortem a průkazná negativní korelace mezi hodnotami EV a pH.

ZÁVĚR

- Myopatie kuřecí svaloviny (tzv. modráni jatečných kuřat) se vyskytuje v relativně malém rozsahu a v rozdílné intenzitě. Velmi mírný projev této vady umožňuje zpracování masa do mělněných tepelně opracovaných drůbežích masných výrobků, poně-

vadž maso je požitelné. Zřetelný projev vady je důvodem pro konfiskaci pro nepřijatelně tmavou barvu a pro nedostatečnou odolnost vůči mikrobiální proteolýze.

- Myopatická kuřata mají odlišný průběh postmortálních změn. Nedochází k dostatečnému okyselení a maso vykazuje vlastnosti typické pro DFD vepřové nebo krůtí maso.
- K objektivnímu průkazu myopatie lze uplatnit hod-

noty pH prsní svaloviny, lze uvažovat i o uplatnění hodnot elektrické vodivosti. Pro hodnocení tmavého zabarvení adspekci by bylo vhodné uplatnit barevnou škálu.

- Příčinou myopatie svaloviny jatečných kuřat jsou nepochybně intenzifikační faktory chovu jatečných kuřat včetně předporážkových okolností. Preventivně lze doporučit dodržování zásad „welfare“ na všech úsecích předporážkových technologií.

SOUHRN

Intenzivní způsoby produkce jatečných kuřat způsobují u některých jedinců odlišný průběh biochemických postmortálních změn v jejich svalovině. Ty následně ovlivňují senzorycké vlastnosti kuřecího masa. V malém rozsahu se vyskytuje tzv. myopatie kuřecí prsní svaloviny. Projevuje se abnormálně tmavým zbarvením prsního svalu. Myopatická kuřata jsou veterinárním dozorem konfiskována pro senzorycky nepřijatelnou tmavou barvu masa. Tmavost barvy je hodnocena subjektivně adspekci. Je snaha najít objektivní parametr pro posuzování této smyslové odchylky v barvě kuřecího masa.

V tříletém období byl na velkokapacitních drůbežích jatkách hodnocen výskyt myopatických kuřat a z jednotlivých dodávek kuřat byla z linky odebírána kuřata zcela kvalitní a kuřata zcela markantně myopatická.

U jednotlivých kuřat byly v půlhodinových intervalech v období 60 až 330 minut post mortem měřeny hodnoty pH a hodnoty elektrické vodivosti v prsní svalovině.

Na porážce bylo každoročně zpracováno přibližně 9 milionů kuřat a z nich bylo konfiskováno ročně asi 13 tisíc kusů jako myopatických.

Myopatická kuřata vykazovala signifikantně vyšší hodnoty pH ve svalovině na rozdíl od zdravých kuřat. Svalovina zdravých kuřat dosáhla ultimativní hodnoty pH průměrně za 3 hodiny postmortem a to 6,03 pH (za 300 minut p.m. hodnoty 5,82). U myopatických kuřat stagnovaly hodnoty v úseku 6,46 až 6,30 pH. Souběžně měřené hodnoty elektrické vodivosti signifikantně korelovaly s hodnotami pH. Lze odvodit, že myopatie u kuřecího masa je obdobou DFD vepřového nebo krůtího masa. Kromě nepřijatelně tmavé barvy má nevýhodu v tom, že po nedostatečném okyselení post mortem podléhá rychleji mikrobiální proteolýze. Signifikantní korelace mezi průběhem hodnot pH a EV naznačuje i možnost identifikace myopatického kuřecího masa měřením hodnot elektrické vodivosti.

myopatie, prsní sval, hodnoty pH, elektrická vodivost

LITERATURA

- BARBUT, S. et. al.: Effect of pale, normal and dark chicken breast meat on marinated fillets. *Poultry Sci.*, 2005, 84: 779–02.
- BARBUT, S.: Problem of pale soft exudative meat in broiler chickens. *Brit. Poultry Sci.*, 1997, 38: 355–58.
- BOULIANE, M et. al.: Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark colored broiler chicken carcasses. *J. Food Sci.*, 1998, 63: 759–62.
- BOŽEK, R.: Kvalita jatečných kuřat a kuřecího masa. [Doktorská disertace]. MZLU v Brně, 2002. 129 s.
- BRANSCHIED, W et. al.: Qualität von Putenfleisch. *Fleischwirtschaft*, 2004, 84: 109–12.
- CAVITT, L. C., SAMS, A. R.: Evaluation of physical dimension changes as nondestruction measurements for monitoring rigor mortis development in broiler muscles. *Poultry Sci.*, 82: 1198–1204.
- HAHN, G. et. al.: Putenbrustfleisch. Postmortale Glykolyse und technologische Eigenschaften. *Fleischwirtschaft*, 2001, 81: 120–122.
- HOLOWNIA, K. et. al.: Evaluation of induced color changes in chicken breast during simulation of pink color defect. *Poultry Sci.*, 82: 1049–1059.
- HOOF, J. van, ECTORS, R.: Automatische Bewertung von Broilerschlacht Körper mittels Bildsystem. *Fleischwirtschaft*, 2001, 81: 96–101.
- INGR, I. et al.: Dynamika postmortálních změn pH ve svalovině kuřat. *Živoč. Vyr.*, 1994, 39: 837–847.
- INGR, I. et al.: Úhyn jatečných kuřat ve výkrmu a při přepravě na porážku. *Živočiš. Vyr.*, 1981, 26: 609–611.
- JURAJDA, V.: Kompendium chorob drůbeže a ptactva. Noviko Brno, 2001. 236 s.
- KAMENÍK, J. et. al.: Zjištění PSE masa pomocí elektrické vodivosti. *Vet. Med. (Praha)*, 1990, 35: 43–48.

- KLEINOVÁ I., INGR, I.: Vývoj hodnot pH a elektrické vodivosti ve vepřovém mase v průběhu zrání. *Czech J. Animal Sci.*, 1999, 44: 551–554.
- LAACK, R. L. M. van et. al.: Characteristics of pale, soft, exudative breast meat. *Poultry Sci.*, 2000, 79: 1057–1061.
- NIEWIAROWICZ, A., PIKUL, J.: pH-Wert der Hautoberfläche vor der Schaltung als Indikator für PSE und DFD. Fleisch bei Broilern. *Fleischwirtschaft*, 1979, 59: 405–407.
- PETRACCI, M. et. al.: Color variation and characterisation of broiler breast meat during processing in Italy. *Poultry Sci.*, 2004, 83: 2086–2092.
- QIAO, M. et. al.: The relationship between ran broiler breast meat color composition. *Poultry Sci.*, 2002, 81: 422–427.
- RISTIC, M. et. al.: Einfluss der Produktionbedingungen auf Geflügelfleisch und Eier. *Fleischwirtschaft*, 2004, 84: 127–130.
- SLEPIČKOVÁ, M., VORLOVÁ, L.: Stres a změny masa u krůt. *Náš chov*, 1998, 58: 35–36.
- TAUBERT, E. et. al.: Zusammenhänge zwischen externen Belastungsfaktoren und der Fleischqualität von Puten. *Fleischwirtschaft*, 2002, 82: 96–99.
- UHRÍN, V.: Rozdiely v štruktúre medzi bielymi a červenými svalmi vtákov. *Živoč. Výr.*, 1995, 40: 338–342.
- WOELFEL, R. L. et. al.: The characterisation and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in commercial processing plant. *Poultry Sci.*, 2002, 81: 579–584.

Adresa

Prof. Ing. Ivo Ingr, DrSc., Ing. Radomír Božek, Ph.D., Ing. Miroslav Jůzl, Ústav technologie potravin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika