

Vědecký výbor výživy zvířat

Vliv systému ustájení a výživy na kvalitu masa a vajec drůbeže

Prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.

Praha, červen 2007



Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

Přátelství 815, Praha - Uhřetěves,

PSČ: 104 01, www.vuzv.cz

	Strana
1. Úvod	3
2. Systémy ustájení slepic nosného typu.....	4
2.1. Klecové systémy	5
2.2. Alternativní systémy.....	7
3. Welfare a výživa slepic	10
4. Užítkovost a kvalita vajec v různých systémech ustájení.....	15
4. 1. Užítkovost slepic v různých systémech ustájení.....	16
4.2. Vliv ustájení na kvalitu vajec.....	20
5. Vliv ustájení na kvalitu masa.....	27
6. Vlastní sledování vlivu systému ustájení na užítkovost a kvalitu vajec	31
7. Závěr.....	38
8. Seznam použité literatury.....	39

1. Úvod

Systémy ustájení drůbeže prošly v posledním století velkými změnami. Na počátku minulého století byla drůbež chována v malých hejnech ve výbězích, obvykle s jinými druhy hospodářských zvířat. Se začátkem specializace chovů se zvýšila průměrná velikost hejna a především slepice byly chovány na podestýlce s přístupem do výběhu. V důsledku větších koncentrací zvířat se také objevila parazitární onemocnění, která zhoršovala zdravotní stav zvířat, proto byly následně vytvářeny roštové podlahy, které měly oddělit slepice od trusu a tím minimalizovat přenos parazitárních nemocí. Nevýhodou těchto systémů byl výskyt ozobávání a kanibalismu popřípadě hysterie.

V průběhu 30. let minulého století byly v USA vyvinuty první klece pro slepice, které byly dřevěné s drátěnou roštovou podlahou. Krmení, napájení, sběr vajec a odklíz trusu byly ruční. Na začátku 40. let se klece dostaly i do Evropy a byly již drátěné. Konstrukce příliš neodpovídala požadavkům zvířat a velice často docházelo ke zranění až úhynu slepic. Naproti tomu se výrazně zlepšila hygiena chovu, parazitární nemoci téměř vymizely a významně se redukovalo ozobávání a kanibalismus, snížil se i výskyt zranění a úhynu. V průběhu let se změnila konstrukce tak, aby lépe vyhovovala požadavkům slepic a ztráty byly minimalizovány.

Ve 40. letech v chovu slepic převažoval chov na podestýlce, kdy se slepice z výběhových chovů přesunuly pouze do hal. Podestýlka byla často kombinována s drátěnými roštovými podlahami. Během 50. a 60. let se slepice postupně přemístily do klecových systémů. Původně byly klece individuální, ale na začátku 50. let se staly populární klece pro 2 slepice v krátké době následované skupinovými klecemi. Tento trend pokračoval v 60. a 70. letech. V tomto období se prohlubovaly znalosti o potřebě zvířat a podmínky v halách byly optimalizovány, což vedlo ke zvyšování počtu etáží v klecích a koncentrace zvířat. V rámci zlepšování ekonomiky chovu se začaly používat řízené světelné režimy v bezokenních halách, zlepšila se tepelná izolace hal a systémy větrání, což umožnilo další zvyšování koncentrací. Tato optimalizace podmínek pokračuje dodnes při využívání automatizace řídicích systémů.

V době, kdy se klecové systémy staly běžnými, rozšířila se variabilita typů klecí, zvyšovala se mechanizace krmení, napájení, sběru vajec a odklizu trusu. V současné době se slepice nosného typu na produkci konzumních vajec chovají především v klecích (cca 90% produkce v Evropě a USA). V souvislosti se zvyšujícím se povědomím, že slepice v běžných klecových systémech jsou omezovány v přirozených projevech chování se v některých

oblastech zvýšil zájem laické veřejnosti o podmínky chovu slepic v klecích a další pokračování chovu v těchto systémech. Požadavky veřejnosti na změnu chovu slepic v běžných klecích se v Evropské unii promítly do směrnice EK 74/1999, která byla zařazena i do předpisů pro chov slepic jednotlivých členských zemí. Dle této směrnice bude zakázán chov slepic v konvenčních klecích od 1. 1. 2012. Pokud budou slepice chovány v klecích, tak v klecích obohacených o snášková hnízda, hřady, popeliště a zařízení na obrušování drápů. Současně vyvstává potřeba vytváření i tzv. alternativních systémů ustájení, které jsou ke zvířatům šetrnější a umožňují plné rozvinutí přirozeného repertoáru chování slepic.

Diskuse o welfare zvířat, zejména kritika konvenčních klecí způsobila rozvoj ověřování dalších systémů ustájení, zejména obohacených klecí. Vývoj různých systémů ustájení je spojen především se zvyšováním užitkovosti a welfare slepic. Problémem zůstávají vyšší náklady na produkci především v alternativních systémech (Tabulka 1).

Tabulka 1 Náklady na produkci při různém systému ustájení (Hunton, 2004)

Systém ustájení	Koncentrace	Náklad (%)
Konvenční klece	550 cm ²	100
Obohacené klece	600 cm ²	108 – 110
Obohacené klece	750 cm ²	110 – 112
Aviary	12 – 18 /m ²	112 – 115
Aviary	9/ m ²	116 – 118
Výběhový chov	100 / ha	140

2. Systémy ustájení slepic nosného typu

Chov drůbeže se ve vyspělých zemích realizuje převážně v intenzivních podmínkách. Z hlediska ustájení se v řadě zemí uplatňuje tzv. welfare, který respektuje životní pohodu zvířat a vychází z přirozeného druhového chování zvířat. V souvislosti s ustájením drůbeže se aktivizují různé skupiny ochránců zvířat, kteří vyžadují, aby se v chovech zajišťovaly „optimální podmínky“. Tyto požadavky jsou v chovu nosnic legalizovány Směrnicí Rady Evropské Unie 1999/74EC, která stanoví minimální standardy pro ochranu nosnic. Dá se říci,

že tato rozhodnutí jsou spíše politická, protože nerespektují základní faktor, tj., že domestikací divokých zvířat, která se pak dlouhodobě šlechtila, se podstatně ovlivnily jejich vlastnosti a návyky. Rovněž není možné objektivně posoudit jaké kombinace různých negativních podmínek, kterým jsou zvířata v průběhu chovu vystavována, jsou pro ně větší nebo menší zátěží. Je samozřejmé, že ani jeden ze současných ani výhledově uvažovaných systémů ustájení nesplňuje a ani nemůže splňovat všechny podmínky, které si pro dosažení „pohody zvířat“ vymyslel člověk. Proto je třeba při posuzování systémů ustájení hledat určité kompromisy, které budou přijatelné jak pro zvíře, tak i pro chovatele.

Na počátku 80. let se v Evropě projevil zvýšený zájem o welfare slepic nosného typu. Přesto, že chov slepic v klecích je ekonomicky nejvýhodnější, začaly se v Evropě v souvislosti s welfare diskutovat i jiné systémy ustájení. Konvenční klece byly zakázány ve Švýcarsku v roce 1991, ve Švédsku jsou povolené za předpokladu že byl doplněn hřad, snáškové hnízdo a podestýlka, přesto se zde stavy slepic snížily o 10%. V roce 1999 vešlo v Evropě v platnost nařízení EK 74/99, kdy konvenční klece v členských zemích nesmějí být uváděny do provozu od roku 2003 a v roce 2012 budou zakázány. Od roku 2012 budou povoleny pouze klece s 750 cm² podlahové plochy na slepici, snáškovým hnízdem, podestýlkou, hřadem a obrušováním drápů. V SRN byl chov v konvenčních klecích zakázán od roku 2007, v současné době alternativní systémy v EU představují pouze 20%. Rakousko má v alternativních systémech 30%, Irsko 20% (Jenderal et al., 2004).

V USA v tomto směru se o podobných předpisech neuvažuje, ale některé firmy mají požadavky na farmy od kterých odebírají vejce, aby pro slepice v klecích byl prostor v kleci min. 464 cm². Do roku 2008 bude v USA možné chovat slepice v kleci při 432 cm², v Kanadě byl od roku 2003 zvýšen minimální prostor na slepici na 484 cm² podlahové plochy (Farrant 2004).

2.1. Klecové systémy

Chov slepic v klecích je v současné době ekonomicky nejvýhodnější systém ustájení. Předností je vysoká výroba vajec z m² podlahové plochy, vysoká produktivita práce, lepší zdravotní stav slepic, vyšší hmotnost vajec. Určitým nedostatkem je vyšší výskyt vajec s porušenou skořápkou. V klecových systémech je produkováno nízké procento znečištěných vajec s malou bakteriální kontaminací skořáčky a nemožnost příjmu trusu s rezidui

metabolizmu výměny látkové a zajištění čerstvosti všech sebraných vajec – slepice nemohou nikam zanášet. Udržují jejich kvalitu na standardní úrovni. V důsledku vysokého stupně automatizace a hustot osazení haly, dobrého využití krmiva bez výkyvů ve snášce a nízkého úhynu jsou výrobní náklady na jedno vejce ve srovnání s ostatními systémy chovu nejnižší. Při vysokém počtu A vajec se jedná o systém zajišťující při stejných prodejních cenách vajec nejvyšší rentabilitu jejich výroby (Košar et al., 2004).

Klece se rozdělují na obohacené a neobohacené. Neobohacené klece mají krmítko, napáječky, odkliz trusu a sběr vajec. V zemích EU se nesmějí dle směrnice EK používat od 1.1. 2012, v ČR od stejného data s výjimkou vybraných podniků, které mají přechodné období do r. 2017. Obohacené klece mají kromě krmení, napájení, odklizu výkalů a sběru vajec také snáškové hnízdo, popeliště, zařízení na obrušování drápů a další.

2.1.1. Konvenční klece

Konvenční klece pro slepice nosného typu jsou obvykle malé, sestavené z bodově svařovaného pletiva. Jsou vybavené pouze krmítkem, napáječkami, systémem sběru vajec a odklizu trusu. Slepícím poskytují malý prostor, ve kterém mohou projevit pouze omezené možnosti přirozeného repertoáru chování. Díky velkému zájmu laické veřejnosti se prostor klece v posledních letech zvýšil. V rámci EU, kde platí směrnice 74/1999 EK je na slepici 550 cm² podlahové plochy, v řadě evropských zemí 600 – 700 cm². Naproti tomu v USA je to kolem 450 cm² a v řadě případů i 350 cm². Takto stísněný prostor sice umožňuje lepší ekonomiku produkce, ale pro zvířata je omezující ve všech životních projevech, zvyšuje riziko zranění a oděru peří. Předpisy pro neobohacené klecové systémy dále stanovují od 1.1. 2003 10 cm délky krmítka, z klece musí být přístupné 2 kapátkové nebo kalíškové napáječky. Sklon podlahy klecí nesmí být větší než 14%. Dále 65% plochy klece musí mít výšku minimálně 40 cm a v žádném místě nesmí klesnout pod 35 cm. Do budoucna je tedy nutno počítat s tím, že pokud budeme chtít slepice chovat v klecích, bude nutné v chovu využívat obohacené klecové systémy. Hlavní výhodou klecí jsou nízké náklady na produkci, vysoký stupeň mechanizace, dobrá kontrola zdravotního stavu a kvalita vajec (Tauson, 2005).

2.1.2. Obohacené klece

Obohacené klece se začaly budovat po přijetí směrnice 74/1999 EK s cílem spojit výhody konvenčních klecí a současně poskytnout slepicím možnost přirozeného druhového chování. Součástí obohacených klecí jsou hřady, snášková hnízda, popeliště a zařízení na obrušování drápů. V kleci je větší prostor, 750 cm² na slepici s využitelným prostorem minimálně 600 cm². Zbytek připadá na snáškové hnízdo a popeliště. V současné době je využití obohacených klecí předmětem rozsáhlého výzkumu. Klec nemá mít menší plochu než 2000 cm², výška klece má být minimálně 45 cm. Sklon podlahy nemá přesáhnout 14% a na jednu slepici má být krmný prostor minimálně 12 cm. Při napájení kapátkovými nebo kalíškovými napáječkami musí mít každá nosnice v dosahu nejméně 2 napáječky. Součástí těchto klecí mají být zařízení, která umožňují obrušování drápů, hřady v délce 15 cm na slepici.

Typů obohacených klecí je poměrně velké množství, ale na druhou stranu jsou malé zkušenosti jak velké a pro kolik slepic by klece měly být. Appleby et al. (2002) uvádějí, že v Německu jsou využívány klece pro skupiny o 60 kusech, zatímco v UK a Švédsku jsou klece konstruovány pro 6 – 10 slepic. Ukazuje se, že malé skupiny jsou vhodné jak z hlediska užitečnosti, tak i z pohledu welfare. Pokud jsou obohacené klece dobře konstruovány a jsou v nich chovány menší skupiny sklenic, pak je možné dosáhnout podobné užitečnosti jako u konvenčních klecí (Tauson, 2005). Na druhou stranu můžeme právě v obohacených klecích zaznamenat velké rozdíly v užitečnosti mezi modely (Wall a Tauson, 2002).

2.2. Alternativní systémy

Termín alternativní ustájení je spojen se směrnicí EK 74/1999 a zahrnuje všechny systémy mimo klecí. Některé alternativní systémy byly využívány ještě před zavedením klecí a jsou považovány za méně intenzivní. Některé intenzivnější alternativní systémy byly vyvinuty v průběhu posledních 25 let, zejména aviary. Také alternativní způsoby ustájení mají poskytovat zvířatům vhodné podmínky a pro přirozené chování zvířat by měly zahrnovat snášková hnízda, podestýlku, hřady a odpovídající krmítka a napáječky. Požadavky, které by měly alternativní systémy splňovat jsou rovněž uvedeny ve směrnici 74/1999 EK.

Alternativní systémy ustájení slepic respektují volný pohyb nosnic, umožňují popelení, běhání a létání. Zajišťují možnosti hrabání, hřadování, snášky vajec v hnízdech, dostatek krmného a napájecího prostoru. Na druhou stranu jsou nosnice více stresovány sociálním složením hejna, přístupem ke krmivu, vodě.

Dle ochránců zvířat je nejvhodnější způsob chovu slepic výběhový s velikostí skupin 200 - 2000 kusů. Při těchto systémech ustájení se zapomíná na to, že slepice vznikly z kura bankivského, který žije v asijských džunglích v sociálních skupinách sestávajících z 6 slepic a 1 kohouta. V chovu ve velkých skupinách je slepice schopna poznat pouze několik svých druhů, se kterými vytváří sociální skupiny. Při volném pohybu dochází k neustálému narušování složení těchto skupin a je jednou z příčin kanibalismu. Dále dochází ke zvýšení počtu zevních i vnitřních parazitů, zvýšení počtu onemocnění zažívacího a dýchacího aparátu. V tomto systému je nejhorší kvalita vajec, vejce mají znečištěnou skořápku (53% proti 11% v kleci), možnost většího výskytu reziduí z prostředků na odčervení a léčení, vyšší nebezpečí přenosu salmonelozy a koli-infekcí.

Ve srovnání s klecovými systémy je nižší snáška, vyšší spotřeba krmiva, vyšší úhyn. Tyto systémy vyžadují větší chovatelské zkušenosti. Náklady na produkci 1 vejce jsou v alternativních chovech o 30 - 40% vyšší v porovnání s klecemi.

Pro alternativní chovy slepic jsou v Evropské unii stanoveny požadavky, které se mají splňovat již od 1.1. 2002. Hustota osazení nesmí přesáhnout 9 ks na m² podlahové plochy, při použití řetězových krmítek musí na 1 slepici připadat krmný prostor minimálně 10 cm a u talířových krmítek minimálně 4 cm. Na 1 kapátkovou nebo kalíškovou napáječku může připadat maximálně 10 nosnic. Snáškové hnízdo se počítá minimálně pro 7 slepic. V hale musí být hřady, 15 cm na slepici, se vzdáleností řad 20 cm.

2.2.1. Aviary

Aviary byly vyvinuty v 70. letech minulého století ve Velké Británii jako systém vycházející z klecí, ale umožňující slepicím volný pohyb. V tomto způsobu ustájení bylo zabudováno několik etáží s krmením a napájením propojených žebříky, snášková hnízda a na podlaze byla podestýlka. Umístění krmítek a napáječek v několika úrovních umožnilo udržovat koncentraci slepic mezi 15 – 20 kusy na m² v závislosti na počtu etáží. Tato zařízení umožňují nosnicím pohybovat se v celém prostoru haly, a to i mezi různými patry a systémy ustájení (jsou maximálně čtyři). V jednotlivých patrech jsou umístěna krmná a napájecí zařízení, snášková hnízda a zařízení na odstraňování trusu.

Výzkum spojený s tímto systémem ustájení byl realizován především v Nizozemsku v 80. letech a vedl ke sjednocení konstrukce (Ehlhardt et al., 1989, Blokhuis a Metz, 1995). V tomto systému mají slepice přístup na podestýlku ze 3 etáží s drátěnou podlahou. Krmítka jsou umístěna ve 2 spodních patrech, napáječky ve všech třech. Hřady jsou umístěny přes horní etáž. Pod každou drátěnou etáží je umístěn nekonečný pás na odkliz trusu. Snášková hnízda jsou mezi jednotlivými řadami. Koncentrace v tomto systému dosahuje 20 ks/m² podlahové plochy. Současně s výzkumem v Nizozemsku probíhalo ověřování aviarů také v Německu (Niekerk a Ehlhardt, 1995), ve Švýcarsku (Oester, 1989) a Švédsku (Abrahamsson a Tauson, 1995). Podle současných požadavků má v aviarech být 18 ks/m² podlahové plochy haly, tj. pod 9 ks/m² v každé etáži (směrnice 74/1999 EK).

2.2.2. Ustájení na podestýlce

Ustájení na podestýlce je tradičním způsobem chovu slepic, na kterém je v současné době povoleno umístit 7 ks/m² podlahové plochy (směrnice 74/1999 EK). Tato nízká koncentrace způsobuje problémy s vytvořením optimálních podmínek prostředí, zejména v zimě, kdy je velmi obtížné udržet požadovanou teplotu, což vyžaduje používat vytápění. Hřady jsou v hale rovnoměrně rozmístěné, aby nedocházelo ke koncentraci trusu v některých částech. Snášková hnízda jsou obvykle podél stěn haly, popřípadě uprostřed. Podestýlkový systém bez hřadů nesmí být používán v EU od roku 2006. Ustájení na podestýlce poskytuje zvířatům dostatečný prostor pro projev celé šíře repertoáru chování. Je zde poměrně snadná kontrola zdravotního stavu a pokud se podaří snížit počet vajec snesených mimo snáškové hnízdo pod 1% zlepšuje se i kvalita vajec (Tauson, 2005).

2.2.3. Výběhové systémy

Výběhové systémy umožňují přístup slepicím mimo halu a dovolují projevit celý repertoár chování. V hale jsou umístěna krmítka, napáječky a snášková hnízda, současně haly poskytují i úkryt. Ve výběhu je třeba zajistit úkryty a ochranu proti slunci a také vlastní výběh, ve kterém by nemělo docházet k přenosu parazitů. Oplocení by mělo zajišťovat ochranu proti predátorům. Výběhové chovy jsou z alternativních systémů ustájení nejnáročnější. Jsou zde vysoké investiční náklady, nízká snáška, vyšší spotřeba krmiva, horší hygienické podmínky. Koncentrace do sedmi ks na m² podlahové plochy. Vybavení haly je stejné jako při ustájení slepic na podestýlce. V případě, že se daří udržet dobrou čistotu

vaječné skořápky, zvyšuje se ve vaječném obsahu podíl reziduí po léčivech z látek obsažených v trusu, i zvýšené množství těžkých kovů, které ulpěly na povrchu zelených rostlin, jenž nosnice konzumují. Náklady na výrobu vajec jsou nejvyšší ze všech dříve uvedených systémů chovu (Košář et al., 2004). Zhoršený zdravotní stav a zhoršení pohody nosnic v důsledku zvýšených stresů při neustálém obnovování sociálních vztahů je obdobné jako při jejich chovu na podestýlce nebo ve voliérách. Riziko výskytu kanibalismu se u tohoto systému chovu ještě zvětšuje zejména při intenzivním slunečním osvětlení. Výrazně se zvyšuje riziko výskytu infekčních a parazitárních onemocnění v důsledku zatrudění výběhu exkrementy nosnic i volně žijících ptáků. Výběhy se velmi obtížně čistí a desinfikují. (Košář et al., 2004).

Specifikou výběhových chovů jsou tzv. „wintergarden“, ve kterých je omezený výběh navazující na halu. Tento výběh je krytý. Výhodou jsou lepší podmínky pro slepice v porovnání s klasickým výběhovým systémem (Tauson, 2005).

3. Welfare a výživa slepic

Výživa slepic byla donedávna zaměřena především na dosažení maximální produkce nebo nejnižších nákladů. V současné době je nezbytné sestavovat krmné směsi nejen podle užitkovosti, ale i podle způsobu ustájení a zdravotního stavu. V řadě případů jsou ve výživě slepic specifické požadavky na krmné směsi bez živočišných bílkovin nebo syntetických látek. Velký význam byl kladen na základní složení vajec a kvalitu skořápky, nyní je snaha produkovat vejce jako tzv. funkční potraviny.

Složení krmných směsí může být rovněž ovlivněno požadavky spotřebitelů, aby se nepoužívaly určité komponenty jako například krmiva živočišného původu, syntetické aminokyseliny či GMO komponenty. To může způsobit nižší využití genetického potenciálu slepic. Hadorn et al. (2000) zjistili vyšší úhyn slepic při vyřazení syntetických aminokyselin z krmných směsí pro slepice. Vyšší úhyn byl pravděpodobně způsobem nedostatkem methioninu, který je významný v imunitním systému slepice. Nedostatek sirných aminokyselin v krmivu rovněž způsobuje nedostatečné opeření slepic především na konci snášky (Rao et al., 2003).

Obsah energie v krmné směsi ovlivňuje cenu vajec. Potřeba energie závisí na snášce a chování slepic. MacLeod a Jewitt (1985) uvádějí, že změna chování související se snesením vejce zvyšuje produkci tepla asi o 60%, příjem krmiva o 25%. Podobný vliv má i chůze (Kampen, 1976). Slepice chované v kleci mění svoje chování přibližně 15 min před snesením vejce, což představuje potřebu energie asi 0,6%. Slepice ustájené v alternativních systémech projevují přednáškovou aktivitu až 1 h před snesením vejce a to je spojené s vyšší potřebou energie (MacLeod et al., 1982). Naopak v době klidu, tzn. v noci, je produkce tepla u slepice o 25% nižší než za světla (MacLeod et al., 1988). Při prodloužení tmy o 1 h je možné snížit produkci tepla asi o 1%. Znamená to, že podle aktivity slepic je možné odhadnout rozdíly v potřebě energie v závislosti na systému ustájení. V současné době však žádné normy potřeby živin neuvádějí požadavky v závislosti na systému ustájení.

Ve výběhových chovech je velkým problémem tepelný stres. Vysoká snáška je provázena vysokou produkcí tepla a potřebou odvodu tohoto tepla, což je problematické při vysokých teplotách. Při vysokých teplotách je nezbytné změnit výživu slepic. Pozitivně působí především doplněk vitamínů, vitamin E působí příznivě na snášku (Bollengier-Lee, 1999), vitamin A zlepšuje imunitu a snášku (Lin et al., 2002) a vitamin C snižuje tepelný stres (Kutlu a Forbes, 1993).

Chov slepic je rovněž spojen i s nadměrným vylučováním dusíku, které souvisí především s jeho vysokým příjmem. Meluzzi et al. (2001) uvádějí, že nejvhodnější způsob snížení produkce dusíku trusem je sestavovat krmné směsi na základě ideálního proteinu. Nižší obsah dusíku v trusu zlepšuje kvalitu podestýlky a redukuje koncentraci čpavku v halách a jeho uvolňování do ovzduší. Vyšší exkrece dusíku může být i při zkrmování cereálních krmných směsí, které nejsou vybalancované syntetickým aminokyselinami (Hadorn et al., 2000). Potřeba aminokyselin ovlivňuje spotřebu krmiva, protože při sebemenším nedostatku některé aminokyseliny v krmné směsi roste spotřeba krmiva. Výrazná imbalance aminokyselin způsobuje snížení spotřeby krmiva. Produkci vajec ovlivňuje i obsah limitujících aminokyselin. Koncentrace první limitující aminokyseliny v krmivu má vliv nejen na počet, ale i na hmotnost vajec. Mezi první limitující aminokyseliny u slepic nosného typu patří methionin, respektive sирné aminokyseliny, dále lysin popřípadě tryptofan. Současně je nezbytné sledovat i vztahy mezi jednotlivými aminokyselinami (Al-Saffar a Rose, 2002).

Obsah živin v krmných směsích ovlivňuje i chování slepic. Vysoký obsah tryptofanu (20 g/kg) snižuje výskyt ozobávání pravděpodobně proto, že je prekurzorem 5-

hydroxytryptaminu (Savory et al., 1999). Zvýšené ozobávání peří a kanibalismus bývá způsobeno nízkým obsahem dusíkatých látek popřípadě, nedostatkem živočišných bílkovin v krmivu (McKeegan et al., 2001).

Zlomeniny kostí jsou jedním z největších problémů u moderních genotypů slepic nosného typu. Vyskytují se u všech hybridů a ve všech systémech ustájení. Predispozicí zlomenin kostí u slepic je jejich křehkost. Ustájení slepic v alternativních systémech umožňuje větší pohyb slepic a tím snížení osteoporózy, na druhou stranu je větší možnost zranění zvířat a zlomení kostí (Whitehead 2004). Tyto předpoklady vycházejí například z práce Gregoryho et al. (1990), kteří zjistili, že u slepic ustájených v klecích bylo celkem 36% zlomenin, v aviarech 35% a na podestýlce 26%. Fleming et al. (1994) uvádějí signifikantně nižší pevnost tibie u slepic v klecích (21,8 kg) proti pevnosti na podestýlce (25,7 kg) a v aviarech (28,6 kg).

Jedním z faktorů, které mohou ovlivnit výskyt zlomenin v jednotlivých systémech ustájení je výživa. Guinotte a Nys (1991) uvádějí, že poskytnutí vápníku ve vhodné formě má příznivý vliv na kvalitu a mineralizaci kostí. Zlepšení využitelnosti vápníku zvyšuje podíl medulární kosti bez negativního vlivu nedostatku vápníku na stavbu kostí. Toto zjištění potvrzují i Fleming et al. (1998), kteří navíc sledovali i vliv fluoru, který stimuluje tvorbu kostí, zejména medulární kosti. Zlepšení využitelnosti vápníku zlepšilo pevnost kostí především u starších nosnic. V další práci uvádějí Fleming et al. (2003), že kombinace přídatku vápníku a fluoru měla pozitivní vliv na kvalitu kostí.

Pro minimalizaci defektů končetin v době snášky je rovněž důležitá výživa před pohlavní dospělostí. Doplněk vitamínu K3 v odchovu zvýšil syntézu osteokalcinu, proteinu podílejícího se na stavbě kostí, zlepšil kvalitu kostí ve snášce (Fleming et al., 2003).

Hlavním problémem slepic nosného typu je osteoporóza způsobená resorpcí vápníku z kostí v průběhu snášky. Celý proces je řízen geneticky a podmínkami vnějšího prostředí. Vhodná výživa však může pomoci se vyhnout nadměrnému úbytku kostí. To znamená především omezit nedostatek vápníku, fosforu a vitamínu D. Určitou prevencí je i zvýšení obsahu vápníku v krmné směsi před začátkem snášky, tj. v době, kdy se výrazně zvyšuje potřeba vápníku (Keshavarz, 1987). Významný je i zdroj Ca. Větší částice vápence (> 0,8 mm) zůstávají déle ve svalnatém žaludku a umožňují vyšší využití a delší dobu vstřebávání (Zhang a Coon, 1997).

Dalším zdrojem znečištění prostředí může být i fosfor. Většina fosforu v krmivu pro slepice je v krmivech rostlinného původu ve formě kyseliny fytové, kterou slepice nemohou využít. Přidáním fytáz do krmných směsí se zvýší využití fosforu a jeho celkové množství v krmné směsi se může snížit. Při nižším obsahu fosforu v krmivu dochází k jeho vyššímu využití v organismu a menšímu vylučování trusem. V závislosti na složení krmné směsi, při nižším obsahu v krmné směsi a přidavku fytáz, se může vylučování fosforu trusem snížit až o 30% (Keshavarz, 2000). Další možností je i snížení anorganického fosforu v krmné směsi. Lim et al. (2003) uvádějí, že přírůstek fytáz do krmné směsi s limitujícím obsahem fosforu zvýšil snášku a snížil počet vajec s prasklou nebo příliš tenkou skořápkou.

3.1. Spotřeba krmiva

Spotřeba krmiva u slepic je závislá na potřebě energie a dusíkatých látek, s tím, že větší význam má obsah energie v krmivu. To znamená, že příjem dalších živin závisí na koncentraci energie v krmivu. Slepice chované v klecových systémech mají nižší spotřebu krmiva než slepice ustájené na podestýlce (Suto et al., 1994) nebo v obohacených klecích (Appleby et al., 2002).

Spotřeba krmiva může být ovlivněna i faktory vnějšího prostředí, zejména teplotou. Především vysoká teplota prostředí snižuje spotřebu krmiva a promítá se do nižší produkce tepla a tím i menší potřeby energie. Současně tu působí tepelná izolace peří a hustota osazení (Tullett et al, 1980). Příjem krmiva závisí na řadě faktorů, jedním z nich je stresová zátěž způsobená aklimatizací na změny teploty mimo termoneutrální zónu. To se týká především slepic ustájených ve výběhových systémech. Pokud se slepice přemístí z haly do chladného výběhu snižují spotřebu krmiva a rovněž i využitelnost krmiva (Balnave a Muheereza, 1998, Garces et al., 2001, Ertas a Sahin, 2002).

Význam působení hustoty osazení na spotřebu krmiva a jeho využití není úplně jasný. Lee a Craig (1991) uvádějí snížení spotřeby krmiva při vyšší koncentraci slepic, Roush et al. (1984) i pokles využití krmiva, zatímco Iskan et al. (1998) nezjistili žádný vliv koncentrace na spotřebu a využití krmiva.

Krmné směsi pro slepice jsou převážně sypké a mohou být výhodou, protože snižují ozobávání peří. Příjem sypkého krmiva je delší než příjem granulí a představuje tak větší možnost přirozeného potravního chování (Aerni et al., 2000). Drůbež tráví přibližně 30 – 50% denního času příjmem krmiva. Tato činnost se sestává ze zobání, hrabání a vlastního příjmu krmiva. Za den zobnou asi 14 – 15 000 x do krmiva nebo jiných objektů. K této činnosti využívají nejvíce zobák, který je bohatě inervován. V přirozených podmínkách drůbež přijímá různé druhy krmiv včetně malých kaménků, které jsou důležité pro trávení, osifikaci kostí a tvorbu skořápky. Omezení této aktivity způsobuje vzájemné ozobávání a kanibalismus (Keppler a Fölsch, 2000).

Kanibalismus je vážným problémem v chovu slepic nosného typu z hlediska welfare a způsobuje vysoký úhyn. Kanibalismu se jednotlivé slepice naučí a může se rozšířit na velkou část hejna a stát se v tomto hejnu sociálním projevem. Výskyt kanibalismu v hejnu se špatně odhaduje a vyskytuje se ve všech systémech ustájení, zejména v alternativních (Newberry, 2004). Jednou z příčin kanibalismu může být nedostatek živin v krmivu, nejen dusíkatých látek a energie, ale i minerálních látek. Wahlström et al. (1998) uvádějí zvýšený výskyt kanibalismu u slepic krmených směsí s nízkým obsahem sodíku. Zjistili, že krev slepic s deficiencí sodíku měla slanou příchut' a pravděpodobně byla příčinou zvýšeného zájmu slepic o sodík. Podle Ambrosena a Petersena (1997) nízkoproteinová krmná směs zvýšila výskyt kanibalismu a ztráty peří u slepic. Savory et al. (1999) udávají pokles ozobávání a kanibalismu u mladých bantamek při doplňku tryptofanu do krmné směsi, který je prekurzorem serotoninu a melatoninu a pravděpodobně měl zklidňující vliv. Předpokládají, že přídatek tryptofanu do krmných směsí pro dospělé slepice by mohl snížit výskyt kanibalismu. Na druhou stranu je problémem jeho vysoká cena. Z dalších aminokyselin, které mohou ovlivnit kanibalismus Kjaer a Sorensen (2002) zaznamenali nižší výskyt kanibalismu při vyšším obsahu metioninu a cystinu v krmných směsích. Při vybalancovaném obsahu živin nezjistili McKeegan et al. (2001) rozdíly ve výskytu kanibalismu při zkrmování směsí s živočišnými bílkovinami a v cereálních dietách.

Užitkovost slepic a zdravotní stav v různých systémech ustájení jsou ovlivněny vnějšími podmínkami. Aerts et al. (2004) uvádějí, že výskyt prachových částí a čpavku ve vzduchu jsou horší v alternativních systémech v porovnání s klecemi, což může být zvýšené riziko zdravotního stavu.

Tabulka 2 Průměrné hodnoty prachu a čpavku v ovzduší při ustájení v klecích a v aviarech Aerts et al. (2004)

	Konvenční klece	Aviary
Prašnost (mg/m³)		
Anglie	1,5	2,2
Nizozemsko	0,8	8,8
Dánsko	1,6	4,9
Německo	1,0	-
Koncentrace čpavku (ppm)		
Anglie	11,9	8,3
Nizozemsko	5,9	29,6
Dánsko	6,1	25,2
Německo	1,6	-

Whyte (2002) uvádí významně vyšší znečištění vzduchu při ustájení na podestýlce proti konvenčním klecím. V bezvýběhových alternativních systémech není velký rozdíl v teplotě a vlhkosti (Seedorf et al., 1998). Ve výběhových systémech je problém především s rozdíly v teplotě v hale a venku. Tyto diference způsobují vyšší požadavky na termoregulaci slepic, což se projevuje zejména ve vyšší spotřebě krmiva a růstu nákladů na produkci (Webster, 1995).

4. Užítkovost a kvalita vajec v různých systémech ustájení

V chovu slepic nosného typu se v posledních letech věnuje čím dál tím více pozornosti chovu v různých systémech ustájení se zaměřením na způsoby zajišťující welfare. Vzhledem k tomu, že po roce 2012 bude zakázáno chovat slepice nosného typu v konvenčních klecích, je snaha najít systém, který by zajišťoval ekonomiku produkce na podobné úrovni. Přesto, že zákaz chovu slepic v neobohacených klecích je znám od roku 1999, stále je tento systém nejrozšířenější. Van der Sluis (2006) uvádí, že v roce 2005 bylo v Německu chováno v klecích přes 73% slepic na produkci konzumních vajec, zatímco na podestýlce nebo aviarech 14% a výběhovým systémem 12 %. Změny systémů ustájení z konvenčních klecí na jiné jsou pomalejší než se předpokládalo v době schválení směrnice EK 74/1999. Souvisí to

především s tím, že v neobohacených klecích je velmi příznivá ekonomika, ale i lepší zdravotní stav ve srovnání s alternativními způsoby ustájení.

4. 1. Užítkovost slepic v různých systémech ustájení

Hlavním ukazatelem užítkovosti slepic je produkce vajec. Většina prací zaměřených na porovnání snášky v konvenčních klecích a v alternativních systémech uvádí vyšší produkci v klecích (McLean et al., 1986). Například Hughes a Dun (1986) uvádějí u slepic Isa Brown mezi 20. a 68. týdnem věku snášku 251 vajec v klecích, zatímco ve výběhovém systému 245 vajec. Podobně i Appleby et al. (1988) zjistili snášku 245 vajec v klecích a 242 při ustájení na podestýlce. Vošlářová et al. (2006) poukazují na signifikantně vyšší snášku v klecích v porovnání s podestýlkou, současně však v klecích byl i vyšší výskyt vajec s porušenou skořápkou. Také Mostert et al. (1995) a Al-Awadi et al. (1995) konstatují, že v klecích byla vyšší snáška než na podestýlce nebo ve výběhovém systému. Tyto výsledky jsou v souladu s údaji Tausona (1995), který poukazuje na nižší užítkovost o 3 – 5% v aviarech než klecích. Dále Tiller (2001) ve své studii vycházející z výsledků farem poukazuje, že alternativní systémy jsou z hlediska snášky nesrovnatelné s klecovými bateriemi. Snáška v klecích v jím zjišťovaných chovech byla 332 vajec, zatímco ve výběhových chovech 257. V literatuře se můžeme setkat i s jinými výsledky, kdy například Abrahamsson et al. (1996) neuvádějí vliv ustájení (klecí a aviarů) na snášku slepic.

Systém ustájení ovlivňuje i dobu snesení vejce. V našich pokusech zaměřených na sledování doby snesení vajec (Tůmová a Ebeid, 2005) se ukázalo, že v klecových systémech bylo největší procento snesených vajec ráno do 6.00 h, zatímco na podestýlce bylo nejvíce snesených vajec do 10.00 h dopolední (Tabulka 3 a 4). Ustájení rovněž ovlivnilo i jednotlivé kategorie vajec. V klecích bylo více abnormálních vajec a vajec s poškozenou skořápkou v porovnání s podestýlkou. Také rozložení snášky jednotlivých kategorií bylo odlišné. V klecích bylo vyšší procento nestandardních vajec a vajec s porušenou skořápkou ráno do 6.00 h, zatímco na podestýlce byly jednotlivé kategorie rovnoměrně rozložené. V dalším pokusu (Tůmová et al., 2007) jsme zjistili signifikantní interakce mezi systémem ustájení, genotypem a dobou snesení vajec. V klecích byl nejvyšší podíl vajec snesený od 6.00 u Isy brown, zatímco u Hisexe hnědého byly snáška v klecích rovnoměrná do 6.00 a 10.00 u Moravie byl hlavní podíl vajec snesen do 10.00 a 14.00 h. Na podestýlce byla snáška u Isy

rozložená podobně jako u klecí, ale u Hisexe hnědé a Moravie se zvýšil počet vajec snesených odpoledne.

Tabulka 3 Doba snesení vejce při ustájení v klecích (Tůmová a Ebeid, 2005)

Charakteristika	Doba snesení (h)			Průkaznost
	06:00	10:00	14:00	
Standardní vejce (%)	79.47 ^a	12.35 ^b	4.91 ^c	***
Nestandardní vejce (%)	0.85 ^a	0.17 ^b	0.05 ^b	***
Vejce s porušenou skořápkou (%)	1.80 ^a	0.28 ^b	0.09 ^b	***

a,b,c *** (P ≤ 0.001).

Tabulka 4 Doba snesení vejce při ustájení na podestýlce (Tůmová a Ebeid, 2005)

Charakteristika	Doba snesení (h)			Průkaznost
	06:00	10:00	14:00	
Standardní vejce (%)	29.61 ^b	35.43 ^a	33.03 ^{ab}	*
Nestandardní vejce (%)	0.34	0.35	0.30	NS
Vejce s porušenou skořápkou (%)	0.38	0.36	0.30	NS

a, b * (P ≤ 0.05).

Velmi důležitým ukazatel užitkovosti slepic je hmotnost vajec. Mostert et al. (1995) udávají vyšší hmotnost vajec při ustájení v klecích než na podestýlce nebo ve výběžích. Tento výsledek je v souladu s prací Andersona a Adamse (1994), kteří uvádějí signifikantně těžší vejce snesená v klecích (57,0 g) než na podestýlce (56,3 g). K podobným výsledkům došli i Pavlovski et al. (1994), kteří zjistili, že vejce snesená v klecích v průměru vážila 64,1 g, na podestýlce 62,3 g a ve výběhu 61,3 g. Naproti tomu Tanaka a Hurnik (1992) neudávají rozdíly v hmotnosti vajec snesených v klecích a aviarech.

Ekonomiku produkce ovlivňuje spotřeba krmiva. Tauson et al. (1999) uvádějí, že při chovu na podestýlce měly slepice o 10% vyšší denní spotřebu krmiva než slepice ustájené

v klecích, což pravděpodobně souviselo i s horším opeřením slepic na podestýlce, které bylo výsledkem vyššího ozobávání a kanibalismu. Tyto výsledky jsou v souladu s údaji Abrahamssona a Tausona (1998) a Leyendeckera et al. (2001), kteří poukazují na vyšší spotřebu krmiva ve výběhovém systému v porovnání s intenzivnějšími způsoby ustájení. Také další autoři se shodují, že v klecových systémech mají slepice nižší spotřebu v porovnání s aviary, podestýlkou nebo výběhy (Tauson, 1995, Tiller, 2001). Carey et al. (1995) zjistili, že spotřeba krmiva v různých systémech ustájení je také ovlivněna koncentrací zvířat. To se týká především klecí, kde uvádějí vyšší spotřebu (120,3 g na ks a den) při 12 ks v kleci a 108,7 g při 6 – 8 slepicích v kleci. Elson a Croxal (2006) hodnotili spotřebu krmiva v obohacených i konvenčních klecích, aviarech a ve výběhových systémech v chovech v Německu. Spotřeba krmiva byla v obou klecových systémech nižší v porovnání s ostatními způsoby ustájení, přestože živá hmotnost slepic i snáška byly v klecích vyšší.

Úhyn slepic je závislý na mnoha faktorech a jedním z nich je i systém ustájení. Appleby a Hughes (1991) uvádějí, že pokud se v chovu slepic na podestýlce nevyskytuje kanibalismus, pak úhyn v obou systémech může být podobný. V případě výskytu kanibalismu, který je častější na podestýlce než v klecích, může být úhyn na podestýlce až 25%. Abrahamsson a Tauson (1995), Abrahamsson et al. (1996, 1998), Gunnarsson et al. (1999) Leyedecker et al. (2001) poukazují na vysokou mortalitu při ustájení podestýlce, která je způsobená především kanibalismem. Tauson et al. (1999) zjistili úhyn při ustájení na podestýlce 21 – 27% zatímco v klecích pouze 7%. Také Elson a Croxal (2006) uvádějí nízkou až velmi nízkou mortalitu slepic v klecích v porovnání s aviary a výběhem. V této souvislosti poukazují i na skutečnost, že v obou klecových systémech byl nižší výskyt zranění hřebenu, deformací kýlu hrudní kosti a otlaků na běhácích než v alternativních systémech. Pro snížení úhynu v alternativním ustájení je důležité zlepšit zdravotní kontrolu větších skupin zvířat, především kontrolu parazitárních onemocnění, výskyt kanibalismu a kvality vzduchu (Tauson, 2005).

V souvislosti se zákazem chovu slepic v konvenčních klecích se v roce 1999 objevily tzv. obohacené klece, které by měly spojovat výhody klecí při respektování welfare. Tauson (2002) uvádí, že v obohacených klecích je podobná užitkovost slepic jako v konvenčních klecích a potvrzuje tak údaje van Niekerka (1999), který zjistil pouze nepatrně nižší hmotnost vajec v obohacených klecích než v konvenčních, ale v ostatních ukazatelích užitkovosti difference nezaznamenal. Lichovnicková et al. (2003) srovnali snášku v neobohacených a

obohacených klecích. Počet snesených vajec do 72. týdne věku byl v konvenčních klecích 318,8 ks na slepici a v obohacených klecích 310,7 ks. V obohacených klecích byl zaznamenán vyšší počet nestandardních vajec, z nich velký podíl byl naklovaných. Vits et al. (2005) porovnávali užitkovost v konvenčních a obohacených klecích. V obohacených klecích zjistili vyšší snášku, ale nižší pevnost vaječné skořápky. Pevnost končetin byla rovněž vyšší v obohacené kleci. Zdá se, že obohacené klece spojují výhody klecí a welfare a mohou být alternativou zrušení používání konvenčních klecí.

Tabulka 5 Rozdíly v užitkovosti slepic v závislosti na systému ustájení (Hulzebosch, 2006)

Ukazatel	Klece	Výběh	Podestýlka	Aviary	Ekologický chov
Délka snášky (dny)	370	367	375	391	347
Intenzita snášky (%)	89,3	87,7	88,2	88,1	87,5
Snáška (ks)	319	302	316	325	294
Hmotnost vajec (g)	62,2	61,6	62,5	62,6	63,7
Produkce vaječné hmoty (kg)	19,0	18,6	19,8	20,0	18,6
Konverze krmiva (kg)	2,07	2,26	2,28	2,24	2,27
Úhyn (%)	6,3	9,4	9,2	10,7	6,7

Z tabulky 5 je zřejmé, že klece jsou stále ekonomicky nejvýhodnějším způsobem ustájení z hlediska snášky, ale ekonomika není vždy rozhodujícím faktorem. Při volbě systému ustájení by se kromě ekonomiky měl brát v úvahu i welfare a pohled spotřebitele. Ukazuje se, že spotřebitelé jsou ochotni zaplatit více za vejce z alternativních systémů. To ale nemusí platit vždy (Hulzebosch, 2006).

Užitkovost slepic v jednotlivých systémech může být ovlivněna i použitým genotypem slepic. Leyendecker et al. (2001) posuzovali užitkovost bělovaječných a hnědovaječných slepic ustájených v klecích, aviarech a ve výbězích. Bělovaječné slepice měly nejvyšší snášku

a hmotnost vajec, nejnižší spotřebu krmiva v aviarech a nejvyšší úhyn v klecích. U hnědovaječných slepic zjistili nejvyšší snášku v klecích a nejvyšší úhyn ve výběhovém systému. Oba typy hybridů měly nejvyšší podíl vajec s poškozenou skořápkou v klecích. Nejvíce vajec snesených do podestýlky v aviarech. Z těchto výsledků je zřejmá interakce mezi genotypem a systémem ustájení. Ve vztahu k systému ustájení je teda velmi důležité zvolit i vhodného hybrida. Machander (2007) uvádí srovnání snáškových testů v klecích a na podestýlce v testační stanici. Nejvyšší snáška v klecích byla zjištěna u hybrida Lohmann Brown 346 ks při nejvyšší průměrné hmotnosti vajec 65,1 g. Na podestýlce však měl nejvyšší snášku hybrid Bovans Goldline 344 vajec při nejvyšší hmotnosti vajec 65,5 g. Z těchto výsledků je zřejmé, že užitkovost může být výrazně ovlivněna i hybridem slepic v konkrétním systému ustájení.

4.2. Vliv ustájení na kvalitu vajec

Vejde je vysoce integrovaný systém s typickou strukturou, která má význam pro normální vývoj nového jedince. Jakákoliv abnormalita ve fyzikální stavbě následně způsobuje zhroucení fyzikálních funkcí spojených s vývojem zárodku. V této souvislosti je velmi důležitá vaječná skořápka, která současně představuje první bariéru pro penetraci mikroorganismů do vejce. Zákaz chovu slepic v klecích může způsobit zvýšené riziko infekce, protože v alternativních systémech ustájení dochází k vyšší mikrobiální kontaminaci.

Řada studií upozorňuje na skutečnost, že v alternativních systémech ustájení je část vajec snesena do podestýlky a tato vejce jsou znečištěna, často mají poškozenou skořápkou a zvyšují náklady na práci. Hulzebosch (2004) zjistil, že na počet vajec snesených do podestýlky má vliv i typ snáškového hnízda (Tabulka 6). Je zřejmé, že nosnice preferují hnízda s vykulováním vajec proti podestýlkovým hnízdům. Důvod není úplně jasný. Vejce z hnízd s vykulováním jsou čistší, rychleji se zchlazují, což je důležité u násadových vajec a pro jejich skladování.

Tabulka 6 *Vliv typu snáškového hnízda na počet vajec snesených do podestýlky (Hulzebosch, 2004)*

Typ hnízda	% vajec snesených do podestýlky
Skupinové	2,4
Individuální	3,4
Automatický sběr	2,8
Ruční sběr	4,6
S podestýlkou	3,3
S vykulením vajec	3,1

Z publikací je zřejmé, že podíl znečištěných vajec byl signifikantně vyšší v aviarech v porovnání s klecemi, což také souvisí i s podílem vajec snesených do podestýlky (Pavlovski et al., 1994, Tauson, 1995, Abrahamsson a Tauson, 1995, 1998). Vejce snesená do podestýlky jsou problémem především alternativních způsobů ustájení. Vysoký podíl vajec snesených do podestýlky je poškozen, zničen a sežrán, což představuje v produkci další ztráty (Cooper a Appleby, 1996, Bell, 2002, Meijerhof, 2002). V kontrastu s výše uvedenými zjištěními Tauson et al (1999) udává nižší podíl znečištěných vajec u slepic leghornského typu při tradičním podestýlkovém ustájení v porovnání s klecemi. Naproti tomu Leydecker et al. (2001) zjistili největší podíl vajec s porušenou skořápkou v klecích.

Jednou z hlavních charakteristik fyzikální kvality vajec je jejich hmotnost, která současně ovlivňuje i ekonomiku. Zvýšení průměrné hmotnosti o 1 g může v chovu zlepšit ekonomiku až o 4%. Podmínky vnějšího prostředí ovlivňují hmotnost vajec v rozmezí 3 g. Také systém ustájení působí na hmotnost. Vyšší hmotnost vajec snesených v klecích uvádějí Anderson a Adams (1994), Moorthy et al. (2000), Leydecker et al. (2001) a Jenderal et al. (2004) v porovnání s podestýlkou. Naproti tomu Klecker et al. (2002), Ledvinka et al. (2005), Tůmová a Ebeid (2005) nebo Pištěková et al. (2006) či Zemková et al. (2007) zjistili vyšší hmotnost vajec snesených na podestýlce než v klecích. Je pravděpodobné, že tato vyšší hmotnost vajec souvisela s nižší snáškou slepic ustájených na podestýlce. Jenderal et al. (2004) v pokusu sledovali vliv konvenčních klecí, upravených konvenčních klecí (se snáškovým hnízdem) a v obohacených klecích u bělovaječných slepic. Ve 20 týdnech věku nezjistili rozdíly v hmotnosti vajec mezi systémy ustájení, ale ve 24 týdnech věku měly

slepice z konvenčních a modifikovaných klecí těžší vejce. Ve 28 týdnech věku již tyto rozdíly byly výrazné. Na základě více pokusů se domnívají, že slepice chované v menších skupinách snášejí těžší vejce.

Hmotností vajec pak bývají ovlivněny i podíly jednotlivých částí vejce. Ledvinka et al. (2005) uvádějí vyšší podíl bílku a skořápky u vajec z chovu na podestýlce, Klecker et al. (2002) i vyšší podíl žloutku, Pištěková et al. (2006) nezaznamenali vliv ustájení na hmotnost žloutku.

Mohan et al. (1991), Anderson a Adams (1994), Pavlovski et al. (1994), Moorthy et al. (2000), Ledvinka et al. (2005) uvádějí vyšší Haughovy jednotky a index bílku, stejně jako index žloutku u vajec od slepic ustájených v klecích než na podestýlce. Naproti tomu Mohan et al. (1991) poukazují na vyšší index bílku a žloutku u vajec snesených na podestýlce v porovnání s vejci z klecí. S těmito zjištěními korespondují i výsledky Laydeckera et al. (2001), kteří uvádějí vyšší Haughovy jednotky u vajec z aviarů a vyšší tloušťku skořápky u podestýlkových vajec v porovnání s vejci z klecí. V kontrastu Tauson (1995) a Abrahamsson a Tauson (1996), Scholz et al. (2006) nezjistili signifikantní rozdíly v kvalitě vajec z aviarů a klecí.

Významnou charakteristikou vajec je i kvalita skořápky. Vyšší hmotnost a podíl skořápky i tloušťku skořápky u vajec z podestýlky zjistili Klecker et al. (2002), Ledvinka et al. (2005), zatímco Pištěková et al. (2006) udávají nižší hmotnost skořápky u podestýlkových vajec. Z dalších systémů ustájení porovnávali Scholz et al. (2006) obohacené klece Aviplus, systém Eurovent a aviary a zjistili signifikantně vyšší pevnost a tloušťku v aviarech v porovnání s klecemi. Vits et al. (2005). Leydecker et al. (2002) sledovali vztah kvality skořápky a pevnosti kostí slepic ustájených v obohacených i konvenčních klecích a v aviarech. Pevnost kostí byla vyšší u slepic ustájených v aviarech v porovnání s klecemi, rovněž vyšší v obohacených klecích v porovnání s konvenčními klecemi. V obohacených klecích však byla horší kvalita vaječné skořápky. S těmito výsledky korespondují i zjištění Vitse et al. (2005) a Scholze et al. (2006), kteří rovněž zaznamenali pevnější kosti a horší kvalitu skořápky v obohacených klecích v porovnání s klecemi konvenčními.

V poslední době se objevilo větší množství studií zabývajících se hodnocením kvality vajec v obohacených klecích (Abrahamsson et al., 1995, Abrahamsson a Tauson, 1997, Wall

a Tauson, 2002). Uvádí se, že v těchto klecích je více znečištěných vajec, zatímco vajec s poškozenou skořápkou je více v konvenčních klecích.

Se systémem ustájení může souviset i koncentrace cholesterolu ve vejcích. Sauveur (1991) a Premavalli et al. (2005) uvádějí nižší koncentraci cholesterolu ve vejcích z klecových systémů, zatímco Cerolini et al. (2005) nebo Tůmová a Ebeid (2005) neuvádějí vliv způsobu ustájení na obsah cholesterolu ve vejcích, ale Akkan et al. (2002) poukazují na signifikantně nejvyšší obsah cholesterolu ve vejcích slepic chovaných ve výbězích. Zemková et al. (2007) zjistili signifikantní vliv systému ustájení na koncentraci cholesterolu. Nejnižší obsah cholesterolu uvádějí v obohacených klecích, zatímco v konvenčních klecích byl nepatrně vyšší. V klecích byl obsah cholesterolu signifikantně nižší proti podestýlce a výběhovému systému. Ve výbězích však zaznamenali průkazně nižší obsah cholesterolu v porovnání s podestýlkou, což mohlo být způsobeno příjmem trávy, která snižuje obsah cholesterolu ve vejcích. Ledvinka et al., (2005) zjistili při porovnání fyzikálních ukazatelů kvality vajec v konvenčních klecích a na podestýlce (Tabulka 7) vyšší hmotnost vajec, lepší ukazatele kvality skořápky, vyšší podíl bílku a více cholesterolu u vajec na podestýlce ve srovnání s konvenčními klecemi. Vyšší obsah cholesterolu u slepic chovaných na podestýlce uvádějí i další autoři. Navíc dobře vyvážená směs může snížit obsah cholesterolu až o 15% a rovněž zvýšené zastoupení nenasycených mastných kyselin. Většina těchto ukazatelů byla ovlivněna velikostí snášky, která je na podestýlce nižší ve srovnání s klecemi. K podobným výsledkům došli i Klecker et al. (2002) při srovnání kvality vajec z konvenčních, obohacených klecí a podestýlky (Tabulka 8). Barva žloutku byla výrazně ovlivněna, u slepic na podestýlce byla významně snížena snáška a došlo ke zvýšení intenzity zbarvení žloutku.

Tabulka 7 Vliv systému ustájení na kvalitu vajec (Ledvinka et al., 2005)

Ukazatel	Systém ustájení		Significance
	Konvenční klece	Podestýlka	
Hmotnost vejce (g)	61.94 ^b	62.83 ^a	**
Pevnost skořápky (N)	44.14 ^b	46.91 ^a	***
Deformace skořápky (mm)	0.31	0.32	NS
Tloušťka skořápky (mm)	0.387 ^b	0.394 ^a	***
Podíl skořápky (%)	10.23 ^b	10.37 ^a	**
Index vejce (%)	76.72	76.40	NS
Podíl bílku (%)	62.71 ^a	61.92 ^b	***
Haughovy jednotky	73.52 ^a	71.73 ^b	**
Žloutek (%)	25.40 ^b	26.27 ^a	***
Cholesterol (mg/g žloutku)	14.27	14.18	NS

** $P \leq 0,05$

*** $P \leq 0,001$

NS statisticky nevýznamné

Tabulka 8 Vliv systému ustájení na kvalitu vajec (Kleckner et al., 2002)

Ukazatel	Konvenční klece	Obohacené klece	Podestýlka
Hmotnost vajec (g)	64,32 ^b	64,98 ^b	65,43 ^a
Hmotnost žloutku (g)	16,81	16,79	16,99
Hmotnost bílku (g)	41,21 ^c	41,87 ^b	42,13 ^a
Hmotnost skořápky (g)	6,30	6,33	6,30
Tloušťka skořápky (mm)	0,395	0,396	0,392
Pevnost skořápky (N)	31,82	32,18	31,35

^{a,b,c} $P \leq 0,05$

V posledních letech je věnována zvýšená pozornost bezpečnosti produkce potravin. V této souvislosti v oblasti produkce a zpracování vajec se mnoho změnilo. Tyto změny se týkají zejména mikrobiologické kvality vajec. V minulosti souvisela produkce vajec především se šlechtěním slepic na užitkovost, tzn. na počet a hmotnost snesených vajec, popřípadě spotřebu krmiva. Mikrobiální kvalitě produktu nebyla věnována žádná pozornost. Teprve na počátku 90. let minulého století se začalo objevovat i hledisko bezpečnosti potravin, ale vejce byla stále považována za potraviny bez mikroorganismů až do doby než došlo k jejich rozbití.

Za hlavní ochrannou bariéru proti mikroorganismům je považována skořápka. Ke kontaminaci vaječné skořápky dochází především exogenní cestou až po snesení vejce. Kerihara et. al. (1996) nezjistili po aseptickém vyjmutí vejce z vejcovodu téměř žádné bakterie na povrchu vaječné skořápky. Krátce po snesení do vydezinfikované klece však zjistili bakterie na skořápce, v průměru 104 KTJ na vejce. Knapé et al. (2002) uvádějí počáteční kontaminaci vaječné skořápky v rozmezí 3,86 – 6,33 log KTJ na vejce. O tom, zda a jak budou vejce znečištěna rozhodují faktory vnějšího prostředí, zejména vlhkost vzduchu, prašnost, systém ustájení a způsob manipulace s vejci. V této souvislosti může zákaz používání konvenčních klecí pro produkci konzumních vajec přinést určité riziko, protože v ostatních systémech ustájení je vyšší riziko kontaminace vaječné skořápky. Proto kvalita vaječné skořápky je důležitým faktorem primární ochrany vejce před následnou kontaminací vaječného obsahu.

Doposud byla věnována poměrně malá pozornost rozdílům v bakteriálním znečištění vaječné skořápky, ačkoliv je to významný faktor pro skladování vajec a bezpečnost produkce. V tomto směru hraje poměrně významnou roli koncentrace prachu. Výzkumy ukazují, že v klecových systémech jsou zjišťovány nízké koncentrace prachu ve vzduchu, zatímco v alternativních systémech jsou tyto koncentrace 4–5krát vyšší. Jsou prokázány poměrně vysoké pozitivní korelace mezi prašností a počtem bakterií na skořápce (0,66). Ellen et al. (2000) uvádějí přímou souvislost mezi prašností a znečištěním skořápky. Zjistili nejnižší prašnost při ustájení slepic v klecích, zatímco v jiných systémech jako jsou aviary a podestýlka může být prašnost 4 – 5krát vyšší. Z mikroorganismů vyskytujících se ve vzduchu je jen malé množství bakterií, ale ty mohou způsobit onemocnění jak zvířat, tak i člověka. Vysoké korelace mezi prašností vzduchu a kontaminací uvádějí De Reu et al. (2004a), v hale s klecemi zjistili 4,4 log KTJ/m³ a v ekologickém chovu 5,6 log KTJ/m³.

Ve vztahu k bezpečnosti produkce vajec je důležitá kontaminace skořápky ve vztahu ke způsobu ustájení. Klecker et al. (2002) zjistili rozdíly ve znečištění skořápky v závislosti na ustájení (Tabulka 9). Určité rozdíly byly v kontaminaci vajec z konvenčních a obohacených klecí v neprospěch konvenčních klecí. Nejvyšší počet mikroorganismů byl u vajec snesených na podestýlce ve srovnání s klecemi. U vajec snesených do podestýlky v podestýlkovém chovu byly navíc detekovány streptokoky. De Reu et al. (2004a) nezaznamenali rozdíly v kontaminaci skořápky mezi konvenčními a obohacenými klecemi, naproti tomu byly průkazně vyšší kontaminace skořápky u vajec z aviarů. Současně poukazují na zvýšení mikrobiálního znečištění skořápky u vajec v letním období ve srovnání se zimou. V další práci De Reu et al. (2006a) porovnávali konvenční, obohacené klece a z alternativních systémů podestýlku a aviary s návaznými výběhy. Opět ukazují na vyšší znečištění u vajec z alternativních systémů ve srovnání s klecemi. V obou alternativních systémech byla kontaminace poměrně vysoká (5,08 log KTJ/vejce na podestýlce a 5,46 log KTJ/vejce z výběhového chovu). Vejce byla kontaminována především ve snáškových hnízdech. Vejce snesená do podestýlky jsou kontaminována ještě podstatně více 6,3 log KTJ/vejce a podle předpisů by neměla být používána jako vejce konzumní (De Reu et al., 2006b).

Skořápka sice určitou dobu tvoří bariéru chránící vejce před průnikem mikroorganismů, ale s přibývajícím časem se riziko průniku zvyšuje. Grijspeerdt (2001) ve své práci popisuje model penetrace bakterií, v tomto případě salmonel, do vejce. Model je založen na simulaci transportu a růstu bakterií ve třech základních částech vejce – ve vaječném žloutku, bílku a na skořápce. Vývoj koncentrace bakterií uvnitř vejce je funkcí času. Salmonela proniká vaječnou skořápkou a vstupuje do bílku asi po 100 h. Přibližně za 200 h začíná její šíření a rychlé množení ve žloutku. Ke kontaminaci celého vejce dochází asi po 400 h. Na výsledky měl prokazatelný vliv počet bakterií na povrchu skořápky. De Reu (2004b) sledovali penetraci různých druhů bakterií do vejce. Z výsledků bylo zřejmé, že jako první pronikly do vejce bakterie *Pseudomonas sp.* následované *Salmonella Enteritidis* a *Alcaligenes sp.* Bakterie pronikaly do vejce nejvíce kolem 6. dne skladování. Ze sledování se nezjistil významný vliv kvality skořápky na penetraci mikroorganismů.

Tabulka 9 Znečištění skořápky v různých systémech ustájení (Klecker et al. (2002)

	Konvenční klece	Obohacené klece	Podestýlka
Celkový počet mikroorganismů	503	937	15 160
Z toho -Coli	< 10	< 10	11
- plísně	19	12	10

Pro zvýšení bezpečnosti produkce konzumních vajec bude pravděpodobně v souvislosti s vyšší kontaminací vajec především z alternativních chovů nutné hledat další možnosti omezení počtu mikroorganismů na skořápce a jejich průniku do vejce. Jednou z možností je i dezinfekce skořápky po snesení vajec. Curtis (2006) uvádí, že snížit počet mikroorganismů na skořápce je možné mytím vajec. Při použití speciálních myček je možné výrazně redukovat koncentraci aerobních bakterií, kvasinek a plísní, také *E. coli* na povrchu skořápky. Na druhou stranu uvádí, že chlazení nemusí snížit riziko průniku Salmonel do vejce. De Reu (2006c) pokazují na snížení počtu mikroorganismů na skořápce při dezinfekci UV zářením. Také penetrace mikroorganismů do vejce je menší po ošetření skořápky UV zářením. Tento způsob dezinfekce je účinnější než mytí vajec.

Zvýšené mikrobiální znečištění přináší vyšší riziko přenosu infekcí jako např. salmonela. V této souvislosti je třeba uvést, že jsou nezbytná další sledování různých vlivů na bakteriální znečištění skořápky především ve vztahu k bezpečnosti potravin a vytvoření zdravějšího pracovního prostředí při alternativních systémech ustájení. Výběr systému ustájení pro slepice bude záviset především na požadavcích trhu ve vztahu k různým kategoriím vajec. V Evropě vzhledem k situaci na trhu je třeba předpokládat, že bude třeba z klecí asi 50% celkové produkce konzumních vajec.

5. Vliv ustájení na kvalitu masa

Spotřeba drůbežního masa neustále roste a to přes některé zdravotní krize v chovech drůbeže. V roce 1995 se stalo druhým nejvíce konzumovaným druhem masa ve světě za masem vepřovým. Obliba drůbežního masa neustále stoupá. Důvodů pro vzestup spotřeby drůbežního masa je několik. V první řadě je to příznivá cena ve srovnání s jinými druhy mas, dále je to absence kulturních či náboženských zvyklostí. Nezanedbatelná není ani vysoká

nutriční hodnota drůbežího masa a snadná kuchyňská úprava. V poslední době se spotřebitelé začínají čím dál tím více zajímat o kvalitativní ukazatele masa a také o podmínky, ve kterých jsou zvířata vykrmována. Problematika welfare vykrmované drůbeže je poměrně nová a také v této oblasti není mnoho informací. Z hlediska podmínek výkrmu je welfare orientován spíše na koncentraci zvířat ve výkrmu a ze systémů výkrmu, které mají vztah k ustájení, se můžeme setkat především s hodnocením intenzivního výkrmu a ekologického výkrmu. Navíc ve Francii je ještě ve vztahu k výkrmu kuřat produkce tzv. kuřat Label Rouge, která jsou vykrmovaná za přesně definovaných podmínek, které však nejsou tak striktní jako výkrm ekologických kuřat.

Mezi laickou veřejností je poměrně rozšířeno, že kuřata z ekologické produkce jsou kvalitnější než kuřata z intenzivního výkrmu. Navíc v Evropské unii je poměrně velký politický tlak zaměřený na podporu ekologického zemědělství. Rozvoj tohoto typu produkce však není tak rychlý jak by se v souvislosti s výše uvedeným předpokládalo. Caldier (2004) uvádí, že k určitému nárůstu produkce kuřat vykrmovaných jiným způsobem než intenzivním dochází ve Francii, v Evropě však spíše stagnuje (Tabulka 10).

Tabulka 10 Podíl jednotlivé produkce kuřat v % (Caldier, 2004)

Způsob výkrmu	2002	2006	2010
Brojlerový výkrm	80	76,2	74,2
Ekologický výkrm	0,5	0,5	0,5
Label	16	14	12,1

Výkrm brojlerových kuřat s sebou přináší některé problémy způsobené především vysokou užitkovostí (Tabulka 11). Grashorn (2006) uvádí, že zvýšení užitkovosti brojlerových kuřat bylo způsobeno z 85 – 90% šlechtěním a z 10 – 15% zlepšením výživy kuřat. Šlechtění brojlerových kuřat na vysokou intenzitu růstu je provázeno řadou problémů. Vysoce intenzivně rostoucí kuřata jsou vnímavější ke stresu a nyní se u nich můžeme setkat s vadami masa jako je PSE maso, dále tato kuřata jsou postihována i změnami ve stavbě svalových vláken což se promítá až do změny barvy masa. U rychle rostoucích kuřat dochází k vyššímu úhynu způsobenému například Syndromem náhlé smrti, mají vyšší výskyt defektů končetin, dochází ke změně konformace těla, kdy rychleji rostoucí kuřata mají více prsního svalstva a také vyšší obsah tuku v těle. Navíc tyto hybridy jsou nevhodní pro ekologický výkrm. Vzhledem k těmto problémům se začaly šlechtit nové typy kombinací, které by měly

sice pomalejší růst, ale vysokou kvalitou masa a menší úhyn. Proto ve vztahu ke kvalitě masa a systému ustájení se v literatuře setkáváme především s údaji týkajícími se ekologického chovu a dále porovnání rychle rostoucích kuřat (brojlerová kuřata) a pomalu rostoucích kuřat (vhodná pro ekologický výkrm).

Tabulka 11 Změny v užitkovosti brojlerových kuřat (Anonym, 2004)

Rok	Živá hmotnost (kg)	Věk (týdny)	Sp. krmiva (kg)	Úhyn (%)
1950	1,4	11	3,0	8
1960	1,5	10	2,5	7
1970	1,7	9	2,2	6
1980	1,8	8	2,1	5
1990	2,0	7	2,0	4
2004	2,0	5	1,6	4

Poměrně rozsáhlé sledování zaměřené na sledování užitkovosti a kvality masa pomalu a rychle rostoucích genotypů kuřat uvádí Ristic (2004). Byly použity hybridy středně rychle rostoucí ISA J 457 s hnědým peřím, ISA J 257 s bílým peřím, pomalu rostoucí ISA JA 57 a RedBro, z rychle rostoucích kombinace Ross 308. Z výsledků je zřejmé, že pomaleji rostoucí kuřata musí být vykrmována o 10 až 32 dní déle pro dosažení hmotnosti kolem 2 kg než kuřata Ross, která této hmotnosti dosáhla ve 42 dnech věku. Pomaleji rostoucí kuřata měla vyšší podíl stehen než rychle rostoucí, ale menší podíl prsního svalstva. S věkem vykrmovaných kuřat se výrazně zvyšoval obsah tuku v mase, především ve stehenním svalstvu, ale na druhou stranu obsahu tuku neovlivnil sensorické vlastnosti masa. Sensorické vlastnosti masa byly významně lepší u rychle rostoucích kuřat ve srovnání s pomalu rostoucími. Podobné výsledky ve vztahu k sensorickému hodnocení masa uvádějí i Horsted et al. (2005), kteří použili jiné kombinace (rychle rostoucí 1657 a pomalu rostoucí Light Sussex a New Hampshire). Dále zjistili negativní vliv věku na sensorické hodnocení masa a také u pomalu rostoucích kuřat na složení jatečného těla. Potvrdili tím výsledky Farmera et al. (1997). Tito autoři ještě dodávají vliv nízké hustoty osazení haly na zvýšení intenzity vůně a chuti stehenního svalstva kuřat.

Při použití jednotlivých genotypů je poměrně důležité v jakém systému jsou zvířata ustájena. Owens et al. (2006) posuzovali pomalu a rychle rostoucí genotypy při ustájení na podestýlce a ve výběžích. Zjistili, že kuřata vykrmovaná ve výběhovém systému měla horší spotřebu krmiva než kuřata z podestýlky, nižší podíl prsního svalstva a křídel. Pomalu rostoucí kuřata zaznamenala nižší úhyn. Z ukazatelů složení jatečného těla se v prsním svalstvu pomalu rostoucích kuřat zjistil vyšší obsah bílkovin a méně tuku v porovnání s rychle rostoucími. U masa pomalu rostoucích kuřat byly vyšší ztráty vody odkapem, ale nižší ztráta při vaření. Tmavší barvu masa měla pomalu rostoucí kuřata. Při hodnocení masa konzumenty se nezjistil žádný rozdíl mezi hodnocením masa pomalu rostoucích kuřat z výběhového systému a rychle rostoucích kuřat z podestýlky. Grashorn (2006) uvádí, že ve vztahu ke genotypu, ustájení a kvalitě masa je třeba brát v úvahu i systém výživy. Pro extenzivní výkrm jsou převážně používány krmné směsi s nízkým obsahem živin. Při porovnání pomalu a rychle rostoucích kuřat krmných směsí s nízkým a běžným obsahem živin poukazuje na vyšší růst a nižší spotřebu krmiva všech kuřat u směsi s vyšším obsahem živin. Vyšší jatečná výtěžnost byla u rychle rostoucích kuřat a rozdíl mezi krmivem s vyšším a nižším obsahem živin 1 – 2% ve prospěch vyššího obsahu živin. Celkové ztráty vody při úpravě masa grilováním byly vyšší u rychle rostoucích kuřat.

Problematika welfare a ustájení brojlerových kuřat vychází ze skutečnosti, že rychle rostoucí genotypy kuřat mění svůj repertoár chování především při nepřetržitém světle, kdy se snižuje aktivita kuřat a to se současně projevuje i na zvýšení problémů s končetinami a na prodloužení doby sezení (Bessei, 2006). To pak způsobuje zhoršení opeření v oblasti prsní kosti, poškození kůže a léze na prsním svalstvu. Proto je v této souvislosti důležité věnovat zvýšenou pozornost koncentraci zvířat a kvalitě podestýlky. Lei a van Beek (1997) uvádějí, že při snížení koncentrace vykrmovaných kuřat se zvýšila jejich aktivita a kuřata s větším pohybem byla o 4,1% těžší než kuřata s nižší aktivitou. Na druhou stranu měla tato kuřata o 5,1% vyšší spotřebu krmiva a metabolizovatelné energie. Aktivita kuřat se projevila i na složení jatečného těla, kdy aktivnější kuřata měla vyšší podíl prsního svalstva a méně abdominálního tuku. K podobným výsledkům došli i Rutten et al. (2002) a Djukic et al. (2005).

Dalším faktorem welfare brojlerových kuřat je kvalita podestýlky a následně i složení vzduchu. Vysoká koncentrace kuřat zhoršuje kvalitu podestýlky (Grashorn a Kutritz, 1991, Reiter a Bessei, 2000) a následně působí negativně na růst kuřat a konverzi krmiva (Bessei,

2006). Manning et al. (2007a) pak v této souvislosti upozorňuje, že horší kvalita podestýlky zvyšuje obsah škodlivých plynů ve vzduchu, především čpavku, sirovodíku a oxidu uhelnatého. Rovněž dochází k nárůstu vlhkosti, která zvyšuje výskyt dermatitid (Ekstrand, 1997). Poslední výzkumy pak poukazují na význam vody a welfare brojlerových kuřat. Proto je důležitý denní monitoring spotřeby vody a také hodnocení její kvality Manning et al. (2007b). Spotřeba vody je kritickým bodem užitkovosti a zdravotního stavu kuřat.

Systemy ustájení brojlerových kuřat z pohledu welfare se příliš neliší. Určitou alternativou výkrmu na podestýlce je z hlediska welfare výkrm na podestýlce v menších odděleních a použití výběhu. Castellini et al. (2002) porovnávali klasické ustájení na podestýlce, v menších boxech ekologický výkrm. Kuřata z ekologického výkrmu měla vyšší podíl prsního svalstva a dolního stehna a méně abdominálního tuku. Maso ekologických kuřat mělo nižší pH a vaznost vody než kuřat z podestýlky, vyšší obsah polynenasycených mastných kyselin. Tyto výsledky potvrdil i následný pokus (Castellini et al., 2006), ale současně zjistili, že se zhoršilo sensorické hodnocení masa. Příznivý vliv travního výběhu na složení mastných kyselin masa kuřat zaznamenali i Jahan a Paterson (2007), kteří udávají průkazné zvýšení eikosopentaneové mastné kyseliny (C20:5 n3) a dekosohexaneové mastné kyseliny (C22:6 n3). U kuřat z ekologického výkrmu však uvádějí nižší obsah polynenasycených mastných kyselin proti výkrmu běžnými krmnými směsmi.

6. Vlastní sledování vlivu systému ustájení na užitkovost a kvalitu vajec

Vlastní sledování proběhlo ve 2 pokusech s nosnicemi a bylo zaměřené na posouzení vlivu systému ustájení na užitkovost slepic, fyzikální ukazatele kvality vajec a mikrobiální kontaminaci skořápky.

Pokusy byly realizovány v demonstrační stáji České zemědělské univerzity v Praze a v pokusné stáji Výzkumného ústavu živočišné výroby v Praze Uhřetěvsi. Rozbory byly prováděny v mikrobiologické laboratoři katedry mikrobiologie, výživy a dietetiky a v laboratoři katedry speciální zootechniky.

V pokusu 1 byly použity nosnice ISA brown od 20. do 60. týdne věku. V obohacených klecích připadalo na nosnici 750 cm², v konvenčních klecích 550 cm², ve voliére bylo

ustájeno 15 nosnic na m² a na podestýlce 7 nosnic na m². Slepice byly krmeny komerčním typem krmné směsi N1 a N2 a napájeny vodou ad libitum. V halách se používal světelný den s 15 hodinami světla.

Vejde pro stanovení mikrobiální kontaminace byla sbírána v intervalu 28 dnů. Z každého systému ustájení se vybrala do rozboru 4 vejce. Stanovení množství životoschopných bakterií bylo prováděno standardními plotnovými metodami. Na skořápce každého vejce byl stanoven celkový počet mikroorganismů pomocí Trypton agaru (Oxoid), počet *Escherichia coli* za použití Mac Conkey agaru (Oxoid) a počet enterokoků na Slanetz Bartley agaru (Oxoid). Po inkubaci se spočetly typické kolonie na Petriho miskách a vypočetly se kolonie tvořící jednotku (KTJ) na vejci.

Vejde k rozborům technologické hodnoty vajec byla odebírána ve 28 denním intervalu, vždy 2 dny po sobě všechna vejce ze všech systémů ustájení. Z ukazatelů technologické hodnoty byly sledovány: hmotnost vajec a jednotlivých částí, ukazatelé kvality vaječné skořápky, jako je hmotnost a procentuální zastoupení skořápky, tloušťka skořápky a pevnost skořápky zjištěná destruktivní a nedestruktivní metodou. Měření pevnosti skořápky probíhalo na přístroji QCA – SPA od výrobce TSS England. Kvalita bílku byla posuzována stanovením Haughových jednotek a indexu bílku přístrojem QCH (TSS England), dále byl hodnocen index žloutku a vejce.

Pokus 2 probíhal v letošním roce a nosnice Hisex hnědý byly ustájeny v konvenčních klecích, aviáru a na podestýlce. Pokus byl ukončen ve věku 60 týdnů. Podmínky pokusu a sledování kvality vajec byly shodné s pokusem 1.

Z výsledků v tabulce 12 je zřejmé, že vyšší snáška byla v klecových systémech ve srovnání s alternativními. Celkově nejvyšší snáška byla v obohacené kleci, ve které byla zjištěna i nejnižší spotřeba krmiva.

Tabulka 12 Porovnání užitkovosti slepic (pokus 1)

Ukazatel	Systém ustájení			
	Konvenční klec	Obohacená klec	Voliéra	Podestýlka
Počet snesených vajec (ks)	272	287	268	198
Spotřeba krmiva na 1 vejce (g)	143 ^b	140 ^b	172 ^{ab}	195 ^a
Spotřeba krmiva na 1 kg vaječné hmoty (kg)	2,34	2,22	2,76	3,28

Také ve druhém pokusu (Tabulka 13) se sledovala užitkovost slepic, ale při ustájení v klecích, voliére a na podestýlce. V pokusu byl použit hybrid Hisex hnědý a pokus probíhal od 20. do 60. týdne věku. V tomto pokusu byly nejhorší užitkovost slepic ve voliére, kde slepice měly nejnižší intenzitu snášky a nejvyšší spotřebu krmiva. Rozdíl v užitkovosti ve voliére mezi prvním a druhým pokusem pravděpodobně souvisel s použitím jiného hybridu v pokusu. Pravděpodobně pro hybridu Isa Brown jsou podmínky ustájení ve voliérách méně příznivé než v klecích nebo na podestýlce. Výsledky tak korespondují s literaturou i údaji testů uváděnými Machanderem (2007). Je zřejmé, že ve vztahu k užitkovosti slepic v různých systémech ustájení je velmi důležité zvolit vhodného hybridu, protože každá kombinace reaguje odlišně na systém ustájení.

Tabulka 13 Užítkovost slepic v pokusu 2

Ukazatel	Systém ustájení		
	Konvenční klec	Voliéra	Podestýlka
Intenzita snášky (%)	91,81	76,54	86,67
Spotřeba krmiva na 1 vejce (g)	129	200	164
Spotřeba krmiva na 1 kg vaječné hmoty (kg)	2,22	3,43	2,82

Podle tabulky 14, jež porovnává technologickou hodnotu vajec různých systémů ustájení, vejce snesená v konvenčních klecích měla prokazatelně ($P \leq 0,05$) nejvyšší hmotnost (63,25 g), následována byla vejci z voliéry (62,20 g), klece konvenční (60,13 g) a podestýlky (59,56 g).

Kvalita bílku je zejména charakterizována Haughovými jednotkami, které zohledňují výšku bílku a hmotnost vejce. Jak uvádí tabulka 14, průkazně ($P \leq 0,05$) vyšší hodnota byla zaznamenána u vajec v konvenčních klecích (90,27) ve srovnání s podestýlkou (85,37), obohacenou klecí (81,35) a voliérou (78,19). Obdobně tomu bylo v případě konvenčních klecí (91,34) i v druhém roce pozorování (Tabulka 15). V obou pokusech se vejce s pevnější skořápkou (vyšší pevnost uváděná v jednotkách g/cm^2 a nižší hodnota deformace skořápky v mm) shodně nacházela u nosnic ustájených v klecích (obohacených a konvenčních) – tyto hodnoty ale nebyly statisticky průkazné. Rovněž nebyl ovlivněn procentický podíl skořápky z hmotnosti vejce. Přesto vejce nosnic z podestýlky měla nižší hmotnostní podíl skořápky. Skořápka byla tenčí, nebyla tak pevná a měla nižší obsah Ca v porovnání s oběma typy klecového ustájení.

Tabulka 14 Vliv systému ustájení slepic na technologickou hodnotu vajec (pokus 1)

Charakteristiky	Systém ustájení				Průkaznost
	klec konvenční	klec obohacená	voliéra	podestýlka	
Hmotnost vejce (g)	60,13 ^{bc}	63.25 ^a	62,20 ^{ab}	59.56 ^c	P ≤ 0,05
Index tvaru vejce (%)	76,59 ^b	77.17 ^a	77,62 ^a	77.23 ^a	P ≤ 0,05
Index bílku (%)	8,95 ^b	10.03 ^a	10,15 ^a	9.9 ^a	P ≤ 0,05
Podíl bílku (%)	60,88 ^b	62,00 ^a	62,36 ^a	60.86 ^b	P ≤ 0,05
Haughovy jednotky	90,27 ^a	81.35 ^c	78,19 ^d	85.37 ^b	P ≤ 0,05
Index žloutku (%)	45,14 ^b	46.34 ^a	46,24 ^a	45.98 ^a	P ≤ 0,05
Podíl žloutku (%)	26,85 ^a	25.44 ^b	25,03 ^b	26.83 ^a	P ≤ 0,05
Tloušťka skořápky (mm)	0,355 ^c	0.380 ^b	0,387 ^a	0.358 ^c	P ≤ 0,05
Deformace skořápky (mm)	0,347	0,346	0,356	0,356	NS
Pevnost skořápky (g/cm²)	4757	4740	4665	4679	NS
Podíl skořápky (%)	12,26 ^b	12.57 ^a	12,61 ^a	12.31 ^b	P ≤ 0,05

NS nesignifikantní

Tabulka 15 Vliv systému ustájení slepic na technologickou hodnotu vajec (pokus 2)

Charakteristiky	Systém ustájení		
	konvenční klec	podestýlka	voliéra
Hmotnost vejce (g)	60,02	60,23	59,78
Hndex tvaru vejce (%)	77,96	78,64	80,53
Index bílku (%)	11,48	11,23	11,19
Podíl bílku (%)	62,85	63,20	63,30
Haughovy jednotky	91,34	90,62	90,25
Index žloutku (%)	46,59	46,06	45,82
Podíl žloutku (%)	24,76	24,67	24,59
Tloušťka skořápky (mm)	0,415	0,362	0,370
Deformace skořápky (mm)	0,396	0,411	0,414
Pevnost skořápky (g/cm²)	4906	4718	4799
Podíl skořápky (%)	12,39	12,13	12,11

Jedním z ukazatelů kvality vajec je i mikrobiální znečištění vaječné skořápky. Tato charakteristika je hodnocena hlavně z hlediska omezení exogenní kontaminace vaječného obsahu mikroorganismy, tedy ochrany před průnikem mikrobů z vnějšího prostředí přes skořápku do vejce. Předpokládá se totiž, že čím je vyšší povrchové znečištění skořápky vajec, tím roste i riziko následné kontaminace vaječného obsahu mikroorganismy a to je při produkci konzumních vajec velice zásadní problém.

Tabulka 16 Vliv systému ustájení nosnic na mikrobiální kontaminaci vajec (pokus 1)

Charakteristiky	Systém ustájení				Průkaznost
	konvenční klec	obohacená klec	voliéra	podestýlka	
Escherichia coli (KTJ/vejce)	5 881	12 831	2 344 443	2 011 737	NS
Enterococcus (KTJ/vejce)	295 ^b	324 ^b	13 819 ^{ab}	46 037 ^a	$P \leq 0,05$
Celkový počet mikroorganismů (KTJ/vejce)	22 213 ^b	30 895 ^b	3 172 167 ^b	8 472 860 ^a	$P \leq 0,05$

NS nesignifikantní

Tabulka 17 Vliv systému ustájení nosnic na mikrobiální kontaminaci vajec (pokus 2)

Charakteristiky	Systém ustájení	
	konvenční klec	podestýlka
Escherichia coli (KTJ/vejce)	6 810	1 931 861
Enterococcus (KTJ/vejce)	365	90 485
Celkový počet mikroorganismů (KTJ/vejce)	53 197	11 932 000

Podle výsledků pokusů, které jsou uvedeny v tabulkách 16 a 17 a jež dokumentují naše dvouleté pozorování, je zřejmá vyšší kontaminace skořápky, jak celkovým počtem mikroorganismů, tak i *Escherichii coli* a enterokoky, u vajec snesených při ustájení v alternativních systémech, jakými v našem případě byly voliéra a podestýlka. Průkazně ($P \leq 0,05$) vyšší celkový počet mikroorganismů byl shledán na vejcích z podestýlky v porovnání s klecovými systémy a voliérou. V prvním roce sledování bylo průměrně na vejcích z tohoto ustájení zjištěno 8 472 860 KTJ a v roce druhém pak 11 932 000 KTJ. Naopak nízké hodnoty znečištění skořápky celkovým počtem mikroorganismů vykazovala vejce z klece konvenční (22 213 KTJ/vejce; 53 197 KTJ/vejce) a obohacené (30 895KTJ/vejce) a voliéry (3 172 167

KTJ/vejce). Signifikantní ($P \leq 0,05$) vliv systému ustájení byl dále pozorován na počet enterokoků, kdy nejvyšší kontaminace byla opět zaznamenána na vejcích z ustájení na podestýlce (46 037 KTJ/vejce; 90 485 KTJ/vejce) oproti klecím.

Ze sledovaných ukazatelů jakosti vajec byla nejhůře hodnocena vejce z podestýlky a voliéry – nižší hodnota Haughových jednotek, horší kvalita skořápky (slabší skořápka, nižší hodnota pevnosti a vyšší deformace). Naopak relativně kvalitnější produkce vajec byla dosažena v klecích a to i z pohledu mikrobiální kontaminace vaječné skořápky. Za nejvhodnější systém, který by měl po roce 2012 nahradit konvenční klece, je podle výsledků této studie považováno ustájení v obohacených klecích.

Předmětem dalšího sledování v současné době je posouzení penetrace mikroorganismů do vejce v souvislosti s rozsahem kontaminace skořápky a kvality vaječné skořápky. Na to navazuje i vliv výše uvedených faktorů na skladovatelnost vajec. Výsledky těchto analýz se doposud zpracovávají. Předběžné výsledky ukazují, že u vajec s horší skořápkou penetrují mikroorganismy přes podskořápečné blány do bíku, zatímco u vajec s kvalitnější skořápkou se průnik zastaví na vnitřní podskořápečné bláně. Rovněž ve skladovatelnosti vajec je přímá souvislost mezi systémem ustájení a kvalitou skořápky. U vajec z alternativních systémů dochází k výraznému zhoršení kvality vaječného obsahu po 14 dnech skladování a u vajec s horší skořápkou je tento pokles ještě významnější.

7. Závěr

Při současném posuzování systémů chovu nosnic, které připadají v úvahu v souvislosti s platností směrnice EU 74/1999, která byla zařazena do předpisů pro chov nosnic v jednotlivých členských zemích, je nutné se důsledně zabývat jejím dopadem. V souvislosti s ekonomikou chovů po zrušení konvenčních klecí se snižuje konkurenceschopnost ve výrobě konzumních vajec, protože například USA, asijské státy a státy Jižní Ameriky, kde především roste odvětví chovu drůbeže, o podobných opatřeních neuvažují.

Požadavky spotřebitelů na produkci vajec ze systémů ustájení, které jsou vůči nosnicím „šetrnější“ a nepoužívání některých krmných komponent jako například krmiva živočišného původu, syntetické aminokyseliny či GMO, vedou k situaci, kdy je složité vyvíjet krmné směsi s ohledem na konkrétního hybrida, systém chovu, zdravotní stav a věk hejna a nemusí vždy vést ke kvalitě produktu a ekonomické výrobě. V této souvislosti je nový pohled vnášen

i do výkrmu kuřat a kvality drůbežího masa, kde se začínají projevovat požadavky na ekologický výkrm drůbeže nebo výkrm za přesně definovaných podmínek. U spotřebitelů převládá názor, že maso drůbeže z ekologického chovu je kvalitnější a méně tučné než maso z intenzivního výkrmu. Chemické analýzy i senzorické hodnocení však neposkytují jednoznačné závěry.

Z výše uvedených výsledků i literatury je patrné, že klece jsou stále ekonomicky nejvýhodnějším způsobem ustájení z hlediska snášky, spotřeby krmiva, ale ekonomika nemusí být vždy rozhodujícím faktorem. Při volbě systému ustájení by se kromě ekonomiky měl brát v úvahu i welfare a pohled spotřebitele. Zdá se, že obohacené klece spojují výhody klecí a welfare a mohou být alternativou zrušení používání konvenčních klecí. Navíc pohled spotřebitele ukazuje, že spotřebitelé především původních zemích EU jsou ochotni zaplatit více za vejce z alternativních systémů, které jsou podle jejich pohledu šetrnějším způsobem ustájení. Toto hledisko však zatím neplatí v České republice, proto by celá problematika měla být řešena formou kompromisu.

8. Seznam literatury

Abrahamsson, T., Tauson, R. (1995): Aviary systems and conventional cages for laying hens: effect on production, egg quality, health and bird location in three hybrids. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 45, 191 – 203.

Abrahamsson, P., Tauson, R. (1996): Effect of group size on performance, health and behavior in furnished cages for laying hens. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 46, 254 – 260.

Abrahamsson, P., Tauson, R. (1998): Performance and egg quality of laying hens in an aviary system. *Journal of Applied Poultry Research*, 7, 225 – 232.

Abrahamsson, Fossum, O., Tauson, R. (1998): Health of laying hens in an aviary system over five batches of birds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 45, 286 – 296.

Abrahamsson, P., Tauson, R., Appleby, M. C. (1995): Performance of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 45, 286 – 296.

Abrahamsson, P., Tauson, R., Appleby, M. C., Hughes, B. O. (1991): Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects. *Worlds Poultry Science Journal*, 47, 109 – 128.

Abrahamsson, P., Tauson, R., Elwinger, K. (1996): Effect on production, health and egg quality of varying proportions of oat and barley in diets for two hybrids of laying hens kept in different housing systems. *Acta Agriculture Scandinavica*, 46, 173 – 182.

Aerni, V., El-Lethey, H., Wechsler, B. (2000): Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. *British Poultry Science*, 41, 16 – 20.

Aerts, J. M., Wathes, C. M., Berckmans, D. (2004): Environmental management for laying hens. In: Perry: *Welfare of the Laying Hen*. CABI Publishing, první vydání, 283 – 297.

Akkan, S., Alcicek, A., Basmacioglu, H. (2002): Research on yolk cholesterol contents of laying hens raised in free-range system in village and intensive poultry farm. *Ege Univesiteti Ziraat Fakulesi Degrisi*, 37, 1 – 8.

Al-Awadi, A. A., Hussein, M. D., Diab, M. F., Al-Nasser, A. Y. (1995): Productive performance of laying hens housed in minimal shade floor pens and laying cages under ambient conditions in hot arid region. *Livestock Production Science*, 41, 263 – 269.

Al-Safar, A.A., Rose, S.P. (2002) : The response of laying henns to dietary amino acid. *World s Poultry Science Journal*, 58, 209 – 234.

Ambrosen, T., Petersen, V. E. (1997): The influence of protein level in the diet on cannibalism and quality of plumage of layers. *Poultry Science*, 76, 559 – 563.

Anderson, K., E., Adams, A. W. (1994): Effect of cages versus floor environments and cages floor mesh size on bone strength, fearfulness and production of single comb White Leghorn hens. *Poultry Science*, 73, 1994, 1233 -1240.

Anonym (2004): 20 years of production enhancement. *World Poultry*, 20, 42 – 43.

Appleby, M. C., Hughes, B. O. (1991): Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioural aspects. *Worlds Poultry Science Journal*, 47, 109 – 128.

Appleby, M. C., Hogrth, G. S., Anderson, J. A., Hughes, B. O., Whittemore, C. T. (1988): Performance of deep litter system for egg production. *British Poultry Science*, 29, 735 – 751.

Appelby, M. C., Walker, A. V., Nicol, C. J., Lindberg, A. C., Freire, R., Hughes, B. O., Elson, H. A. (2002): Development of furnished cages for laying hens. *British Poultry Science*, 43, 489 – 500.

Balnave, B., Muheereza, S. K. (1998): Intermittent lighting and dietary sodium bicarbonate supplementation for latiny hens at high temperature. *Australian Journal of Agriculture Research*, 49, 279 – 284.

Bell, D. D. (2002): Cage management for layers. In: Bell, D. D., Weaver, W. D.: *Commercial Chicken Meat and Egg Production*, 5th ed. Kluwer Academic Publisher, USA, 979 – 1007.

Bessei, W. (2006): Welfare of broilers. *Worlds Poultry Science Journal*, 62, 455 – 466.

Blokhuis, H. J., Metz, J. H. M.(1995): *Aviary housing for laying hens*. Spelderholt Publication No. 641. ID-DLO, Lelystad, The Netherlands.

Bollengier-Lee, S. (1999): Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on egg production in laying hens. *British Poultry Science*, 40, 102 – 107.

Caldier, P. (2004): Concentration on more nichž and segmentation. *World Poultry*, 20, 10 – 12.

Carey, J. B., Kuo, F. L., Anderson, K. E. (1995): Effects of cage population on productive performance of layers. *Poultry Science*, 74, 633 – 637.

Castellini, C., Dal Bosco, A., Mugnai, C., Pedrazzoli, M. (2006): Comparison of two chicken genotypes organically reared: oxidative stability and other qualitative traits of the meat. *Italian Journal of Animal Science*, 5, 29 – 42.

Castellini, C., Mugnai, C., Dal Bosco, A. (2002): Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219 – 225.

Cerolini, S., Zaniboni, L., Dogmata, La, R. (2005): Lipid characteristics in egg produced in different housing systems. *Journal of Animal Science*, 4, 520.

Cooper, J. J., Appleby, M. C. (1996): Individual variation in prelaying behavior and the incidence of floor eggs. *British Poultry Science*, 37, 245 – 253.

Curtis, P., (2006): Microbial challenges of poultry egg production. *Proceedings of European Poultry Conference, Verona, Italy, September 10 – 14, 4 s (CD)*.

De Reu, K., Grijspeerdt, K., Heyndrickx, M., Zoons, J., De Baere, K., Uyttendaele, M., Herman, L. (2004a): Bacterial eggshell contamination in conventional cage, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. *Proceedings of 22nd World Poultry Congress, Istanbul, Turkey, 4s (CD)*.

De Reu, K., Grijspeerdt, K., Messens, W., Heyndrickx, M., Uyttendaele, M., Herman, L. (2004b): Assessment of the eggshell penetration by different bacteria including *Salmonella Enteritidis* isolated from the egg content of consumption eggs. *Proceedings of 22nd World Poultry Congress, Istanbul, Turkey, 6s*

De Reu, K., Grijspeerdt, K., Heyndrickx, M., Uyttendaele, M., De Baere, K., Herman, L. (2006a): Bacterial shell contamination in the egg handling chains of different housing systems for laying hens. *Proceedings of European Poultry Conference, Verona, Italy, September 10 – 14, 4 s (CD)*.

De Reu, K., Grijspeerdt, K., Heyndrickx, M., Uyttendaele, M., De Baere, K., Herman, L. (2006b): Bacterial shell contamination in the egg collection chains of different housing systems for laying hens. *British Poultry Science*, 47, 163 – 172.

De Reu, K., Grijspeerdt, K., Heyndrickx, M., De Baere, K., Uyttendaele, M., Herman, L. (2006c): The effect of a commercial UV disinfection system on the bacterial load of shell eggs. *Letters in Applied Microbiology*, 42, 144 – 148.

Djukic, M., Harlander, A., Bessei, W. (2005): Locomotion improves bone health more than a reduction of body weight in broiler chickens. *Proceedings 7th Symposium Poultry Welfare*, Lublin June 15 - 19, Poland, 305 – 306.

Ehlhardt, D. A., Donkers, A. M. J., Hiskemuller, W., Hartsen, P.I. (1989): Efficiency of the shared wired floor (TWF) aviary as a housing system for laying hens, compared to cages. *Food and Water Use*. Dodds. Rotterdam, the Netherlands, 1015 – 1019.

Ekstrand, C., Algers, B., Svedberg, J. (1997): Rearing conditions and food-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Preventive Veterinary Medicine*, 31, 167 – 174.

Ellen, H. H., von Wachenfelt, E., Takai, H. (2000): Dust levels and control methods in poultry houses. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 6, 275 – 282.

Elson, H. A., Croxal, R. (2006): European study on the comparative welfare of laying hens in cage and non-cage systems. *Archiv fur Geflugelkunde*, 70, 194 – 198.

Ertas, o. N., Sahin, K. (2002): Preventing heat stress with different feeding methods in laying hens. *Turkisk Vererinelikveltay Vancilik Dergisi*, 26, 453 – 462.

Farmer, L. J., Perry, G. C., Lewis, P. D., Nute, G. R., Piggott, J.R., Patterson, R. L. S. (1997): Response of two genotypes of chicken to the diets and stocking densities of conventional UK and Label Rouge production systems. 2. Sensory attributes. *Meat Science*, 47, 77 – 93.

Farrant, J. (2004): Rising egg uptake checked by higher feed cost. *World Poultry*, 20, 39 – 40.

Fleming, R. H., Whitehead, C. C., Alvey, D., Gregory, N. G., Wilkins, L.J. (1994): Bone structure and breaking strength in laying hens housed in different husbandry systems. *British Poultry Science*, 35, 651 – 662.

Fleming R. H., Cormac, H. A., Whitehead, C. C. (1998): Bone structure and strength at different ages of laying hens and effects of dietary particulate limestone, vitamin K and ascorbic acid. *British Poultry Science*, 39, 434 – 440.

Fleming, R. H., Cormac, H. A., McTeir, L., Whitehead, C. C. (2003): Effects of dietary particulate limestone, vitamin K3 and fluoride and photostimulation on skeletal morphology and osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science*, 44, 683 – 689.

Garces, A., Casey, N. H., Horst, P. (2001): Productive performance of naked neck frizzle and dwarf laying hens under various natural climates and two nutritional treatments. *South African Journal of Animal Science*, 31, 174 – 180.

Grashorn M. (2006): Fattening performance, carcass and meat quality of slow and fast growing broiler strains under intensit and extensit feeding conditions. *Proceedings of European Poultry Conference, Verona, Italy, September 10 – 14, 5 s (CD)*.

Grashorn, M., Kutritz, B. (1991): Der Einfluss der Besatzdichte auf die Leistung moderner Broilerherkunft. *Archiv für Geflügelkunde*, 55, 84 – 90.

Gregory, N. G., Wilkins, L. J., Eleperuma, S. D., Ballantyne, A. J., Overfield, N. G. (1990): Broken bones in domestic fowl: effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. *British Poultry Science*, 31, 59 – 69.

Grijspeerdt, K. (2001): Modelling the penetration and growth of bacteria in eggs. *Food Control*, 12, 7 – 11.

Guinotte, F., Nys, Y. (1991): Effect of particle size and origin of calcium sources on eggshell quality and bone mineralization in egg laying hens. *Poultry Science*, 70, 583 – 592.

Gunnarsson, S., Keeling, L. J., Svedberg, J. (1999): Effect of rearing factors on the prevalence of floor eggs, cloacal cannibalism and feather pecking in commercial flocks of loose housed laying hens. *British Poultry Science*, 40, 12 – 18.

Hadorn, R., Gloor, A., Wiedmer, H. (2000): Einfluss des Ausschlusses von vinen Aminosäuren bzw. Potentiellen GVO-Eiweissträgern aus Legehenfutter auf pflanslicher Basis. Archiv fur Geflügelkunde, 64, 75 – 81.

Horsted, K., Henning, J., Hermansen, J. E. (2005): Growth and sensory characteristics of organically rezed broilers differing in strain, sex and age at slaughter. Acta Agriculturae Scandinavica, 55, 149 – 157.

Hughes, B. O., Dun, P. (1986): A comparison of hens housed intensively in cages or outsider on range. Zootechnica Int., 44 – 46.

Hulzebosch, J. (2004): chause the laying nest that fills the bill. World Poultry, 20, 14 -15.

Hulzebosch, J. (2006): Wide range of housing options for layers. World Poultry, 22, 20 – 22.

Hunton, P. (2004): 20 zears of egg breeding. World Poultry, 20, 16 – 17.

Iskan, K. M., Tekin, M. E., Inal, S. (1998): The performance of laying hens housed at different cage densities. Hayvacilik Arastirma Dergisi, 8, 111 – 114.

Jahan, K., Paterson, A. (2007): Lipid composition of retailed organic, free-range and conventional chickens breasts. International Journal of Food Science and Technology, 42, 251 – 262.

Jenderal, M. J., Church, J. S., Feddes, J. J. (2004): Assesing the welfare of Layers hens housed in conventional, modified and commercially-available furnishd battery cages. Proceedings of 22nd World Poultry Congress, Istanbul, Turkey, 4s (CD).

Kampen van, M. (1976): Activity and energy expenditure in laying hens. 2. The energy cost of exercize. Journal of Agricultural Science, 87, 81 – 84.

Keppler, C., Fölsch D. W.(2000): Locomotive behaviour of hens and cocks (*Gallus gallus f. domesticus*): Implication for housing system. Archiv fur Tierzucht, 43, 184 – 188.

Kerihara, K., Chuhei, I., Koukichi, G., Konuma, H. Shinagawa, K. (1996): Bacterial contamination on the shell surface of hen eggs and the source of contamination. *Jpn. J. Food Microbiol.*, 13, 111–116.

Keshavarz, K. (1987): Influence of feeding a high calcium diet for various duration in prelaying period on growth and subsequent performance of White Leghorn pullets. *Poultry Science*, 66, 1576 – 1582.

Keshavarz, K. (2000): Nonphytate phosphorus requirement of laying hens with and without petase on a phase feeding program. *Poultry Science*, 79, 748 – 763.

Kjaer, J. B., Sorensen, P. (2002): Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of metionine+cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied Animal Behaviour Science*, 76, 21 - 39.

Klecker, D., Zeman, L., Pokludová, M., Slavíčková, M. (2002): Porovnání jednotlivých technologických systémů v chovu slepic, Sborník referátů, Konference "Technologické systémy v chovu drůbeže", Brno 2002, 9 – 12.

Knape, K. D., Chavez, C., Burges, R. P., Coufal, C. D., Carey, J. B. (2002): Comparison of eggshell surface microbial populations for in-line and off-line commercial egg processing facilities. *Poultry Science*, 81, 695 – 698.

Košář, K. (2003): Důsledky jednostranného pohledu na pohodu nosnic. Sborník referátů, Konference "Současnost a perspektivy chovu drůbeže", ČZU Praha , 127 – 131.

Košář, K., Navarová, H., Procházka, D. (2004): Zásady welfare a nové standardy EU v chovu drůbeže, Monografie VÚŽV Praha – Uhřetěves, 10 – 30.

Kutlu, H. R., Forbes, J. M. (1993): Changes in growth and blood parameters in heatstressed broiler chips in response to dietary ascorbic acid. *Livestock Production Science*, 36, 335 – 350.

Ledvinka, Z., Skřivan, M., Tůmová, E., Dlouhá, G. (2002): The effect the age and hens oviposition time on quality of eggs for hatching. Proceedings of conference "Sustainable Development of Crop and Animal production. Way of Development of Czech Countryside. Prague, September 25 – 26, 2002, 110.

Ledvinka, Z., Tůmová, E., Klesalová, L., Zita, L. (2005): Kvalita vajec v různých systémech chovu nosnic. Agromagazín, 6, 40 – 42.

Lee, H. Y., Craig, J. C. (1991): Beak trimming effects on behavior pattern, fearfulness, feathering and mortality among three stock of White Leghorn pullets in cages and floor-reared. Poultry Science, 70, 211 – 214.

Lei, S., van Beek, G. (1997): Influence of activity and dietary energy on broiler performance, carcass yield and sensory quality. British Poultry Science, 38, 183 – 189.

Leyendecker, M., Hamann H., Hartung J., Glünder G., Nogossek, N., Neumann U., Surie, C., Kamphues J., Distl O. (2002): Analysis of the egg shell stability and the bone strength of laying hens in three different hen housing systems. Züchtungskunde, 74, 144 – 155.

Leyendecker, M., Hamann H., Hartung J., Kamphues J., Ring C., Glünder G., Ahlers C., Sander I., Neumann U., Distl O. (2001): Analysis of genotype- environment interactions between layer lines and housing systems for performance traits, egg quality and bone strength. 2nd communication: Egg quality traits. Züchtungskunde, 73, 308-323.

Lichovníková, M., Klecker, D., Zeman, L. (2003): Porovnání užitkovosti slepic chovaných v konvenční a obohacené klecové technologii. Sborník referátů mezinárodní konference „Současnost a perspektivy chovu drůbeže“, Praha 15. 16. 5, 140 - 142.

Lim, H. S., Namkung, H., Paik, I. K. (2003): Effects of phytase supplementation on the levels of dietary calcium and nonphytate phosphorus. Poultry Science, 82, 92 – 99.

Lin, H., Wang, L. F., Song, J. L., Xie, Y. M., Yang, Q. M. (2002): Effect on dietary supplemental levels of vitamin A on the egg production and immune response of heat-stressed laying hens. Poultry Science, 81, 458 – 465.

Manning, L., Chadd, S. A., Baines, R. N. (2007a): Key health and welfare indicators for broiler production. *Worlds Poultry Science Journal*, 63, 46 – 62.

Manning, L., Chadd, S. A., Baines, R. N. (2007b): Water consumption in broiler chicken: a welfare indicator. *Worlds Poultry Science Journal*, 63, 63 – 72.

Machander, V. (2007): Užítkovost slepic v konvenčních a obohacených klecích, *Náš chov*, 67, 12-13.

MacLeod, M. G., Jewitt, T. R. (1985): The energy cost of some behavioural patterns in laying domestic fowl: simultaneous calometric, Doppler-radar and visual observations. *Proceedings of the Nutrition Society*, 44, 34A.

MacLeod, M. G., Jewitt, T. R., White, J., Verbrugge M., Mitchell, M. A. (1982): The contribution of locomotor activity to energy expenditure in domestic fowl. *Proceedings of the 9th EAAP Symposium, Lillehammer, Norway*, 297 – 300.

MacLeod, M. G., Jewitt, T. R., Anderson, J. E. M. (1988): Energy expenditure and physical activity in domestic fowl kept on standard and interrupted lighting patterns. *British Poultry Science*, 29, 231 – 244.

McKeegan, D. E. F., Savory, C. J., MacLeod, M. G., Mitchell, M. A. (2001): Development of pecking damage in layer pullets in relation to dietary protein source. *British Poultry Science*, 42, 33 – 42.

McLean, K. A., Baxter, M. R., Michie, W., 1986: A comparison of the welfare of laying hens in battery cages and in perchery. *Res. Dev. Agric.*, 3, 93 – 98.

Meijerhof, D. (2002): Managing the breeding flock. In: Bell, D. D., Weaver, W. D.: *Commercial Chicken Meat and Egg Production*, 5th ed. Kluwer Academic Publisher, USA, 623 – 651.

Meluzzi, A., Sirri, F., Tallarico, N., Franchini, A. (2001): Nitrogen retention and performance of brown laying hens on diet with different protein content and constant concentration of amino acids and energy. *British Poultry Science*, 42, 213 – 217.

Mohan, B., Mani, V., Nagarian, S. (1991): Effect of different housing systems on the physical qualities of commercial chicken egg. *Indian Journal of Poultry Science*, 26, 130 – 131.

Moorthy, M., Sundaresan, K., Viswanathan, K. (2000): Effect of feed and system of management on egg quality parameters of commercial White Leghorn Layers. *Indian Veterinary Journal*, 77, 233 – 236.

Mostert, B. E., Bowes, E. H., Walt, J. C., 1995: Influence of different housing systems on the performance of hen of four laying strains. *South African Journal of Animal Science*, 25, 80 – 86.

Niekerk van, T. C. G. M., Ehlhardt, D. A. (1995): Zootechnics. In: Blokhuis, H. J., Metz, J. H. M.: Aviary housing for laying hens. Spelderholt Publication No. 641. ID-DLO, Lelystad, The Netherlands.

Newberry, R. C. (2004): Canibalism. In: Perry: Welfare of the Laying Hen. CABI Publishing, první vydání, 239 – 258.

Oester, H (1989): Systemes de detention recents pour ponduses en Suisse. In: Larbier Proceedings of the 7th European Poultry Conference, Paris, France, 1077 – 1081.

Owens, C., Fanatico, A., Pillai, P., Meullenet, J., Emmert, J. (2006): Evaluation of alternative genotypes and production systems for natural and organic poultry markets in the U.S. Proceedings of European Poultry Conference, Verona, Italy, September 10 – 14, 6 s (CD).

Pavlovski, Z., Hopic, S., Vracar, S., Masic, B., 1994: The effect of housing system on external egg quality traits in small flocks of layers. *Biotechnol. Stocar*, 10, 13 – 19.

Pišťeková, V., Hovorka, M., Večerek, V., Straková, E., Suchý, P. (2006): The quality comparison of eggs laid by laying hens kept in battery cages and in a deep litter system. *Czech Journal of Animal Science*, 51, 318 – 325.

Premavalli, K., Viswanathan, K., Pandian, V. (2005): The influence of system of management on yolk cholesterol. *Indian Veterinary Journal*, 82, 172 – 174.

Reiter, K., Nessek, W. (2002): Biological rhythms of behaviour. Proceedings of 11th European Poultry Conference, Bremen, Germany, 40.

Ristic, M. (2004): Meat quality of organically produced broilers. *World Poultry*, 20, 30 -31.

Rao R. S. V., Praharaj, N. K., Reddy, M. R., Panda, A. K. (2003): Interaction between genotype and dietary concentrations of methionine for imine fiction in commercial broilers. *British Poultry Science*, 44, 104 – 112.

Roush, W. B., Machaly, M. M., Graves, H. B. (1984): Effect of increased bird population in a fixed cage area on production and economic response of single comb White Leghorn laying hens. *Poultry Science*, 63, 45 – 49.

Rutten, M., Leterrier, C., Constantin, P., Reiter, K., Bessei, W. (2002): Bone development and activity in chickens: response to reduced weight-load on legs. *Animal Research*, 51, 327 – 336.

Sauveur, B. (1991): Effect of method of rearing of fowls on egg characters. *Prod. Anim.*, 4, 123 – 130.

Savory, C. J., Mann, J. S., MacLeod, M. G. (1999): Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptofan concentration and dietary protein source. *British Poultry Science*, 40, 579 – 584.

Scholz, B., Hamann, H., Distl, O. (2006): Evaluation of bone strength, keel bone deformity and egg quality of laying hens housed in small group housing systems and furnished cages in comparison to an aviary housing system. Proceedings of European Poultry Conference, Verona, Italy, September 10 – 14, 4 s (CD).

Seedorf, J., Hartung, J., Schroder, M., Linkert, K.H., Pedersen, S., Takai, H., Johnsen, J. O., Metz, J. H. M., Groot Koerkamp, P. W. G., Ueng, G. H., Philips, V. R., Sneath, R. W., Short, J. L., White, R. P., Wathes, C. M. (1998): Temperature and moisture conditions in livestock buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 70, 49 – 57.

Sluis van der, W. (2006): Germany improves its self-sufficiency level. *World Poultry*, 22, 10 – 11.

Směrnice Rady Evropské Unie č. 74/1999 : Minimální požadavky na ochranu nosnic. *Official Journal L 203*, 3.8. 1999, 53 – 57.

Suto, Z., Perenyi, M., Van, L. U., Pinczec, L. (1994): Effect of housing system on performance of laying hens. *Szaktanácsok*, 1-4, 22 – 32.

Tanaka, T., Hurnik, J. F. (1992): Comparison of behavior and performance of laying hens housed in battery cages and aviary. *Poultry Science*, 71, 235 – 243.

Tauson, R. (1995): Egg production of hens managed in Marielund aviary housing. *Facta-Husdjur*, 4.

Tauson, R. (2002): Furnished cages and aviaries: production and health. *Worlds Poultry Science Journal*, 58, 49 – 63.

Tauson, R. (2005): Management and housing systems for layers – effect on welfare and production. *Worlds Poultry Science Journal*, 61, 477 – 490.

Tauson, R., Wahlstrom, A., Abrahamsson, P. (1999): Effect of two floor housing systems and cages on health, production and far response in layers. *Journal of Applied Poultry Research*, 8, 152 – 159.

Tiller, H., 2001: Nutrition and animal welfare in egg production systems. *Proceedings of 13th European Symposium of Poultry Nutrition*, Blankenberge, Belgium, 226 – 231.

Tullett, S. G., MacLeod, M. G., Jewitt, T. R. (1980): The effects of partial defeathering on energy metabolism in the laying fowl. *British poultry Science*, 21, 241 – 245.

Tůmová, E., Ebeid, T. (2003): Effect of housing system on performance and egg quality characteristics in laying hens. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 34, 73 – 80.

Tůmová, E., Ebeid, T. (2005): Effect of time of oviposition on egg quality characteristics in cages and in a litter housing system. *Czech Journal of Animal Science*, 50, 129 – 134.

Tůmová, E., Zita, L., Skřivan, M., Englmaierová, M. (2007): Interactions of housing system, genotype, time of oviposition and egg quality in egg type hens. *Proceedings of the XII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg products (v tisku)*.

Vits, A., Weitzenburger, D., Hamann, H., Distl, O. (2005): Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. *Poultry Science*, 84, 1511 – 1519.

Vošlářová, E., Hanzalek, V., Večerek, V., Straková, E., Suchý, P. (2006): Comparison between laying hen performance in the cage system and deep litter system on a diet free from animal protein. *Acta Veterinaria Brno*, 75, 219 – 225.

Wahlström, A., Tauson, R., Elwinger, K. (1998): Effects of plumage condition, health and mortality of dietary oats/bean ratios to three hybrid laying hens in different housing systems. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 48, 250 – 259.

Webster, A. J. F. (1995): *Animal Welfare*. Blackwell Science, Oxford.

Whitehead, C. C. (2004): Skeletal disorders in laying hens: the problem of osteoporosis and bone fractures. In: Perry: *Welfare of the Laying Hen*. CABI Publishing, první vydání, 259 – 278.

Wall, H., Tauson R. (2002): Egg quality in furnished cages for laying hens—Effects of crack reduction measures in hybrids. *Poultry Science*, 81, 340 – 348.

Whyte, R. T. (2002): Occupational exposure of poultry stockmen in current barn systems for egg production in the United Kingdom. *British Poultry Science*, 43, 354 – 373.

Zemková, L., Simeonovová, J., Lichovníková, M., Somerlíková, K. (2007): The effect of housing system and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. *Czech Journal of Animal Science*, 52, 110 – 115.

Zhang, B. F., Coon, C. N. (1997): The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. *Poultry Science*, 76, 1702 – 1706.