

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

Czech Journal of
ANIMAL SCIENCE

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

7

VOLUME 45
PRAGUE
JULY 2000
ISSN 1212-1819

CZECH JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

EDITORIAL BOARD – REDAKČNÍ RADA

Chairman – Předseda

Ing. Vit Prokop, DrSc. (Výzkumný ústav výživy zvířat, s. r. o., Pohořelice, ČR)

Members – Členové

Prof. Ing. Jozef Bulla, DrSc. (Výzkumný ústav živočišné výroby, Nitra, SR)

Doc. Ing. Josef Čeřovský, DrSc. (Výzkumný ústav živočišné výroby Praha, pracoviště Kostelec nad Orlicí, ČR)

Prof. Dr. hab. Andrzej Filistowicz (Akademia rolnicza, Wrocław, Polska)

Ing. Ján S. Gavora, DrSc. (Centre for Food and Animal Research, Ottawa, Ontario, Canada)

Doc. Ing. Július Chudý, CSc. (Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, SR)

Dr. Ing. Michael Ivan, DSc. (Lethbridge Research Centre, Lethbridge, Alberta, Canada)

Prof. Ing. MVDr. Pavel Jelínek, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Jan Kouřil (Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický Jihočeské univerzity, Vodňany, ČR)

Prof. Ing. František Louča, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Prof. Ing. Josef Mácha, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

RNDr. Milan Margetin, CSc. (VÚŽV Nitra, Stanica chovu a šľachtienia oviec a kôz, Trenčín, SR)

Dr. Paul Millar (BRITBREED, Edinburgh, Scotland, Great Britain)

Dr. Yves Nys (Station de Recherches Avicoles, Centre de Tours, Nouzilly, France)

Ing. Ján Poltársky, DrSc. (Výzkumný ústav živočišné výroby, Nitra, SR)

Doc. Ing. Jan Říha, DrSc. (Výzkumný ústav pro chov skotu, s. r. o., Rapotín, ČR)

Ing. Antonín Stratil, DrSc. (Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR, Liběchov, ČR)

Ing. Pavel Trefil, CSc. (BIOPHARM, Výzkumný ústav biofarmacie a veterinárních léčiv, a. s., Pohoří-Chotouň, ČR)

Aim and scope: The journal publishes scientific papers and reviews dealing with the study of genetics and breeding, physiology, reproduction, nutrition and feeds, technology, ethology and economics of cattle, pig, sheep, goat, poultry, fish and other farm animal management.

The journal is cited in the bibliographical journal *Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences* and abstracted in *Animal Breeding Abstracts*. Abstracts from the journal are comprised in the databases: *Agris*, *CAB Abstracts*, *Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*, *Czech Agricultural Bibliography*, *Toxline Plus*.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year). Volume 45 appearing in 2000.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Zdeňka Radošová, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic, tel.: + 420 2 24 25 34 89, fax: + 420 2 22 51 40 03, e-mail: edit@uzpi.cz.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic. Subscription price for 2000 is 195 USD (Europe) and 214 USD (overseas).

Actual information are available at URL address: <http://www.uzpi.cz>

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce a studie typu review z oblasti genetiky, šlechtění, fyziologie, reprodukce, výživy a krmení, technologie, etologie a ekonomiky chovu skotu, prasat, ovcí, koz, drůbeže, ryb a dalších druhů hospodářských zvířat.

Časopis je citován v bibliografickém časopise *Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences* a v časopise *Animal Breeding Abstracts*. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: *Agris*, *CAB Abstracts*, *Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences*, *Czech Agricultural Bibliography*, *Toxline Plus*.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12× ročně), ročník 45 vychází v roce 2000.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou kopiích je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Zdeňka Radošová, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Česká republika, tel.: + 420 2 24 25 34 89, fax: + 420 2 22 51 40 03, e-mail: edit@uzpi.cz.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 2000 je 816 Kč.

Aktuální informace najdete na URL adrese: <http://www.uzpi.cz>

HODNOTENIE PRIEBEHU PÔRODOV A HMOTNOSTI NARODENÝCH TELIAT DOJNÍC SLOVENSKEHO STRAKATÉHO PLEMENA

CALVING EASE AND BIRTH WEIGHT OF CALVES OF SLOVAK SIMMENTAL COWS

P. Strapák, K. Vavrišínová, J. Candrák, J. Bulla

Slovak University of Agriculture, Faculty of Agronomy, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The aim of this paper was to verify a proposal of calving ease methodology and calf stillbirth rate in the practical conditions of the Slovak Simmental cattle population on behalf of the purpose to make up genetic evaluation of sires and to detect the average birth weight with relation to used sires. We included 8 028 Slovak Simmental cows from 46 herds into calving ease evaluation and stillbirth rates that were classified from 1998 to 1999. According to parities we distributed cows to two basic groups: heifers – first calving cows and older cows – next calving cows. On the basis of designed methodology with score definition we verified the numbers and individual calving ease scores and calving ease scores by sires with largest numbers of calves in the population according to determined score: 1 – unassisted (without help at calving), 2 – easy pull or normal (with help of one person, without mechanical facilities), 3 – hard pull (with help of more than one person, with mechanical facilities), 4 – veterinarian assistance (caesarian, embryotomy, surgery). The methodology also included concurrently monitoring stillborn calves (dead within 24 hours) in relation to all calvings. Another aim of this paper was to sum up the birth weight of calves by breeds, sex and by sires. The significance of the influence of factors on calving ease was tested by selected linear models. We classified 603 heifer calvings and 7 425 cow calvings. At the heifer evaluation we detected 379 unassisted and normal calving (Table 1), that means 62.7% from all heifer observations. 41 heifers (23%) had hard pull scores and in 45 cases veterinarian assistance was necessary. At the evaluation of cow calving ease (Table 1) we determined 1 650 (22.2%) unassisted calvings and 4 170 easy pull scores (56.2%), which showed a higher per cent of calvings arranged to categories one and two in comparison with the calving in the heifers (78.4% for cows). Essentially, also the rate of hard pull from 23% to 13.4% and the portion of veterinarian assistance from 7.5% to 4.2% in the older cow category decreased. By testing selected effects on calving ease (Table 3) as a largest and high significantly the effect of breed and birth weight of calves was investigated. The substantive influence to processing of calving has also a sire ($P = 0.0013$). In this paper we classified only bulls with great number of offspring (Table 2). The highest occurrence of calving difficulties was detected for sires Diskont (26%), Xirno (74%), Rensat (21%) and Marcopolo (14%). By testing the significance of the bull influence on the frequency of scores we observed a significant influence on hard pull scores (Table 2) for bulls Xirno and Placo ($P < 0.01$), Hano, Haxan, Helmut, Pasta, Rado and Streber ($P < 0.05$). As for the calf stillbirth rate, we detected in the Slovak Simmental cattle population for heifers 7.5% and for older cows 4.0% rate (Table 1). It confirmed a decreasing stillbirth rate for heifers and cows. Birth weight of calves has an essential relationship to calving process. On the basis of our results we determined a highly statistically significant difference for birth weight of calves (3.4 kg) for the benefit of the Slovak Simmental breed (Table 4). Statistical analysis from the selected effects the most important influence of breed and sex for birth weight approved. In males we obtained in average +3.69 kg higher birth weight than in females. In this work significant differences between the classified Slovak Simmental bulls (as an important effect, $P = 0.0120$) in birth weight were demonstrated (Table 6). The highest average calf birth weights with regard to the number of offspring were in calves of the bulls Bator (50.4 kg), Hanes-37 (49.3 kg) and Pasta (48.4 kg). The sires Bator and Marcopolo were registered with the absolutely highest birth weight (65 kg). On the basis of achieved results we recommend to make use of this choices methodology of calving ease and stillbirth rate evaluation for bulls genetic evaluation comparable with high level cattle breeding countries. In the course of calving ease evaluation all known significant influence such as breed, sex, birth weight, sire must be taken into consideration and next known effects (mainly pedigree information) exercise an influence on calving ease. The results will possible exploit for construction of complex selection indexes in the Slovak Simmental cattle population.

Keywords: cattle; calving; calving ease; birth weight of calves; the influence of effects on calving ease and birth weight

ABSTRAKT: Na základe nami definovanej metodiky hodnotenia priebehu pôrodov a podielu mŕtvo narodených teliat sme v populácii dojníc slovenského strakatého plemena analyzovali 8 028 pôrodov. Dojnice sme podľa poradia telena rozdelili

na dve skupiny – jalovica a staršie dojnice. V rámci vykonaného rozboru sme hodnotili 603 pôrodov prvôtok a 7 425 telení u starších dojníc. V skupine prvôtok sme zistili 379 ľahkých a normálnych pôrodov, čo predstavovalo 62,7 % z celkového počtu telení. U 41 prvôtok (23 %) bol zaznamenaný ťažký pôrod a v 45 prípadoch (6,8 %) bol potrebný zásah veterinárneho lekára. V rámci hodnotenia priebehu pôrodov u starších dojníc sme zaznamenali 1 650 (22,2 %) ľahkých, resp. samovoľných pôrodov a 4 170, resp. 56,2 % normálnych pôrodov, čo potvrdzuje vyšší podiel telení zaradených do kategórie ľahkých a normálnych pôrodov v porovnaní s telením jalovic. Zásadne sa znížil aj podiel ťažkých pôrodov z 23 % na 13,4 % a podiel zásahov veterinárneho lekára pri telení zo 6,8 na 4,2 %. Z hľadiska hodnotenia podielu mŕtvo narodených teliat sme u jalovic zistili 7,5 % a u starších dojníc 4,0 %. Pri testovaní preukaznosti sledovaných efektov na priebeh pôrodu sa prejavil významný vplyv plemena, hmotnosti narodených teliat a otca teľaťa. Zistili sme vyšší a štatisticky vysoko preukazný rozdiel v hmotnosti teliat o 3,4 kg v prospech slovenského strakatého plemena. Na základe štatistickej analýzy sledovaných efektov na hmotnosť teliat pri narodení sa potvrdil najvýznamnejší vplyv plemena a pohlavia ($P = 0,0001$). Pri býčkoch sme zaznamenali významne vyššiu hmotnosť pri narodení, v priemere o 3,69 kg. Významnou mierou vplýval na pôrodnú hmotnosť teliat aj efekt plemenného býka ($P = 0,0120$).

Kľúčové slová: hovädzi dobytok; pôrod; priebeh pôrodu; hmotnosť narodených teliat; vplyv efektov na priebeh pôrodu a hmotnosť teliat pri narodení

ÚVOD

Jedno z najproblematickejších období v chove dojníc predstavuje obdobie spojené s pôrodom, ktoré vo svojich dôsledkoch dlhodobo ovplyvňuje organizmus matky i teľaťa. K príčinám, ktoré v období vysokej brezosti a pôrodu negatívne pôsobia na plemenicu, patria predovšetkým presuny a zásahy človeka do prirodzeného priebehu pôrodu. Pre narodenie zdravého teľaťa s maximálnou možnosťou uplatnenia genetického a vývojového potenciálu patrí správne riadenie a organizovanie pôrodu a časového obdobia v popôrodoznom období.

Komplikácie pri pôrode vedú spravidla k vyššej frekvencii mŕtvo narodených teliat, k poruchám plodnosti a koncepcie a k výraznému zníženiu produkcie mlieka v nasledujúcom laktáčnom období (Berger, 1998) a spravidla majú za následok úbytok hmotnosti plemenic a zvýšené nároky na liečenie.

Obtiažnosť telenia sa zaraďuje s ostatnými reprodukčnými ukazovateľmi medzi tzv. sekundárne alebo nepriame úžitkové vlastnosti. Tie sa vyznačujú nízkym koeficientom heritability, nenormálnym rozdelením a subjektívnym posudzovaním. Selekcia na tieto znaky býva obtiažna, ale je žiaduca vzhľadom na to, že priamo alebo nepriamo ovplyvňuje produkčné vlastnosti a tým aj ekonomiku chovu. Dedivosť obtiažnosti telenia je nízka, koeficient heritability sa pohybuje v rozpätí medzi 0,01 až 0,2, ako udávajú napr. Philipsson a Foulley (1979), Majjering (1994) a Berger (1994).

Thompson *et al.* (1981) považujú za najvýznamnejšie vplyvy poradia pôrodu (viac obtiažnych telení bolo zaznamenaných u jalovic), pohlavie teľaťa (jalovičky sa rodia ľahšie ako býčky), obdobie telenia (ťažšie pôrody v zime), vplyv chovu (rôzne technologické systémy, usmerňovanie výživy), dĺžku teľnosti, hmotnosť teľaťa a rozmery panvy matky.

Prvé pokusy na evidovanie obtiažnosti pôrodov a zníženie frekvencie ťažkých pôrodov a strát teliat plemenárskymi metódami boli robené v Holandsku v 50. rokoch.

Postupne sa tejto otázke začala venovať pozornosť vo väčšine západoeurópskych krajín.

Neexistuje žiadny štandardný postup, ako posudzovať priebeh pôrodov. Vo väčšine krajín, kde je táto vlastnosť hodnotená, je pôrod zaraďovaný do dvoch až piatich tried, kde 1 býva pôrod bez asistencie, 2 – s asistenciou jednej až dvoch osôb, 3 – s asistenciou troch osôb, resp. s pomocou veterinárneho lekára, 4 – cisársky rez a 5 – embryotómia. Pre odhad plemenných hodnôt sa používajú najčastejšie lineárne modely (BLUP, animal model), aj keď sa jedná o vlastnosť kategóriálnu (kvalitatívnu).

Rozdelenie pôrodov na samovoľné, s malou alebo väčšou pomocou a obtiažne považuje Věřiš (1993) za objektívne len v skupine pôrodov samovoľných a obtiažnych. Miera pomoci u ďalších dvoch je dosť problematická. Podľa autora bol podiel obtiažnych pôrodov v maštaloch s vážnym ustajnením od 4 do 14,5 % a bol ovplyvnený predovšetkým telením jalovic. Počet samovoľných pôrodov je ovplyvnený predovšetkým tendenciami ošetrojúceho personálu pomáhať pri pôrodoch a ich priebeh urýchľovať. Zvyšovanie podielu samovoľných pôrodov z pôvodných 10 % na 50 % preukázalo neopodstatnenosť pomoci u prevažnej väčšiny tzv. ľahkých pôrodov.

Ťažké pôrody mávajú často za následok priame ekonomické straty. Schleppei (1998) konštatuje, že vo Švajčiarsku má hodnotenie priebehu pôrodov dlhodobú tradíciu. Na základe hodnotenia autor udáva výsledky za rok 1997 – počet telení 119 153, hmotnosť pri narodení teliat 44,5 kg, podiel normálnych pôrodov 97,1 %. Z celkového počtu hodnotených prípadov bolo 12,2 % po jaloviciach. Percento ťažkých pôrodov sa zvyšovalo s pribúdajúcou hmotnosťou, pričom pri hmotnosti teliat 50–55 kg sa vyskytlo až 32 % ťažkých pôrodov u jalovic a 11 % u starších kráv.

U jalovic je zistená tri- až štyrikrát vyššia frekvencia komplikovaných pôrodov ako u kráv. Z hľadiska pohlavia pri narodených býčkoch u jalovic sa uvádza o 5 až 12 % komplikovaných pôrodov viac ako u kráv, kde tento podiel predstavuje 2 až 5,7 %. Pri narodení jalovičiek je

to percento nižšie, a to 1,8 až 4 %, resp. 1 až 2 % (Slapnička, 1995). Autor ďalej zistil, že pri hmotnosti narodených teliat do 40 kg sa uvádzajú komplikované pôrody v rozsahu 1,5 až 2 %, do 50 kg 14 až 16 % a nad 50 kg v 50 až 60 % prípadov.

V pôrodniciach s voľným ustajnením dochádza vo veľkej väčšine prípadov k pôrodu bez cudzej pomoci. Fiala *et al.* (1989) uvádzajú, že zo sledovaných 140 pôrodov vo voľnom ustajnení bolo 105 pôrodov (t. j. 75 %) bez pomoci a 35 pôrodov (25 %) s väčšou alebo menšou pomocou.

Pri plemene flekvíeh v Nemecku, ako to uvádza Aumann (1995), sa zisťujú plemenné hodnoty pre priebehy pôrodov od roku 1994. Autor konštatuje, že najdôležitejšími faktormi, ktoré v zásadnej miere ovplyvňujú tento ukazovateľ, sú rok, sezóna a pohlavie teľaťa. Priebeh pôrodu je vo významnej miere ovplyvnený aj matkou teľaťa. V roku 1992 dosiahli dojnice populácie strakatého plemena v Bavorsku podiel ľahkých pôrodov 83,34 % a podiel mŕtvo narodených teliat 3,02 %.

U bavorskej populácie strakatého plemena uvádzajú Mack a Zeddies (1995) podiel mŕtvo narodených teliat u prvôtok 4,5 % a u starších dojníc 2,3 %. Z hľadiska hodnotenia priebehu pôrodov zistili uvedení autori u prvôtok 77 % ľahkých a 19,1 % ťažkých pôrodov. Veterinárnu pomoc pri pôrode si vyžadovalo 3,82 % hodnotených prvôtok. U starších dojníc bolo zistených 86,4 % ľahkých pôrodov, 11,6 % ťažkých pôrodov a v 1,94 % prípadov bol potrebný zásah veterinárneho lekára.

Slapnička (1995), ktorý testoval vplyv plemenných býkov na priebeh pôrodu, uvádza, že komplikovaný pôrod má spravidla za následok vyššiu frekvenciu mŕtvo narodených teliat, porúch plodnosti a zníženie produkcie mlieka. Vplyv býka-otca teľaťa a býka-otca matky sa podľa autora uplatňuje dĺžkou gravidity, pôrodnou hmotnosťou teľaťa a jeho telesnými proporciami. Vplyv plemenného býka sa tu uplatňuje vo väčšej miere ako u iných príčin komplikovaného pôrodu, čo je určitým limitujúcim faktorom využitia plemenného býka. Nadmernú veľkosť plodu ako príčinu obtiažnych pôrodov uvádza aj Benfert (1984 – cit. Věříš, 1993). Vysoký výskyt absolútne veľkých plodov a komplikovaných pôrodov je oprávnením pre obmedzené využívanie býka v plemenitbe, resp. k jeho diferencovanému využívaniu (Averdunk, 1993).

V súvislosti s podielom mŕtvo narodených teliat zistil Schleppi (1998), že pri hodnotení priebehu pôrodu kódom 1 (ľahký pôrod) predstavoval podiel mŕtvo narodených teliat 0,9 %, pri normálnych pôdoch 1,5 % a pri ťažkých pôdoch sa zvyšoval na 26,8 %, resp. 37,7 % pri pôrode so zásahom veterinárneho lekára a pri cisárskom reze.

Thaller *et al.* (1994) uvádzajú, že pohlavie teľaťa zohráva pri priebehu pôrodu veľmi dôležitý význam. Rozdiel medzi narodenými jalovičkami a býčkami predstavuje v absolútnom vyjadrení 1,1 % a výraznejšie sa prejavuje u jalovic ako u starších kráv.

Věříš (1993) zistil v maštali s vážnym systémom ustajnenia na základe aplikovanej metodiky hodnotenia v štyroch stupňoch u jalovic a starších kráv podiel samo-

voľných pôrodov 10 %, resp. 14 %, pôrodov s malou pomocou 67,5 %, resp. 75,4 %, pôrodov s väčšou pomocou 18,1 % (5,6 %) a veľmi obtiažných pôrodov so zásahom veterinára 4,4 až 5 % pri priemernej hmotnosti teliat 36,2 kg, resp. 38,2 kg u starších dojníc. Ďalej autor hodnotil priebeh pôrodov u českého strakatého plemena, pričom zistil 9,69 % samovoľných pôrodov, 45,92 % pôrodov s malou pomocou, 36,74 % pôrodov s väčšou pomocou a 7,65 % obtiažných pôrodov.

Pri hodnotení populácie mäsových plemien dobytky v Českej republike zistila Hradecká (1999) podiel pôrodov bez pomoci 61,1 %, s pomocou dvoch osôb 24,1 % a s pomocou viacerých osôb, resp. so zásahom veterinárneho lekára 4,7 %. Cisársky rez bol realizovaný v 0,1 % prípadoch zo všetkých hodnotených pôrodov.

Groen (1996) poukazuje na ekonomický prístup k hodnoteniu funkčných znakov mliekových plemien a zdôrazňuje význam ekonomickej váhy obtiažnosti pôrodov v závislosti na veterinárnych zákrokoch. Mack a Zeddies (1995) sa zaoberali hodnotením ekonomických váh pre nepriame úžitkové vlastnosti hovädzieho dobytky, pričom pre priebeh pôrodov uvádzajú ekonomickú váhu 1,01 DM (za %) a pre podiel mŕtvo narodených teliat 5,66 DM (za %).

Vo všetkých vyspelých chovateľských krajinách sa tejto problematike venuje zvýšená pozornosť, vedie sa dôkladná evidencia, spracovávajú sa výsledky a vyhodnocujú sa vo forme absolútnych hodnôt, resp. odhadu plemenných hodnôt, pričom sa separátne zisťujú plemenné hodnoty pre paternálny a maternálny vplyv na priebeh pôrodu. Plemenné hodnoty tejto nepriamej úžitkovej vlastnosti sa využívajú pre zostavenie komplexných selekčných indexov pre potreby šľachtienia a selekcie plemenných býkov.

Na základe toho, že v našich podmienkach takéto hodnotenie absenteje, bolo cieľom práce v praktických podmienkach s chovom slovenského strakatého plemena overenie metodiky hodnotenia priebehu pôrodov a podielu mŕtvo narodených teliat pre účely doplnenia výsledkov kontroly dedičnosti plemenných býkov a zistenie priemernej hmotnosti narodených teliat vo vzťahu k použitým plemenným býkom.

MATERIÁL A METÓDA

Výhodiskovými údajmi pre hodnotenie priebehu pôrodov a podielu mŕtvo narodených teliat boli údaje 8 028 dojníc slovenského strakatého plemena na 46 poľnohospodárskych podnikoch, ktoré boli hodnotené v rokoch 1998 až 1999. Dojnice sme podľa poradia telenia rozdelili na dve základné skupiny: jalovice a staršie dojnice.

Na základe nami definovanej metodiky sme zisťovali početnosť a percentuálne zastúpenie jednotlivých prípadov, ako aj priebeh pôrodov podľa stanovenej stupnice:

1. ľahký pôrod – žiadna pomoc pri telení,
2. normálny pôrod – potrebná pomoc jednej osoby, žiadne mechanické pomôcky,

3. ťažký pôrod – potrebná pomoc viac ako jednej osoby, resp. mechanických pomôcok,
4. zásah veterinárneho lekára – cisársky rez, embryotómia, operácia a pod.

Zároveň sme zaznamenávali počet mŕtvo narodených teliat (do 24 hodín veku) vo vzťahu k celkovému počtu pôrodov. Pôrody dvojčiek boli z hodnotenia vylúčené. Obtiažnosť pôrodov sme vyhodnotili aj po najviac využívaných plemenných býkoch v populácii slovenského strakatého plemena.

Početnosť výskytu jednotlivých skupín priebehu pôrodu podľa sledovaných býkov sme vyhodnotili χ^2 -testom v programovom balíku SAS.

Detailnú analýzu efektov ovplyvňujúcich priebeh pôrodov sme vykonali v súbore 679 kráv slovenského strakatého a holštajnského plemena. Vplyv sledovaných efektov sme hodnotili na základe lineárneho modelu:

$$Y_{ijkl} = \mu + P_i + P_{o_j} + O_k + b \cdot H_{ijkl} + e_{ijkl}$$

- kde: Y_{ijkl} – priebeh pôrodu
 μ – celkový priemer
 P_i – efekt i -teho plemena
 P_{o_j} – efekt j -teho pohlavia
 O_k – efekt k -teho otca
 b – regresný koeficient použitý ako korekčný faktor pre rôznu hmotnosť pri narodení
 H_{ijkl} – hmotnosť telata pri narodení (i -teho plemena, j -teho pohlavia, k -teho otca)
 e_{ijkl} – reziduálna chyba

V ďalšej časti práce sme zhodnotili hmotnosť narodených teliat podľa plemena, pohlavia a plemenných býkov. Hmotnosť narodených teliat bola exaktne zisťovaná vážením len na dvoch podnikoch, čo malo vplyv aj na početnosť hodnotených teliat a plemenných býkov na základe narodeného potomstva. Vplyv sledovaných efektov na hmotnosť teliat pri narodení sme vykonali na základe nasledovného lineárneho modelu:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + P_{o_j} + O_k + e_{ijk}$$

- kde: Y_{ijk} – hmotnosť pri narodení
 μ – celkový priemer
 P_i – efekt i -teho plemena
 P_{o_j} – efekt j -teho pohlavia
 O_k – efekt k -teho otca
 e_{ijk} – reziduálna chyba

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe vypracovanej metodiky hodnotenia priebehu pôrodov a podielu mŕtvo narodených teliat sme hodnotili 603 pôrodov jalovic a 7 425 telien v starších dojníc. Podobné stupnice pre hodnotenie priebehu pôrodov uvádzajú aj Mack a Zeddies (1995), Aumann (1995), Berger (1998) a Věříš (1993) u českého strakatého plemena a Hradecká (1999) u mäsových plemien dobytky.

Pri hodnotení jalovic sme zistili 379 ľahkých a normálnych pôrodov (tab. 1), čo predstavuje 62,7 % z celkového

počtu telien. U 41 prvôtok (23 %) bol zaznamenaný ťažký pôrod a v 45 prípadoch (6,8 %) bol potrebný zásah veterinárneho lekára. V zásade nižší výskyt obtiažných pôrodov v porovnaní s výsledkami našej práce zistili Věříš (1993) – 4 až 14,5 % a Hradecká (1999) – 4,7 %. Pri hodnotení priebehu pôrodov jalovic zistili Mack a Zeddies (1995) o 14,3 % vyšší podiel pôrodov s miernou pomocou v porovnaní s hodnotením našej populácie strakatého plemena. Títo autori taktiež udávajú o 3,9 % nižší podiel ťažkých pôrodov, čo je porovnateľné s výsledkami našej práce. Podobný výskyt samovoľných pôrodov a pôrodov s malou pomocou uvádza aj Věříš (1993). Podstatne nižší podiel zásahov veterinárneho lekára pri teleniach jalovic u nemeckej populácie strakatého plemena (o 2,98 až 3 %) poukazuje na dlhodobjšiu selekciu na túto nepriamu úžitkovú vlastnosť, ako to konštatujú Aumann (1995) a Mack a Zeddies (1995). Slapnička (1995) na základe výsledkov svojich prác potvrdzuje vyššiu frekvenciu obtiažných pôrodov u jalovic.

V rámci hodnotenia priebehu pôrodov u starších dojníc (tab. 1) sme zaznamenali 1 650 (22,2 %) ľahkých, resp. samovoľných pôrodov a 4 170, resp. 56,2 % normálnych pôrodov, čo poukazuje na vyšší podiel telien zaradených do kategórie ľahkých a normálnych pôrodov v porovnaní s teliením jalovic (78,4 %). Zásadne sa v porovnaní s teliením jalovic znížil podiel ťažkých pôrodov z 23 % na 13,4 % a podiel zásahov veterinárneho lekára pri telení zo 7,5 % na 4,2 %. Porovnateľnú úroveň pôrodov, hodnotených ako ľahké u strakatého plemena v Bavorsku (83,34 %), zaznamenal aj Aumann (1995). Pri hodnotení pôrodov u českého strakatého plemena zistil Věříš (1993) nižší podiel pôrodov samovoľných a s ľahkou pomocou o 22,79 % a vyššie zastúpenie obtiažných pôrodov a pôrodov s väčšou pomocou o 26,79 %.

Na priebeh telenia má značný vplyv paternálna a maternálna zložka, pričom zvláštny dôraz v rámci selekcie pripisujeme hodnoteniu tejto vlastnosti pri plemenných býkoch, u ktorých vyjadrujeme výsledky telenia dcér vo forme absolútnych čísel alebo plemenných hodnôt.

Tab 1. Hodnotenie priebehu pôrodov a podielu mŕtvo narodených teliat u dojníc slovenského strakatého plemena – Calving ease evaluation and stillbirth rate of calves for Slovak Simmental cows

Ukazovateľ ¹	Kód ²	Prvôtoky ³		Staršie dojnice ⁴	
		<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Ľahký pôrod ⁵	1	101	16,7	1 650	22,2
Normálny pôrod ⁶	2	278	46,0	4 170	56,2
Ťažký pôrod ⁷	3	138	23,0	995	13,4
Zásah veterinárneho lekára ⁸	4	41	6,8	315	4,2
Počet mŕtvo narodených teliat ⁹		45	7,5	295	4,0
Celkom pôrodov ¹⁰		603	100	7 425	100

¹trait, ²scores, ³heifers, ⁴cows, ⁵unassisted, ⁶easy pull (normal), ⁷hard pull, ⁸veterinarian assistance, ⁹number of stillborn calves, ¹⁰total

Tab. 2. Vplyv plemenných býkov na priebeh pôrodov a podiel mŕtvo narodených teliat slovenského strakatého plemena – Calving ease and stillborn calves evaluation by Slovak Simmental sires

Plemenný býk ¹	Štátny register ²	n	Lahký pôrod ³ %	Normálny pôrod ⁴ %	Ťažký pôrod ⁵ %	Zásah veterinárneho lekára ⁶ %	Podiel mŕtvo narodených teliat ⁷ %
Baltor	BAT-003	26	42*	46	–	12*	–
Fleuron	CO-002	23	26*	35*	26	13*	–
Diskont	DSO-001	941	15	56	26	3	4
Xirno	HAT-001	37	4*	19*	74**	3	5
Hano	HAX-001	14	–	86	14*	–	–
Haxan	HAX-003	38	13	79	8*	–	5
Helmut	HEL-001	80	21	65	10*	4	3
Halligali	HLG-002	75	12	72	16	–	–
Halt	HN-001	97	10*	65	21	3	1
Hornit	HOS-001	26	31*	46	23	–	–
Elvis	KEN-002	35	22	78	–	–	–
Marcopolo	MOL-003	219	35*	49	14	2*	5
Pasta	PAR-003	26	12*	54	35*	–	–
Placo	PKN-004	50	20	64	4**	12*	10
Radon	RA-001	33	16	69	13	3	3
Rado	RA-002	17	18	53	29*	–	–
Rektor	RAO-001	42	19	60	19	2	5
Rensat	RNN-001	240	8*	65	21	6*	6
Streber	STK-008	29	7*	86	7*	–	–
Zahn	ZAX-001	29	17	52	24	7	–
Zeukar	ZL-006	34	32*	59	9	–	6

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$

¹sire, ²official state registration, ³unassisted, ⁴easy pull (normal), ⁵hard pull, ⁶veterinarian assistance, ⁷number of stillborn calves

Vplyv plemenného býka na priebeh pôrodu, resp. hmotnosti narodených teliat zdôrazňuje aj Averdunk (1993). V práci sme hodnotili len býkov s vyššou početnosťou narodeného potomstva (tab. 2). Najvyšší výskyt obtiažných pôrodov sme zistili u plemenných býkov Diskont (26 %), Xirno (74 %), Rensat (21 %) a Marcopolo (14 %). Pri testovaní preukaznosti vplyvu jednotlivých býkov na priebeh pôrodu sme pri ťažkých pôdoch zaznamenali signifikantný vplyv (tab. 2) v kategórii ťažkých pôrodov u býkov Xirno a Placo ($P < 0.01$), Hano, Haxan, Helmut, Pasta, Rado a Streber ($P < 0.05$).

Najvyšší výskyt zásahov veterinárneho lekára (tab. 2) sme zaznamenali u býkov Baltor (12 %), Fleuron (13 %) a Placo (13 %). Tieto výsledky boli štatisticky preukazné.

Z hľadiska hodnotenia mŕtvo narodených teliat (tab. 1) sme v populácii slovenského strakatého plemena zistili u jalovic podiel 7,5 % a u starších dojníc 4,0 %. Mack a Zeddies (1995) uvádzajú podiel mŕtvo narodených teliat u jalovic 4,5 % a u starších dojníc 2,3 %, čo sú hodnoty podstatne priaznivejšie, ako sme zistili v našej populácii. Potvrdilo sa zníženie podielu mŕtvo narodených teliat u jalovic a starších dojníc, ako to dokumentujú aj Slapnička (1995) a Schleppi (1998).

Najvyšší podiel mŕtvo narodených teliat (tab. 2) dosiahli býci Placo (10 %), Streber a Zeukar (6 %). Je však po-

trebné zdôrazniť, že sa jednalo o najviac využívaných býkov v populácii, resp. nižšie počty hodnotených dcér po jednotlivých býkoch. Vplyv plemenných býkov na priebeh pôrodu testoval aj Slapnička (1995).

Pri testovaní preukaznosti sledovaných efektov na priebeh pôrodu (tab. 3) sa prejavil ako najväčší a vysoko signifikantný vplyv plemena a hmotnosti narodených teliat, čo potvrdilo závery autorov Thompson *et al.* (1981). Významne však vplýval na priebeh pôrodu aj otec tel'aťa ($P = 0,0013$).

Hmotnosť teliat má podstatný vplyv na priebeh pôrodu. Na základe našich výsledkov sme zistili vyšší a štatisticky vysoko preukazný rozdiel v hmotnosti teliat o 3,4 kg v prospech slovenského strakatého plemena

Tab. 3. Vplyv sledovaných efektov na priebeh pôrodu – The influence of effects on calving ease

Efekt ¹	F-test	Štatistická preukaznosť ² P
Plemeno ³	97,95	0,0001
Pohlavie ⁴	3,97	0,0467
Hmotnosť ⁵	10,37	0,0001
Otec ⁶	18,59	0,0013

¹effect, ²significance, ³breed, ⁴sex, ⁵birth weight, ⁶sire

Tab. 4. Hmotnosť narodených teliat slovenského strakatého a holštajnského plemena – Birth weight of Slovak Simmental and Holstein calves

Plemeno ¹	n	\bar{x}	s	min.	max.
Slovenské strakaté ²	503	45,5	6,96	27	65
Holštajnské ³	166	42,1	6,94	25	60

¹breed, ²Slovak Simmental, ³Holstein

Tab. 5. Hmotnosť narodených teliat podľa pohlavia – Birth weight of calves by sex

Pohlavie ¹	n	\bar{x}	s	min.	max.
Býčky ²	321	46,58	6,58	22	65
Jalovičky ³	348	42,89	7,26	25	65

¹sex, ²males, ³females

Tab. 6. Vplyv sledovaných efektov na hmotnosť teliat pri narodení – The influence of effects on birth weight

Efekt ¹	F-test	Štatistická preukaznosť ² P
Plemeno ³	31,76	0,0001
Pohlavie ⁴	43,76	0,0001
Otec ⁵	1,59	0,0120

¹effect, ²significance, ³breed, ⁴sex, ⁵sire

Tab. 7. Vplyv plemenných býkov slovenského strakatého plemena na hmotnosť narodených teliat – Birth weight of calves by Slovak Simmental sires

Plemenný býk ¹	Štátny register ²	n	\bar{x}	s	min.	max.	Odhad vplyvu býka ³
Baltor	BAT-003	20	45,7	6,55	30	57	-0,12663
Bator	BAT-004	9	50,4	10,47	35	65	3,08677
Diskont	DSO-001	67	46,2	6,58	37	65	-0,14598
Egol	EGE-001	18	41,7	8,04	30	60	-4,36614*
Halligali	HLG-002	11	45,3	6,00	40	60	-1,42105
Halt	HN-001	12	47,4	3,57	40	53	1,64438
Hanes	HNS-024	36	41,8	7,07	27	60	-4,65391**
Hanes-37	HNS-037	86	44,3	6,29	32	57	-1,38575
Horwein	HO-002	8	49,3	5,42	42	57	4,28244
Hornit	HOS-001	9	44,8	7,96	35	57	-0,86973
Husaldo	HUS-002	8	45,9	4,02	40	50	-1,73711
Horwein	HW-003	12	42,8	6,88	30	57	-2,21925
Honor	HW-005	11	46,9	5,63	35	55	1,55685
Marcopolo	MOL-003	24	47,3	6,37	37	64	1,26088
Pasta	PAR-003	32	48,4	7,00	35	65	1,69636
Paxon	PAS-001	18	43,6	6,71	31	56	-2,17597
Radon	RA-001	10	44,9	7,38	35	55	-0,72028
Firn	ZM-006	16	45,9	6,97	35	55	-0,93231

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$

¹sire, ²official state registration, ³estimation of sire effect

(tab. 4). Potvrďuje to závery viacerých autorov, ktorí sa zaoberali analýzou hmotnosti narodených teliat, vzhľadom na rozdielny úžitkový typ hodnotených dojníc. Schleppe (1998) zistil u švajčiarskej populácie simentálskeho plemena nižšiu priemernú hmotnosť narodených teliat (44,5 kg). Podstatne nižšiu hmotnosť narodených teliat v populácii českého strakatého plemena (36,2 kg u jalovic a 38,2 kg u starších dojníc) uvádza aj Věříš (1993).

Na základe štatistickej analýzy sledovaných vplyvov na hmotnosť teliat pri narodení (tab. 6) sa potvrdil ako najvýznamnejší vplyv plemena a pohlavia ($P = 0,0001$). Pri býčkoch sme zaznamenali signifikantne vyššiu hmotnosť pri narodení, v priemere o 3,69 kg (tab. 5). Vyšší podiel komplikovaných pôrodov u býčkov a teliat s vyššou pôrodnou hmotnosťou uvádza aj Slapnička (1995) a na vplyv pohlavia na priebeh pôrodu poukazujú aj Thaller *et al.* (1994). V našej práci sme zistili, že významnou mierou vplýva na pôrodnú hmotnosť teliat aj plemenný býk ($P = 0,0120$) – tab. 6.

Pri hodnotení hmotnosti narodených teliat sme s ohľadom na početnosť potomstva zistili najvyššiu priemernú hmotnosť u teliat býkov Bator (50,4 kg), Hanes-37 (49,3 kg) a Pasta (48,4 kg) – tab. 7. U plemenných býkov Bator a Marcopolo sme zaznamenali aj najvyššiu absolútnu hmotnosť narodených teliat (65 kg). Vplyv plemenného býka na pôrodnú hmotnosť teliat potvrdili s ohľadom na výskyt absolútne veľkých plodov aj Slapnička (1995), Averdunk (1993) a Benfert (1984 – cit. Věříš, 1993).

Na základe výsledkov práce odporúčame využívanie zvolenej metodiky hodnotenia priebehu pôrodov a podielu mŕtvon narodených teliat pre účely kontroly dedičnosti plemenných býkov, tak ako je to vo väčšine krajín s vyspelým chovom hovädzieho dobytku. Pri samotnom spracovaní hodnotenia pôrodov musia však byť zohľadnené všetky známe preukazné vplyvy, ako plemenná príslušnosť, pohlavie, hmotnosť pri narodení, otec narodeného teľaťa, prípadne ďalšie známe efekty ovplyvňujúce priebeh pôrodu. Získané výsledky bude možné využívať pri konštrukcii komplexných selekčných indexov v populácii strakatého plemena na Slovensku.

LITERATÚRA

- Aumann J. (1995): Relativ neu: Kalbeverlauf als Relativzuahl. In: Rinderzucht Fleckvieh, München (2): 20–21.
- Averdunk G. (1993): Größe allein bringt keine Vorteile. Tierzüchter, 12: 33–35.
- Berger P. J. (1998): Problémy pri otelení ovplyvňujú produkciu mlieka. In: Miniinfo Slovenskej holsteinskej asociácie. Bratislava, 1: 34.
- Berger P. J. (1994): Genetic prediction for calving ease in the United States. Data, models and use by the dairy industry. J. Dairy Sci., 77: 1146–1153.
- Fiala V., Samec J., Starc J., Švecová A. (1989): Zdravotní problematika volného skupinového telení jalovic. In.: Zbor. sem. Nové poznatky a první zkušenosti pro bezstresové volné ustájení dojníc v období kolem porodu. VÚŽV Praha-Uhřetěves: 99–110.
- Groen F. (1996): Economic values of functional traits in dairy cattle. In: Proc. Int. Workshop on Genetic Improvement of Functional Traits in Cattle. Belgium, Bulletin No. 12: 194–205.
- Hradecká E. (1999): Odhad plemenné hodnoty býků pro obtížnost porodu u skotu. In: Genetika a šlechtění zvířat. Mezinárodní konf. doktorandů a studentů. Přerov: 74–77.
- Mack G., Zeddis J. (1995): Sekundärmerkmale – was sind sie Wert? In: Rinderzucht Fleckvieh, München (2): 18–19.
- Majjering, A. (1984): Dystocia and stillbirth in cattle – a review of causes, relations and implications. Livestock Prod. Sci., 2: 143–147.
- Philipsson J., Foulley J. L. (1979): Sire evaluation standards and breeding strategies for limiting dystocia and stillbirth. Report of EEC/EAAP Working Group. Livestock Prod. Sci., 6: 111–127.
- Schleppi Y. (1998): Schweregeburten kommen teuer zu stehen. In: Schweizer Fleckvieh. Zollikofen, 3: 6–9.
- Slapnička J. (1995): Vliv testovaných plemenných býků na průběh porodu. Náš chov (Praha), 6: 15.
- Thaller G., Aumann J., Averdunk G. (1994): Zuchtwertschätzung mit dritter Dimension. Tierzüchter, 46: 14–17.
- Thompson J., Freeman A. E., Berger P. J. (1981): Age of dam and maternal effects for dystocia in Holsteins. J. Dairy Sci., 64: 1603–1609.
- Věříš J. (1993): Porody u skotu a jejich hodnocení. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd. Praha, Řada B, 55: 153–160.

Došlo 5. 10. 1999

Prijaté k publikovaniu 18. 1. 2000

Kontaktná adresa:

Ing. Peter Strápak, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Agronomická fakulta, Katedra špeciálnej zootekniky, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 66 01 806, fax: +421 87 65 11 560, e-mail: strapak@afnet.uniag.sk

*Potřebujete informace o novinkách ve výrobě potravin,
inovaci potravinářských výrobků, balení potravin,
hodnocení kvality potravin, potravinářské legislativě apod.?*

SVĚTOVÝ ZDROJ INFORMACÍ Z OBLASTI POTRAVINÁŘSTVÍ

FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS (FSTA)

**Databáze obsahuje přes 500 000 anotovaných záznamů v anglickém jazyce
s retrospektivou od roku 1969**

Ze světové odborné literatury pokrývá následující oblasti: potravinářská věda a technologie, potravinářské inženýrství, biotechnologie, hygiena a toxikologie potravin, potraviny rostlinného a živočišného původu, kvasný a nápojový průmysl, balení, obaly, ekonomika a legislativa.

Informace poskytujeme formou:

- retrospektivních rešerší na požadovaná témata z celé či vymezené retrospektivy
- průběžných rešerší na základě trvalých objednávek ze čtvrtletních přírůstků databáze

ČESKÁ POTRAVINÁŘSKÁ BÁZE DAT

Rešerše z FSTA doplňujeme informacemi z databáze

ALIMIS-CS

Databáze obsahuje v retrospektivě od roku 1993 asi 20 000 záznamů v českém jazyce

o člancích z vědeckých a odborných časopisů, o knihách, ročenkách, sbornících z konferencí, patentech a normách. Primární zdroje informací lze nalézt v *Ústřední zemědělské a potravinářské knihovně* v budově ÚZPI.

Výstupy z obou databází jsou k dispozici v tištěné formě či na disketách, případně je můžeme zaslat e-mail poštou.

Bližší informace podají: *Ing. H. Slezáková*, vedoucí sekce DATA

Mgr. T. Oldřichová, *Ing. M. Macháčková*.

Vaše dotazy a objednávky adresujte na ÚZPI – sekce DATA.

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ



Slezská 7, 120 56 Praha 2

tel.: (02) 24 25 79 39/1. 469, 276, (02) 24 25 74 75

fax: (02) 24 25 39 38, e-mail: reserse@uzpi.cz

<http://www.uzpi.cz>

VPLYV ŽIVEJ HMOTNOSTI PRASÍAT PRI NARODENÍ NA ICH VÝVIN DO OdstAVU

THE EFFECT OF LIVE WEIGHT OF PIGLETS AT BIRTH ON THEIR DEVELOPMENT UNTIL WEANING

B. Buchová, P. Gráčik, P. Fľak, J. Poltársky, L. Hetényi

Research Institute of Animal Production, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The set of 683 piglets from 64 litters was evaluated in the nucleus herd of White meaty breed. The piglets were weighed individually with 24 hours after parturition, on 21st day and at weaning on 35th day. The average number of live born pigs was 10.78 with average live weight 1.42 kg in the first evaluation irrespective of the order of litter (litter I–X) and sex. The individual weight of piglets was 5.59 kg and 7.90 kg on 21st and 35th day, respectively. The litter weight at birth was 15.32 kg, 59.65 kg on 21st day, and 84.50 kg on 35th day. The average daily gain of pigs was 0.199 kg from birth to 21st day, and 0.185 kg from birth to the weaning on 35th day. There were no statistically significant differences between gilts ($n = 350$) and young barrows ($n = 333$) in the evaluated parameters. Out of the number of live born pigs 10.78 animals in a litter there were 5.52 gilts (51.2%) and 5.27 young barrows (48.9%) with weight at birth 1.40 kg and 1.45 kg, resp. The comparison of pigs from first ($n = 161$) and second litters ($n = 114$) showed that the weight of pigs was statistically significantly higher ($P \leq 0.001$) in second litters by +0.15 kg at birth, by +0.61 kg on 21st day, and by +1.10 kg on 35th day. The results demonstrate that with respect to the lower statistically insignificant correlation coefficient ($r = 0.3347$) the weight of weanlings on 35th day is not dependent on the weight of pigs at birth to a large extent. Within the whole set of evaluated pigs (gilts and young barrows together) were statistically highly significant correlation coefficients between the number of live born pigs and average weights of pig litters on 21st and 35th day ($r = 0.6603^{++}$ and $r = 0.6820^{++}$, resp.) On the other hand, the correlations between pig weight at birth and litter weight on 21st and 35th day were low and statistically insignificant ($r = 0.2457$ and 0.2117). The mentioned findings show that the litter weight on 21st day as well as at weaning depends mainly on litter size and not on the weight of born pigs. It was also confirmed by the analysis by partial correlation coefficients. The weight increase by 0.43 kg and 0.75 kg in pig is estimated on 21st and 35th day, respectively, with the weight increase of the born pig by 0.2 kg, on the basis of the calculated linear regression equation in the evaluated set of White meaty breed in the nucleus herd. These results document that if there is a difference 1 kg between the weights of pigs at birth there will be a difference 2.85 kg at weaning. The individual weight of pigs on 35th day was calculated by use of the double regression in dependence on litter size and on the weight of pigs at birth as well. With the litter size 12 animals and weight of born pig 1.0 kg we can expect that its weight on 35th day will be 6.5 kg, with the number of 8 born pigs and average live weight 1.6 kg it can be up to 8.9 kg. We can consider the pig weight from 7.4 kg to 8 kg to be the optimum one, with the number of 10 live born pigs in a litter and their average weight from 1.2 kg to 1.4 kg. By means of double regression analysis litter weights on 21st day were estimated (Table 5) according to the weights of pigs at birth and number of live born pigs in the litter. This evaluation showed that the litter weight on 21st day depends rather on litter size than on the weight of live born pigs ($R^2 = 0.515^{**}$). The litter weight 52 kg on 21st day, which is the selection criterion for sows to be included into the breeding stock or to be entered in the State Breeding Book, can be achieved according to the gained estimates in real values of numbers of live born pigs and their weight at birth 12 animals and 0.8 kg; 11 animals and 1.0 kg; 10 animals and 1.2 kg; 9 animals and 1.4 kg; 8 animals and 1.6 kg; 7 animals and 1.8 kg. The results of this work show that the litter weight on 21st day is more influenced by the number of pigs in the litter than by their weight. It is obvious that the more numerous litters (12 and more animals) will meet easily the selection limit of litter weight on 21st day (52 kg) on the basis of which the pigs can be selected as breeding pigs. On the other hand, it is necessary to take into account that with regard to the lower weight of weanlings from more numerous litters their growth in the rearing phase will be insufficient. For the above mentioned reasons the individual weight on 21st or 35th day should be a more serious criterion for the selection of the breeding pigs.

Keywords: pigs; mother breed; weight of pigs at birth; weight increase to weaning on 21st and 35th day; weight at birth; correlation; regression analysis

ABSTRAKT: Overoval sa vplyv živej hmotnosti prasíat pri narodení na ich intenzitu rastu a hmotnosť v 21. dni a pri odstave v 35. dni v šľachtiteľskom chove plemena biele mäsové. Hodnotili sa tiež rozdiely medzi prvými a druhými vrhmi ako aj medzi pohlaviami. Sledovaný súbor 683 prasíat zo 64 vrhov pri počte 10,78 živonarodených prasíat dosiahol prie-

mernú živú hmotnosť pri narodení 1,42 kg. Individuálna hmotnosť prasiat v 21. a v 35. dni bola 5,59 kg a 7,90 kg. Priemerný prírastok od narodenia do 21. dňa bol 199 g a od narodenia do odstavy v 35. dni 185 g. V hodnotených ukazovateľoch neboli medzi prasničkami a bravčekom zistené žiadne štatisticky významné rozdiely ($P > 0,05$). Z priemerného počtu 10,78 narodených prasiat bolo 5,52 prasničiek (51,2 %) a 5,27 bravčokov (48,9 %) s hmotnosťou 1,40 kg, resp. 1,45 kg. Z porovnania prvých ($n = 161$) a druhých ($n = 114$) vrhov vyplynulo, že prasiatka pochádzajúce z druhých vrhov mali štatisticky preukazne vyššiu hmotnosť (o 0,15 kg pri narodení, o 0,61 kg v 21. dni a o 1,10 kg v 35. dni). V rámci celého súboru bez rozdielu pohlavia boli zistené štatisticky vysoko významné korelácie medzi počtom živonarodených prasiat a priemernými hmotnosťami vrhov v 21. a 35. dni ($r = 0,6603^{**}$ a $r = 0,6820^{**}$). Naproti tomu korelácie medzi individuálnymi hmotnosťami prasiat pri narodení a hmotnosťami vrhov v 21. a 35. dni boli nízke a štatisticky nepreukazné ($r = 0,2457$ a $r = 0,2117$). Na základe korelačných koeficientov a lineárnych regresných rovníc bolo zistené, že hmotnosť vrhu v 21. dni, ako aj pri odstave je viac závislá od početnosti vrhu ako od hmotnosti narodených prasiat.

Kľúčové slová: ošípané; biele mäsové plemeno; pôrodná hmotnosť; rast do odstavy v 21. a v 35. dni; hmotnosť vrhu; korelácie; regresná analýza

ÚVOD

Dôležitým ukazovateľom efektívnosti chovu ošípaných je plodnosť, ktorej horná hranica je daná počtom zreých Graafových folikulov, avšak skutočnú veľkosť určuje počet úspešne oplodnených vajíčok a následne počet vyvíjajúcich sa embryí až po narodenie životaschopných jedincov. Tieto počiatkové štádiá, určujúce veľkosť vrhu, sú vo veľkej miere závislé od podmienok prostredia. Pretože početnosť vrhu aj pôrodná hmotnosť prasiatok je jedným z činiteľov ovplyvňujúcich ich ďalšiu úžitkovosť, dali sme si za cieľ sledovať túto problematiku.

Úspešný odchov prasiatok a ďalšie pôsobenie v chove vo veľkej miere závisí od ich hmotnosti pri narodení. Dokumentujú to aj výsledky práce autorov Kisner *et al.* (1995), podľa ktorých prasiatka s hmotnosťou menšou ako 1 kg pri narodení dosahovali štatisticky preukazne horšiu výkrmnosť ako prasiatka s hmotnosťou nad 1 kg. Okrem genotypu je hmotnosť narodených prasiat najviac ovplyvňovaná úrovňou výživy počas prasnosti ich matiek (Krause *et al.*, 1986).

Pre zabezpečenie požadovanej úrovne ukazovateľov výkrmnosti a jatočnej hodnoty je veľmi dôležitá fáza vývinu od narodenia do odstavy prasiat. Majerčiak *et al.* (1967) uvádzajú, že je dôležité, aby chovateľ poznal rozdiely v raste a vývine prasiat v období dojčenia. Zistili, že priemerná hmotnosť prasiat pri narodení plemien biele ušľachtilé a landrase bola 1,52 kg a 1,48 kg a v 21. dni sa zvýšila na 5,37 kg a 5,49 kg.

Vukov *et al.* (1994) hodnotili 159 vrhov plemena švédsky landrase. Priemerná hmotnosť pri narodení, v 21. dni a v 82. dni bola 1,1 kg, 5,48 kg a 24,28 kg. Denný prírastok od narodenia do odstavy dosiahol 194 g, od 21. do 82. dňa 308 g. Prišli k záveru, že hmotnosť prasničiek pri narodení, v 21. dni a v 82. dni nemala vplyv na hmotnosť a vek pri ich prvom fertílno zapustení.

Naproti tomu Tyleček (1998) uvádza, že nízka pôrodná hmotnosť prasničiek má zreteľne negatívny vplyv na počet narodených prasiatok v období ich využitia v chove, priemernú hmotnosť narodených prasiatok a počet do-

siahnutých vrhov. Zatiaľ čo prasničky s nízkou hmotnosťou sú v chove v priemere tri až štyri vrhy, pri ťažších prasničkách je počet vrhov dvojnásobný.

Objavujú sa tiež názory, že prasničky pochádzajúce z málopočetných vrhov, to znamená aj s vysokou hmotnosťou pri narodení, sú plodnejšie ako prasničky, ktoré pochádzajú z viacpočetných vrhov (Johansson, 1981). Tieto závery potvrdili aj Jarczyk a van der Steen (1988).

Z toho vyplýva, že z hľadiska výšky dosahovanej reprodukcie má mimoriadny význam hmotnosť prasničiek pri narodení. Pre ďalší chov by sa, ako uvádza Tyleček (1998), vôbec nemali vyberať jedince s hmotnosťou nižšou ako 1,2 kg, pretože v porovnaní s prasničkami, ktoré mali hmotnosť 1,5 kg a viac, dosahovali nižšiu reprodukčnú úžitkovosť. Hmotnosťou prasiat pri narodení a ich následnou intenzitou rastu a vitalitou sa zaoberali aj Lakhani (1989) a Hoy *et al.* (1994). Dôležité je aj hodnotenie hmotnosti narodených prasiat a ich následnej intenzity rastu po matkách na prvom, resp. ďalších vrhoch. Z tohto hľadiska Gonzales *et al.* (1987) vyhodnotili 190 prasnic po prvom vrhu a 271 prasnic po vyšších vrhoch. Zistili, že matky plemien LW a L na prvých, resp. na ďalších vrhoch dosiahli počet živonarodených prasiat 8,54, resp. 9,51, celková hmotnosť vrhu pri narodení bola 12,57 kg, resp. 14,17 kg. Hmotnosť vrhu pri odstave dosiahla 39,8 kg, resp. 45,4 kg, čo zodpovedá dosahovaným prírastkom živej hmotnosti od narodenia do odstavy 111 g, resp. 97 g.

Sú tiež známe práce, ktoré hodnotia plodnosť vo vzťahu k živej hmotnosti prasiat pri narodení. V Nemecku (Rohe, Kalm, 1997) uskutočnili v rokoch 1988 až 1994 analýzu 14 950 prasiat vo vzťahu k veľkosti vrhu a hmotnosti prasiatok pri narodení. Preukazne sa znižovala hmotnosť z 1,6 kg na 1,4 kg, keď sa zvyšovala veľkosť vrhu z 9 na 14 prasiatok. Prasiatka so živou hmotnosťou nad 2 kg pri narodení dosahovali o 3 kg vyššiu hmotnosť pri odstave ako prasiatka s hmotnosťou 1 kg.

Cieľom predloženej práce bolo posúdiť vplyv živej hmotnosti prasiat pri narodení na intenzitu rastu a hmotnosť v 21. dni a pri odstave v 35. dni a zároveň zistiť, aké budú rozdiely v uvedených hmotnostiach

medzi prvými a ďalšími vrhmi, ako aj medzi pohlaviami. Jedným z cieľov práce bolo posúdiť aj objektivnosť ukazovateľa hmotnosti vrhu v 21. dni vo vzťahu k hodnoteniu reprodukčnej úžitkovosti.

medzipohlavných rozdielov a rozdielov hmotnosti prasiat na prvých a druhých vrhoch sme vyhodnotili pomocou Studentovho *t*-testu.

MATERIÁL A METÓDA

V šľachtiteľskom chove bieleho mäsového plemena sme individuálne vážili prasiatka pri narodení, v 21. dni veku a v deň odstavu, t. j. v 35. dni veku. Pri odchove do odstavu sme okrem prirodzeného dojčenia pridávali prasiatkam od 10. dňa veku v malých množstvách krmnu zmes OŠ 1, ktorá obsahovala 13,09 MJ/kg metabolizovateľnej energie, 207,6 g/kg N-látok, 30,6 g/kg vlákniny a 14,35 g/kg lyzínu. Pomer lyzínu k metabolizovateľnej energii bol 1,10.

Celkove bolo vyhodnotených 64 vrhov s počtom 683 prasiatok. Uvedený súbor sme analyzovali aj z hľadiska medzipohlavných rozdielov (350 prasničiek a 333 kančiekov, resp. bravcov). Pre stanovenie rozdielov sledovaných hmotností prasiat vzhľadom na poradie vrhu sme z dôvodu zabezpečenia reprezentatívnej početnosti vyhodnotili len prvé a druhé vrhy.

Stanovili sme základné variačno-štatistické charakteristiky sledovaných ukazovateľov a jednoduché korelačné koeficienty medzi nimi pre jednotlivé prasnice a poradia vrhu. Pre zistenie ukazovateľov charakterizujúcich prasnica a vrh (mliekovosť) a ich podmienenosť sledovanými príčinnými faktormi sme vychádzali z priemerných hodnôt prasnic a kancov. Na základe známych korelácií a premenlivosti sledovaných ukazovateľov sme stanovili príslušné jednoduché lineárne a dvojnásobné lineárne regresné rovnice. Porovnanie

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Základné variačno-štatistické charakteristiky a korelácie sledovaných ukazovateľov zo 64 vrhov sú uvedené v tab. 1. Hodnotený súbor 683 prasiatok dosiahol priemerne 10,78 živonarodených prasiat na vrh s priemernou hmotnosťou pri narodení 1,42 kg. Priemerná živá hmotnosť v 21 dňoch bola 5,59 kg a v 35 dňoch 7,90 kg pri priemernom dennom prírastku od narodenia do 21. dňa 0,199 g a od narodenia do odstavu v 35. dni 0,185 g. Priemerná hmotnosť vrhu pri narodení bola 15,32 kg, v 21. dni 59,65 kg a v 35. dni 84,50 kg, čo svedčí o dobrej plodnosti a mliekovosti prasnic v sledovanom chove.

Gonzales *et al.* (1987) zistili pri plemenách landras, veľké biele, hampshire a duroc nižší počet živonarodených prasiat (9,34, 9,22, 8,78, 8,33) s hmotnosťou vrhu pri narodení od 11,89 do 14,45 kg. Naproti tomu Krause *et al.* (1986) zistili v 504 sledovaných prasnic plemena landrase 10,38 živonarodených prasiat na vrh, čo sú podobné výsledky ako v našich pokusoch. Hmotnosť vrhu však bola vyššia takmer o 2 kg, ako sme zistili v našich experimentoch. Nižšiu priemernú hmotnosť vrhu (1,1 kg) zistil Lakhani (1989), naproti tomu výsledky dosiahnuté u krížencov plemien biele ušľachtilé a landrase v pokusoch autorov Čechová *et al.* (1991) sa v hmotnosti prasiat pri narodení priblížili našim výsledkom (1 292 g až 1 447 g).

Najvyššie a štatisticky významné korelačné koeficienty (tab. 1) sme zistili medzi priemerným počtom živonarod-

Tab. 1. Základné variačno-štatistické charakteristiky a priemerné korelácie sledovaných ukazovateľov ošipovaných – Basic variation-statistical data and average correlations between the studied parameters of pigs

Ukazovateľ ¹	Počet vrhov ² (n = 64)				Prasničky a bravčeky spolu ¹⁰						
	\bar{x}	s	s \bar{x}	v %	1	2	3	4	5	6	7
1. Počet živonarodených prasiat ² (ks)	10,78	1,63	0,20	15,15	1	-0,0413	-0,4119**	-0,3034	0,8697**	0,6603**	0,6820**
2. Hmotnosť prasaťa pri narodení ³ (kg)	1,42	0,19	0,02	13,16		1	0,3869**	0,3347	0,4251**	0,2457	0,2117
3. Hmotnosť prasaťa v 21. dni ⁴ (kg)	5,59	1,09	0,13	18,05			1	0,8360**	-0,1819	0,3110	0,1961
4. Hmotnosť prasaťa v 35. dni ⁵ (kg)	7,90	1,54	0,19	19,47				1	-0,1218	0,3247	0,3855**
5. Hmotnosť vrhu pri narodení ⁶ (kg)	15,32	2,40	0,30	15,65					1	0,7466**	0,7388**
6. Hmotnosť vrhu v 21. dni ⁷ (kg)	59,65	9,50	1,19	15,93						1	0,9094**
7. Hmotnosť vrhu v 35. dni ⁸ (kg)	84,50	14,30	1,79	16,93							1

¹parametr, ²number of live-born piglets, ³piglet weight at birth, ⁴piglet weight on day 21, ⁵piglet weight on day 35, ⁶litter weight at birth, ⁷litter weight on day 21, ⁸litter weight on day 35, ⁹litter number, ¹⁰gilts and barrows together

Tab. 2. Základné variačno-štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov sledovaných ukazovateľov prasničiek a bravčiekov – Basic variation-statistical data and significance of differences between the studied parameters of gilts and barrows

Ukazovateľ ¹	Prasničky ⁹ (n = 64)				Bravce ¹⁰ (n = 64)				t-test
	\bar{x}	s	$S_{\bar{x}}$	v %	\bar{x}	s	$S_{\bar{x}}$	v %	
1. Počet živonarodených prasiat ² (ks)	5,52	1,50	0,19	27,22	5,27	1,76	0,22	33,35	0,866
2. Hmotnosť prasaťa pri narodení ³ (kg)	1,40	0,18	0,02	12,57	1,45	0,20	0,02	13,52	1,603
3. Hmotnosť prasaťa v 21. dni ⁴ (kg)	5,59	1,02	0,13	18,28	5,59	1,00	0,13	17,95	0,006
4. Hmotnosť prasaťa v 35. dni ⁵ (kg)	7,84	1,51	0,19	19,21	7,97	1,58	0,20	19,84	0,475
5. Hmotnosť vrhu pri narodení ⁶ (kg)	7,64	2,03	0,25	26,62	7,69	2,73	0,34	35,55	0,115
6. Hmotnosť vrhu v 21. dni ⁷ (kg)	30,33	8,38	1,05	27,61	29,32	10,55	1,32	35,98	0,599
7. Hmotnosť vrhu v 35. dni ⁸ (kg)	42,72	12,96	1,62	30,32	41,78	15,63	1,95	37,40	0,372

For 1–8 see Table 1; ⁹gilts ¹⁰barrows

dených prasiat a priemernými hmotnosťami vrhu v 21. a v 35. dni ($r = 0,6603^{++}$; $r = 0,6820^{++}$). Podobne vysoké kladné korelácie boli zistené medzi priemernou hmotnosťou vrhu pri narodení a priemernými hmotnosťami vrhov v 21. a v 35. dni ($r = 0,7466^{++}$; $r = 0,7388^{++}$). Na základe uvedených závislostí sa ukazuje, že hmotnosť vrhu vo veku 21 dní súvisela predovšetkým s početnosťou vrhu a menej bola závislá od hmotnosti prasiat pri narodení. Potvrdili to aj parciálne korelačné koeficienty ($r_{V21,HN} = 0,6922$, resp. $r_{V21,HN,P} = 0,3638$).

Z výsledkov tiež vyplynulo, že vzhľadom na nižší a nepreukazný korelačný koeficient ($r = 0,3347$) bola hmotnosť odstavčiat v 35. dni tiež ovplyvnená obdobím dojčenia.

Z tab. 2 vyplýva, že v hodnotených ukazovateľoch neboli medzi prasničkami ($n = 350$) a bravcami ($n = 333$) žiadne štatisticky preukazné rozdiely. Z priemerného počtu 10,78 živonarodených prasiat bolo v priemere 5,52 prasničiek a 5,27 kančiekov s hmotnosťou pri narodení 1,40 kg, resp. 1,45 kg. Najväčšie rozdiely medzi prasničkami a bravčkami (štatisticky nepreukazné) sme zaznamenali v hmotnostiach vrhu vo veku 21 dní, resp. 35 dní, kedy hmotnosť všetkých prasničiek dosiahla 30,33 kg, resp.

42,72 kg, kým hmotnosť bravcov len 29,32 kg, resp. 41,78 kg. Z uvedeného vyplýva, že priemerná hmotnosť všetkých odstavených prasničiek vo vrhu bola v našom experimente o 1 kg vyššia ako u bravcov.

Výsledky dosiahnuté v našich pokusoch korešpondujú s výsledkami autorov Vecchionacce *et al.* (1987), ktorí u plemien veľké biele a landrace zistili u kančiekov a prasničiek priemernú hmotnosť pri odstave 4,93 kg a 5,01 kg pri prírastku živej hmotnosti od narodenia do odstavu 127 g a 129 g. Rozdiely medzi pohlaviami boli tiež nepreukazné.

Na základe získaných korelácií a premenlivosti sledovaných ukazovateľov sme odhadli parametre lineárnych regresných rovníc. Z tab. 3 vyplýva, že pri zvýšení hmotnosti narodeného prasaťa o 0,2 kg sa odhadlo zvýšenie hmotnosti v 21. dni, resp. 35. dni o 0,43 kg, resp. 0,57 kg. Ak bol medzi hmotnosťami prasiat pri narodení rozdiel 1 kg, tak sa odhaduje, že tento rozdiel pri odstave v 35. dni bude predstavovať už 2,85 kg.

Rohe a Kalm (1997) taktiež zistili, že prasiatka s pôrodnou hmotnosťou nad 2 kg boli pri odstave o 3 kg ťažšie ako prasiatka s hmotnosťou pri narodení pod 1 kg.

Pomocou dvojnásobnej regresnej rovnice bola odhadnutá individuálna hmotnosť odstavených prasiat v 35. dni v závislosti od početnosti vrhu a zároveň od hmotnosti prasiat pri narodení (tab. 4). Z tabulky vidieť, že pri početnosti vrhu 12 ks a hmotnosti narodeného prasaťa 1,0 kg možno v 35. dni očakávať hmotnosť 6,5 kg a pri počte 8 narodených prasiatok a priemernej živej hmotnosti pri narodení, resp. v 35. dni 1,6 kg až 8,9 kg. Za optimálnu možno považovať hmotnosť prasiat v 35. dni od 7,4 do 8 kg pri počte 10 živonarodených prasiat vo vrhu a ich priemernej hmotnosti pri narodení od 1,2 do 1,4 kg.

Pri ďalšej dvojnásobnej regresnej analýze sme podľa hmotnosti prasiat pri narodení a počtu živonarodených prasiat vo vrhu odhadli hmotnosti vrhov v 21. dni (tab. 5). Z hodnotenia vyplynulo, že hmotnosť vrhu v 21. dni bola vo väčšej miere závislá od početnosti vrhu ako od hmotnosti živonarodených prasiat ($R^2 = 0,515^{++}$). Hmotnosť vrhu v 21. dni 52 kg, ktorá je selekčným kritériom pre zariadenie prasníc do plemenného jadra, alebo pre zápis do

Tab. 3. Odhad úrovne sledovaných ukazovateľov podľa rôznej hmotnosti prasiat pri narodení – Estimates of the studied parameters in relation to different weights of piglets at birth

pri narodení ²	Hmotnosť prasaťa ¹ (kg)		Hmotnosť vrhu (kg) v 21. dni ⁵
	v 21. dni ³	v 35. dni ⁴	
1,0	4,67	6,69	51,67
1,2	5,10	7,26	55,04
1,4	5,54	7,83	58,41
1,6	5,97	8,40	61,77
1,8	6,41	8,97	65,14
2,0	6,84	9,54	68,51
+0,2	+0,43	+0,57	+3,37

¹piglet weight, ²at birth, ³on day 21, ⁴on day 35, ⁵litter weight on day 21

Tab. 4. Odhad hmotnosti prasiat v 35. dni vzhľadom na počet živonarodených prasiat a ich hmotnosť – Estimate of piglet weight on day 35 in relation to the number of live-born piglets and their weight

Počet živonarodených prasiat ¹ (ks)	Hmotnosť prasaťa pri narodení ² (kg)							
	0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
5	7,33	7,88	8,43	8,98	9,53	10,08	10,64	11,19
6	7,13	7,68	8,23	8,78	9,33	9,88	10,43	10,98
7	6,93	7,48	8,03	8,58	9,13	9,68	10,23	10,78
8	6,73	7,28	7,83	8,38	8,93	9,48	10,03	10,58
9	6,52	7,07	7,62	8,17	8,72	9,27	9,83	10,38
10	6,32	6,87	7,42	7,97	8,52	9,07	9,62	10,17
11	6,12	6,67	7,22	7,77	8,32	8,87	9,42	9,97
12	5,92	6,47	7,02	7,57	8,12	8,67	9,22	9,77
13	5,71	6,26	6,81	7,36	7,91	8,46	9,02	9,57
14	5,51	6,06	6,61	7,16	7,71	8,26	8,81	9,36
15	5,31	5,86	6,41	6,96	7,51	8,06	8,61	9,16

$$H_{35} = 6,1452 - 0,2025 P + 2,7512 H_N - 0,2901 \quad 0,3227$$

$$R^2 = 0,1960^{**}$$

For 1-2 see Tab. 1

Tab. 5. Odhady hmotnosti vrhu v 21. dni vzhľadom na veľkosť vrhu a hmotnosť prasaťa pri narodení – Estimate of litter weight on day 21 in relation to litter size and piglet weight at birth

Počet živonarodených prasiat ¹ (ks)	Hmotnosť prasaťa pri narodení ² (kg)							
	0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
5	25,75	29,50	33,25	36,99	40,74	44,49	48,23	51,98
6	29,52	33,27	37,02	40,76	44,51	48,26	52,00	55,75
7	33,29	37,04	40,78	44,53	48,28	52,02	55,77	59,52
8	37,06	40,81	44,55	48,30	52,05	55,79	59,54	63,29
9	40,83	44,57	48,32	52,07	55,81	59,56	63,31	67,05
10	44,60	48,34	52,09	55,84	59,58	63,33	67,08	70,82
11	48,36	52,11	55,86	59,60	63,35	67,10	70,84	74,59
12	52,13	55,88	59,63	63,37	67,12	70,87	74,61	78,36
13	55,90	59,65	63,39	67,14	70,89	74,63	78,38	82,13
14	59,67	63,42	67,16	70,91	74,66	78,40	82,15	85,90
15	63,44	67,18	70,93	74,68	78,42	82,19	85,92	89,60

$$V_{21} = -8,0746 + 3,7684 P + 18,7332 H_N - 0,6716 \quad 0,2734$$

$$R^2 = 0,5105^{**}, R^2_{0,05} (2, 60) = 0,095$$

$$R^2_{0,01} (2, 60) = 0,142$$

For 1-2 see Tab. 1

ŠPK, je možné podľa získaných odhadov dosiahnuť v reálnych hodnotách počtu živonarodených prasiat a ich hmotnosti pri narodení 12 ks a 0,8 kg; 11 ks a 1,0 kg; 10 ks a 1,2 kg; 9 ks a 1,4 kg; 8 ks a 1,6 kg; 7 ks a 1,8 kg.

V tab. 6 uvádzame porovnanie hmotností sledovaných kategórií prasiat na prvých (161 prasiat) a druhých

vrhoch (114 prasiat). Hmotnosť prasiat pri narodení na prvých vrhoch bola 1,41 kg a na druhých vrhoch 1,56 kg; v 21. dni 5,06 kg a 5,67 kg; v 35. dni 6,80 kg a 7,90 kg. Všetky uvedené rozdiely v hmotnostiach prasiat na prvých a druhých vrhoch boli štatisticky preukazné ($P < 0,001$).

Tab. 6. Základné variačno-štatistické charakteristiky a významnosť rozdielov sledovaných ukazovateľov podľa poradia vrhov – Basic variation-statistical data and significance of differences between the studied parameters in relation to litter number

Ukazovateľ ¹		Poradie vrhu ⁵		t-test
		I. vrh ⁶	II. vrh ⁷	
		n = 161	n = 114	
Hmotnosť prasiat pri narodení ² (kg)	\bar{x}	1,4096	1,5607	4,4366**
	s	0,2754	0,2822	
	$s_{\bar{x}}$	0,03	0,03	
	v %	19,54	18,08	
Hmotnosť prasiat v 21. dni ³ (kg)	\bar{x}	5,0609	5,6750	3,8936**
	s	1,1948	1,4106	
	$s_{\bar{x}}$	0,09	0,13	
	v %	23,61	24,86	
Hmotnosť prasiat v 35. dni ⁴ (kg)	\bar{x}	6,7976	7,9017	4,9176**
	s	1,6354	2,0837	
	$s_{\bar{x}}$	0,13	0,19	
	v %	24,06	26,37	

¹piglet weight at birth, ²piglet weight on day 21, ³piglet weight on day 35, ⁴litter number, ⁵litter I, ⁶litter II

Výsledky práce poukazujú na to, že hmotnosť vrhu v 21. dni bola vo väčšej miere ovplyvnená počtom prasiat vo vrhu ako ich individuálnou hmotnosťou. Je zrejme, že viacpočetné vrhy (12 a viac prasiatok) ľahko splnia v súčasnosti požadovaný selekčný limit pri zaraďovaní prasiat na ďalší chov v hmotnosti vrhu v 21. dni (52 kg). Na druhej strane je treba počítat s tým, že vzhľadom na nižšiu hmotnosť odstavčiat z viacpočetných vrhov bude ich rast vo fáze odchovu pomalší. Z uvedených dôvodov by pre zaraďovanie plemenných ošípaných mala byť dôležitejším kritériom hmotnosť prasata vo veku 21, resp. 35 dní.

Z výsledkov tiež vyplýva, že prasiatka na druhých vrhoch mali v porovnaní s prvými vrhmi vyššiu priemernú hmotnosť pri narodení v 21. a v 35. dni o 0,15 kg, 0,61 kg a 1,10 kg.

LITERATÚRA

- Čechová M., Buchta S., Špilar F., Šubrtová K. (1991): Vliv plemenných kanců otců na porodní hmotnost a další růstovou schopnost selat. *Živoč. Výr.*, 36: 15–20.
- Gonzales A. C., Vecchionacce H., Diaz I. (1987): A comparison of some production traits in gilts and sows. *Informe Anual, Instituto de Production Animal, Universidad Central de Venezuela*: 127–128
- Hay S., Lutter C., Wahner M., Puppe B. (1994): Zum Einfluss der Geburtsumasse auf die frühe postnatale Vitalität von Ferkeln. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 101: 393–396.
- Jarczyk A., van der Steen H. A. M. (1988): Reproductive performance of breeding gilts reared from large and medium litters. *Acta Acad. Agric. at Technic. Olstenensis (Zootech.)*, 31: 113–119.
- Johansson K. (1981): Some notes concerning the genetic possibilities of improving sow fertility. *Livestock Prod. Sci.*, 5: 431–447.
- Kisner V., Mollers B., Brandt H., Glodek P. (1995): Die Analyse von Sauenaufzuchtleistungen in der Versuchsstation Rellihausen zur Entwicklung von Kriterien der Wurfqualität. 1. Mitt.: Der Einfluss der fixen effekte von Rassenkombination, der Wurfnummer und die Verteilung der Geburtsgewichte. *Arch. Tierz.*, 38: 73–86.
- Krause J., Ritter E., Arend H., Lampe H. (1986): Einfluss der Körpermassenentwicklung der Sauen in der Laktationsperiode auf die Wurfleistung. *Arch. Tierz.*, 29: 175–187.
- Lakhani G. P. (1989): Studies on some preweaned economic traits in Middle White Yorkshire pigs. *Indian J. Anim. Res.*, 23: 16–18.
- Majerčiak P., Čupka V., Poltársky J. (1967): Rast a vývoj prasiat plemena bieleho ušľachtileho, landrace a križencov F1 generácie od narodenia do odstavu. *Živoč. Výr.*, 12: 669–678.
- Rohe R., Kalm E. (1997): Effiziente Zucht auf Fruchtbarkeit sollte Geburtsgewichte einbeziehen. *Schweinez. u. Schweinemast*, 4: 38–40.
- Tyleček J. (1998): Výživa výrazne mäsových prasnic. *Slovenský Chov*, III: 22–24.
- Vecchionacce H., Gonzales A. C., Mendez J. L. (1987): Effect of sex, breed and birth on piglet weaning weight and

preweaning gains. Informe Anual, Instituto de Produccion Animal, Maracay, Venezuela: 129–130.

Vukov V., Belicovski S. (1994): Influence of genotype and live weight og gilts on litter size and litter growth. In: Int.

Committee for World Congresses on Genetics Applied to Livestock Production, Guelph, Canada: 362–365.

Došlo 5. 5. 1999

Prijaté k publikovaniu 18. 1. 2000

Kontaktná adresa:

Ing. Blanka Buchová, PhD., Výskumný ústav živočíšnej výroby, Hlohovská 2, 949 92 Nitra, Slovenská republika, tel.: + 421 87 65 46 386, fax: + 421 87 65 46 361, e-mail: buchova@vuzv.sk

Česká potravinová legislativa

Soubor české potravinové legislativy ve znění změnových právních předpisů s případnými komentáři, průběžně aktualizovaný v závislosti na vydávání novel nebo nových předpisů, soustředěný v jednom svazku (jako veškerá relevantní legislativa) včetně souvisejících zákonů a prováděcích vyhlášek i s jejich změnami.

Materiál je vydáván formou volných listů formátu A5, které se zakládají do pořadače a v případě změn se vyměňují příslušné listy.

První část obsahuje konsolidované znění tří následujících prováděcích vyhlášek k zákonu o potravinách, jejichž novelty byly vydány v březnu 2000:

- 220/1998 o posuzování shody – s komentářem*
- 326/1997 o zmrazených potravinách*
- 335/1997 o nealkoholických a alkoholických nápojích*

Druhá část obsahuje 6 komoditních vyhlášek novelizovaných v dubnu 2000:

- 327/1997 o mase, rybách, vejcích a výrobcích z nich*
- 328/1997 o mléce a výrobcích*
- 330/1997 o kávě a čaji*
- 332/1997 o ovoci, zelenině, bramborách a houbách a výrobcích z nich*
- 333/1997 o mlýnských, pekařských a cukrářských výrobcích a těstovinách*
- 334/1997 o cukru, medu, cukrovinkách, kakau a čokoládě*

Ve třetí části se předpokládá konsolidované znění zákona 110/1997 Sb., jehož novela se v nejbližší době očekává, v dalších doplňcích budou zpracovány komentáře, ostatní již dříve novelizované potravinové předpisy a předpisy s potravinami související a předpisy, které budou postupně novelizovány.

Cena první části v rozsahu 90 stran 130 Kč

Cena druhé části v rozsahu 190 stran 180 Kč

Cena pořadače (není podmínkou objednávky) 85 Kč

Materiál je možné si objednat na adrese:

Ústav zemědělských a potravinářských informací
Slezská 7, 120 56 Praha 2
kontaktní osoba: Ing. Suková
tel.: 02/24 25 79 391. 223, fax: 02/22 51 40 03
e-mail: vyziva@uzpi.cz
<http://www.uzpi.cz>

VLIV STAVU DRÁHY NA VÝVOJ RYCHLOSTI VE VYBRANÝCH FRANCOUZSKÝCH ROVINOVÝCH DOSTIZÍCH

THE EFFECT OF COURSE SURFACE QUALITY ON DEVELOPMENT OF SPEED IN SOME FRENCH FLAT RACES

D. Misař, I. Jiskrová, K. Somerlíková

Mendel University of Agriculture and Forestry, Faculty of Agronomy, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: We have followed the development of speed in France classical races in dependence on the year and current state of race course. Altogether 24 years (1974–1997) were analysed. Winners' times were calculated to speed in m/min. Using correlation and regression analysis the dependence of winners' speed on the fixed effect of year and the random effect of course surface quality was estimated. Highly significant dependence of speed on course surface quality was found in all races ($P \leq 0.001$ – 0.016). The effect of the year was positively manifested as increased speed only in the case of one-mile races ($P \leq 0.001$). Speed reduction due to the course surface quality was not the same in all races and was smaller above all in Prix du Jockey Club and in Prix Saint Alary. This observation indicates hypothetical effects of other factors which had not been studied. A positive but not significant speed increase was found in all races except Prix de Diane.

Keywords: thoroughbred; speed; classical races; course surface quality

ABSTRAKT: Byl sledován vývoj rychlosti ve francouzských klasických dostizích v závislosti na ročníku a aktuálním stavu dostihové dráhy. Prověřili jsme výsledky 24 ročníků (1974–1997). Docílené časy vítězů jsme přepočítali na rychlost v m/min. Metodou korelační a regresní analýzy jsme zjistili závislost rychlosti vítězů na pevném efektu ročníku a náhodném efektu kvality terénu. Ve všech dostizích jsme zjistili vysoce průkaznou závislost rychlosti na stavu terénu ($P \leq 0,001$ až $0,016$). Efekt ročníku se projevil pozitivním růstem rychlosti pouze v případě milových dostihů shodně na úrovni $P \leq 0,001$. Snížení rychlosti vlivem stavu terénu nemělo v případě všech dostihů podobnou úroveň – v Prix du Jockey Club a v Prix Saint Alary bylo menší než v ostatních. Toto zjištění vyvolává hypotézu vlivu dalších faktorů, které nebyly předmětem průzkumu. S výjimkou jediného dostihu, Prix de Diane, jsme zjistili ve všech ostatních pozitivní, avšak neprůkazný nárůst rychlosti.

Klíčová slova: anglický plnokrevník; rychlost; klasické dostihy; stav dráhy

ÚVOD

Vývoj maximální rychlosti v rovinových dostizích ovlivňuje komplex faktorů. Spolu s endogenními, převážně genetickými výkonnostními faktory se na výsledku dostihu podílejí exogenní vlivy. K nim patří mimo jiné momentální stav dostihové dráhy. Navzdory vlivu hloubky a pružnosti terénu na výsledný čas nebyl dosud jeho účinek předmětem podrobnější analýzy. Tato skutečnost nás inspirovala k pokusu posoudit vliv terénu na vývoj časů ve vybraných francouzských klasických dostizích.

Dostihová výkonnost anglického plnokrevníka je výsledkem dlouhodobé selekce na maximální rychlost ve vvalu (Misař *et al.*, 1992). Z tohoto důvodu se pokusili někteří z autorů genetických analýz využít naměřených časů k odhadu dědivosti výkonnosti koně a vyjádření účinnosti selekce. Osga a Toth (1959) stanovili regresní matka – potomek míru dědivosti rychlosti na $h^2 = 0,04$ – $0,06$.

Pern (1970) použil k podobnému účelu různých metod. V závislosti na použité metodě odhadl míru dědivosti rychlosti podle naměřených časů v rozpětí $h^2 = 0,05$ – $0,80$. Minkema (1970) stanovil podle naměřených časů dědivost rychlosti amerických klusáků na drahách v Nizozemsku.

Podle některých autorů nepotvrzuje vzestup rychlosti podle naměřených časů vysokou intenzitu selekce. Cunningham (1975) dospěl k závěru, že ve 20. století došlo k poklesu časů v rovinových cvalových dostizích. Na rozdíl od předchozího autora dokládá Dušek (1975) souvislost mezi časem dostihu a jeho selekční úrovní. Časy v nejvýznamnějších dostizích měly podle tohoto autora vzestupnou tendenci. Naopak časy méně významných dostihů stagnovaly. Tentýž autor se pokusil charakterizovat vliv klimatických a půdních podmínek na rychlost dostihových koní a zjistil průkaznou závislost časů na vnějších podmínkách.

Tendenci pozitivního vzestupu rychlosti v nejvýznamnějších dostizích potvrzuje Langlois (1978). Podobnou tendenci vývoje rychlosti v rozpětí delším než dva generační intervaly dokumentuje Czyzewicz (1976). Na rozdíl od posledně citovaných autorů dospěli Gaffney a Cunningham (1988) k závěru, že v posledním desetiletí se vítězné časy klasických dostihů nezlepšily a časy všech dostihů se v období 1952–1977 snižovaly o 1 % ročně. Jak uvádí Langlois (1980), je schopnost opakování vynikajícího času v dostihu poměrně nízká, protože rekordní časy nejsou zpravidla požadavkem výkonnostní zkoušky.

Oki *et al.* (1997) porovnávali vývoj rychlosti v závislosti na vzdálenosti a povrchu dráhy. Dospěli k závěru, že s rostoucí vzdáleností klesá hodnota genetické korelace. Korelaci mezi různým povrchem dráhy (travnatý – dirt) stanovili u vzdálenosti 1 200 m 0,69 a u vzdálenosti 1 800 m 0,31. Vývoj vítězných časů ve třech anglických klasických dostizích publikoval Cunningham (1998). Autor dospěl k závěru, že čas se v těchto dostizích progresivně vyvíjel v období 1840–1910. Později došlo ke stagnaci vítězných časů. De Chevigny (1999) uvádí seznam rekordních časů na nejvýznamnějších francouzských dostihových drahách s otázkou, zda došlo k dalšímu progresu plemene.

Protože většina uvedených analýz nezohlednila faktory stavu dostihové dráhy a možného vlivu techniky měření, rozhodli jsme se posoudit možný vliv stavu terénu na rychlost dostihových koní na vývoji francouzských klasických dostihů v období 1974–1997.

MATERIÁL A METODA

Pro stanovení vývoje rychlosti ve vybraných francouzských klasických dostizích jsme zvolili období 1974 až 1997. Rychlost jsme sledovali v těchto klasických dostizích: Poule d'Essai des Poulains, Poule d'Essai des Pouliches, Prix Saint Alary, Prix Lupin, Prix de Diane, Prix du Jockey Club, Prix Vermeille.

U dostihů jsme z oficiálních statistik zjistili čas vítězného koně a aktuální stav dráhy dostihového dne. Čas

vítěze jsme přepočítali na rychlost vyjádřenou v m za min. K charakteristice dostihové dráhy jsme použili údaj o penetrometrickém měření hloubky a prostupnosti travnatého povrchu. Slovní doplněk charakteristiky jejího stavu jsme považovali za doplňující informaci a při vlastním zpracování jsme ho nepoužívali.

Rychlost vítězů dostihu podle jednotlivých ročníků v závislosti na stavu dráhy jsme prověřili v programu Unistat regresní a korelační analýzou za použití metody nejmenších čtverců podle rovnice:

$$y = a + bx_1 + bx_2$$

kde: a – absolutní člen

x_1 – pevný efekt roku dostihu

x_2 – náhodný efekt stavu dráhy

VÝSLEDKY A DISKUSE

Cílem práce bylo stanovit vliv číselně definovaného povrchu dostihové dráhy na rychlost dostihových koní. K tomuto účelu jsme použili 24 ročníků francouzských klasických dostihů. Propozice těchto dostihů zajišťují maximum stejných podmínek všem startujícím koním.

V průběhu sledovaného období byla na ústředních francouzských dostihových drahách prováděna penetrometrická měření stavu travnatého povrchu na principu tlaku. Časy byly měřeny elektronicky a koně startovali ze startovních boxů. Způsobem měření a startu byl minimalizován subjektivní vliv lidského faktoru na způsob startu a měření času.

Kvalitu povrchu dostihové dráhy vyjadřovala číselná stupnice s rozpětím 2,0 až 6,0. Číselná hodnota je nepřímo úměrná kvalitě dráhy. Rozpětí číselných hodnot u sledovaných dostihů kolísalo od 2,40 do 5,10.

Údaje o vývoji rychlosti v závislosti na terénu jsme zjistili u všech klasických dostihů sledovaného období. Výjimkou byl pouze dostih Prix de Diane 1975, který se v důsledku stávkové společnosti PMH a PMU nekonal. Základní charakteristika sledovaných dostihů je uvedena v tab. 1.

Tab. 1. Charakteristika sledovaných dostihů – Characteristic of the analyzed races

Název dostihu ¹	Vzdálenost ² (m)	Určení ³	Závodistiště ⁴	Průměrná rychlost ⁵ (m/min)	Nejnižší rychlost ⁶ (m/min)	Rekordní rychlost ⁷ (m/min)	Rok dosažení rekordu ⁸
Poule d'Essai des Poulains	1 600	třiletí hřebci ⁹	Longchamp	962,60	886,20	1 002,00	1984
Poule d'Essai des Pouliches	1 600	třileté klisny ¹⁰	Longchamp	959,10	892,80	996,00	1993
Prix Saint Alary	2 000	třileté klisny	Longchamp	933,76	856,80	982,80	1989
Prix de Diane	2 100	třileté klisny	Chantilly	973,10	921,00	1 000,80	1985
Prix Lupin	2 100	třiletí hřebci	Longchamp	950,48	904,80	981,60	1988
Prix du Jockey Club	2 400	třiletí hřebci a klisny	Chantilly	962,95	922,80	999,60	1986
Prix Vermeille	2 400	třileté klisny	Longchamp	938,05	888,60	974,40	1999

¹race name, ²length, ³destination, ⁴race-course, ⁵average speed, ⁶minimum speed, ⁷record speed, ⁸record year, ⁹three-year stallions, ¹⁰three-year mares

Ve sledovaném období bylo distanční rozpětí francouzských klasických dostihů 1 600–2 400 m. Klasické propozice vytrvaleckého dostihu Prix Royal Oak byly v roce 1979 pozměněny na srovnávací. Proto jsme ho do souboru nezařadili. Všechny sledované dostihy mají statut Gr 1.

Francouzské klasické dostihy jsou startovány na dvou hipodromech: Longchamp a Chantilly. Tato skutečnost vybízela k pokusu porovnat vývoj rychlosti na obou zmíněných drahách. Avšak rozdílné vzdálenosti a propozice přesnější srovnání bohužel neumožnily.

Nejvyšší minutovou rychlost vítěze jsme zjistili v Poule d'Essai des Poulains (1984), 1 600 m (1 002,00 m/min) a v Prix de Diane (1985), 2 100 m (1 000,80 m/min). Oba zmíněné dostihy měly rovněž nejvyšší průměrnou rychlost vítězů (962,80 m/min Poule d'Essai des Poulains a 973,10 m/min Prix de Diane). V prvním případě je tento úkaz výsledkem propozic. Vyšší rychlost klisen v dostihu o 500 m delším může být částečným potvrzením domněnky, že podloží dráhy v Chantilly umožňuje dosáhnout vyšších rychlostí než hlubší a těžší půda v Longchamp. Tato domněnka zasluhuje ověření.

Nejnižší rychlost vítěze měly Poule d'Essai des Poulains (1986), 1 600 m (886,20 m/min) a Prix Vermeille (1983), 2 400 m (888,60 m/min). Nejnižší průměrnou rychlostí vítězily klisny v Prix Saint Alary, 2 000 m (933,76 m/min). Pozitivní i negativní hodnoty rychlosti závisely především na stavu dostihové dráhy. Jeho mezní a průměrné hodnoty dokumentuje tab. 2.

Nízké naměřené hodnoty označují homogennější, pevnější terén usnadňující osazení mimořádných a rekordních časů. Vysoké hodnoty naopak charakterizují hlubokou půdu omezující dostihový výkon. Největší rozpětí mezních hodnot měly Poule d'Essai des Poulains (2,60) a Poule d'Essai des Pouliches (2,30), nejmenší oba dostihy startované v Chantilly – Prix du Jockey Club (1,30) a Prix de Diane (1,70). U dostihů startovaných v Longchamp mělo rozpětí mezních hodnot sestupnou tendenci v závislosti na postupu dostihové sezony. Největší hodnoty byly na počátku května (Poule d'Essai des Poulains 2,60, Poule d'Essai des Pouliches 2,30), nejnižší

v září (Prix Vermeille 1,80). Tento pokles má nepochybnou souvislost s klimatickými podmínkami a zásobou půdní vlhkosti. Průměrná hodnota terénu jednotlivých dostihů kolísala od 3,31 (Poule d'Essai des Poulains) do 3,20 (Prix Saint Alary).

V závislosti na kvalitě dráhy byly docíleny tyto rekordní výkony sledovaných dostihů: Poule d'Essai des Poulains 2,5 (1 002,00 m/min), Poule d'Essai des Pouliches 3,0 (996,00 m/min), Prix Saint Alary 2,5 (982,80 m za min), Prix de Diane 2,7 (1 000,80 m/min), Prix Lupin 2,6 (981,60 m/min), Prix du Jockey Club 2,6 (999,60 m/min), Prix Vermeille 2,9 (974,40 m/min). Průvodním jevem nejnižších docílených rychlostí v jednotlivých dostizích byl naopak „těžký“ terén: Poule d'Essai des Poulains 5,1 (886,20 m/min), Poule d'Essai des Pouliches 4,7 (892,00 m/min), Prix Saint Alary 4,1 (856,80 m/min), Prix de Diane 4,0 (921,00 m/min), Prix Lupin 4,5 (904,80 m/min), Prix du Jockey Club 3,5 (922,80 m/min) a Prix Vermeille 3,7 (888,60 m/min).

Závislost rychlosti anglických plnokrevníků na stavu dostihové dráhy a ročnicku charakterizuje přehled vybraných charakteristik podle jednotlivých dostihů (tab. 3).

U všech sledovaných dostihů jsme zjistili vysokou míru závislosti na stavu terénu ($P \leq 0,001-0,016$). Pozitivní vývoj rychlosti jsme naopak prokázali pouze v Poule d'Essai des Poulains, Poule d'Essai des Pouliches a Prix Vermeille v kombinaci se stavem terénu a u prvních dvou jmenovaných i samostatně. V případě dvou dostihů byl dopad kvality terénu na rychlost odlišný od většiny ostatních. V případě Prix du Jockey Club by menší vliv hloubky terénu mohl být dalším argumentem pro domněnku, že dráha v Chantilly je rychlejší než v Longchamp. Tento argument eliminuje míra vlivu terénu zjištěná na stejné dráze v Prix de Diane. Druhý případ nižšího vlivu na rychlost jsme zjistili v Prix Saint Alary (Longchamp). Tento výsledek svádí k domněnce, že na výsledný čas mohou působit další, námi nezohledněné faktory. Jedním z nich může být selekční úroveň dostihů. Např. Prix Lupin je navzdory zařazení do Gr 1 přípravným dostihem pro Prix du Jockey Club. Plnokrevníci v něm startující zpravidla ještě nedosáhli vrcholu formy pro hlavní klasický dostih Prix du Jockey Club, což může mít další vliv

Tab. 2. Základní statistické charakteristiky penetrometrických hodnot sledovaných dostihů – Basic statistical characteristics of penetrometric values of the analyzed races

Název dostihu ¹	Charakteristika penetrometrických hodnot terénu ²						
	počet hodnot ³	průměr ⁴	směrodatná odchylka ⁵ s_x	variace ⁶ koeficient ⁶ v_x	minimum	maximum	rozpětí ⁷
Poule d'Essai des Poulains	24	3,31	0,803	0,242	2,50	5,10	2,6
Poule d'Essai des Pouliches	24	3,23	0,579	0,179	2,40	4,70	2,3
Prix Saint Alary	22	3,45	0,597	0,173	2,50	4,80	2,3
Prix de Diane	23	3,30	0,503	0,153	2,60	4,30	1,7
Prix Lupin	24	3,29	0,570	0,173	2,50	4,50	2,0
Prix du Jockey Club	22	3,22	0,372	0,116	2,60	3,90	1,3
Prix Vermeille	24	3,22	0,519	0,161	2,40	4,20	1,8

¹race name, ²characteristics of penetrometric values of course surface, ³sample size, ⁴mean, ⁵standard deviation, ⁶coefficient of variation, ⁷range

Tab. 3. Přehled vybraných výsledků regresní a korelační analýzy rychlosti v závislosti na stavu dráhy a ročníku startu – Some results of regression and correlation analyses of speed in relation to the course surface quality and year of start

Název dostihu ¹	Závislost rychlosti na terénu a ročníku ²						Závislost rychlosti na ročníku ⁸			
	průkaznost ³		r^2	r	b_{yx} pro terén ⁶	b_{yx} pro ročník ⁷	průkazný ročník ⁹	r^2	r	b_{yx} pro ročník
	terén ⁴	ročník ⁵								
Poule d'Essai des Poulains	<0,001	<0,001	0,84	0,92	-33,05	1,79	0,050	0,16	0,40	1,83
Poule d'Essai des Pouliches	<0,001	<0,001	0,76	0,87	-33,09	1,55	0,008	0,28	0,53	2,02
Prix Saint Alary	0,006	0,959	0,33	0,57	-19,51	0,05	0,740	0,005	0,07	0,33
Prix de Diane	<0,001	0,984	0,73	0,85	-33,99	-0,01	0,975	0,00	0,00	-0,02
Prix Lupin	<0,001	0,975	0,64	0,80	-33,52	0,01	0,597	0,01	0,36	0,38
Prix du Jockey Club	0,016	0,381	0,27	0,52	-25,75	-0,50	0,474	0,02	0,15	0,43
Prix Vermeille	<0,001	0,025	0,61	0,78	-34,55	1,13	0,277	0,05	0,23	0,78

¹race name, ²relation of speed to course surface and year, ³significance, ⁴course surface, ⁵year, ⁶ b_{yx} for course surface, ⁷ b_{yx} for year, ⁸relation of speed to year, ⁹significant year

(s obtížně definovatelnou mírou) na výslednou rychlost. Z dalších faktorů může mít vliv teplota a vlhkost vzduchu. Tyto vlivy nejsou součástí dostihových zpráv. Posoudit jejich vliv v kombinaci s vlivem stavu terénu považujeme za prospěšné. Z dalších vlivů to může být obtížně definovatelná kvalita pole startujících.

Vývoj rychlosti vítězů francouzských klasických dostihů měl v převážné většině pozitivní tendenci. V případě obou dostihů na 1 600 m byla tato tendence průkazná. Jediným případem opačné tendence bylo v tomto období neprůkazné snížení rychlosti v Prix de Diane. Za příčinu nižší frekvence rekordních časů považujeme shodně s tvrzením Langloise (1980) skutečnost, že docílení rekordního času není prvořadým záměrem majitele a trenéra dostihového koně. Tuto okolnost by mohla změnit jediné ekonomická závislost majitelů na dosažení rekordů.

LITERATURA

- Cunningham E. P. (1975): Genetic studies in horse populations. In: Proc. Int. Symp. on Genetics and Horse Breeding, Royal Dublin Society, 17–18 Sept.: 2–6.
- Cunningham E. P. (1998): The genetics of track performance in thoroughbreds. In: Abstr. 49th Annual Meeting EAAP, Warsaw, Poland, 24–27 August.
- Czyzewicz A. (1976): Speed in thoroughbred horses bred in Poland in the years 1948–1973. In: 27th Congr. Fed. Eur. Zootech. (Comm. Chev.), Zurich.

De Chevigny G. (1999): Dossier – Le pour sang a-t-il progresse? Cours. et Élevage, 254: 11–17.

Dušek J. (1975): Rozbor rychlosti dosahovaných v dostizích anglických plnokrevníků. Bull. VSCHK Slatiňany, 24: 3–19.

Gaffney B., Cunningham P. (1988): Estimation of genetic trend in racing performance of Thoroughbred horses. Nature.

Langlois B. (1978): Aspect spécifiques de l'amélioration génétique des chevaux de pur sang. In: 29. Réunion annuelle de la fédération Européenne de Zootechnie, Stockholm, Suède, 5–7 juin.

Langlois B. (1980): Heritability of racing ability in thoroughbreds – A review. Livest. Prod. Sci., 7: 591–605.

Minkema D. (1970): Erfelijke aspecten van het prestatievermogen bij dravers. De Hoefslag, 50: 27–30.

Misař D. et al. (1992): Chov koní. Brno, Vysoká škola zemědělská. 103 s.

Oki B. et al. (1997): Estimation of genetic correlations between racing times recorded at different racing distance by restricted maximum likelihood in Thoroughbred racehorses. J. Anim. Breed. Genet., 114: 185–189.

Oscag I., Toth I. (1959): The heritability of speed in horses. Agrartud egy, mezogtud Kar Kozl., Gödöllő (Abstr.). Anim. Breed Abstr., 30: 61–67.

Pern E. M. (1970): L'héritabilité de la vitesse chez le Pur Sang Anglais. Genetika, 6: 110–114.

Došlo 4. 8. 1999

Přijato k publikování 18. 1. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Drahošlav Mišář, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Agronomická fakulta, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 32 19, fax: 05/45 21 20 44, e-mail: jiskrova@mendelu.cz

RELATIONSHIP OF PLASMA OESTRADIOL-17 β AND CHOLESTEROL LEVELS TO EGGSHELL STRENGTH IN LAYING HENS

VZTAH HLADINY 17 β -ESTRADIOLU A CHOLESTEROLU V KREVŇÍ PLAZMĚ K PEVNOSTI SKOŘÁPKY NOSNIC

P. Řezáč, M. Pöschl, Z. Havlíček

Mendel University of Agriculture and Forestry, Faculty of Agronomy, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: The relationship between eggshell strength and plasma oestradiol-17 β , cholesterol, calcium and phosphorus levels in the laying hens was observed. Water and feed were provided *ad libitum*. The feed was a standard commercial meal containing 39 g calcium/kg and 2.1 g phosphorus/kg. Blood samples were taken from two groups of hens in the 11th month of the laying period. The first group was consisted of hens ($n = 83$) which laid more than 4% eggs with cracked shells during 10 months of the laying period. These hens were sampled on the day when the egg with broken shell was laid. The second group comprised hens ($n = 90$) which laid less than 1% eggs with cracked shells during 10 months of the laying period. These hens were sampled on the day when the egg with unbroken shell was laid. Oestradiol-17 β in hens with cracked eggshells had a significantly lower plasma level than in hens with unbroken eggshells ($P < 0.05$). Plasma cholesterol in hens with cracked eggshells had a significantly higher level than in hens with unbroken eggshells ($P < 0.01$). The plasma calcium level was higher in hens with cracked eggshells than in hens with unbroken eggshells but this difference was not significant. The plasma phosphorus level was nearly the same in both groups of hens. The significant correlations of oestradiol-17 β with cholesterol, calcium with phosphorus, and cholesterol with calcium were found in both groups of hens. The results suggest that plasma oestradiol and cholesterol may have a relationship with the quality of the eggshell in laying hens.

Keywords: hens; oestradiol; cholesterol; calcium; phosphorus; eggshell quality

ABSTRAKT: Byl sledován vzájemný vztah mezi pevností skořáčky a hladinou 17 β -estradiolu, cholesterolu, vápníku a fosforu v krevní plazmě u nosnic. Voda a krmivo bylo podáváno *ad libitum*. Jako krmivo byla použita standardní krmná směs, která obsahovala 39 g vápníku/kg a 2,1 g fosforu/kg. Krev byla odebrána u dvou skupin nosnic v 11. měsíci snášky. První skupinu tvořily nosnice ($n = 83$), které snesly během 10 měsíců snášky více než 4 % vajec s rozbitou skořápkou. Odběr krve byl u této skupiny nosnic proveden v den, kdy snesly vejce s rozbitou skořápkou. Druhou skupinu tvořily nosnice ($n = 90$), které snesly během 10 měsíců snášky méně než 1 % vajec s rozbitou skořápkou. Odběr krve byl u této skupiny nosnic proveden v den, kdy snesly vejce s neporušenou skořápkou. Hladina estradiolu v krevní plazmě u nosnic, které snesly vejce s rozbitou skořápkou, byla průkazně nižší než u nosnic, které snesly vejce s neporušenou skořápkou ($P < 0,05$). Hladina cholesterolu v krevní plazmě u nosnic, které snesly vejce s rozbitou skořápkou, byla průkazně vyšší než u nosnic, které snesly vejce s neporušenou skořápkou ($P < 0,01$). Hladina vápníku v krevní plazmě u nosnic, které snesly vejce s rozbitou skořápkou, byla vyšší než u nosnic, které snesly vejce s neporušenou skořápkou, ale tento rozdíl nebyl statisticky průkazný. Hladina fosforu v krevní plazmě byla u obou skupin nosnic téměř stejná. Byly zjištěny průkazné korelace mezi hladinami 17 β -estradiolu a cholesterolu, vápníku a fosforu, cholesterolu a vápníku. Dosažené výsledky naznačují, že hladina estradiolu a cholesterolu v krevní plazmě může mít u nosnic vztah ke kvalitě vaječné skořáčky.

Klíčová slova: nosnice; estradiol; vápník; fosfor; kvalita skořáčky

INTRODUCTION

There are many factors which can influence eggshell calcification. The shell quality is influenced by the age of the hens and season of the year (Izat *et al.*, 1985). The

incidence of poor shell quality is higher in hens which laid the eggs during the morning (Roland, 1981). The strength of the eggshell has a relationship with the egg size (Roland, 1976). The thinner shell may be caused by a low concentration of calcium in the intestine during the

This work was supported by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic (Project No. GG MSM 432100001).

most active periods of eggshell calcification (Farmer *et al.*, 1983). The decline in shell quality may be associated with altered calcium transport or metabolism at the actual site of eggshell formation or premature oviposition (Roland *et al.*, 1977).

Not less than four endocrine systems (calcitonin, parathyroid hormone, vitamin D₃, and oestrogens) control calcium metabolism in the laying hens (Soares, 1984). Oestradiol has been implicated in the regulation of calcium metabolism in the laying hens through several modes of action. Oestradiol is known to cause an elevation of circulating plasma calcium levels by stimulating the hepatic synthesis of vitellogenin, a major calcium-binding protein in plasma (Guyer *et al.*, 1980). In addition, oestradiol appears to have a direct effect on the synthesis of a uterine calcium-binding protein which may be involved in calcium transport across the uterus (Navickis *et al.*, 1979). Active immunization against oestradiol in the laying hens resulted in a worse eggshell quality (Tsang and Grunder, 1983).

There are findings to indicate that plasma cholesterol may have a relationship with the circulating levels of the plasma calcium. Harms and Simpson (1979) found that hens with the fatty liver syndrome had greatly elevated concentrations of serum calcium and cholesterol. Recently it has been reported (Sloan *et al.*, 1994) that a high correlation exists between plasma calcium and cholesterol levels in laying hens.

Therefore, the present experiment was conducted to evaluate the relationship between eggshell strength and plasma oestradiol-17 β and cholesterol levels in the laying hens. The levels of plasma calcium and phosphorus were examined too.

MATERIAL AND METHODS

Laying hens (ISA Brown) were housed in a temperature-controlled (18 °C) building in individual laying cages (600 cm²). The light regime was 15-h light and 9-h dark. Water and feed were provided *ad libitum*. The feed was a standard commercial meal containing 39 g calcium/kg and 2.1 g phosphorus/kg.

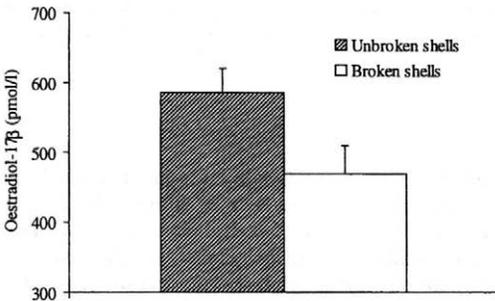


Fig. 1. Plasma oestradiol-17 β levels in the hens with unbroken and broken eggshells

Blood samples were taken from the basilic vein approximately 2 to 5 h after oviposition. Blood was collected into 5-ml heparinized syringes and transferred to heparinized tubes. Samples were stored at 4 °C for 1h, then the plasma was separated by centrifugation. The plasma cholesterol was analysed immediately. The blood plasma for determination of oestradiol, calcium and phosphorus was held at -20 °C until analysis. Blood samples were taken from two groups of hens. The first group was consisted of hens which laid more than 4% cracked eggshells ($n = 83$) during 10 months of the laying period. The second group comprised hens which laid less than 1% cracked eggshells ($n = 90$) during 10 months of the laying period. Blood samples were taken from both groups of hens in the 11th month of the laying period. The hens which laid over 4% eggs with cracked shells were sampled on the day when the egg with broken shell was laid. The hens which laid under 1% eggs with cracked shells were sampled on the day when the egg with unbroken shell was laid.

The commercial kits (Institute of Radioecology and Applied Nuclear Techniques, Košice) were used for direct assays of oestradiol-17 β . The sensitivity of each assay was 25 pmol/l. The intra- and interassay coefficients of variation were 7.0% and 13.0%, respectively. The cholesterol level was determined by means of BIO-LA-TEST (Lachema Diagnostica, Brno) on the Spekol 11 (Carl Zeiss, Jena). The calcium concentration was determined by atomic absorption spectrophotometry (H1170, Hilger and Watt). The concentration of phosphorus was determined with an automatic analyzer (Cobas Mira S, Roche).

All results are presented as means \pm SEM. The means were compared using Student's *t*-test. Correlations of oestradiol, cholesterol, calcium and phosphorus were also determined.

RESULTS

Oestradiol-17 β in hens with cracked eggshells had a significantly lower plasma level (Fig. 1) than in hens with unbroken eggshells ($P < 0.05$). The plasma cholesterol level (Fig. 2) in hens with cracked eggshells was signifi-

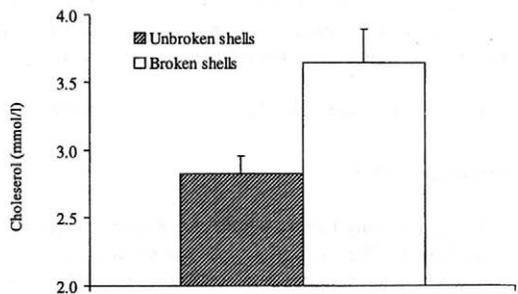


Fig. 2. Plasma cholesterol levels in the hens with unbroken and broken eggshells

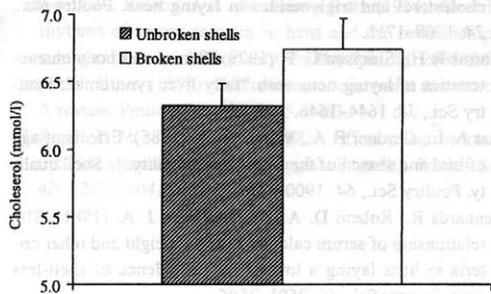


Fig. 3. Plasma calcium levels in the hens with unbroken and broken eggshells

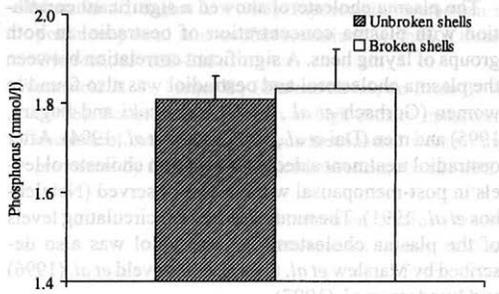


Fig. 4. Plasma phosphorus levels in the hens with unbroken and broken eggshells

cantly higher than in hens with unbroken eggshells ($P < 0.01$). The plasma calcium level (Fig. 3) was higher in hens with cracked eggshells than in hens with unbroken eggshells but this difference was not significant. The plasma phosphorus level (Fig. 4) was nearly the same in both groups of hens.

The relationship between the plasma oestradiol-17 β , cholesterol, calcium and phosphorus levels in hens with broken and unbroken eggshells, is shown in Table 1. There were significant correlations of oestradiol with cholesterol, and calcium with phosphorus in both groups of hens, but the correlation coefficient was higher in hens with cracked eggshells than in hens with unbroken eggshells. There were significant correlations of cholesterol with calcium in both groups of hens, but the correlation coefficient was higher in hens with unbroken eggshells than in hens with cracked eggshells.

Table 1. Correlation coefficients for plasma oestradiol-17 β , cholesterol, calcium, and phosphorus in the hens with unbroken and broken eggshells

	Hens with unbroken shells	Hens with broken shells
Oestradiol : cholesterol	0.28*	0.58**
Oestradiol : calcium	-0.02	-0.13
Oestradiol : phosphorus	-0.09	-0.16
Cholesterol : calcium	0.62**	0.26*
Cholesterol : phosphorus	0.15	0.13
Calcium : phosphorus	0.46**	0.65**

* $P < 0.05$; ** $P < 0.01$

DISCUSSION

A significantly lower oestradiol level in the hens with cracked eggshells than in hens with unbroken eggshells was found. This result is consistent with that of Grunder *et al.* (1983), who observed that hens laying low specific gravity eggs have lower plasma oestrogen levels than the high specific gravity group. A lower oestradiol level in

the hens with cracked eggshell corresponds with Tsang and Grunder (1983), who found that active immunization against oestradiol in the laying hens results in a worse eggshell quality. All the above mentioned findings suggest that oestradiol plays an important role in the control of eggshell calcification.

Oestradiol in the laying hens is involved in the calcium regulation through several mechanisms. Oestradiol stimulates the synthesis of a calcium-binding protein in plasma (Guyer *et al.*, 1980) as well as a uterine calcium-binding protein (Navickis *et al.*, 1979). Oestradiol is also implicated in the bone calcium absorption (Mauras *et al.*, 1997; Rezáč *et al.*, 1997). Owing to a slightly higher level of plasma calcium in the group of hens with cracked eggshells, we suppose that the decline of eggshell quality could be rather a consequence of the effect of oestradiol on the calcium transport through the uterus than on the synthesis of a plasma calcium-binding protein in the liver or calcium absorption in the bone.

There were significantly different levels in the plasma cholesterol between hens with poor and good eggshell quality. Hens with broken eggshells had significantly higher plasma cholesterol level compared to hens with unbroken eggshells. This result suggests that a higher level of plasma cholesterol may be associated with poor eggshell quality.

Plasma cholesterol and calcium had a higher correlation in the group of hens with unbroken eggshells than in hens with cracked eggshells. This finding and the higher level of plasma cholesterol in hens with poor eggshell quality indicates that plasma cholesterol has probably a relationship with eggshell calcification not only through its connection with the plasma calcium level. The correlation of cholesterol and calcium levels in the laying hens was also found by Sloan *et al.* (1994) and Harms *et al.* (1995). However, these authors did not study the correlation of plasma cholesterol and calcium in relation to eggshell quality. Sloan *et al.* (1994) studied the relationship of egg cholesterol to serum cholesterol and serum calcium. Harms *et al.* (1995) investigated the relationship of plasma calcium with experimentally elevated cholesterol and triglycerides.

The plasma cholesterol showed a significant correlation with plasma concentration of oestradiol in both groups of laying hens. A significant correlation between the plasma cholesterol and oestradiol was also found in women (Gorbach *et al.*, 1989; Wakatsuki and Sagara, 1995) and men (Dai *et al.*, 1984; Denti *et al.*, 1994). After oestradiol treatment a decrease of serum cholesterol levels in post-menopausal women was observed (Netelenbos *et al.*, 1991). The modulation of the circulating levels of the plasma cholesterol by oestradiol was also described by Marslew *et al.* (1992), Westerveld *et al.* (1996) and Lundeen *et al.* (1997).

Our results showed that there was no significant difference in plasma calcium levels between hens with broken and unbroken eggshells. No relationship between serum calcium and eggshell quality when hens were fed adequate calcium diets was observed by Sloan *et al.* (1974) and Lennards *et al.* (1981). Roland *et al.* (1973) have shown serum calcium to be related to shell quality when hens were fed a calcium-deficient diet.

A significant correlation between plasma calcium and phosphorus levels suggest that the plasma concentrations of both ions have a close relationship. Similar findings were observed by Ruschkowski and Hart (1992).

In conclusion, our results indicate that plasma oestradiol and cholesterol may have a relationship with the quality of the eggshell in laying hens.

REFERENCES

Dai W. S., Gutai J. P., Kuller L. H., Laporte R. E., Falvo-Gerard L., Caggiola A. (1984): Relation between plasma high-density lipoprotein cholesterol and sex hormone concentrations in men. *Am. J. Cardiol.*, *53*: 1259–1263.

Denti L., Pasolini G., Ablondi F., Valenti G. (1994): Correlation between plasma lipoprotein Lp(a) and sex hormone concentrations: a cross-sectional study in healthy males. *Horm. Metab. Res.*, *26*: 602–608.

Farmer M., Roland D. A., Sr., Eckman M. K. (1983): Calcium metabolism in broiler breeder hens. 2. The influence of the time of feeding on calcium status of the digestive system and eggshell quality in broiler breeders. *Poultry Sci.*, *62*: 465–471.

Gorbach S. L., Schaefer E. J., Woods M., Longcope C., Dwyer J. T., Goldin B. R., Morrill-Labrode A., Dallal G. (1989): Plasma lipoprotein cholesterol and endogenous sex hormones in healthy young women. *Metabolism*, *38*: 1077–1081.

Grunder A. A., Hollands K. G., Tsang C. P. W. (1983): Plasma estrogen, calcium, and shell quality in two strains of White Leghorns. *Poultry Sci.*, *62*: 1294–1296.

Guyer R. B., Grunder A. A., Buss E. G., Clagett C. O. (1980): Calcium-binding proteins in serum of chickens: Vitellogenin and albumin. *Poultry Sci.*, *59*: 874–879.

Harms R. H., Russell G. B., Robbins F., Cerda J. (1995): Correlation of plasma calcium with experimentally elevated

cholesterol and triglycerides in laying hens. *Poultry Sci.*, *74*: 1708–1711.

Harms R. H., Simpson C. F. (1979): Serum and body characteristics of laying hens with "fatty liver syndrome". *Poultry Sci.*, *58*: 1644–1646.

Izat A. L., Gardner F. A., Mellor D. B. (1985): Effects of age of bird and season of the year on egg quality. 1. Shell quality. *Poultry Sci.*, *64*: 1900–1906.

Lennards R., Roland D. A., Sr., McGuire J. A. (1981): The relationship of serum calcium to shell weight and other criteria in hens laying a low or high incidence of shell-less eggs. *Poultry Sci.*, *60*: 2501–2505.

Lundeen S. G., Carver J. M., McKean M. L., Winneker R. C. (1997): Characterization of the ovariectomized rat model for the evaluation of estrogen effects on plasma cholesterol levels. *Endocrinology*, *138*: 1552–1558.

Marslew U., Overgaard K., Riis B. J., Christiansen C. (1992): Two new combinations of estrogen and progestogen for prevention of postmenopausal bone loss: long-term effects on bone, calcium and lipid metabolism, climacteric symptoms, and bleeding. *Obstet. Gynecol.*, *79*: 202–210.

Mauras N., Vieira N. E., Yergye A. L. (1997): Estrogen therapy enhances calcium absorption and retention and diminishes bone turnover in young girls with Turner's syndrome: a calcium kinetic study. *Metabolism*, *46*: 908–913.

Navickis R. J., Katzenellenbogen B. S., Nalbandov A. V. (1979): Effects of the sex steroid hormones and vitamin D₃ on calcium-binding proteins in the chick shell gland. *Biol. Reprod.*, *21*: 1153–1162.

Netelenbos J. C., Siregar-Emck M. T., Schot L. P., van Ginkel F. C., Lips P., Leeuwenkamp O. R. (1991): Short-term effects of Org OD 14 and 17 beta-oestradiol on bone and lipid metabolism in early post-menopausal women. *Maturitas*, *13*: 137–149.

Roland D. A., Sr. (1976): Recent developments in eggshell quality. *Feedstuffs*, *48*: 31–41.

Roland D. A., Sr. (1981): Relation of interval between eggs and time of oviposition to egg shell quality. *Poultry Sci.*, *60*: 1066–1070.

Roland D. A., Sr., Holcombe D. J., Harms R. H. (1977): Further studies with hens producing a high incidence of non-calcified or partially calcified egg shells. *Poultry Sci.*, *56*: 1232–1236.

Roland D. A., Sr., Sloan D. R., Wilson H. R., Harms R. H. (1973): Influence of dietary calcium deficiency on yolk and serum calcium, yolk and organ weights and other selected production criteria of the pullet. *Poultry Sci.*, *5*: 2220–2225.

Ruschkowski S. R., Hart L. E. (1992): Ionic and endocrine characteristics of reproductive failure in calcium-deficient and vitamin D-deficient laying hens. *Poultry Sci.*, *71*: 1722–1732.

Řezáč P., Pöschl M., Doskočil J., Svobodová J. (1997): Effect of oestradiol-17beta on plasma calcium in laying hens. *Živoč. Vyr.*, *42*: 63–66.

Sloan D. R., Harms R. H., Russell G. B., Smith W. G. (1994): The relationship of egg cholesterol to serum cholesterol, serum calcium, feed consumption and dietary cholecalciferol. *Poultry Sci.*, *7*: 472–475.

- Sloan D. R., Roland D. A., Sr., Harms R. H. (1974): Circadian rhythms of serum calcium in hens and the relationship of serum calcium to shell quality. *Poultry Sci.*, 53: 2003–2009.
- Soares J. H., Jr. (1984): Calcium metabolism and its control – A review. *Poultry Sci.*, 63: 2075–2083.
- Tsang C. P. W., Grunder A. A. (1983): Effect of active immunization against oestradiol on egg shell quality. *Poultry Sci.*, 62: 1297–1304.
- Wakatsuki A., Sagara Y. (1995): Lipoprotein metabolism in postmenopausal and oophorectomized women. *Obstet. Gynecol.*, 85: 523–528.
- Westerveld H. T., Meijer E., Erkelens D. W., de Bruin T. W. (1996): Postprandial reduction in high-density lipoprotein cholesterol concentrations in postmenopausal women: improvement by 17beta-oestradiol. *Metabolism*, 45: 827–832.

Received for publication on October 19, 1999

Accepted for publication on January 18, 2000

Contact Address:

Ing. Petr Řezáč, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Agronomická fakulta, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: + 420 5 45 13 31 56, fax: + 420 5 45 21 11 28, e-mail: prezac@mendelu.cz

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION

Slezská 7, 120 56 Prague 2, Czech Republic

Tel.: + 420 2 24 25 79 39, Fax: + 420 2 24 25 39 38, e-mail: redakce@uzpi.cz

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with abstracts in English or in English with abstracts in Czech or Slovak.

Journal	Number of issues per year	Yearly subscription in USD	
		Europe	overseas
Rostlinná výroba (Plant Production)	12	195,-	214,-
Czech Journal of Animal Science (Živočišná výroba)	12	195,-	214,-
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12	195,-	214,-
Journal of Forest Science	12	195,-	214,-
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12	159,-	167,-
Czech Journal of Food Sciences (Potravinařské vědy)	6	92,-	97,-
Plant Protection Science (Ochrana rostlin)	4	62,-	64,-
Czech Journal of Genetics and Plant Breeding (Genetika a šlechtění)	4	62,-	64,-
Zahradnictví (Horticultural Science)	4	62,-	64,-
Research in Agricultural Engineering	4	62,-	64,-

Subscription to these journals be sent to the above-mentioned address.

VLIV ZVÝŠENÉ ZÁTĚŽE PŮDY TĚŽKÝMI KOVY NA JEJICH OBSAH VE VYBRANÝCH TKÁNÍCH KRÁLÍKA

THE EFFECT OF INCREASED SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS ON THEIR CONTENT IN SOME RABBIT TISSUES

P. Rous, P. Jelínek

*Mendel University of Agriculture and Forestry, Institute of Morphology,
Physiology and Veterinary Medicine, Brno, Czech Republic*

ABSTRACT: Studies were aimed at transfer of cadmium, lead, mercury and chromium within the soil – plant – animal system. A complete feed mixture was formulated using barley, wheat and clover-grass hay produced on contaminated lands; it was given to rabbits between days 41 and 125 of age. Contaminated soil contained 13 mg/kg Cr, 0.8 mg/kg Cd, 65 mg/kg Pb. Control group received a complete feed mixture, its ingredients were produced on plots with natural contents of the metals: Cr 4.95 mg/kg, Cd 0.38 mg/kg, Pb 21.1 mg/kg. A part of rabbits were slaughtered at 125 days of age, and liver, kidney and muscle samples were taken. The remaining rabbits were left for reproduction and the young were slaughtered at the age of 1 and 30 days. Liver, kidney and muscle samples were also taken. Contents of Cd, Pb, Cr in samples were determined by ICP-MS method. Cd content in rabbit liver increased to 107 µg/kg at 125 days of age ($P < 0.01$) as a result of experimental diet (control 55 µg/kg Cd). Cd concentration in the kidneys of contaminated 125 days old rabbits ($P < 0.01$) increased to 543 µg/kg (control 280 µg/kg Cd) while Pb concentration ($P < 0.01$) rose to 71 µg/kg (control 44 µg/kg Pb). A higher amount of cadmium ($P < 0.05$) was determined in the liver of the thirty-day rabbit young (48 µg/kg – control 16 µg/kg). Chromium contents in the tissues showed high variability.

Keywords: rabbit; tissue; ICP-MS; heavy metals; cadmium; lead; chromium

ABSTRAKT: Byl sledován přestup kadmia, olova, rtuti a chromu v systému půda – rostlina – zvíře. Z ječmene, pšenice a z jetelotravního sena vypěstovaného na kontaminovaných půdách byla vytvořena kompletní krmná směs, která byla zkrmována králíčkům od 41. do 125. dne věku. Kontaminovaná půda obsahovala Cr 13 mg.kg⁻¹, Cd 0,8 mg.kg⁻¹ a Pb 65 mg.kg⁻¹. Kontrolní skupina dostávala kompletní krmnou směs, jejíž komponenty byly vypěstovány na pozemcích s přirozeným obsahem sledovaných kovů (Cr 4,95 mg.kg⁻¹, Cd 0,38 mg.kg⁻¹, Pb 21,1 mg.kg⁻¹). Ve 125 dnech věku byla část králíků porážena a byly odebrány vzorky jater, ledvin a svaloviny. Druhá část králíků byla ponechána k chovu a získaná mláďata byla porážena ve věku jeden den a 30 dní. Byly opět odebrány vzorky jater, ledvin a svaloviny. Ve vzorcích byly metodou ICP-MS stanoveny Cd, Pb, Cr. Pokusný zásah zvýšil množství Cd v játrech králíků ve 125 dnech ($P < 0,01$) na 107 µg.kg⁻¹ (kontrola 55 µg.kg⁻¹). Hladina Cd v ledvinách kontaminovaných 125denních králíků byla zvýšená ($P < 0,01$) na 543 µg.kg⁻¹ (kontrola 280 µg.kg⁻¹) a koncentrace Pb ($P < 0,01$) na 71 µg.kg⁻¹ (kontrola 44 µg.kg⁻¹). Větší množství kadmia ($P < 0,05$) měla v játrech třicetidenní pokusná králíčata – 48 µg.kg⁻¹ (kontrola 16 µg.kg⁻¹). Hodnoty chromu ve tkáních vykazovaly vysokou variabilitu.

Klíčová slova: králík; tkáň; ICP-MS; těžké kovy; kadmium; olovo; chrom

ÚVOD

Problematika toxických kovů je intenzivně studována ve vazbě na rostoucí objem průmyslových odpadů a emisí a jejich dopad na životní prostředí. Daleko méně pozornosti je dosud věnováno agrárnímu ekosystému, který zvláště v posledních letech prochází výrazným intenzifikačním procesem. Jsou to však právě potraviny a krmiva mající původ v zemědělské prvovýrobě, které mohou být zdrojem příjmu rizikových prvků. Propojenost zemědělského ekosystému s ostatními částmi prostředí je přitom

zcela zjevná. Klíčovou roli zde hrají přímé vstupy do zemědělské prvovýroby, jako jsou hnojiva a prostředky pro ochranu rostlin. Další z vlivů podílejících se na kontaminaci rizikovými kovy je expozice emisím, které mají původ v průmyslové výrobě a dopravě. V těchto případech platí značná variabilita, definovaná rozsahem expozice a danou lokalitou (Cibulka, 1991; Bencko *et al.*, 1995).

Nebezpečí zatížení agrárního ekosystému rizikovými prvky tkví v tom, že tyto látky vstupují do potravinových řetězců hospodářských zvířat a člověka. Potraviny a krmiva jsou významným zdrojem zdravotního rizika. Jen

obtížně si umíme představit riziko chronické expozice nízkým dávkám některých nebezpečných chemických látek (Ruprich *et al.*, 1997).

Sledováním přenosu olova, kadmia a rtuti v systému půda – rostlina – zvíře z travních pastevních porostů rostoucích na kontaminovaných půdách se zabývali Královec a Slavík (1997) – v pastevním areálu sledovali obsah olova, kadmia a rtuti v atmosférickém spadu. Průměrný spad na daném stanovišti činil u rtuti 4,29 g.ha⁻¹, u kadmia 2,13 g.ha⁻¹ a u olova 64,18 g.ha⁻¹, což byl jediný zdroj expozice na nehojeném pozemku a toto množství bylo hluboko pod limitem platným v ČR. Množství tří sledovaných prvků v píci ani v jednom případě nepřekročilo limit přípustný pro krmiva. Maso a vnitřnosti (játra a ledviny) pasených zvířat odpovídaly hygienickým požadavkům. Podobné téma zpracovávali Podlešáková a Němeček (1997). Bencko *et al.* (1981) sledovali ukládání Mn, Pb, Cr, Cd a Ni v orgánech a tkáních králíků v imisemi zatíženém prostředí. Pokusný chov byl umístěn 2,5 km od zdroje znečištění, kterým byla slévárna zpracovávající železo a mangan. Králíci byli odchováni 1–12 měsíců a po tuto dobu byli napájeni vodou a krmivi z zatížené oblasti. Pokusní králíci akumulovali v různých tkáních více Mn, Pb a Cd než kontrolní skupina.

Chowdhury a Chandra (1987) uvádějí, že v laboratorních experimentech byly pozorovány modifikace toxického efektu olova, kadmia a rtuti vlivem některých dalších minerálních látek. Tyto vzájemné interakční vztahy zmiňuje i Sanstead (cit. Zima, 1987). Podrobný přehled o vzájemných metabolických vztazích mezi toxickými a esenciálními prvky podává Goyer (1997). Obecně se však ví jen velmi málo o metabolických funkcích celé řady stopových a ultrastopových prvků, z nichž některé nejsou považovány za esenciální; jiné jsou přímo toxické.

MATERIÁL A METODY

Cílem pokusu bylo zhodnocení vlivu krmiv kontaminovaných rizikovými prvky na depozici a distribuci těchto prvků organismem, jejich translokaci na potomstvo placentou a mateřským mlékem. Práce navazuje na grantový projekt MZe ČR, který je evidován pod číslem 4031 s názvem „Organické zemědělství v podmínkách hnojení kejdou se zaměřením na produkci s nižším obsahem škodlivých látek“ (Římovský, 1997).

K ověření příjmu a ukládání Cd, Cr a Pb byly použity plodiny vypěstované na pokusných pozemcích hnojených dvěma způsoby:

- hnojení N, P a K průmyslovými hnojivy při zvýšeném obsahu těžkých kovů v půdě,
- hnojení kejdou při zvýšeném obsahu těžkých kovů v půdě.

Na pokusné pozemky byly sledované prvky doplněny do množství překračujícího stanovené limity – Cr 13 mg.kg⁻¹, Cd 0,8 mg.kg⁻¹, Pb 65 mg.kg⁻¹ zeminy (Richter *et al.*, 1997; Římovský, 1997). Základní komponenty krmné dávky

(pšeničný šrot, ječný šrot a jetelotravní seno) získané z obou uvedených pokusných variant byly smíchány v poměru 1 : 1 a tvořily základ pokusné krmné dávky.

Základem krmné dávky kontrolní skupiny byly suroviny (pšeničný šrot, ječný šrot a jetelotravní seno), které pocházely z plodin vypěstovaných na nekontaminovaných pozemcích ve variantě pokusu:

- kontrola, bez hnojení a při přirozeném obsahu těžkých kovů v půdě.

Přirozený obsah sledovaných těžkých kovů v půdě na kontrolních plochách byl Cr 4,95 mg.kg⁻¹, Cd 0,38 mg.kg⁻¹, Pb 21,1 mg.kg⁻¹ (Richter *et al.*, 1997; Římovský, 1997).

Obě krmné dávky byly optimalizovány z hlediska obsahu živin (Zeman, 1995). Kontrolní a pokusná kompletní krmná směs (KKS) byly připraveny podle shodné receptury a lišily se pouze původem již zmíněných základních součástí. Výsledné KKS byly granulovány a zkrmovány *ad libitum*. Jejich složení je uvedeno v tab. 1. Koncentrace těžkých kovů v kontrolní a pokusné KKS jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 1. Složení granulovaných kompletních krmných směsí (KKS) – Formulation of granular complete feed mixtures (KKS)

Komponenty ¹	%	
Pšenice ozimá a ječmen jarní (poměr 1 : 1) ²	41	vypěstováno ⁹
Jetelotravní seno ³	40	vypěstováno
Sójový extrahovaný šrot ⁴	7	
Oves ⁵	4,5	
Melasa ⁶	4	
MIKROS – K (minerální přísada pro králíky ⁷)	2,5	
FARVIT LK (doplňk biofaktorů ⁸)	1	

¹ingredients, ²winter wheat and spring barley (1:1 ratio), ³clover-grass hay, ⁴soybean meal, ⁵oats, ⁶molasses, ⁷mineral supplement for rabbits, ⁸biofactor supplement, ⁹own production

Tab. 2. Průměrné koncentrace sledovaných rizikových prvků v pokusné a kontrolní KKS – Average concentrations of hazardous elements in experimental and control KKS

Krmná směs ¹	Cd (μg.kg ⁻¹)	Pb (μg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)
Pokusná ² KKS	206	894	13,32
Kontrolní ³ KKS	120	649	10,38

¹feed mixture, ²experimental, ³control

Experiment sestával ze dvou sledování. K prvnímu pokusu bylo použito 24 jatečných hybridních králíků Hyla, zařazených do sledování těsně po odstavu ve věku 41 dnů. Zvířata byla rozdělena do dvou skupin po 12 kusech, přičemž v každé skupině byla vždy polovina samců a polovina samic. Zvířata byla umístěna ve dvouetážových drátěných klecích.

Pokus byl ukončen po jatečné zralosti ve věku 125 dnů při živé hmotnosti 2,85 až 3,80 kg, kdy byla polovina zvířat poražena. Z jater, ledvin a svaloviny (*m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. semimembranosus*) byly

odebrány vzorky pro kvantitativní analýzy sledovaných prvků.

Cílem druhého pokusu, který navazuje na předcházející, bylo prokázat přechod sledovaných těžkých kovů přes placentu a prostřednictvím mateřského mléka do tkání mláďat. Bylo proto ponecháno šest králíků pokusné a šest králíků kontrolní skupiny, z nichž v každé skupině byla polovina samců a samic. Krmení a ustájení bylo shodné s předcházejícím experimentem. Po dosažení chovné dospělosti byly samice zapouštěny. Část jejich potomstva byla porážena v den narození, další část pak ve věku 30 dní. Z poražených mláďat byly odebrány vzorky ledvin, jater, svaloviny a tuku. Od králíků po odstavu byla použita svalovina z celého pravého stehna a od novorozených jedinců svaly z obou stehen. Od jednodenních králíčat jsme odebírali vzorky tukové tkáně z podkoží a dutiny břišní.

Od laktujících samic bylo současně získáváno mléko pro stanovení uvedených rizikových prvků.

Vzorky vybraných tkání, mléka a krmiv byly spalovány v uzavřeném systému v mineralizátoru APION. Pro stanovení obsahu vybraných rizikových prvků byla použita hmotová spektrometrie s indukčně vázanou plazmou jako zdrojem iontů (ICP-MS).

Typ přístroje: ICP-MS analyzátor PERKIN-ELMER ELAN 6000.

Charakteristika přístroje: argonové plazma. Přístroj používá zmlžovač typu cross-flow. RF generátor 27 MHz.

Plyn: argon, 350 ± 7 kPa; průtok plynu 20 l.min⁻¹.

Nastavení: ICP RF – výkon 1000 W. Průtok argonu zmlžovačem 0,9 l.min⁻¹.

Metoda a kalibrace: Pro sledované prvky byla provedena třibodová kalibrace s použitím vnitřních standardů Sc, In, Bi. Použité vnitřní standardy dodala firma Analytika Co. Ltd. Praha. Vnitřní standardy byly přidány do kalibračních roztoků, slepých vzorků a vzorků ve stejné koncentraci: Bi – 40 ppb, In – 40 ppb, Sc – 80 ppb. Korelační koeficienty kalibrace pro všechny sledované prvky dosahovaly minimálně 0,9999. Ve vzorcích byly sledovány tyto izotopy sledovaných prvků: Cr⁵³, Pb²⁰⁷, Cd¹¹¹. Čistý čas měření jednoho vzorku byl 58,3 s. Správnost měření byla ověřována používáním dvou koncentrací standardních přídavek pro každý měřený prvek. Byly použity vždy tři vzorky každého typu matrice. Standardní přídávky byly v koncentracích, které řádově odpovídaly množství měřených prvků ve vzorcích (pro Cr, Cd, Pb 10 µg.l⁻¹ a 20 µg.l⁻¹). Relativní odchylka měření (RSD) byla pro Cr 4,5 %, Cd 4 %, Pb 4,8 %. Výťažnost se pohybovala mezi 92 až 98 %.

Kalibrace:

Sc	0 µg.l ⁻¹	80 µg.l ⁻¹	80 µg.l ⁻¹ vnitřní standard
In	0 µg.l ⁻¹	40 µg.l ⁻¹	40 µg.l ⁻¹ vnitřní standard
Bi	0 µg.l ⁻¹	40 µg.l ⁻¹	40 µg.l ⁻¹ vnitřní standard
Cd	0 µg.l ⁻¹	50 µg.l ⁻¹	100 µg.l ⁻¹
Cr	0 µg.l ⁻¹	50 µg.l ⁻¹	100 µg.l ⁻¹
Pb	0 µg.l ⁻¹	50 µg.l ⁻¹	100 µg.l ⁻¹

Koncentrace sledovaných prvků jsou uváděny na kg vlhké hmotnosti. Detekční limity pro Cd, Cr a Pb byly 2 µg.l⁻¹. Pro testování souborů dat s malým rozsahem byl použit Shapiro-Wilkův test na normalitu rozdělení (UNISTAT 4.53a). Pro veškeré testované údaje byl použit dvouvýběrový *t*-test s rovností rozptylů.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Králíci pokusné skupiny průměrně spotřebovali od 41. dne do 125. dne 122,4 g kontaminované KKS na kus a den. Průměrná spotřeba nekontaminované KKS kontrolní skupinou byla za sledované období 113,3 g na kus a den.

V tab. 3 až 6 jsou uvedeny koncentrace kadmia, olova, chromu a rtuti ve sledovaných tkáních a v mléce. Z výsledků vyplývá, že zkrmování plodin vyrostlých na kontaminovaných pozemcích statisticky významně ovlivnilo koncentrace Cd v ledvinách a játrech ($P < 0,01$) králíků ve 125 dnech věku. Bencko *et al.* (1981) udávají u půlročních králíků, kteří byli krmeni krmivem z imisemi zatížené oblasti, hodnoty Cd v ledvinách vyšší (0,70–1,18 mg.kg⁻¹). V játrech byly koncentrace kadmia srovnatelné (0,18 až 0,19 mg.kg⁻¹). Množství tohoto prvku ve svalovině byla v našem případě řádově nižší než v játrech a ledvinách, což odpovídá údajům, které publikovali Bencko *et al.* (1981). Massányi *et al.* (1995) zjistili hodnoty kadmia ve svalovině 12měsíčních králíků 0,01 mg.kg⁻¹ a v ledvinách 0,17 mg.kg⁻¹. Pokud jde o obsah kadmia v tkáních jednodenních králíčat našeho experimentu, nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly, pouze hodnoty Cd v játrech byly vyšší, avšak těsně pod hranici statistické významnosti. Králíčata pokusné skupiny ve věku 30 dní vykazovala statisticky významně více Cd v játrech než skupina kontrolní ($P < 0,05$), v ostatních případech nebyly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly. Ve 30 dnech věku je již zřetelněji vidět diferencovaná distribuce kadmia v organismu, které se přednostně ukládá v játrech a ledvinách.

Statisticky významně více olova bylo uloženo v ledvinách králíků pokusné skupiny ve 125 dnech věku ($P < 0,01$). Bencko *et al.* (1981) zaznamenali v ledvinách, játrech a svalovině králíků hodnoty Pb vyšší, než jsou v našich nálezech. U jednodenních králíčat nebylo množství uloženého olova ovlivněno pokusným zásahem a koncentrace olova byly ve všech tkáních vyšší než u králíků ve 125 dnech. Lze se tedy domnívat, že olovo poměrně výrazně proniká přes placentu králíků. Na tuto skutečnost upozornili již Piskač a Kačmár (1985), kteří uvádějí, že olovo proniká přes placentu a dostává se do fetálních tkání. Množství Pb v tuku bylo statisticky průkazně vyšší u skupiny kontrolní ($P < 0,01$). Koncentrace Pb v játrech kontrolních 30denních králíčat byla ve srovnání s pokusnou skupinou signifikantně vyšší ($P < 0,05$). V ostatních tkáních nebyl nalezen významný rozdíl. Ze srovnání koncentrace Pb ve tkáních jednodenních a 30denních králí-

Tab. 3. Koncentrace Cd, Pb, Cr v tkáních králiků ve 125 dnech – Cd, Pb, Cr concentrations in rabbit tissues at 125 days of age

	Skupina ⁴	Cd ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)			Pb ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)			Cr ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)		
		n	x	SD	n	x	SD	n	x	SD
Játra ¹	pokus ⁵	6	107 **	34	6	44	7	6	190	163
	kontrola ⁶	6	55	16	6	39	18	6	76	40
Ledviny ²	pokus	6	543 **	136	6	71 **	28	6	166	225
	kontrola	6	280	124	6	44	9	6	238	192
Svalovina ³	pokus	6	13	4	6	24	6	6	223	164
	kontrola	6	13	3	6	24	3	6	238	246

** $P < 0,01$

¹liver, ²kidneys, ³muscle, ⁴group, ⁵experiment, ⁶control

Tab. 4. Koncentrace Cd, Pb, Cr v králičím mléce – Cd, Pb, Cr concentrations in rabbit milk

	Skupina ²	Cd ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)			Pb ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)			Cr ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)		
		n	x	SD	n	x	SD	n	x	SD
Mléko ¹	pokus ³	21	11	5	21	81	81	21	1,36 **	1,32
	kontrola ⁴	17	10	2	17	74	37	17	3,22	2,00

** $P < 0,01$

¹milk, ²group, ³experiment, ⁴control

Tab. 5. Koncentrace Cd, Pb, Cr v tkáních jednodenních králičátek – Cd, Pb, Cr concentrations in the tissues of the one-day rabbit young

	Skupina ⁴	Cd ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)			Pb ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)			Cr ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)		
		n	x	SD	n	x	SD	n	x	SD
Játra ¹	pokus ⁵	24	53	112	24	99	81	24	166	158
	kontrola ⁶	17	20	20	17	68	21	17	324	649
Ledviny ²	pokus	24	44	27	24	156	147	24	184**	206
	kontrola	17	50	57	17	109	48	17	920	1 550
Svalovina ³	pokus	24	29	14	24	114	84	24	551	1 598
	kontrola	17	38	33	17	135	77	17	269	293
Tuk ⁷	pokus	24	27	12	24	101**	65	24	732	1 838
	kontrola	17	35	12	17	179	57	17	364	586

** $P < 0,01$

For 1–6 see Tab. 3, ⁷fat

Tab. 6. Koncentrace Cd, Pb, Cr v tkáních 30denních králičátek – Cd, Pb, Cr concentrations in the tissues of the thirty-day rabbit young

	Skupina ⁴	Cd ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)			Pb ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)			Cr ($\mu\text{g.kg}^{-1}$)		
		n	x	SD	n	x	SD	n	x	SD
Játra ¹	pokus ⁵	13	48*	40	13	68*	19	13	49	56
	kontrola ⁶	18	16	1	18	142	150	18	22	13
Ledviny ²	pokus	13	57	64	13	85	36	13	85	82
	kontrola	18	31	5	18	97	63	18	47	5
Svalovina ³	pokus	13	23	11	13	64	26	13	77	81
	kontrola	18	13	4	18	54	33	18	42	8

* $P < 0,05$

For 1–6 see Tab. 3

čat vyplývá, že u králíků ve 30 dnech věku jsou hladiny olova v tkáních nižší.

Hodnoty chromu se bez výjimky u všech sledovaných skupin králíků vyznačovaly velmi vysokou variabilitou. V mnoha případech bylo navíc prokázáno mnohem více chromu v tkáních kontrolních skupin. Chrom je kromě svých toxických vlastností významným biogenním prvkem a je o něm známo, že zasahuje do metabolismu kadmia. Stacey a Klaassen (1981) a Stacey *et al.* (1983) uvádějí, že chrom může významně modifikovat toxicitu kadmia. V experimentu autorů Bencko *et al.* (1981) se koncentrace Cr v játrech králíků pohybovaly v rozmezí 0,02–0,40 mg.kg⁻¹, v ledvinách 0,40–0,50 mg.kg⁻¹ a ve svalech 0,20–0,50 mg.kg⁻¹.

Množství Cd vyloučeného králičím mlékem nebylo ovlivněno pokusným zásahem. Údaje pro srovnání obsahu sledovaných prvků v králičím mléce jsme v literatuře nenalezli. Drápal, Valcl *et al.* (1996) uvádějí v syrovém kravském mléce hladinu kadmia v průměru 8 μg.kg⁻¹. Miller (1975) konstatuje, že pouze malá část přijatého Cd přechází do mléka. Množství olova v kravském mléce udávají Drápal, Valcl *et al.* (1996) 72 μg.kg⁻¹. Toto množství odpovídá našim výsledkům. Piskač a Kačmár (1985) uvádějí, že do mléka je za normálních okolností vylučováno jen velmi malé množství olova. Množství Cr v králičím mléce bylo velmi variabilní a samice pokusné skupiny vylučovaly průkazně méně chromu než samice kontrolní ($P < 0,01$). Drápal, Valcl *et al.* (1996) udávají průměrnou hladinu chromu v kravském mléce 34 μg.kg⁻¹. Naše pozorování toto množství mnohonásobně převyšuje.

Z uvedených výsledků je patrné, že změny v koncentracích sledovaných těžkých kovů mezi skupinami nebyly příliš průkazné. Je to nejspíše dáno poměrně nízkými koncentracemi kontaminujících prvků v krmných směsích. Pokusná KKS obsahovala přibližně 20 % limitní dávky kadmia a asi 90 % mezní koncentrace olova (Vyhláška MZ ČR 194/1996). Rovněž rozdíly v hladinách sledovaných rizikových prvků mezi kontaminovanou KKS a přirozeně zatíženou KKS byly poměrně malé. Podle vyhlášky MZ ČR 298/1997 o kontaminujících látkách v potravinách nepřekročily hodnoty kadmia v játrech, ledvinách a v mase králíků ve 125 dnech věku stanovené hygienické limity. Tyto limity nebyly překročeny ani v případě olova a chromu. Lze se tedy domnívat, že úroveň kontaminace půd v uvedeném rozsahu nepředstavuje významné hygienické riziko.

Nelze zpochybnit, že sledované těžké kovy vstupují díky znečištění půd do potravních řetězců. Z toho plynoucí zdravotní a hygienické nebezpečí je však limitováno charakterem a intenzitou kontaminace půdy, propustností jednotlivých článků agrárního ekosystému a skutečnou dávkou těžkých kovů přijatou živočišným organismem. Mazanec (1996) uvádí, že vliv půdy na kontaminaci pěstovaných plodin některým rizikovým prvkem je prokazatelný pouze v případech, kdy jeho obsah mnohonásobně převyšuje povolené koncentrace. Pro případný další výzkum na toto téma bude třeba zjistit limitní množství těžkých kovů v půdě, která budou

po přechodu do potravního řetězce hygienicky a zdravotně závažná.

LITERATURA

- Bencko V., Arbetová D., Skupenová V. (1981): Use of domesticated rabbit tissues for monitoring of environmental pollution by toxic metals (Mn, Pb, Cr, Cd, Ni). *J. Hyg. Epidemiol Immunol.*, 25: 113–120.
- Bencko V., Cikrt M., Lener J. (1995): Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. 2. vyd., Praha, Grada Publishing.
- Cibulka J. *et al.* (1991): Pohyb olova, kadmia a rtuti v biosféře. 1. vyd., Praha, Academia.
- Drápal J., Valcl O. *et al.* (1996): Kontaminace potravních řetězců cizorodými látkami – situace v roce 1995. *Inf. bull. SVS ČR* 1/1996, květen.
- Goyer R. A. (1997): Toxic and essential metal interactions. *Annu. Rev. Nutr.*, 17: 37–50.
- Chowdhury B. A., Chandra R. K. (1987): Biological and health implications of heavy metal and essential trace element interactions. *Progr. Food Nutr. Sci.*, 11: 57–113.
- Královec J., Slavík L. (1997): Přenos olova, kadmia a rtuti v systému půda – rostlina – zvíře. *Rostl. Vyr.*, 43: 257–262.
- Massányi P., Toman R., Uhrín V. (1995): Koncentrácia kadmia vo vybraných orgánoch zvierat. In: *Zemědělství v marginálních podmínkách – Sb. Ref. mezinár. Konf. k 35. výročí založení fakulty, České Budějovice*, 29.–31. 8.
- Mazanec O. (1996): Obsah rizikových prvků v půdě České republiky. *Úroda*, 10: 22–23.
- Miller W. J. (1975): New concepts and developments in metabolism and homeostasis of inorganic elements in dairy cattle. A review. *J. Dairy. Sci.*, 58: 1549–1560.
- Piskač A., Kačmár P. (1985): Veterinární toxikologie. [Učebnice pro posluchače veterinárních vysokých škol.] SZÚ Praha. 256 s.
- Podlešáková E., Němeček J. (1997): Soubor kritérií hodnocení zátěží půd a zemědělských plodin persistentními kontaminanty. In: *Cizorodé látky v zemědělských ekosystémech*. Praha: 3–9.
- Richter R., Římovský K., Hlušek J. (1997): Výrobnost ovesního sledu při různém způsobu hnojení v podmínkách zvýšeného obsahu těžkých kovů v půdě. *Acta Univ. agric. et silvic. Mendelianae Brunensis*, 1: 83–90.
- Ruprich J. *et al.* (1997): Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců. Praha, SZÚ.
- Římovský K. (1997): Organické zemědělství v podmínkách hnojení kejdou se zaměřením na produkci s nižším obsahem škodlivých látek. [Závěrečná zpráva MZE ČR – NAZV, č. 4031.] Brno, MZLU.
- Stacey N. H., Klaassen C. D. (1981): Interaction of metal ions with cadmium-induced cellular toxicity. *J. Toxicol. Environ. Health*, 7: 149–158.
- Stacey N. H., Wong K. L., Klaassen C. D. (1983): Protective effects of chromium on the toxicity of cadmium *in vivo*. *Toxicology*, 28: 147–153.

Vyhláška 194 MZe ČR, Sb. zákonů ČR, částka 58. Vyhláška č. 194/1996.

Vyhláška 298 MZe ČR, Sb. zákonů ČR, částka 99. Vyhláška č. 298/1997.

Zeman L. (1995): Králík – optimalizace. Výpočet KKS.

Zima S. (1987): Studium dynamiky rizikových prvků v ekosystému živočišné výroby ve vztahu k potravinovému řetězci. [Doktorská disertace.] Brno, VŠV. 298 s.

Došlo 15. 9. 1999

Přijato k publikování 18. 1. 2000

Kontaktní adresa:

Ing. Pavel R o u s , Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Ústav morfologie, fyziologie a veterinářství, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: + 420 5 45 13 31 48, e-mail: ros@mendelu.cz

EFFECT OF HEAT-TREATED RAPESEED CAKES IN DAIRY COW DIET ON YIELD, COMPOSITION AND FATTY ACID PATTERN OF MILK

VLIV TEPELNĚ UPRAVENÝCH ŘEPKOVÝCH VÝLISKŮ V KRMNÉ DÁVCE DOJNIC NA MNOŽSTVÍ A SLOŽENÍ MLÉKA A PROFIL MASTNÝCH KYSELIN

T. Komprda¹, R. Dvořák², P. Suchý³, M. Fialová¹, K. Šustová¹

¹ Mendel University of Agriculture and Forestry, Faculty of Agronomy, Brno, Czech Republic

² University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences, Brno, Czech Republic

³ Veterinary Research Institute, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: Sixteen dairy cows (Czech Red-pied × Ayrshire × Red Holstein) received in the first sixty days of lactation the basic diet (maize silage, red clover silage, meadow hay) and the basal concentrate mixture. Subsequently either heat-treated rapeseed cakes (HRC) or soybean meal (SBM) were included in the concentrate mixture at the amount of 35%, and in either case eight dairy cows were fed by turns with both experimental diets within the 60th to 90th, 90th to 120th, and 120th to 150th day of lactation. Milk yield and milk protein yield were not influenced by the feeding of HRC or SBM ($P > 0.05$). However, inclusion of HRC in the production mixture decreased milk fat yield (0.83 and 0.93 kg/day, $P < 0.05$), milk fat content (39 and 43 g/kg of milk, $P < 0.01$), content of total milk protein (34 and 36 g/kg of milk, $P < 0.01$), and casein content (2.6 and 2.8 g/kg of milk, respectively, $P < 0.01$) in comparison with SBM. Palmitic acid content in milk fat of dairy cows receiving the diet with HRC was lower in comparison with SBM milk (27 and 33% of the sum of total fatty acids, respectively, $P < 0.01$), stearic acid content was higher (10.8 and 8.8%, $P < 0.01$) similarly to oleic acid content (31.6 and 23.2%, respectively, $P < 0.01$). The ratio of total content of C16 fatty acids and total content of C18 fatty acids was substantially lower ($P < 0.01$) in the milk of dairy cows fed HRC (0.66) in comparison with SBM milk (1.01). It was concluded that the inclusion of HRC in the dairy cow diet instead of SBM had a favourable effect (from the viewpoint of human nutrition) on the composition of the lipid fraction of milk.

Keywords: dairy cows; rapeseed cakes; milk yield; milk composition; fatty acids

ABSTRAKT: Cílem práce bylo zhodnotit vliv náhrady sójového extrahovaného šrotu tepelně ošetřenými řepkovými výlisky v krmné dávce dojníc na množství a složení mléka a na složení mastných kyselin mléčného tuku. Do pokusu bylo zařazeno 16 dojníc – kříženek plemen České strakaté × Ayrshire × Red Holstein. Dojnice byly v prvních 60 dnech laktace krmeny základní krmnou dávkou na bázi kukuřičné siláže, jetelové siláže a lučního sena a základní produkční směsí složenou z pšenice (29 %), ovsa (12 %), pšeničných otrub (20 %), sójového extrahovaného šrotu (15 %), řepkových výlisků (20 %), soli (1 %) a minerálních doplňků (3 %). Následně byly do produkční směsi zařazeny v množství 35 % buď tepelně ošetřené řepkové výlisky (HRC), nebo sójový extrahovaný šrot (SBM) a vždy osm dojníc bylo střídavě krmeno každou z pokusných krmných dávek v průběhu 60.–90., 90.–120. a 120.–150. dne laktace podle schématu uvedeného v tab. 2. Složení pokusných produkčních směsí je uvedeno v tab. 1. Množství nadojeného mléka a množství mléčných bílkovin nebylo krmným zásahem ovlivněno ($P > 0,05$), zařazení HRC do krmné dávky místo SBM však mělo za následek snížení množství mléčného tuku (0,83, resp. 0,93 kg/den, $P < 0,05$), snížení obsahu mléčného tuku (39, resp. 43 g/kg mléka, $P < 0,01$), snížení obsahu celkových mléčných bílkovin (34, resp. 36 g/kg mléka, $P < 0,01$) i obsahu kazeinu (2,6, resp. 2,8 g/kg mléka, $P < 0,01$). Vliv zařazení HRC, resp. SBM do pokusné krmné dávky dojníc na složení mléka je patrný z tab. 3. Obsah mastných kyselin v mléčném tuku dojníc krmených pokusnou krmnou dávkou s HRC, resp. SBM je porovnán v tab. 4. Mléčný tuk dojníc krmených pokusnou produkční krmnou směsí s HRC měl nižší obsah kyseliny palmitové (27, resp. 33 % sumy všech mastných kyselin, $P < 0,01$), na druhé straně vyšší obsah kyseliny stearové (10,8, resp. 8,8 %, $P < 0,01$) a olejové (31,6, resp. 23,2 %, $P < 0,01$) a tedy podstatně nižší ($P < 0,01$) poměr celkových C16/C18 mastných kyselin (0,66, resp. 1,01).

The experiments were carried out within the research project of Mendel University of Agriculture and Forestry Brno No. MSM 432100001 and were also financially supported by the National Agency for Agricultural Research (Project No. EP 7187).

Závěry práce naznačují, že z hlediska lidské výživy mělo zařazení HRC do krmné dávky dojníc místo SBM příznivý vliv na složení lipidové frakce mléčného tuku.

Klíčová slova: dojnice; řepkové výlisky; složení mléka; mastné kyseliny

INTRODUCTION

It is possible to influence the content of basic components of milk by genetic approaches and dietary approaches. Within the dietary approaches it is necessary to consider – apart from the diet composition – also the stage of lactation, feeding management and health status of the animal (Kennely and Glimm, 1998).

From the basic components of the cow's milk, lactose is most difficult to influence by the diet. It is possible to increase milk protein content by increasing protein content in the diet (Burgess and Nicholson, 1984) or by the decreasing of dietary protein degradability (Robinson *et al.*, 1992).

The main target of the manipulation of milk composition is the milk fat content (protein to fat ratio in milk), and the composition of milk fat (Kennely and Glimm, 1998). From the viewpoint of human nutrition (reduction of the plasmatic cholesterol) it is desirable to increase the content of C18 fatty acids (including stearic acid according to the current state of knowledge) at the expense of myristic (C14 : 0) and palmitic (C16 : 0) acid content.

Milk fat composition can also vary due to economic reasons. Introduction of the 00 cultivar led to the more widespread use of rapeseed in some European countries because rapeseed cakes are cheaper than soya or cereal concentrates, and feeding costs are lower with rapeseed cake (Ammann, 1996). However, rapeseed meal has a lower content of crude protein and energy due to a higher crude fibre content in comparison with soybean meal. Due to the high crude protein degradability of rapeseed meal, only one third of ingested nitrogen reaches the intestine as the absorbable protein. The main objective of the rapeseed meal industry is to reduce nitrogen degradability using a proper heat treatment during oil extraction and feed processing (Daccord, 1996). However, the increase of the protein effective degradability does not necessarily lead to the increase of milk protein content. There is a possibility that the non-protein nitrogen is increased at the expense of the content of casein or whey protein (Khorasani *et al.*, 1991).

Rapeseed (in the form of meal or cakes with varying fat content) became an usual component in the diets for dairy cows in some countries (Jahreis *et al.*, 1996). According to Wiesen *et al.* (1990), the content of milk protein was not influenced by the addition of rapeseed screenings to the dairy cow diet on the pasture. Lawles *et al.* (1998) report a significant decrease of the milk protein concentration when the dairy cow diet was supplemented on pasture by ground full-fat rapeseeds. According to Strzetelski *et al.* (1998) rapeseed supplements in dairy cow diets do not decrease the milk fat concentration.

Fatty acid spectrum of milk fat is considered to be unfavourable from the viewpoint of relatively high content of saturated fatty acids (C14 : 0, C16 : 0) and relatively low ratio of monounsaturated or polyunsaturated fatty acids. Based on the current state of knowledge the effect of stearic acid (C18 : 0) is analogous to that of oleic acid (C18 : 1) regarding the decrease of the plasmatic cholesterol level. The main interest in the dietary manipulation of the fatty acid ratio in the milk fat is therefore to decrease the ratio of C16 : 0 and to increase the ratio of total C18 fatty acids, including C18 : 0 (Kennely and Glimm, 1998).

The spectrum of fatty acids in milk fat is changed by addition of rapeseed to the diet. The content of C18 fatty acids, including unsaturated fatty acids increases (Focant *et al.*, 1998), palmitic acid content (C16 : 0) decreases (Enjalbert *et al.*, 1997).

The objective of the study was to assess the effect of replacing soybean meal by heat-treated rapeseed cakes on milk yield and milk components, including fatty acid profile, in dairy cows.

MATERIAL AND METHODS

Experimental animals, design and diets. Sixteen dairy cows (Czech Red-pied × Ayrshire × Red Holstein) were used in the experiment. The experiment was carried out from April to June 1998 at the dairy co-operative farm Žichlinek, Czech Republic.

Dairy cows were kept individually and fed by the basal diet (maize silage 19 kg, red clover silage 8 kg and meadow hay 2 kg) and a concentrate mixture at the rate of 0.40 kg/l of milk produced above 10 l/day. Within the preliminary period (first sixty days of lactation) the composition of production mixture was as follows (in per cent): wheat (29), oats (12), wheat bran (20), soybean meal (15), rapeseed cakes (12% of fat; 20), feed salt (1), mineral additives (3). As far as the nutrient composition is concerned, this mixture contained 214 g of crude protein, 48 g of fat, 78 g of crude fibre, 86 g of ash and 461 g of nitrogen free extract per 1 kg of fresh matter (dry matter content 88.6%).

At the end of the preliminary period milk samples were taken and subsequently either soybean meal (SBM) or heat-treated rapeseed cakes (HRC) were included in the production feed mixture.

Heat-treated rapeseed cakes contained per one kg of fresh matter (dry matter 90.5%) 265 g of crude protein, 65 g of crude fibre, 137 g of crude fat, 132 g of crude ash and 314 g of nitrogen free extract. Digestibility of these nutrients (determined in a metabolic trial on six steers) was 82, 88, 97, 82 and 93%, respectively.

Table 1. Composition of experimental concentrate mixtures

		Production mixture	
		HRC ¹⁾	SBM ²⁾
Component (%)	wheat	31.1	30.0
	barley	10.0	10.0
	oats	5.0	5.0
	maize	5.0	5.0
	wheat bran	5.0	5.0
	malt sprouts	5.0	5.0
	soybean meal	/	35.0
	rapeseed cakes	35.0	/
	feed salt	1.0	1.0
	ground limestone	2.0	2.0
	MgO	0.3	0.4
	dicalcium phosphate	/	1.0
	premix of biofactors	0.6	0.6
total	100.0	100.0	
Nutrient (g/kg of fresh matter)	crude protein	188.2	240.1
	crude fibre	46.2	54.8
	crude ash	102.0	80.4
	crude fat	74.9	13.1
	nitrogen free extractives	475.4	484.9
	dry matter (%)	88.7	87.3
Fatty acid (% of the sum of total fatty acids)	C14 : 0	0.57	0.68
	C16 : 0	8.03	13.22
	C16 : 1n7	0.62	0.52
	C18 : 0	2.06	2.96
	C18 : 1n9	40.55	20.95
	C18 : 2n6	35.62	47.04
	C18 : 3n3	9.77	12.40
	C20 : 0	0.44	0.30
	C22 : 0	0.26	0.17
	C22 : 2n6	0.01	0.06
	C22 : 5n3	0.02	0.02
	C22 : 6n3	0.03	0.03
	C24 : 0	0.14	0.20

¹⁾ heat-treated rapeseed cakes

²⁾ soybean meal

Content of protein digestible in the intestine (PDI) and net energy of lactation (NEL) of HRC was determined according to Komprda *et al.* (1996). PDI was calculated based on crude protein effective degradability and intestinal

digestibility of the rumen undegradable protein. Dry matter disappearance was determined by the *in situ* method in two cows of Czech Red-pied breed.

Ingredients of HRC and SBM production mixtures and their nutrient composition, including fatty acid pattern are presented in Table 1. Eight dairy cows were fed thirty days in parallel with the SBM and HRC mixture, respectively, following the scheme shown in Table 2. Three experimental periods were altogether covered: 60th to 90th, 90th to 120th, and 120th to 150th day of lactation. The average live weight of dairy cows at the end of the preliminary period was 640 kg. The average live weight within the group of dairy cows fed by the SBM and HRC

Table 2. The scheme of feeding the diets containing experimental concentrate mixtures

Group of dairy cows	Day of lactation		
	60th–90th	90th–120th	120th–150th
1	HRC	SBM	HRC
2	SBM	HRC	SBM

mixture was 90th day of lactation 646 kg and 655 kg, 120th day of lactation 665 kg and 658 kg, and 150th day of lactation 676 kg and 678 kg, respectively.

At the end of each period milk samples were taken. An average milk sample from each dairy cow was taken during milking at the amount of 1 l. Samples were cooled to the temperature 4 °C, and protein and fat content was determined the same day after transport to the laboratory. Samples of the extracted milk fat were stored at -20 °C in dark powder bottles until successive analyses of fatty acids. Altogether 24 milk samples were obtained after the experimental SBM and HRC intervention, respectively.

Rapeseed cakes treatment. Untreated rapeseed cakes had the following nutrient content: crude protein 288, crude fibre 88, crude fat 143, nitrogen free extract 340 and ash 55 g/kg of the fresh matter (dry matter 91.4%). These rapeseed cakes were treated using the combination of heat, pressure, chemical substances (citric acid, calcium hydroxide) and water. Details of the procedure are protected by the "Certificate on the registration of the utility pattern No. 6297, Feed for farm animals based on rapeseed" of the Office for the Industrial Property, Prague, Czech Republic.

Determination of milk proteins content. Total protein, casein and whey protein were determined spectrophotometrically using the Pro-Milk apparatus (Foss Elektrik, Denmark). Spectrophotometric determination of urea nitrogen was carried out at the wavelength 420 nm after the reaction with p-dimethylaminobenzaldehyde (Gajdušek *et al.*, 1996).

Determination of milk fat and fatty acid content. Milk was centrifuged at 2500 rev/min and fat was consequently extracted seven hours by diethylether under the reflux. 70–80mg aliquot of extracted milk fat was saponified 30 minutes in the water bath at 60–70 °C with 6 ml of the methanolic solution of KOH (1 mol/l). The saponifiable part was reesterified by heating for further fifteen minutes after the addition of 10 ml of methanol (saturated with 14% HCl). Fatty acid methyl esters (FAMES) were

extracted in a separation funnel by H₂O/hexane mixture. The extract was dried by the addition of anhydrous Na₂SO₄ and evaporated on a rotary vacuum evaporator at 60 °C. The residue was dissolved in 1 ml of hexane and injected (2 µl) on the column. FAMES were separated using a gas chromatograph HP 4890 (Hewlett-Packard) with capillary column Omegawax TM250 30 m × 0.25 mm × 0.25 µm. Temperature range was from 60 °C to 240 °C with the temperature increase 30 °C/min. Injector and detector temperature was 280 °C and 300 °C, respectively. FAMES were detected with the flame ionization detector, identified according to the retention times using standards from C4 : 0 to C22 : 6 (Sigma), and confirmed using mass spectroscopy. The content of individual fatty acids was calculated as a per cent of the sum of all detected fatty acids.

Statistical evaluation. The effects of the inclusion of SBM or HRC in the diet on yield of milk, milk fat and milk protein, on content of milk components, and on the fatty acid pattern in milk fat were tested by the one-way classification of the variance ratio test using the UNISTAT package.

RESULTS

Crude protein effective degradability of HRC was 45.7%, intestinal digestibility of the rumen undegradable protein was 83.0%. Content of PDI and NEL per one kg of fresh matter was 189 g and 6.70 MJ, respectively.

The average consumption of production feed mixture based on SBM or HRC (mean of all three experimental periods) was 4.65 and 4.46 kg per day, respectively.

Yields. The average daily milk yield was 21.48 kg/day and 21.97 kg/day in dairy cows fed by the diet with heat-treated rapeseed cakes and with soybean meal, respectively. The differences were not significant ($P > 0.05$). Also insignificant ($P > 0.05$) were the differences between HRC and SBM in the yield of total protein (0.72 and

Table 3. Effect of feeding the concentrate mixture with heat-treated rapeseed cakes (HRC) or soybean meal (SBM) on milk constituents. One-way classification of the variance ratio test, $n = 24$

Milk component	Mean ± standard error of the mean		F-value
	HRC	SBM	
Fat (%)	3.90 ± 0.11	4.28 ± 0.09	14.90 **
Total protein (%)	3.41 ± 0.04	3.62 ± 0.03	12.32 **
Whey protein (%)	0.77 ± 0.01	0.86 ± 0.01	6.98 **
Casein (%)	2.65 ± 0.03	2.77 ± 0.01	4.85 *
Urea nitrogen (mg/100 ml)	28.6 ± 1.14	31.4 ± 1.57	1.09
Lactose ¹⁾ (%)	4.88 ± 0.04	4.87 ± 0.04	0.06
Ca ²⁾ (%)	1.19 ± 0.01	1.21 ± 0.01	0.09

¹⁾ determined polarimetrically

²⁾ determined by the complexometric titration

* differences significant at $P < 0.05$

** differences significant at $P < 0.01$

0.77 kg/day), and lactose (1.05 and 1.07 kg/day, respectively). However, dairy cows receiving HRC produced less ($P < 0.05$) of milk fat (0.83 kg/day) in comparison with dairy cows fed with SBM (0.93/day).

Milk composition. The effect of the diet composition on the content of milk constituents is apparent from Table 3. Milk of dairy cows fed by a production mixture with HRC had lower ($P < 0.01$) content of total protein in comparison with milk produced using a production mixture with SBM: 3.41% and 3.62%, respectively. HRC milk had both lower content ($P < 0.05$) of casein (2.65%) and lower

content ($P < 0.01$) of whey protein (0.77%). Dairy cows receiving HRC also tended ($P > 0.05$) to produce milk with lower content of urea nitrogen.

Neither lactose content (determined polarimetrically) nor calcium content (determined by the complexometric titration) in milk were influenced by the inclusion of HRC instead of SBM in the diet. Inclusion of heat-treated rapeseed cakes in the production mixture resulted in the decrease ($P < 0.01$) of milk fat content in comparison with SBM: 3.90% and 4.28%, respectively.

Table 4. Fatty acid pattern in milk fat of dairy cows fed with the diet containing heat-treated rapeseed cakes (HRC) or soybean meal (SBM). One-way classification of the variance ratio test; $n = 24$; % of the sum of total fatty acids

Trait	Mean \pm standard error of the mean		F-value
	HRC	SBM	
C4 : 0	2.43 \pm 0.05	2.43 \pm 0.06	11.0*
C6 : 0	0.94 \pm 0.05	1.07 \pm 0.06	5.6*
C8 : 0	0.93 \pm 0.04	1.12 \pm 0.04	8.6*
C10 : 0	2.74 \pm 0.09	3.54 \pm 0.11	16.6**
C12 : 0	3.39 \pm 0.10	4.61 \pm 0.14	26.7**
C14 : 0	11.79 \pm 0.16	13.88 \pm 0.15	39.5**
C16 : 0	26.71 \pm 0.39	33.07 \pm 0.43	64.3**
C18 : 0	10.79 \pm 0.31	8.81 \pm 0.22	14.3**
Sum of SFA ¹⁾	59.72 \pm 0.53	67.90 \pm 0.51	63.0**
C14 : 1	0.85 \pm 0.07	1.03 \pm 0.07	3.3
C16 : 1	1.41 \pm 0.06	1.61 \pm 0.05	4.1*
C18 : 1	31.56 \pm 0.43	23.21 \pm 0.40	70.0**
C20 : 1	0.28 \pm 0.01	0.20 \pm 0.01	22.3**
Sum of MUFA ²⁾	34.10 \pm 0.47	26.05 \pm 0.50	56.9**
C18 : 2n6	4.64 \pm 0.09	3.86 \pm 0.10	18.6**
C18 : 3n6	0.05 \pm 0.00	0.06 \pm 0.00	5.5*
C20 : 2n6	0.10 \pm 0.01	0.22 \pm 0.01	8.8*
C20 : 4n6	0.11 \pm 0.01	0.13 \pm 0.01	2.4
C22 : 4n6	0.03 \pm 0.00	0.04 \pm 0.00	13.6**
C22 : 5n6	0.01 \pm 0.00	0.01 \pm 0.00	3.7
PUFAn6	5.03 \pm 0.08	4.32 \pm 0.10	14.7**
C18 : 3n3	0.93 \pm 0.03	0.89 \pm 0.03	0.8
C20 : 3n3	0.02 \pm 0.00	0.02 \pm 0.00	1.2
C20 : 5n3	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	0.1
C22 : 5n3	0.14 \pm 0.01	0.15 \pm 0.01	1.4
C22 : 6n3	0.03 \pm 0.00	0.03 \pm 0.00	2.0
PUFAn3	1.15 \pm 0.03	1.12 \pm 0.02	1.2
Sum of PUFA ³⁾	6.18 \pm 0.10	5.44 \pm 0.12	11.2**
PUFAn6/n3	4.37 \pm 0.12	3.86 \pm 0.08	7.3*
PUFA/SFA	0.10 \pm 0.01	0.08 \pm 0.00	18.8**
PUFA/MUFA	0.18 \pm 0.00	0.21 \pm 0.00	14.5**
MUFA/SFA	0.57 \pm 0.01	0.38 \pm 0.01	56.0**
C16/C18	0.66 \pm 0.02	1.08 \pm 0.01	75.6**

¹⁾ saturated fatty acids

²⁾ monounsaturated fatty acids

³⁾ polyunsaturated fatty acids

* differences are significant at $P < 0.05$

** differences are significant at $P < 0.01$

Fatty acid profile. The fatty acid pattern in milk fat of dairy cows fed by the experimental diets (mixture with HRC and SBM, respectively) is presented in Table 4. Saturated fatty acids in milk of dairy cows fed with the HRC-diet (59.7% of the sum of total fatty acids) were substantially lower ($P < 0.01$) than of those fed with the SBM-diet (67.9%). The lower ($P < 0.01$) palmitic acid content in HRC milk contributed substantially to this difference: 26.7% and 33.1% in HRC and SBM milk, respectively. On the other hand, stearic acid (C18 : 0) content was higher ($P < 0.01$) in HRC milk.

Conversely, monounsaturated fatty acid content in the HRC milk was substantially higher ($P < 0.01$) in comparison with SBM milk, 34.1% and 26.1% of the sum of total fatty acids, respectively. This was mainly due to the higher ($P < 0.01$) content of oleic acid in the HRC milk (31.6% and 23.1%, respectively).

The ratio of the total content of C16 fatty acids to the total content of C18 fatty acids was substantially lower ($P < 0.01$) in milk of dairy cows fed with HRC in comparison with SBM milk: 0.66 and 1.01, respectively.

Linoleic acid (C18 : 2n6) and total PUFA6 in milk of cows receiving HRC were significantly higher ($P < 0.01$) than those in milk of cows fed with SBM, while α -linolenic acid (C18 : 3n3) and total PUFA3 were almost the same ($P > 0.05$) in both groups. Total PUFA content in HRC milk (6.2%) was higher ($P < 0.01$) in comparison with SBM milk (5.4%). However, the PUFA6/PUFA3 ratio in HRC milk was higher ($P < 0.01$), and therefore less favourable from the viewpoint of human nutrition.

DISCUSSION

Yield of milk and milk components. The tendency to a lower yield of milk in dairy cows fed with HRC in comparison with dairy cows fed with SBM is not confirmed by literature data regarding feeds based on rapeseed. Emanuelson *et al.* (1993) reported a higher milk yield of dairy cows receiving rapeseed meal or full-fat rapeseed in comparison with other protein or fat supplements, among other things with SBM. Michalčová and Benczová (1995) found the increase of the milk yield when grain concentrate was replaced by rapeseed cakes in the diet. Also Jahreis *et al.* (1996) reported a higher milk yield when rapeseed cake (produced by the cold extraction of rapeseed oil) was used in the supplement in comparison with the supplement without this component. These authors explained that the increase in milk yield of cows receiving rapeseed was due to a higher concentrate and fat intake. However, in the present study the concentrate intake did not differ between production mixtures based on rapeseed and soybean, respectively, and the total fat content in the production mixture with heat-treated rapeseed cakes was substantially higher in comparison with mixture based on SBM: 7.5% and 1.3%, respectively. Similarly to our results, Tesfá *et al.* (1995) did not find any differences in the milk yield between pasture grazed dairy

cows supplemented with rapeseed meal and other cereal byproduct-based concentrates.

The fact that the yield of milk protein was not influenced by the type of supplement in the present study confirms the data of Michalčová and Benczová (1995) or Tymchuk *et al.* (1998). Contrary to these results Emanuelson *et al.* (1993) reported an increase of the yield of total protein in milk when rapeseed meal and full-fat rapeseed were used in the diet instead of SBM.

A lower yield of milk fat of dairy cows receiving the diet with heat-treated rapeseed cakes in the present experiments is in accordance with the data of Michalčová and Benczová (1995).

Milk composition. According to Kennely and Glimm (1998), the per cent of milk protein increased with the increase of the content of dietary protein. Lower content of milk protein (34 g/kg of milk) in HRC milk in comparison with SBM milk (36 g/kg) in the present study is also possible to explain partially by the above mentioned mechanism. Crude protein content was 188 g/kg in the production mixture with HRC and 240 g/kg in the mixture with SBM (Table 3). Also according to Mustafa *et al.* (1997), diets based on canola meal produced milk with a lower protein content in comparison with the diets based on SBM. Tymchuk *et al.* (1998) report that inclusion of heat-treated canola seed at the amount of 5% of dry matter of the diet did not influence milk protein content. Wiesen *et al.* (1990) presented similar results regarding pelleted rapeseed screenings given at the amount of 0 to 14% of the diet dry matter. Also Munger (1996) did not find any differences in milk composition when a protein concentrate with rapeseed meal, soybean meal or sunflower oilmeal, respectively, was used in the diet.

Content of fat in milk is influenced – as far as the diet composition is concerned – mainly by dietary fibre (Kennely and Glimm, 1998) and by dietary fat (Jahreis *et al.*, 1995). With the higher content of fibre in the diet more acetate is produced in the rumen at the expense of propionate, and milk fat concentration increases as a consequence. Fibre content in the production mixture with rapeseed cakes and soybean meal was 46 g/kg and 55 g/kg of the fresh matter, respectively, in the present experiment (the basic forage mixture being the same in both cases). Consequently fat content in HRC and SBM milk was 39 g/kg and 43 g/kg of milk, respectively (the difference significant at $P < 0.01$).

From a higher concentration of dietary fat, which is given in a non-protected form and has a high ratio of unsaturated fatty acids, follows the restriction of the growth of rumen microorganisms and therefore the restriction of the acetate production (Jahreis *et al.*, 1996). It is generally accepted that the maximal fat content in the dairy cow diet should not exceed 5% of dry matter (Pajtáš *et al.*, 1975). This was fulfilled not only in the diet with SBM mixture (3.12% of dry matter) but also in the diet with HRC concentrate mixture (4.57% of dry matter). Therefore, despite the fact that crude fat content in HRC mixture alone (7.5%; Table 1) was substantially higher in comparison

with SBM mixture (1.3%), the decrease in milk fat of dairy cows fed with the diet containing rapeseed was not likely caused by the fat content of the diet in the present experiment. According to Jahreis *et al.* (1996), the milk composition was significantly influenced by the diet containing 400 g of rapeseed oil, but not by the diet with 200 g of rapeseed oil. The daily intake of rapeseed cakes was 1 560 g per day in the present study which corresponds to 213 g of rapeseed oil per day. Therefore, rather than a negative effect of rapeseed oil, we suppose a combined action of other factors on the decrease of fat content in milk in the present experiment.

When oil is pressed using the cold way, it is also possible to expect negative effects of rapeseed cakes on the health status of dairy cows (Kalač and Mika, 1997). However, this was not the case in the present experiment. Rapeseed cakes were treated by heat, pressure and chemical substances and this treatment lowered the content of glucosinolates from 19.5 $\mu\text{mol/g}$ of fat-free matter in untreated rapeseed cakes to $< 2 \mu\text{mol/g}$.

Fatty acid spectrum in milk fat. The decrease in palmitic acid (C16 : 0) ratio, the increase in the ratio of total C18 fatty acids, and therefore the decrease of the C16/C18 ratio in milk fat of dairy cows receiving the diet containing rapeseed in comparison with the diet with soybean (Table 4), is in accordance with all literature data regarding the use of rapeseed in the diet for dairy cows. Jahreis *et al.* (1996) found the decrease in lauric, myristic and palmitic acid, with the consequent increase in stearic and oleic acid of butter from dairy cows on the diet containing full-fat rapeseed or oil-rich rapeseed cake. The decrease of palmitic acid ratio and the significant increase of oleic acid ratio in milk fat of dairy cows fed with the diet with rapeseed cake confirms the data of Jahreis *et al.* (1995). According to Emanuelson *et al.* (1993), content of C18 : 0 and C18 : 1 increased and content of C16 : 0 decreased in milk fat of dairy cows receiving rapeseed oil meal or heat-treated and crusted full-fat rapeseed in comparison with tallow.

Wiesen *et al.* (1990) found the increase of the content of oleic acid and linoleic acid in milk when pelleted rapeseed screenings (content of C18 : 1 52% and C18 : 2 24%) were fed, in comparison with the control diet. In the present experiment, we have found the increase ($P < 0.01$) of the content of C18 : 1 and C18 : 2n6 in milk fat of dairy cows receiving heat-treated rapeseed cakes (31.6 and 4.6% of the sum of total fatty acids) in comparison with the diet with SBM (23.2 and 3.9%, respectively).

CONCLUSIONS

Rapeseed meal became a frequently used alternative to soybean meal as the diet component for dairy cows. It is possible to achieve a more favourable (from the viewpoint of human nutrition) composition of fat in the milk of dairy cows fed by production mixtures based on rapeseed in comparison with soybean. That means lower content of

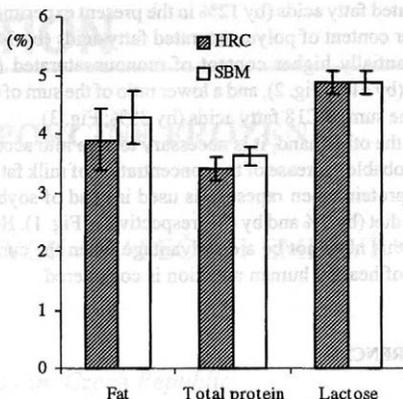


Fig. 1. Constituents of milk produced using heat-treated rapeseed cakes (HRC) or soybean meal (SBM); mean and standard deviation

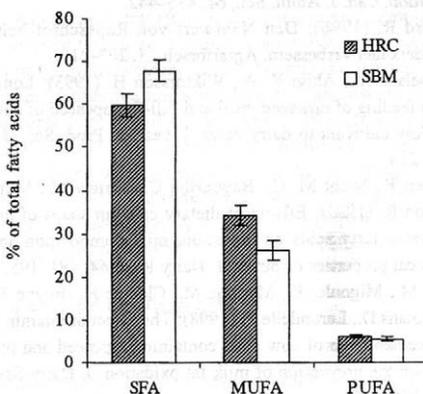


Fig. 2. Saturated (SFA), monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (PUFA) fatty acids in milk produced using heat-treated rapeseed cakes (HRC) or soybean meal (SBM); mean and standard deviation

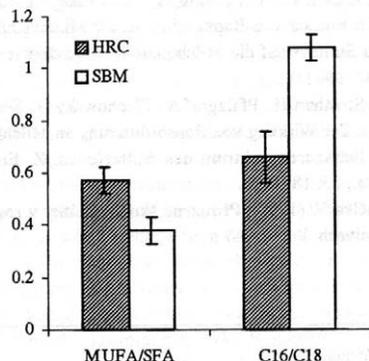


Fig. 3. Monounsaturated/saturated (MUFA/SFA) and C16/C18 fatty acids ratio in milk fat produced using heat-treated rapeseed cakes (HRC) or soybean meal (SBM); mean and standard deviation

saturated fatty acids (by 12% in the present experiment), higher content of polyunsaturated fatty acids (by 14%), substantially higher content of monounsaturated fatty acids (by 31%; Fig. 2), and a lower ratio of the sum of C16 and the sum of C18 fatty acids (by 39%; Fig. 3).

On the other hand, it is necessary to take into account the probable decrease of the concentration of milk fat and milk protein when rapeseed is used instead of soybean in the diet (by 9% and by 6%, respectively; Fig. 1). However, this need not be a disadvantage when the current trend of healthy human nutrition is considered.

REFERENCES

- Ammann H. (1996): Wirtschaftlichkeit des Rapsschrotes als Futtermittel. *Agrarforsch.*, 3: 200–203.
- Burgess P. L., Nicholson J. W. G. (1984): Protein levels in grass silage-based total mixed rations for dairy cows in mid-lactation. *Can. J. Anim. Sci.*, 64: 435–442.
- Daccord R. (1996): Den Nährwert von Rapsschrot beim Wiederkauer verbessern. *Agrarforsch.*, 3: 207–210.
- Emanuelson M., Ahlin K. A., Wiktorsson H. (1993): Long-term feeding of rapeseed meal and full-fat rapeseed of double low cultivars to dairy cows. *Livestock Prod. Sci.*, 33: 199–214.
- Enjalbert F., Nicot M. C., Bayourthe C., Vernay M., Moncoulon R. (1997): Effects of dietary calcium soaps of unsaturated fatty acids on digestion, milk composition and physical properties of butter. *J. Dairy Res.*, 64: 181–195.
- Focant M., Mignolet E., Marique M., Clabots F., Breyne T., Dalemans D., Larondelle Y. (1998): The effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. *J. Dairy Sci.*, 81: 1095–1101.
- Gajdůšek S., Jelínek P., Hampl A. (1996): Somatic cell counts in goat milk and their relation to milk composition and properties. *Živoč. Vyr.*, 41: 25–31.
- Herland P. J. (1996): Heat treated rapeseed meal for dairy cows. *Fett-Lipid*, 98: 246–249.
- Jahreis G., Richter G. H., Hartung H., Flachowsky G., Lübke F. (1995): Einsatz von Rapskuchen in der Milchviehfütterung und Einfluss auf die Milchqualität. *Wirtschaftseigene Futter*, 41: 99–114.
- Jahreis G., Steinhart H., Pfalzgraf A., Flachowsky G., Schöne F. (1996): Zur Wirkung von Rapsölfütterung an Milchkühe auf das Fettsäurespektrum des Butterfettes. *Z. Ernährungswiss.*, 35: 185–190.
- Kalač P., Míka V. (1997): Pflizené škodlivé látky v rostlinných krmivech. Praha. 317 s.
- Kennely J. J., Glimm D. R. (1998): The biological potential to alter the composition of milk. *Can. J. Anim. Sci.*, 78 (Suppl.): 23–56.
- Khorasani G. R., Robinson P. H., deBoer G., Kennely J. J. (1991): Influence of canola fat on yield, fat percentage, fatty acid profile, and nitrogen fractions in Holstein milk. *J. Dairy Sci.*, 74: 1904–1911.
- Komprda T., Homolka P., Harazim J. (1996): Influence of chemical, enzymatic and phytogetic ensiling preparations on digestibility, degradability and PDI and NEL content of lucerne and red clover. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 61: 325–334.
- Lawless F., Murphy J. J., Harrington D., Devery R., Stanton C. (1998): Elevation of conjugated cis-9,trans-11-octadecadienoic acid in bovine milk because of dietary supplementation. *J. Dairy Sci.*, 81: 3259–3267.
- Michalcová A., Benczová E. (1995): The influence of rapeseed cake on milk composition and milk yield. *Acta Zootech.*, 50: 75–78.
- Munger A. (1996): Rapsextraktionsschrot in der Milchviehfütterung. *Agrarforsch.*, 3: 211–214.
- Mustafa A. F., Christensen D. A., McKinnon J. J. (1997): The effect of feeding high fiber canola meal on total tract digestibility and milk production. *Can. J. Anim. Sci.*, 77: 133–140.
- Pajtáš M., Sommer A., Sýkora V. (1975): Der Einfluss von Futtermischungen mit Zusatz von tierischen Fett auf die Menge und Zusammensetzung der Milch. *Arch. Tierernähr.*, 25: 157–163.
- Robinson P. H., Charmley E., McQueen R. E. (1992): Protein supplementation of high protein alfalfa silage fed to lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.*, 72: 831–841.
- Strzetelski J. A., Kowalczyk J., Krawczyk K., Stasiniewicz T., Lipiarska E. (1998): Evening primrose (*Oenothera paradoxa*) oil cake or ground rape seed supplement to diets for dairy cows. *J. Anim. Feed Sci.*, 7: 365–375.
- Tesfa A. T., Virkajarvi P., Tuori M., Syrjala-Qvist L. (1995): Effects of supplementary concentrate composition on milk yield, milk composition and pasture utilization of rotationally grazed dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 56: 143–154.
- Tymchuk S. M., Khorasani G. R., Kennely J. J. (1998): Effect of feeding formaldehyde- and heat-treated oil seed on milk yield and milk composition. *Can. J. Anim. Sci.*, 78: 693–700.
- Wiesen B., Kincaid R. L., Hillers J. K., Harrison J. H. (1990): The use of rapeseed screenings in diets for lactating cows and subsequent effects on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.*, 73: 3555–3562.

Received for publication on October 18, 1999
Accepted for publication on January 18, 2000

Contact Address:

MVDr. Ing. Tomáš Komprda, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Agronomická fakulta, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 32 61, fax: 05/45 21 20 44, e-mail: komprda@mendelu.cz

SHORT COMMUNICATION

NON-SURGICAL TRANSFER OF PORCINE FROZEN EMBRYOS

NECHIRURGICKÝ PŘENOS ZMRAZENÝCH PRASEČÍCH EMBRYÍ

J. Říha, J. Vejnár

Research Institute for Cattle Breeding, s. r. o., Rapotín, Czech Republic

ABSTRACT: Preliminary evaluation of realized experimental laparoscopic and non-surgical transfers of porcine fresh and vitrified embryos was the principal objective of this study. Methodical principles of the laparoscopic transfer and embryo vitrification have been specified in previous studies (Říha *et al.*, 1996, 1997a, b). Embryos were recovered *post mortem* from superovulated donors. An insemination probe was used for non-surgical transfers. A silicone catheter completed with a syringe containing culture medium (3 ml approx.) was drawn through the probe. Recipients were synchronized either by feeding Regumate and by application of PMSG and HCG (gilts) or by piglet weaning (sows, 1st and 2nd parities). Recipients showing symptoms of standing reflex at the time of the donor insemination were used for laparoscopic and non-surgical transfers. Five recipients were pregnant after 10 laparoscopic transfers of fresh embryos: 39 piglets were born in total, 37 piglets were born alive, 34 ones were weaned. Seven inseminated recipients were pregnant after 13 laparoscopic transfers of vitrified embryos: 4 recipients gave birth to piglets produced by insemination only, the remaining sows gave birth to 5, 9, and 10 piglets resp. produced by transfer of vitrified embryos. Three recipients were pregnant after 4 non-surgical transfers of fresh embryos. One recipient was pregnant after 2 non-surgical transfers of vitrified embryos. This sow gave birth (pregnancy period: 117 days) to 6 piglets. All the piglets were weaned.

Keywords: pig; embryo; cryopreservation; non-surgical transfer; laparoscopic transfer; piglet

ABSTRAKT: Metoda přenosu embryí je dnes běžně používaným postupem v reprodukci a šlechtění u skotu, ovcí a koz. U prasat je její používání spojeno s obtížemi plynoucími z fyziologických a morfologických odlišností ve funkci a stavbě reprodukčních orgánů a z odlišností v samotných embryích a v jejich požadavcích na kvalitu prostředí. Obtíže s kryokonzervací a dlouhodobým uchováváním embryí prasat, s vývojovým potenciálem embryí po vitifikaci a úspěšnosti po laparoskopickém přenosu čerstvých a vitrifikovaných embryí jsme popsali v našich dřívějších pracích (Říha *et al.*, 1996, 1997a, b). I přes pozitivní výsledky je zřejmé, že kryokonzervace embryí u prasat představuje i nadále velmi náročný problém. Přenos embryí je nejčastěji prováděn chirurgickou, laparotomickou cestou, popř. méně invazní laparoskopickou metodou, kterou souhrnně popisuje Oberfranc (1994) a kterou jsme použili v citovaných pracích s poměrně dobrými výsledky. Úspěšnost prvních chirurgických přenosů čerstvých embryí se vyznačovala velmi nízkým zabřezáváním příjemkyň a velmi nízkým počtem selat ve vrzích (Gordon, 1997). V současné době je po chirurgickém přenosu tří- až sedmidenních embryí dosahováno až 75% zabřezávání. Úspěšnost významně ovlivňuje trauma endometria a krvácení. Sims a First (1987) nedosáhli porodu selat po nechirurgickém přenosu. Teprve Reichenbach *et al.* (1993), Galvin *et al.* (1994), Modl (1994), Hazeleger *et al.* (1995a, b) a Wallenhorst a Holtz (1995) použili „úspěšně“ nechirurgický transcervikální přenos čerstvých embryí prasat. Li *et al.* (1995) a Gordon (1997) popisují nezbytnou konstrukci přenosového katetru. Přes některé dílčí úspěchy považuje většina citovaných autorů rozpracování komplexní metody přenosu embryí u prasat za výzkumnou fázi. Poněkud optimisticky hodnotí budoucnost přenosu embryí u prasat Cameron a van der Lende (1998). Cílem práce bylo vyhodnotit zatím provedené experimenty laparoskopického a nechirurgického přenosu čerstvých a vitrifikovaných embryí prasat. Postup laparoskopického přenosu a vitrifikace embryí byl popsán v našich předchozích pracích (Říha *et al.*, 1996, 1997a, b). Embrya byla získána *post mortem* od superovulovaných dárců. K nechirurgickému přenosu jsme použili inseminační sondu, kterou jsme provlékli silikonový, přiměřeně rigidní katetr zakončený na druhé straně injekční stříkačkou s cca 3 ml kultivačního média. Recipientky byly synchronizovány buď zkrmováním přípravku Regumate a ošetřením preparáty PMSG a HCG (prasníčky), nebo odstavením selat bez dalšího ošetření (prasnice na I. a II. vrhu). Pro ET laparosko-

Research was supported by the Ministry of Agriculture (Project NAZV No. 7157) and by the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic (Project No. ME 212).

picky nebo nechirurgicky byly použity šestý den cyklu recipientky, které vykazaly reflex nehybnosti v čase inseminace dárkyň. Po 10 laparoskopických ET čerstvých embryí zabřezlo pět prasnic, které porodily celkem 39 selat, z toho 37 živě, a odstaveno bylo 34 selat. Po 13 laparoskopických ET vitrifikovaných embryí inseminovaným recipientkám zabřezlo sedm prasnic, z toho čtyři prasnice porodily pouze vlastní selata, u dalších bylo 5, 9 a 10 selat fenotypicky prokazatelně pocházejících z přenesených vitrifikovaných embryí. Ze čtyř provedených nechirurgických ET čerstvých embryí zabřezly tři příjemkyně a po dvou nechirurgických ET vitrifikovaných embryí zabřezla jedna příjemkyně, která po 117 dnech březosti porodila šest selat, jež byla odstavena.

Klíčová slova: prase; embryo; zmrazování; nechirurgický přenos; laparoskopický přenos; sele

Introduction

Nowadays embryo transfer is applied routinely in reproduction process and selection schemes in cattle, sheep, and goats.

Application of this progressive method in pigs is associated with numerous problems resulting from specific physiological and morphological functions and the specific build of porcine reproductive organs and from characteristics of porcine embryos.

In most cases, the surgical method is used for embryo recovery – total anesthesia induced with barbiturates or with halothane, laparotomy at *linea alba* (back position). The mentioned procedure cannot be realized under practical conditions. Methodical principles for the surgical embryo recovery published by Hancock, Hovell (1962) and Dzuik *et al.* (1964) have been modified – Oberfranc *et al.* (1992), Oberfranc (1994), Niemann (1995), Říha *et al.* (1997a) and others. In embryos recovered on Day 6 after insemination the recovery rate amounts to 80–90%. Length and structure of the cervix and of the uterine horns complicate development and ensuing application of the non-surgical method. Hazeleger *et al.* (1989) shortened uterine horns to 20 cm approx. Embryos were recovered from 4 sows. These sows were not, however, utilizable in the normal routine reproductive system. In general, porcine embryos for experimentation are recovered *post mortem*.

Problems associated with cryopreservation and long-term storage of porcine embryos, developmental competency of vitrified embryos, and success of laparoscopic transfers of fresh and vitrified embryos were published and discussed in papers by Říha *et al.* (1996, 1997a, b). In spite of positive and favourable results numerous problems still characterize cryopreservation of porcine embryos.

Embryos are transferred predominantly by surgical methods – the laparotomic one or the laparoscopic one (less invasive procedure). The latter method described by Oberfranc (1994) has been applied in our experiments mentioned above. The first surgical transfers of fresh embryos were characterized by a very low and variable pregnancy rate and by very small litter size. These results were summarized by Gordon (1997).

With regard to the mentioned problems ET has been applied only in U.S. clinical experimentation and in curative programs. Nowadays, approx. 75% pregnancy rate

characterizes surgical transfers of 3–7-day embryos (Day 0 = day of the 1st insemination). This rate is reduced significantly in embryos transferred on Day 8 and Day 9. Embryos are transferred in a small pipette into the lumen of the uterine horn incised slightly at the utero-tubal junction. Trauma of endometrium and haemorrhage affect significantly the success of transfers. Říha *et al.* (1997a, b) mention relatively favourable pregnancy rate and litter size in the case of fresh and vitrified embryos transferred by the laparoscopic procedure.

Similarly like in sheep and goats, surgical procedures of embryo recovery and embryo transfer are the limiting factors reducing development and commercial utilization of ET in the swine production sector. Very low success rate (3%) was mentioned in the case of the non-surgical transfer of porcine embryos (Polge and Day, 1968).

The anatomical structure of the cervix and the small orifice of the cervical channel complicate penetration of the catheter into the lumen. Sims and First (1987) used a non-surgical method without any success. Reichenbach *et al.* (1993), Galvin *et al.* (1994), Modl (1994), Hazeleger *et al.* (1995a, b), Wallenhorst and Holtz (1995) used successfully non-surgical methods for transcervical transfers of fresh porcine embryos. Li *et al.* (1995), Gordon (1997) mentioned the necessary construction of the catheter. Formation of the complex method for ET is still considered as an experimental phase of the ET program in spite of some achievements. Cameron and van der Lende (1998) presented a more successful non-surgical procedure for transfer of fresh porcine embryos. Preliminary evaluation of realized experiments is the principal objective of this study.

Material and Methods

Procedures of embryo recovery, cultivation, morphological classification, vitrification, thawing, and laparoscopic transfer were specified completely in our previous studies (Říha *et al.*, 1996, 1997a, b). The non-surgical intubation (transfer) was made with an A.I. probe – a silicone (adequately rigid) catheter completed with a syringe containing culture medium (3 ml approx.) was drawn through the probe. Regumate fed according to the regimen specified by Říha *et al.* (1997a, b) and application of PMSG and HCG (dosage and time schedule – see the

above mentioned references) were used for synchronization of recipients – gilts. Weaning of piglets was used for synchronization of recipients–sows. Recipients showing the standing reflex at the time of the donor insemination were used for ET. Sows of different colour were used as donors and recipients.

Result and Discussion

Laparoscopic transfer of fresh embryos

In total, 10 laparoscopic transfers of fresh embryos recovered *post mortem* on Day 6 after estrus and 1st insemination into recipients–sows synchronized by weaning (1st and 2nd parity) – were made. Five sows were pregnant (50%) – in total, 94 embryos were transferred to the pregnant recipients. In total, 39 piglets (42% of the transferred embryos) were born (8, 11, 7, 7, 6 in individual recipients), 37 piglets (39% of the transferred embryos, 95% of born piglets) were born alive (8, 10, 7, 6, 6), 34 piglets (36% of the transferred embryos, 85% of born piglets, and 92% of piglets born alive) were weaned (8, 10, 7, 5, 4 in individual recipients) (Table 1).

Gordon (1997) mentions a higher pregnancy rate (75%) in the case of surgical transfers. As compared to small ruminants, the laparoscopic procedure in swine is com-

pllicated by the recipient body weight and by different characteristics of the uterine wall and musculature. Therefore, bibliographic references approaching application of the laparoscopic ET in swine are less numerous. The above mentioned rates are, however, substantially higher than those found by Řiha *et al.* (1997b) in less numerous sets of recipients (10–50%). Natality and weaning rates are comparable to the rates found by Gordon (1997) in the case of fresh embryos transferred surgically.

Laparoscopic transfer of vitrified embryos

In total, 13 laparoscopic transfers of vitrified embryos (method specified by Řiha *et al.*, 1996, 1997a, b) to the recipients–sows inseminated by a phenotypically different (different colour) boar during estrus following weaning – were made. Seven recipients (54%) were pregnant, 4 sows gave birth to own piglets (produced by insemination) only. In total 37 piglets were born, 35 piglets were born alive, 35 piglets were weaned. One sow gave birth to 10 piglets – 5 of them were produced by insemination, five piglets were born after transfer of 12 vitrified embryos. All the piglets were weaned. The second and the third recipient gave birth to 9 and 10 piglets resp. produced by ET of 16 and 11 vitrified embryos resp. In total, three recipients were pregnant after ET of 39 vitrified embryos,

Table 1. Transfer of porcine embryos – summarized results

Type of transfer	n	Pregnancy rate		Transferred embryos ¹⁾ n	Born piglets		
		n	%		total n %	alive n %	weaned n %
Laparoscopic							
– fresh embryos	10	5	50	94	39	37	34
– non-inseminated recipients				94	42	39	36 ^{a)} 87 ^{b)} 92 ^{c)}
– vitrified embryos							
– inseminated recipients total	13	7	54				
– piglets produced by insemination only		4			37	35	35
						95	95 ^{b)} 100 ^{c)}
– piglets produced by ET		3		39	24	24	24
					62	62	62 ^{a)} 100 ^{b)} 100 ^{c)}
Non-surgical							
– fresh embryos	4	3	75	41	24 ^{d)}	unclassified	
– non-inseminated recipients					59		
– vitrified embryos	2	1	50	11	6	6	6
– non-inseminated recipients					55	55	55 ^{a)} 100 ^{b)} 100 ^{c)}

Note: 1) embryos transferred to the pregnant recipients

a) rate of the total number of transferred embryos (%)

b) rate of the total number of born piglets (%)

c) rate of the total number of piglets born alive (%)

d) viable embryos

24 piglets were born alive and weaned, embryo survival rate amounted to 62% – Table 1. Our previous paper mentioned the birth of first piglets produced by ET of cryopreserved embryos. Cryopreservation of porcine embryos is characterized by numerous problems (Niemann, 1995, Gordon, 1997, our previous studies). The mentioned experiment can be, therefore, classified as a very successful one.

Non-surgical transfer of fresh embryos – intubation with an A.I. probe

Four non-surgical transfers of fresh embryos to gilts (age: 8 months) synchronized with Regumate (15 days) and 500 I.U. PMSG (Sergon, Bioveta Ivanovice on Haná) and 300 I.U. HCG (Werfacher, Austria) were made. Pregnancy was diagnosed in two gilts on Day 28 after estrus. Four and 10 viable embryos (of 10 and 12 transferred embryos resp.) were found in gilts slaughtered on Day 30. A sow (2nd parity) was synchronized by weaning – 19 embryos were transferred non-surgically to this recipient. Pregnancy was diagnosed by a sonographic control on Day 26. Abortion of 10 piglets terminated this pregnancy at the end of the 2nd month. Non-surgical transfers did not include sedation of recipients. Results of this experiment are relatively favourable as compared to the data published in the above mentioned references (Table 1).

Non-surgical transfer of vitrified embryos – intubation with an A.I. probe

Two transfers of vitrified embryos were realized. Transfer of 19 embryos to a gilt synchronized with Regumate and hormonal preparations mentioned above was not successful. Transfer of 11 thawed embryos (expanded blastocysts) to a sow synchronized by weaning (1st parity) was successful (Table 1). The sow gave birth to 6 piglets born alive, all the piglets were weaned. The available references do not mention any similar success, so it can be classified as the 1st successful non-surgical transfer of cryopreserved porcine embryos. In spite of indisputable significance of these experimental results it is evident that studies of porcine ET realized until now characterize the phase of the fundamental research.

REFERENCES

- Cameron R., van der Lende (1998): Optimism over embryos. *Fig Int.*, 28: 10–27.
- Dzuik P. J., Polge G., Rowson L. E. A. (1964): Intrauterine migration and mixing of embryos in swine following egg transfer. *J. Anim. Sci.*, 23: 37–42.
- Galvin J. M., Killian D. B., Stewart A. N. V. (1994): A procedure for successful nonsurgical embryo transfer in swine. *Theriogenology*, 41: 1279–1289.
- Gordon I. (1997): *Controlled Reproduction in Pigs*. CAB International. 247 pp.
- Hancock J. L., Hovell G. J. R. (1962): Egg transfer in the sow. *J. Reprod. Fertil.*, 4: 195–201.
- Hazeleger W., Jenneskens P., Kemp B. (1995a): Non-surgical transfer of porcine blastocysts. *Theriogenology*, 43: 232.
- Hazeleger W., Peeters I., Kemp B. (1995b): Asynchronous non-surgical transfer of porcine blastocysts. In: *Proc. 11th Meeting European Embryo Transfer Association*, Hannover: 188.
- Hazeleger W., Mellen J., van der Lende T. (1989): A method for transcervical embryo collection in the pig. *Theriogenology*, 32: 727–734.
- Li J., Rieke A., Day B. N. (1995): Technical breakthrough in non-surgical porcine embryo transfer. *Biol. Reprod.*, 52 (Suppl. 1): 127.
- Modl J. (1994): *Investigations on oestrus synchronization, superovulation, embryo freezing and non-surgical embryo transfer in pigs*. [Thesis.] Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany. 128 pp.
- Niemann H. (1995): In: Lauria A. (ed.): *Proc. 30th Symp. Reproduction and Animal Breeding: Advances and Strategy*, Milano (Italy), 11–13. 9.
- Oberfranc M. (1994): *Optimalizácia metód získavania a prenosu včasných embryí pri tvorbe transgénnych ošipaných*. [PhD Dissertace.] Nitra. Výsk. ústav živočíšnej výroby.
- Oberfranc M., Grafenau E., Kubovičová E., Pivko J., Antalová H., Laurinčík J. (1992): Využitie Evertasu P – zink-metalloburu v procese synchronizácie a superovulácie ošipaných. *Ved. Práce VÚŽV Nitra*, 25: 39–46.
- Polge C., Day B. N. (1968): Pregnancy following non-surgical egg transfer in pigs. *Vet. Rec.*, 82: 712.
- Reichenbach H. D., Modl J., Brem G. (1993): Piglets born after transcervical transfer of embryos into recipient gilts. *Vet. Rec.*, 133: 36–39.
- Říha J., Kaňka J., Vejnar J. (1996): Vitřifikace embryí prasat a autoradiografická kontrola syntézy RNA. *Živoč. Vyr.*, 41: 297–305.
- Říha J., Vejnar J., Čunát L., Čefovský J. (1997a): Přenos vitřifikovaných embryí prasat. *Živoč. Vyr.*, 42: 59–62.
- Říha J., Čunát L., Čefovský J., Vejnar J., Horký F. (1997b): Laparoskopický přenos čerstvých embryí. *Živoč. Vyr.*, 42: 311–314.
- Sims M. M., First N. L. (1987): Nonsurgical embryo transfer in swine. *J. Anim. Sci.*, 65: 386.
- Wallenhorst S., Holtz W. (1995): Transfer of pig embryos to different uterine sites. In: *11e Réunion A.E.T.E.*, Hannover: 256.

Received for publication on February 24, 2000

Accepted for publication on March 20, 2000

Contact Address:

Doc. Ing. Jan Říha, CSc., Výzkumný ústav pro chov skotu, s. r. o., Rapotín, Výzkumníků 267, 788 13 Vikýřovice, Česká republika, tel.: + 420 649 21 41 01, fax: + 420 649 21 57 02, e-mail: vuchs_rapotin@ova.pvtmet.cz

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the subject and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise basic numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The section **References** should preferably contain reviewed periodicals. The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

Detailed instructions to authors are published in No. 1 of this volume.

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nesmí přesáhnout 15 strojopisných stran včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována, a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostatcích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

Podrobné pokyny pro autory jsou uveřejněny v čísle 1 tohoto ročníku.

CONTENTS

Physiology and Reproduction

Strapák P., Vavrišínová K., Candrák J., Bulla J.: Calving ease and birth weight of calves of Slovak Simmental cows (in Slovak)	293
Buchová B., Gráčík P., Flak P., Poltársky J., Hetényi L.: The effect of live weight of piglets at birth on their development until weaning (in Slovak)	301
Misař D., Jiskrová I., Somerlíková K.: The effect of course surface quality on development of speed in some French flat races (in Czech)	309
Řezáč P., Pöschl M., Havlíček Z.: Relationship of plasma oestradiol-17 β and cholesterol levels to eggshell strength in laying hens (in English)	313
Rous P., Jelínek P.: The effect of increased soil contamination with heavy metals on their content in some rabbit tissues (in Czech)	319

Nutrition and Feeding

Komprda T., Dvořák R., Suchý P., Fialová M., Šustová K.: Effect of heat-treated rapeseed cakes in dairy cow diet on yield, composition and fatty acid pattern of milk (in English)	325
--	-----

SHORT COMMUNICATION

Říha J., Vejnar J.: Non-surgical transfer of porcine frozen embryos (in English)	333
--	-----

OBSAH

Fyziologie a reprodukce

Strapák P., Vavrišínová K., Candrák J., Bulla J.: Hodnotenie priebehu pôrodov a hmotnosti narodených teliat dojníc slovenského strakatého plemena	293
Buchová B., Gráčík P., Flak P., Poltársky J., Hetényi L.: Vplyv živej hmotnosti prasiat pri narodení na ich vývin do odstavu	301
Misař D., Jiskrová I., Somerlíková K.: Vliv stavu dráhy na vývoj rychlosti ve vybraných francouzských rovinových dostizích	309
Řezáč P., Pöschl M., Havlíček Z.: Vztah hladiny 17 β -estradiolu a cholesterolu v krevní plazmě k pevnosti skořápky nosnic	313
Rous P., Jelínek P.: Vliv zvýšené zátěže půdy těžkými kovy na jejich obsah ve vybraných tkáních králíka	319

Výživa a krmení

Komprda T., Dvořák R., Suchý P., Fialová M., Šustová K.: Vliv tepelně upravených řepkových výlisků v krmné dávce dojníc na množství a složení mléka a profil mastných kyselin	325
---	-----

KRÁTKÉ SDĚLENÍ

Říha J., Vejnar J.: Nechirurgický přenos zmrazených prasečích embryí	333
--	-----