

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Zhodnocení reprodukčních ukazatelů různých genotypů
rodičovských populací slepic masného typu**

Diplomová práce

Bc. Veronika Kovářová

Reprodukční biotechnologie

prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Zhodnocení reprodukčních ukazatelů různých genotypů rodičovských populací slepic masného typu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Dále prohlašuji, jako autorka uvedené diplomové práce, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Evě Tůmové, CSc. za pomoc, kterou mi poskytla při zpracování diplomové práce, za její odborné rady a trpělivost při průběhu vyhotovení práce.

Zhodnocení reprodukčních ukazatelů různých genotypů rodičovských populací slepic masného typu

Souhrn

V chovu slepic masného typu se používají různé kombinace, mezi kterými jsou rozdíly v užitkovosti. Cílem diplomové práce bylo porovnat vliv genotypu slepic masného typu a roku sledování na reprodukční ukazatele u třech nejčastěji používaných genotypů slepic v České republice, a to u rychle rostoucích rodičovských kombinací Ross 308, Cobb 500 a středně rychle rostoucí kombinace Hubbard. Zpracování výsledků probíhalo na základě testů v MTD Ústrašice v letech 2018 – 2020. Mezi hodnocené parametry patřily: celková snáška vajec, počet vajec k líhnutí, hmotnost vajec, spotřeba krmiva na slepici/den a na jedno vejce, mortalita, oplozenost, líhnivost z vajec vložených, líhnivost z vajec oplozených a celkový počet vylíhlých kuřat. Testy probíhaly za stejných podmínek, v bezokenných halách od 23 do 66 týdnů věku slepic. K celému testu bylo během tří let použito celkem 4400 ks zvířat, z toho 4000 ks nosnic a 400 kohoutů. Z výsledků našeho testu vyplývá, že reprodukční ukazatele byly silně ovlivněny genotypem rodičovské kombinace, méně pak rokem sledování. Vzájemné působení kombinace a roku se neprojevovalo jako stěžejní. Byla zjištěna interakce s nejvyššími výsledky pouze u celkového počtu snesených vajec na slepici s 251,1 ks v roce 2019, počtu vajec k líhnutí s 234,4 ks v roce 2019, spotřeby krmiva na kus/den s 180,4 g v roce 2018 a u počtu vylíhlých kuřat s 196,6 ks v roce 2019, kde nejvyšší hodnoty byly u kombinace Hubbard, vyjma spotřeby krmiva, která byla nejvyšší u Ross 308. Vliv genotypu se projevil u všech parametrů užitkovosti a reprodukčních ukazatelů vyjma oplozenosti vajec. Nejlepší výsledky celkové snášky vajec, počtu vajec k líhnutí, spotřeby krmiva na kus/den a na jedno vejce, úhynů, líhnivosti z vajec vložených a z vajec oplozených a počtu kuřat na slepici byly dosaženy u středně rychle rostoucí kombinace Hubbard. Mezi rychle rostoucími kombinacemi byly malé rozdíly.

Klíčová slova: slepice, masný typ, reprodukce

Evaluation of reproduction of variable genotypes of broiler breeders

Summary

In broiler breeders different parental combinations have been used, which different performance. The aim of the diploma thesis was to evaluate the effect of hen genotype and year of observation on reproductive performance of the three most commonly used chicken genotypes in the Czech Republic, namely the fast growing parental combinations Ross 308, Cobb 500 and the medium growing combination Hubbard. The evaluation of the results was based on tests in MTD Ústrašice in 2018 - 2020. Parameters evaluated include: hen day egg production, number of eggs for hatch, egg weight, feed intake per hen/day and per egg, mortality, fertility, hatchability from laid eggs, hatchability from fertilized eggs and total number of chicks hatched. The tests were carried out under the same conditions in windowless houses from 23 to 66 weeks of age of the birds. A total of 4400 birds were used for the tests during the three years, including 4000 laying females and 400 males. The results of our study show that reproductive performance were strongly influenced by the genotype of the parental combination, and less by the year of observation. The interaction between combination and year was marginal. Interactions were found with the highest results only for hen day egg production with 251.1 in 2019, number of eggs for hatch with 234.4 in 2019, feed intake per head/day with 180.4 g in 2018 and number of chicks hatched with 196.6 in 2019, with the highest values for the Hubbard combination, except for feed intake, which was highest for Ross 308. The effect of genotype was evident for all performance and reproductive parameters except egg fertility. The best results for hen day egg production, number of eggs for hatch, feed intake per head/day and per egg, mortality, hatchability from eggs laid and eggs fertilized and number of chicks per hen were detected for the medium fast growing Hubbard combination. There was negligible difference between the fast growing combinations.

Keywords: chicken, meat type, reproduction

Obsah

1	Úvod	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Chov slepic masného typu	10
3.1.1	Pomalu rostoucí genotypy.....	12
3.1.2	Středně rychle rostoucí genotypy.....	13
3.1.3	Rychle rostoucí genotypy	14
3.2	Reprodukční ukazatele	17
3.2.1	Počet vajec za snáškový cyklus	17
3.2.2	Hmotnost vajec.....	18
3.2.3	Oplozenost vajec	18
3.2.4	Líhivost vajec	19
3.3	Vliv genotypu na reprodukční ukazatele slepic masného typu	21
3.3.1	Počet vajec za snáškový cyklus	21
3.3.2	Hmotnost vajec.....	22
3.3.3	Oplozenost vajec	22
3.3.4	Líhivost vajec	23
4	Metodika	24
4.1	Zpracování dat	26
5	Výsledky a diskuze	27
6	Závěr	35
7	Literatura	36

1 Úvod

Chov drůbeže má celosvětově v zemědělském sektoru dominantním postavení. Provádí se v široké škále produkčních systémů a poskytuje především maso, vejce, peří a hnojiva. Drůbeží maso a vejce patří mezi nejběžnější živočišné zdroje konzumované na celosvětové úrovni, napříč široké rozmanitosti kultur, tradic a náboženství, což z nich dělá klíčové potraviny. Jelikož lidská populace na Zemi neustále roste, roste i poptávka po potravinách, každý rok se proto porazí více než 66 miliard jedinců drůbeže. Kvůli zajištění a uspokojení poptávky je na zemědělce vyvíjen stále větší tlak. V roce 2022 bylo v ČR v rodičovských chovech dle průzkumu chováno celkem 23 763 508 kusů drůbeže. Druhově převažuje s 96,6 % kur domácí, kterého bylo ke konci roku ve stavech 22,955 milionu kusů. Z toho bylo 54,2 % kuřat na výkrm, 20,8 % nosnic konzumních vajec a zbývající čtvrtina připadla na kuřata na chov, chovné slepice a kohouty. Nejpočetnějším genotypem z celkových stavů byl Ross 308, druhým Cobb 500. Celkový počet vylíhlých kuřat slepic masného typu je 209 594 000 kusů, většina těchto kuřat se využívá zde v republice k výkrmu, menší část je exportována do zahraničí.

Kur domácí (*Gallus gallus domesticus*) má biologicky a ekonomicky optimální způsob produkce vajec. Protože nelze do organismu jedné slepice vhodně skloubit vysokou snášku a produkci masa, bylo nutné vytvořit dva užitkové typy slepic, a to typ nosný a masný. Oplozenost je značně závislá na správném poměru pohlaví. U masného typu je to 1 kohout na 8 – 10 slepic. Rodičovské populace slepic masného typu, jsou chovány pouze pro produkci násadových vajec, ze kterých se následně líhnou jednodenní kuřata na výkrm. Produkce vajec začíná po dosažení pohlavní dospělosti hejna. Vrchol snášky se dostaví mezi dvacátým devátým až třicátým šestým týdnem věku a poté přímo úměrně klesá. Produkce vajec u tohoto typu slepic se vyznačuje kratšími intervaly a větším počtem sérií snášky ve srovnání se slepicemi nosného typu. Z těchto důvodů jsou náklady na chov slepic masného typu vyšší, než je tomu u nosných linií.

Kohouti i slepice chovného hejna jsou kříženci specifické otcovské a mateřské linie. Většina finálních užitkových hybridů byla vyšlechtěna pomocí dvou plemen, a to plymutky bílé v mateřské pozici a kornýšky bílé v otcovské pozici. V rodičovských hejnech je velmi důležité získat co největší množství oplozených vajec s normální stavbou, optimálním morfologickým složením a vnitřní kvalitou. Tyto prvky mají velmi významný vliv na biologickou hodnotu vajec a podmiňují normální vývoj embrya.

Genetická selekce, kterou chovatelé drůbeže provádějí již téměř století, vedla u drůbeže k významnému pokroku ve zlepšování produkčních vlastností. Reprodukční výkonnost a užitkovost komerčních genotypů se mezi sebou liší podle standardu, který deklaruje šlechtitelská společnost. Při dodržování jejich technologických listů může být dosaženo maximální produkce. Užitkovost nám sdělují reprodukční ukazatele, které hodnotíme na základě snáškových dat. Zajímá nás celková snáška vajec, hmotnost vajec, oplozenost a líhivost. Na základě diferencí mezi hejny můžeme hodnotit a porovnávat, který genotyp bude pro náš chov nejvhodnější.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Hypotéza:

V rodičovských populacích masného typu slepic se používají různé genotypy, rychle a středně rychle rostoucích hybridů. Tyto rodičovské kombinace se liší svou užitkovostí, kterou můžeme hodnotit podle reprodukčních ukazatelů. Předpokládáme, že difference v těchto ukazatelích jsou způsobeny použitím různých rodičovských kombinací a rokem sledování.

Cíl:

Cílem diplomové práce je porovnání reprodukčních ukazatelů rodičovských populací Ross 308, Cobb 500 a Hubbard na základě testu realizovaného v MTD Ústrašice s.p. V průběhu snáškového testu bude hodnocena snáška, oplozenost a líhivost u jednotlivých rodičovských kompletů.

3 Literární rešerše

3.1 Chov slepic masného typu

Účelem chovu slepic masného typu je produkce násadových vajec s vysokou biologickou hodnotou k líhnutí brojlerových kuřat určených k výkrmu. Pozornost je zaměřována na co nejvyšší produkci násadových vajec s co nejvyšší oplozeností. Drůbeží maso je v současnosti celosvětově nejkonzumovanějším a každý rok se porazí více než 66 miliard jedinců drůbeže (Dixon & Laura, 2020). Pro zlepšení produktivity a efektivity drůbežářského průmyslu, využívají šlechtitelské společnosti populační genetiky prostřednictvím kvantitativních selekčních postupů. Pozornost je zaměřena na pyramidovou strukturu chovů. Vrchol pyramidy zaujímá relativně malá populace čistého elitního chovu a v dolní části se nacházejí výkrmové chovy brojlerů (Tavárez & Santo, 2016).

Hybridní slepice masného typu jsou produktem křížení čtyř linií, rodičovský chov slepic produktem křížení dvou linií. Kohouti i slepice chovného hejna jsou kříženci specifické otcovské linie a specifické mateřské linie (Hiemstra & Ten Napel, 2013). Tyto rodokmenové populace jsou tedy nejprve kategorizovány do samčích a samičích linií a poté procházejí intenzivním genetickým výběrem, aby se dosáhlo postupného zlepšení hlavních ekonomických rysů. U otcovské linií je genetická selekce zaměřena na vlastnosti, jako jsou: rychlost růstu, jatečná výtěžnost a konverze krmiva. Zatímco u mateřských linií je zdůrazňována rychlost růstu a produkce vajec (Tavárez & Santo, 2016). Většina finálních užitkových hybridů byla vyšlechtěna pomocí dvou plemen, a to plymutky bílé v mateřské pozici a kornýšky bílé v otcovské pozici (Tůmová et al., 2019).

Slepice masného typu mají nižší reprodukční potenciál než slepice nosného typu. Statistické modely pro predikci potenciální snášky jsou důležité pro ekonomicky optimální chovnou strategii produkce vajec v hejnu drůbeže (Otwinowska-Mindur, 2016). Slepice masného typu jsou chovány pouze pro produkci násadových vajec. Produkce začíná po pohlavní dospělosti, relativně rychle dosahuje svého vrcholu a poté víceméně lineárně klesá (Narinc et al. 2014). Vzorec produkce vajec u těchto slepic se vyznačuje kratším snáškovým cyklem a větším počtem sérií ve snášce ve srovnání se slepicemi nosného typu. Z těchto důvodů a také z důvodu problémů s udržení optimální tělesné hmotnosti pro reprodukci jsou náklady na chov slepic masného typu poměrně vysoké (Otwinowska-Mindur, 2016).

Produkční výkonnost kuřat masného typu se neustále vyvíjí díky výzkumu prováděnému v genetice a šlechtění. Na brojlery byl kladen důraz na rychlý růst a raný vývoj jatečně upravených těl (Tavárez & Solis, 2016). Programy genetické selekce za posledních 60 let vedly k rychlému tempu růstu a zvýšení výtěžnosti masa. Dramaticky se snížil porážkový věk, konverze krmiva a energie potřebná k vyvinutí těla na požadovanou hmotnost (Leinonen & Kyriazakis 2016). Zuidhof et al. (2014) porovnával slepice reprezentující nejčastěji používaných genotypů v brojlerovém průmyslu v letech 1957, 1978 a 2005. Od roku 1957 do roku 2005 se tělesná hmotnost slepic zvýšila o 460 % a míra konverze krmiva se snížila o 50 %, přičemž 85 – 90 % tohoto nárůstu bylo připisáno genetickému výběru a zbytek podávané potravě.

Vzhledem k předpokládanému nárůstu celosvětové lidské populace bude na zemědělský průmysl vyvíjen stále větší tlak na efektivitu, čímž může být ovlivněn welfare drůbeže

(Hartcher & Lum, 2020). Bohužel, intenzivní genetická selekce s sebou nese i negativní dopady jako jsou: snížená reprodukční schopnost, kosterní abnormality, ascites a zvýšené procento břišního tuku (Tavárez & Santo, 2016). Nynějším trendem je zájem spotřebitelů o poskytnutí dobré životní úrovně užitkových zvířat včetně drůbežářského průmyslu (Cheng, 2010).

Identifikováním genetických markerů stresu u drůbeže masného typu započaly první pokusy chovatelských společností o začlenění těchto markerů do svých selekčních programů k pomoci vyrovnání drůbeže se stresory (Cheng, 2010). Genetika bude i nadále hlavním hnacím motorem pro zlepšení užitkovosti výkrmu brojlerů. Avšak, genetické zlepšení ještě stále nedosáhlo biologického prahu. Podle nedávných projekcí Agri-Stats, Inc. předložených Donohue (2015), budou do roku 2034 vyšlechtěny genotypy, které dosáhnout porážkové hmotnosti (tj. 2,34 kg) již po 28,8 dnech růstu oproti současným 35 dnům (Tavárez & Santo, 2016). V současné době dominují světovému trhu s chovem brojlerů tři společnosti: Aviagen Broiler Breeders, Cobb-Vantress a Hubbard (Anonym, 2010).

Masný typ slepic vyžaduje jinou výživu a techniku krmení než nosný typ vzhledem k jeho odlišným vlastnostem souvisejícím s vysokou intenzitou růstu a vysokou živou hmotností. Rozdílný je též systém chovu. Zároveň jsou vyšší náklady na jedno vejce z důvodu nižší celkové snášky a kratšího snáškového cyklu. Slepice masného typu se běžně chovají v halách podlahového typu na vysoké podestýlce. Nejdříve jsou odchovány v odchovnách a následně přemístěny do produkčních hal (Skřivan et al. 2000). V období odchovu, které zahrnuje věk od prvního dne do 18 – 22 týdnů, se chovné kuřice masného typu připravují na produkční fázi. V Evropě se nejčastěji používají hustoty osazení mezi 7 – 10 kuřaty/m² (Anonym, 2010). Cílem období odchovu je produkovat drůbež ideální hmotnosti, uniformity, kondice a stádia pohlavní dospělosti. Tělesná hmotnost a uniformita hejna jsou důležitými produkčními ukazateli v období odchovu (Zuidhof et al. 2015). Produkční období začíná mezi osmnáctým až dvacátým druhým týdnem a trvá do šedesátého až šedesátého pátého týdne v závislosti na genotypu a užitkovosti chovatelského hejna. Kohouti a slepice jsou během odchovu chováni odděleně. Po přesunu do produkčních hal jsou již obě pohlaví chována společně (Anonym, 2016). Nejčastěji se využívá přirozeného páření v hejnu (Anonym, 2010). Hustota osazení se během produkčního období pohybuje mezi 5 – 7 kusy/m². Procento samců na začátku produkčního období se pohybuje mezi 8 – 11 % a snižuje se v důsledku selekce a úhynu samců (Anonym, 2010). Důležité ve vztahu k managementu dospělých kuřat masného typu je udržení dobrého zdravotního stavu hejna při udržení produkce vajec na vysoké úrovni. Hlavní kritéria pro monitorování zdraví hejna jsou: tělesná hmotnost, tělesná kondice, produkce, líhivost a hmotnost vajec (Leeson & Summers, 2000).

Produkční systémy využívané v různých oblastech jsou podobné, přičemž převládají intenzivně ustájená hejna. Nejčastější problémy v intenzivních chovech slepic masného typu jsou po celém světě podobné. Patří mezi ně vysoká hustota osazení, přešlechtění zvířat a vlhká podestýlka (Robins et al. 2011). V těchto chovech je hlavním cílem získání co nejvyššího počtu oplozených vajec vhodných pro líhnutí (Habibullah et al. 2015). Příliš nízký poměr kohoutů v hejnu může přispět ke snížení oplozenosti vajec a vyšší časné embryonální mortalitě zárodků (Damaziak et al. 2021).

Chovatelé rodičovských populací mají v zájmu vybrat co nejlepší a dobře přizpůsobivý genotyp s vysokou mírou dědivosti produkce kvalitních násadových vajec (Habibullah et al. 2015). Za účelem zvýšené maximalizace zisku v brojlerovém průmyslu lze výkrm brojlerů

provádět na základě separace pohlaví. Kohouti se chovají odděleně od slepic a vykrmují se pro tržní účely (Yousaf, 2016).

Mezi problémy, které přímo souvisejí s rychlým tempem růstu patří: kardiovaskulární onemocnění způsobující syndrom náhlého úhynu a ascites, špatný vývin skeletu a deformace kostí, kulhání a nízká pohybová aktivita. Dlouhá doba sezení nebo ležení po kontaktu s vlhkou podestýlkou může způsobovat kožní léze (Knowles et al. 2008). V důsledku těchto problémů vznikají ekonomické ztráty (utracení drůbeže, špatná užitkovost a nevyhovující jatečně upravená těla) (Hashimoto et al. 2013). Brojleři jsou předurčeni k vysokým úhynům, problémům s pohybem a vysokou mírou agresivity. Se stále se zvyšujícím tlakem na průmysl produkce brojlerů, budou tyto problémy jen narůstat na závažnosti, proto je nutné se na problémy s welfare zaměřit. Řešení problémů welfare je klíčovým faktorem při zajišťování udržitelnosti brojlerového průmyslu a trvalé sociální licence k provozu. Pro udržitelné odvětví živočišné výroby musí být dobré životní podmínky zvířat v popředí diskusí. Zvýšení produktivity musí zohledňovat dopady na dobré životní podmínky zvířat tak, aby byla tato produkce skutečně udržitelná (Hartcher & Lum, 2020).

Na základě rychlosti růstu jsou kuřata v současné době rozdělována do tří skupin, a to pomalu rostoucí, středně rychle rostoucí a rychle rostoucí (Dawson et al. 2021).

3.1.1 Pomalu rostoucí genotypy

Kuřata tohoto typu můžeme popsat jako kuřata s průměrnou rychlostí růstu rovnou nebo menší než 50 gramů za den (zhruba o 23 % pomalejší růst než konvenční kuřata). To je výrazně méně, než je tomu u brojlerových kuřat se současným průměrem 61 gramů za den. Aby tato kuřata dosáhla stejné porážkové hmotnosti jako brojleři, musí zůstat na farmě podstatně déle. Průměrná délka výkrmu se pohybuje v rozmezí 52 – 81 dnů ve srovnání s 35 – 42 dny u rychle rostoucích brojlerů (závisí na trhu, genotypu, systému ustájení) a spotřebují více krmiva, aby dosáhla stejné hmotnosti, jako brojleři (Dixon & Laura, 2020).

První snesená vejce v rodičovských chovech se objevují mezi 179 – 222. dnem věku. Snáška za snáškový cyklus průměrně dosahuje 68 – 83 vajec, přičemž životaschopnost kuřat může dosahovat až 98 %. Průměrná hmotnost vylíhlých kuřat je 44,65 g, což odpovídá 61,9 – 67,7 % hmotnosti násadového vejce (67,5 g) (Oblakova, 2015). S rostoucím věkem se zvyšuje hmotnost snesených vajec. Slepice ve věku 51 týdnů snáší větší a těžší vejce, než slepice v 38 týdnech. Zvětšuje se i hmotnost kuřat při líhnutí, přičemž kuřata od starších slepic jsou těžší, než od mladších a dosahují vyšší úspěšnosti líhnutí (Machado et al. 2020). Na oplozenost vajec má vliv chovný systém a linie, protože oba faktory významně interagují. Líhivost kuřat závisí na hmotnosti vajec, tloušťce a poréznosti skořápky, tvarovém indexu a konzistenci obsahu. Chov rodičovských hejn v alternativním systému s přístupem ven a na pastviny může hrát klíčovou roli při zajišťování silnějšího imunitního systému nového jedince a pro zdravý vývoj embryí (Petkov et al. 2020).

Typickým zástupcem pomalu rostoucích genotypů je Cornish Cross. Největší důraz se u těchto genotypů klade na horší konverzi krmiva a nižší výtěžnost masa. U plemene Red Ranger je potřeba poskytnout o 28 % více krmiva než u rychle rostoucích genotypů. Z těchto důvodů

nejdou pomalu rostoucí genotypy vhodné pro současné požadavky produkce drůbežního masa. Podle Fishera (2019) je tedy velmi nepravděpodobné jejich plné využití ve vysokoprodukčním zemědělství, ačkoliv to mnoho studií doporučuje (Hartcher & Lum, 2020). Tato plemena se stále primárně uplatňují pro prémiové trhy (Fisher, 2019). Jelikož se u těchto genotypů dbá na větší důraz na welfare, znamená to i zvýšenou cenu produktu pro zákazníka (Dixon & Laura, 2020).

V současné době tvoří pomalu rostoucí kuřata nepatrné procento trhu ve Spojených státech, ale prosadili se i v některých částech Evropy. Pomaleji rostoucí genotypy tvoří 25 – 30 % produkce Holandska, 15 % produkce Francie a 7 % produkce ve Spojeném království (Fisher, 2019). Na druhou stranu mají menší mortalitu, nižší výskyt obtíží s končetinami, vyšší osvalení stehien a nižší množství tuku v těle (Tůmová et al. 2019). To potvrzuje i Batkowska et al. (2015), která sníženou mortalitu přisuzuje lepším podmínkám chovu a větší pohybové aktivitě. Dále netrpí ve velké míře na kardiovaskulární onemocnění, snížil se výskyt muskuloskeletálních poruch, deformací kostí a kontaktní dermatitidy (Hartcher & Lum, 2020, Dixon & Laura, 2020). Zároveň nevykazují během snášky známky klovaní peří nebo kanibalismu, což je u rychle rostoucích genotypů častý problém. Můžeme tedy říct, že pomalu rostoucí kuřata mají vyšší životní úroveň (Giersberg et al. 2020).

Mezi pomalu rostoucí se řadí i kohoutci nosného nebo kombinovaného typu Isa Dual nebo Lohmann Dual (Tůmová et al. 2019). Oblíbeným čistým genotypem používaným na malých drůbežích farmách je Bresse Gauloise, kombinuje vysokou kvalitu masa s roční snáškou až 250 vajec. Průměrný denní přírůstek do dvanáctého týdne věku se pohybuje okolo 31 g. V desátém týdnu věku dosahují kuřata hmotnosti 1823 g. Příkladem komerčního dvouúčelového kuřete jsou slepice Lohmann Dual, u kterého šlechtitelská společnost Lohmann Tierzucht použila pohlavně vázaný trpasličí gen k produkci malých slepic a kohoutků normální velikosti (Baldinger & Bussemas, 2021). Chov dvouprodukčních linií kuřat s vysoce užitkovými slepicemi pro snášku a kohouty chovanými pro produkci masa je alternativou k utracení jednodenních kohoutků snáškových linií. Lohmann Dual, nedávné komerční dvouúčelové plemeno vyvinuté křížením masných a nosných linií má přijatelné výsledky jak v produkci masa, tak v produkci vajec. Kohouti Lohmann Dual dosahují při výkrmu v 70 dnech průměrné hodnoty 3500 g při konverzi krmiva 1 : 2,5 kg, kohouti Lohmann Brown pak 1 : 4 kg (Alshami et al. 2018). Dále Red Ranger, který je charakteristický červenohnědým celoplošným zbarvením peří. Jeho výkrm probíhá do 8 týdnů věku při dosažení 1,4 – 1,8 kg živé hmotnosti a až 70 % výtěžnosti masa (Fisher, 2019). Líhivost vajec a reprodukční vlastnosti kohoutů a slepic jsou vlastnosti, které byly zlepšeny intenzivními šlechtitelskými programy společně s hlavními komerčními kmeny brojlerů (Machado et al. 2020).

3.1.2 Středně rychle rostoucí genotypy

Značná rozmanitost dvouúčelových kuřat představuje významnou příležitost pro alternativní produkci drůbeže. Ne všechna kuřata jsou však přizpůsobena komerčnímu řízení produkce. Ve srovnání s moderními brojlerů produkuje méně masa, spotřebují více krmiva při nižší konverzi krmiva a potřebují tak delší dobu výkrmu. V budoucnu však mohou být použiti pro jejich dobrý zdravotní stav na eticky ospravedlnitelnou živočišnou produkci (Tiemann et al. 2020).

Mezi zástupce středně rychle rostoucích genotypů patří: JA757 Hubbard a ISA 257. Tito hybridi dosahují ve věku 49 dní živé hmotnosti 1900 g při konverzi krmiva 1 : 2 kg přírůstkem (Tůmová et al., 2019). Průměrný přírůstek genotypu JA 757 za 29 dní je 1,923 kg/kuře. Průměrná spotřeba krmiva jednoho kuřete činí 5,23 kg na 1 kg přírůstkem. Hodnota úhynu se pohybuje okolo 5,56 % (Anderle et al. 2016). Výkrm kohoutků Hubbard JA 757 probíhá do dosažení živé hmotnosti 2 766 g v 57 dnech věku (Englmaierová et al. 2021). Kuřata Hubbard ve výkrmu ve stejném věku rostou významně rychleji, než kuřata ISA 257 a to přibližně o 16,1 %. Zároveň však přijímají více krmiva, až o 10,7 %. Při chronickém vystavování tepelnému stresu se celkový přírůstek tělesné hmotnosti snižuje přibližně o 13,9 %. Starší slepice jsou náchylnější k tepelnému stresu než mladší. U starších se taktéž snižuje i úroveň produkce. Optimální teplota pro produkci s věkem klesá (Al-Batshan, 2002).

U těchto genotypů se průměrná líhivost ve třiceti týdnech věku pohybuje okolo 82 %, oplozenost vajec okolo 87 %. Oplozenost a líhivost vajec mohou být ovlivněny genotypem nebo krmivem. Nadměrné krmení ale oplozenost snižuje. Celková produkce kuřat se v průměru pohybuje okolo 135 kuřat na slepici do věku 58 týdnů.

Genotyp Hubbard Efficiency Plus, vyšlechtěný společností Hubbard představuje perfektní kombinaci pokročilé chovatelské práce a užitkovosti středního typu. Disponuje roční snáškou 187,6 vajec, oplozeností 83,5 % a velkou rychlostí růstu brojlerů s dobrým zdravotním stavem a vysokou produkcí kvalitního masa. Kromě toho má jeho vynikající konverze krmiva pro chovatele za následek ekonomické výhody a udržitelnost pro životní prostředí (Anonym, 2023).

3.1.3 Rychle rostoucí genotypy

Rychle rostoucí genotypy se označují též jako brojlerová kuřata. Kuřata se poráží ve věku 30 – 40 dní, což umožňuje uskutečnit až 7 turnusů ročně. Brojleři díky svému genetickému potenciálu zabezpečují všechny předpoklady pro maximální hmotnostní přírůstky současně při nízké konverzi krmiva. K plnému využití tohoto potenciálu však musí být výkrm kuřat od začátku správně řízen. Je proto potřeba ošetřování kuřat věnovat veškerou pozornost a dbát na mnoho různých faktorů. Na světě zaujímají přední postavení v chovu kuřat (Tůmová et al. 2019). Jen ve Spojeném království žije více než 1 miliarda brojlerů, kteří ročně produkují přes 1,6 milionu tun masa, přičemž přibližně 94 % těchto kuřat tvoří rychle rostoucí hybridy, kteří jsou poraženi ve věku 5–6 týdnů o hmotnosti 2,2 – 2,5 kg (Dixon & Laura, 2020).

Je známo, že rychlý růst a přírůstek hmotnosti u rychle rostoucích kuřat je spojen s řadou zdravotních problémů a problémů s welfare. Dobré životní podmínky zvířat zahrnují normální biologické fungování, mentální pohodu a schopnost vyjádřit určité normální vzorce chování. Jak brojleři stárnou a rostou, mají zvýšenou úroveň kulhání a sníženou úroveň tělesné aktivity, což je považováno za hlavní příčinu slabosti končetin.

Dalším problémem, který pramení z používání rychle rostoucích slepic masného typu, je chronický hlad u rodičovského hejna. Rodičovská hejna mají podobný genetický potenciál jako jejich potomci (výkrmoví brojleři), rychle růst a přibírat na váze. Protože však potřebují žít mnohem déle než brojleři (60+ týdnů) a mají dobré reprodukční schopnosti, je jim krmivo omezeno až na 1/3 toho, co by dostali během chovu na výkrm. To vede k tomu, že hejno je

fyzicky zdravé, ale vykazuje abnormální chování a frustraci v důsledku chronického hladu (Dixon & Laura, 2020).

Ačkoliv zlepšení dobrých životních podmínek zvířat může zlepšit produktivitu, není tomu tak vždy a některá vylepšení (např. zvýšená aktivita) mohou mít negativní důsledky pro produkci (např. zvýšený příjem krmiva a/nebo delší doba do dosažení jatečného věku) a dokonalejší genetický výběr (Dixon and Laura, 2020).

Mezi nejpoužívanější genotypy patří Ross 308 a Cobb 500. Průměrný denní přírůstek těchto kuřat je vyšší než 35 g denně. Vykrmují se do hmotnosti 2 kg při spotřebě krmiva 1800 g na 1000 g přírůstku (Tůmová et al. 2019).

Ross 308

Genotypy Ross byly vyšlechtěny společností Aviagen, která se řadí mezi světovou špičku v produkci brojlerů. Nabízí zákazníkům prvotřídní genetiku, všestranný výkon, prvotřídní zdravotní vlastnosti a komplexní globální síť distributorů. Proto se Ross řadí mezi nejpoužívanější plemeno pro světový drůbeží průmysl. Ross 308 je vhodný pro zákazníky, kteří hledají genotyp, který má trvale dobrý výkon a je všestranný pro splnění široké škály požadavků na konečný produkt. Ross 308 produkuje vysoký počet vajec v kombinaci s dobrou líhivostí a dále je celosvětově uznávaný jako vynikající brojler. Je oblíbený pro svou rychlost růstu, konverzi krmiva a silné osvalení kostry (Anonym, 2018).

Cobb 500

Nejlepší konverze krmiva, viditelná vynikající uniformita, perfektní zdravotní stav zvířat a vynikající chovatelské vlastnosti. Díky tomu je brojler Cobb 500 v současnosti velmi oblíbený a patří k nejžádanějším brojlerům na trhu. Byl vyšlechtěn společností Cobb-Vantress. U genotypu Cobb 500 se zdůrazňuje schopnost dobře růst a dosáhnout výborné masné výtěžnosti i při levnějších krmivech s nízkou kvalitou (Anonym, 2014).

Ve světě se dále můžeme setkat s genotypy Arbor Acres a Lohmann meat, kteří rovněž patří mezi rychle rostoucí. Arbor Acres však dosahuje ve většině sledovaných znaků horších hodnot než genotypy Ross a Cobb. Vejce Arbor Acres mají průměrnou hmotnost ve 30 – 35 týdnech 60,5 g, ve 40 – 45 týdnech 65,8 g a v 50 – 55 týdnu 69,9 g. Hmotnost vylíhlých kuřat se ve 30 – 35 týdnu pohybuje okolo 41 g, ve 40 – 45 týdnu 44,2 g a v 50 – 55 týdnu dosahují 48 g. Arbor Acres dále vykazuje nejvyšší úbytek hmotnosti vajec a nejnižší procento hmotnosti kuřat u vajec sladovaných po dobu 7 dní. Úbytek hmotnosti se nejvíce projevuje u vajec od mladšího hejna, což můžeme vysvětlit jejich nízkou hmotností a velkým povrchem (Alsobayel et al. 2013).

Úspěšnost líhnutí u rychle rostoucích genotypů se pohybuje okolo 85 %. Rychle rostoucí genotypy mají o 13 – 14 % těžší vejce a tělesná hmotnost vylíhlých kuřat je o 20 – 26 % vyšší než u pomalu rostoucích genotypů (Yair et al. 2017). Hristakieva et al. (2014) zkoumali průměrnou hmotnost a oplozenost násadových vajec. Výsledky ukázaly hodnoty pro Ross 308 – 66,54 g a 84,17 % a pro Cobb 500 – 68,66 g a 86,36 %. Embryonální mortalita se v obou případech pohybovala okolo 8 %. Torrey et al. (2021) uvádí mortalitu pouze 2,5 %.

U rychle rostoucích genotypů byla při líhnutí násadových vajec pozorována ve 29 týdnu věku vyšší oplozenost o 3,5 – 5,3 % oproti genotypům středně rychle rostoucím. Od 33 týdne

věku tato interakce zaniká a hodnoty oplozenosti jsou pro oba typy stejné. Embryonální mortalita mezi prvním a devátým dnem líhnutí byla o 2,1 % nižší u násadových vajec od slepic rychle rostoucích ve srovnání s vejci od středně rychle rostoucích. Od prvního do desátého dne jsou pozorovány nižší úhyny kuřiček ve srovnání s kohoutky. V pokročilejším věku už nejsou rozdíly v úhynech mezi pohlavími tak výrazné. Od 28 dne mají rychle rostoucích kuřata oproti středně rychle rostoucím vyšší tendenci k úhynům (van Emous et al. 2014).

U těchto genotypů se úbytek hmotnosti vajec při líhnutí s postupujícím věkem snižuje. Dále se snižuje i oplozenost a úspěšnost líhnutí. Pro dosažení lepší plodnosti a líhivosti bez ohledu na věk, by měla být pro líhnutí vybrána vejce se střední hmotností, nejlépe 60 – 69 g. Maximální hmotnosti kuřat lze dosáhnout líhnutím vajec největší velikosti, jelikož velikost vajec má významný vliv na hmotnost kuřat, užítkovost kuřat a délku těla kuřat. Hmotnost kuřat je nejrozšířenějším ukazatelem pro hodnocení kvality jednodenních kuřat. Je známo, že existuje pozitivní korelace mezi hmotností kuřat a hmotností vajec. Těžší vejce totiž obsahují více živin než malá vejce, a proto vyvíjející se embrya z těžších vajec mají více živin pro růstové požadavky (Iqbal et al. 2016).

Kuřata vylíhlá z těžších vajec mají lepší konverzi krmiva. Velikost vajec má významný vliv na fertilitu a znaky líhivosti. Oplozenost a líhivost jsou bezesporu dva hlavní parametry, které výrazně ovlivňují jednodenní kuřata. Je proto velmi důležité porozumět vlivu velikosti vajec na plodnost a znaky líhivosti. Velikost vajec však nemá významný vliv na procento úhynu vylíhlých kuřat v různých fázích produkčního cyklu. Mortalita zvířat není ovlivněna hmotností vajec bez ohledu na genotyp (Iqbal et al. 2017).

U genotypů Ross 308 a Cobb 500 byla zaznamenána negativní korelace mezi věkem hejna, oplozeností vajec a ranou embryonální mortalitou. S rostoucím věkem hejna klesá oplozenost a zvyšuje se časný embryonální úhyn. Dále má velikost vajec vliv na plodnost, líhivost a embryonální mortalitu. Vyšší procentuální oplozenost je pozorována u malých vajec (96,67 %), středních (93,33 %) a velkých (90,33 %). Nejvyšší embryonální úhyn se vyskytuje u velkých vajec (Ajayi et al. 2021). Slepice do 35 týdne věku byly charakterizovány nejnižším podílem uhynulých kuřat a těch, která nebyla vhodná pro další produkci (3,7 %). V ostatních věkových skupinách byla průměrná hodnota embryonální mortality přibližně 6,8 %. Poměr uhynulých a vyřazených kuřat z celkového počtu kuřat, která nejsou dále použita pro výkrm je přibližně 1: 3 (Nowaczewski et al. 2016).

3.2 Reprodukční ukazatele

Rodičovská hejna jsou nejdůležitější součástí procesu výroby drůbežího masa. Hlavním úkolem chovného hejna je produkce co nejvyššího množství oplozených násadových vajec. Hospodářský výsledek podniku produkující drůbeží maso totiž závisí na produkčních a reprodukčních vlastnostech těchto hejn. Je tedy snaha o vytvoření optimálních podmínek chovu k dosažení maximální užitkovosti (Khaustov et al. 2021). Zvláštní pozornost se věnuje věku hejna a jeho správné výživě ve všech fázích života. Pozornost je věnovaná i hmotnosti vajec, vnějším a vnitřním znakům kvality násadových vajec, stáří vajec a četnosti jejich otáčení v líhni (Mitrovic et al. 2010).

Reprodukční ukazatele hodnotíme na základě hmotnosti, oplozenosti, líhivosti a celkového počtu snesených vajec za snáškový cyklus.

3.2.1 Počet vajec za snáškový cyklus

Snáška je ovlivněna velkým množstvím faktorů, které mohou příznivě i nepříznivě ovlivnit celkovou užitkovost hejna. Tyto faktory jsou ovlivňovány genotypem a vnějším prostředím. Je tedy nutné drůbeži poskytnout co nejlepší podmínky k maximalizaci zisku. Mezi hlavní činitele patří: věk drůbeže, genotyp, složení krmiva, konverze krmiva, dostupnost vody, délka a intenzita fotostimulace, technický stav haly, zdravotní stav hejna, aktivita pohybu a hustota osazení haly. Pokud dojde k poklesu produkce vajec, je na místě prozkoumat možné příčiny a problém odstranit (Jacob et al. 2003). U dnes nejčastěji používaných genotypů slepic dosahuje celková snáška do věku 62 týdnů průměrně 177 ks vajec (Khaustov et al. 2021). Biesiada-Drzazga et al. (2018) uvádějí rozmezí 179 – 187 vajec, z toho 168 – 175 násadových. Produkční období tedy trvá přibližně 38 týdnů.

Nejlepších reprodukčních výsledků dosahuje hejno uprostřed produkčního cyklu s průměrnou hmotností 63 g na vejce. V tomto období se také objevuje nejlepší oplozenost až 97,43 %, líhivost 87,62 % a tělesná hmotnost jednodenních kuřat 44 g při 69 % podílu hmotnosti kuřat z celkové hmotnosti vejce. Věk rodičovského hejna ovlivňuje nárůst hmotnosti vajec a nárůst hmotnosti vylíhlých kuřat. Hmotnost a líhivost vajec se při dlouhodobém skladování snižuje (Mitrović et al. 2017). Je známo, že hmotnost kuřat významně koreluje s hmotností vajec, z kterých se následně líhnou. Dále i dostupnost krmiva rodičů, prostředí a podmínky inkubace mohou ovlivnit hmotnost a pohlaví kuřat (Soltan et al. 2020).

Produktivní výkonnost rodičovských chovů může být ovlivněna mnoha negenetickými faktory. Jedním z těchto faktorů je tělesná hmotnost slepic v prereprodukčním a reprodukčním období, která je považována za jeden z klíčových faktorů ovlivňujících užitkovost. Pokud je rychlost růstu vyšší, produktivita klesá kvůli mnoha ovulacím, a naopak, pokud je restrikce krmiva příliš silná, produkce vajec se snižuje kvůli zpoždění ovulace (Álvarez & Hocking, 2007). V zásadě, aby bylo dosaženo výborné produkce vajec a perzistence, měly by být kuřice ideálně připraveny během období odchovu (Yıldırım & Yalçınalp, 2018). Drůbež, která nedosáhla cílové tělesné hmotnosti potřebné pro pohlavní dospělost, nezahájí produkci vajec (van der Klein et al. 2018).

System ustájení ovlivňuje počet snesených vajec do hnízd i mimo ně, potažmo ovlivňuje počet vajec vhodných k inkubaci. V systému podestýlky je mimo hnízdo obvykle sneseno 3,1 % z celkového počtu vajec oproti 9,8 % systému s částečným rostem a podestýlkou. System ustájení ale neovlivňuje počet oplozených vajec. Ovlivňuje, ale počet vajec považovaných za nepoužitelné v důsledku znečištění trusem, podestýlkou a mikrobiální kontaminací, protože nebyla snesena do hnízda, ale na zem (Biesiada-Drzazga et al. 2018). U poměru samčího a samičího pohlaví napříč věkovými kategoriemi nebyl zjištěn významný účinek na zvýšení produkce vajec (Haghighi et al. 2016).

3.2.2 Hmotnost vajec

U rodičovského hejna Ross 308 se hmotnost vajec pohybuje od 46,0 do 70,5 gramů v závislosti na věku hejna (Khaustov et al. 2021). Věk hejna ovlivňuje většinu fyzikálně-chemických vlastností vajec. Slepice Ross 308 na vrcholu snášky snáší vejce s výrazně nižší hmotností (o více než 10 g), ale hmotnost vajec je rovnoměrnější. Tvarový index vajec mladých slepic je menší, což ukazuje na kulovitější tvar vajec slepic na vrcholu snášky. Vzhledem k nižší hmotnosti vajec od slepic ve věku 30 týdnů ve srovnání se staršími slepicemi (60 týdnů) je u těchto vajec také nižší hmotnost skořápky, s vyšším podílem bílku a menší podíl žloutku ve srovnání s vejci starších slepic (Banaszewska et al. 2019). Koeficient dědivosti malého průměru vejce při jeho nízké variabilitě umožňuje metodu rodinné selekce. Bylo zjištěno, že malý průměr vajec má negativní korelaci s úhynem embryí. Výběr kuřete podle malého průměru vajec ve fázi předběžného hodnocení produktivity může být proto dalším způsobem, jak zvýšit živou hmotnost potomstva a zvýšit reprodukční schopnosti (Dymkov et al. 2020).

Pro dosažení lepších vlastností plodnosti a líhivosti v chovném hejnu slepic masného typu by měla být pro inkubaci vybrána střední velikost vajec (52–61 g), lze ale zvážit i malou velikost vajec, avšak větších než 46,46 g. Pokud je naším cílem líhnout kuřata s vyšší živou hmotností, je nutné do líhně nasadit velkou velikost vajec, tedy ta, která váží více než 63 g. Embryonální mortalita (6,58 – 9,80 %) a neoplozenost vajec (6,01 – 7,00 %) pro malou a střední velikost vajec dosahují ve srovnání s velkými vejci (15,6 – 22,0 %) příznivějších hodnot. Z těchto důvodů tedy není líhnutí velký vajec časté (Olutunmogun et al. 2018).

3.2.3 Oplozenost vajec

Oplozenost násadových vajec je jedním z důležitých ukazatelů reprodukční schopnosti (Khaustov et al. 2021). Bez ohledu na systém ustájení tvoří násadová vejce v rodičovských hejnech Ross 308 93,6 % – 93,7 % všech snesených vajec (Biesiada-Drzazga et al. 2018). Khaustov et al. (2021), pozorovali vejce rodičovského hejna Ross 308 a zjistili, že průměrná oplozenost za celý snáškový cyklus se pohybovala v rozmezí 69,0 – 98,2 %. V prvních týdnech chovu (27 – 37 týdnů) se ukazatel oplozenosti projevil jako nejvyšší, a to 96,2 – 99,0 %. Ke konci exploatace nosnic (62 týdnů věku) se oplozenost vajec snižovala na pouhých 69 – 75 %.

Oplozenost není nijak závislá na použitém způsobu skladování vajec. Oplozenost totiž závisí hlavně na poměru pohlaví rodičovského hejna, ročním období, věku hejna, a nikoliv na teplotě skladování vajec a fumigaci (Melaku et al. 2016). Optimální teplota pro oplozená vejce během období skladování závisí na stáří vajec, věku chovatelského hejna a genotypu slepic (Hussain et al. 2018). Je třeba poznamenat, že s prodlužující se dobou skladování by se

násadová vejce měla skladovat při nižších teplotách (Yousaf et al. 2017). Pokyny o regulaci prostorové teploty poskytují primární chovatelské společnosti. Například Aviagen doporučuje skladovat vejce staré 1-3 dny při teplotě 19 °C (Anonym, 2016).

Pro udržení oplozenosti v chovatelském hejnu se v polovině období produkce provádí částečné nahrazení kohoutů. Nasazením mladých samců chceme zvýšit celkovou kondici hejna s pozitivním vlivem na líhivost. Nevýhodou systému je, že musí být stále k dispozici malá skupina mladých kohoutů a vyvstává zde potenciální riziko kontaminace chovu při jejich naskladňování. Pozitivní efekt souvisí s prolomením pořadí v hierarchii kohoutů čímž se ke kopulaci dostanou i nepříliš průbojní jedinci. Intra spiking je systém odebírání kohoutů z různých farem, jejich míchání a přivádění zpět do hejna. Tímto způsobem je narušena hierarchie kohoutů v hejnu a méně dominantní kohouti mají možnost stát se dominantnějšími. Zamezuje se tím i úhynu kohoutů zapříčiněnými boji mezi sebou či odpírání krmiva slabším jedincům silnějšími. Úroveň plodnosti hejn se významně zvyšuje po 2 týdnech po prvním zásahu a zůstávají vysoké až do konce produkčního období (Mphepya et al. 2019).

3.2.4 Líhivost vajec

Nejvýznamnějším a konečným ukazatelem, který určuje reprodukční schopnost drůbeže, je celkový počet živých kuřat na jednu na počátku nasazenou nosnici do chovu. V průběhu chovu rodičovského hejna jsou zvířata průběžně cíleně vyřazována (z důvodů poranění, nemoci) nebo přirozeně hynou. Životnost nám jako ukazatel značí procento kuřat, která přežila až do začátku produkčního období.

Průměrná líhivost genotypu Ross 308 je 85 % a hmotnost kuřete 48,3 – 49,3 g do 44. týdne věku. Každý další týden je líhivost pouhých 70,4 %. Pro genotyp Cobb 500 se průměrná líhivost a hmotnost kuřete pohybuje okolo 92,7 % a 51,5 g (Abudabos et al. 2010).

Předlíheň a líheň má významný vliv na líhivost u všech druhů drůbeže. Inkubace je technologicky velmi pečlivě naprogramovaný proces, při kterém se v konkrétních fázích specifickým způsobem mění řada parametrů (teplota, vlhkost, úroveň CO₂). Líhivost se s prodlužující se dobou líhnutí snižuje (Bene et al. 2016). Inkubace poskytuje vhodné podmínky pro oplozená vejce k líhnutí vysoce kvalitních jednodenních kuřat. K tomu dochází, když jsou oplozená vejce dodávána za standardních podmínek z chovatelské farmy do líhně (Jabbar & Yousaf 2017). Při sběru na farmě je nutné chránit násadová vejce před tepelným nebo chladovým stresem. Cobb-Vantress doporučuje, aby teplota nákladních automobilů doručujících násadová vejce z farmy do líhně byla mezi 20 – 23 °C (Yousaf et al. 2017, Anonym, 2014). Teplota je jedním z důležitých faktorů ovlivňujících růst a vývoj embrya ve všech fázích inkubační doby (Yousaf et al. 2016). Chladový stres má zásadní vliv na líhivost vajec. Účinky chladového stresu na užitkovost kuřat a jednotnost tělesné hmotnosti jsou významné. U vajec skladovaných při teplotě 2 – 3 °C byla pozorována tvorba ledových krystalů, což vede k nevratnému poškození tkání embrya (Hussain et al. 2018). Vliv chladového stresu během líhnutí je důležitý, ale neovlivňuje oplozenost vajec. Chladový stres má také značný vliv i na embryonální mortalitu ve všech jejích fázích. Chladový stres ovlivňuje úspěšnost inkubace a celkovou kvalitu kuřat (Hussain et al. 2019).

Teplota 16 °C při skladování vajec a fumigace zlepšují líhivost. Skladování vajec při teplotě 23 °C a vyšší vede k mírně nižší průměrné procentuální líhivosti než skladování

při 10 °C, ale rozdíly nejsou významné. Skladování vajec při teplotě nižší než 16 °C u genotypu Cobb 500 a vyšší než 16 °C pro Hubbard má negativní vliv na líhivost. Čím kratší doba skladování, tím vyšší je optimální teplota skladování pro nejlepší výsledky líhnutí. Skladovací teplota klesá se zvyšující se délkou skladování. Na základě přehledu literatury: 20 až 25 °C při skladování vajec po dobu kratší než čtyři dny; 16 až 17 °C po dobu čtyř až sedmi dnů; a 10 až 12 °C pro skladování vajec po dobu delší než sedm dní. Fumigace před uskladněním a před inkubací manganistanem draselným a formalíнем vede k vyšší líhivosti než u vajec nefumigovaných (Melaku et al. 2016).

Aby se dosáhlo co nejlepších výsledků líhivosti, musí být zajištěna jednotná teplota ve všech částech inkubátoru. V nekvalitních líhních může teplota na spodní části inkubátoru kolísat, dochází tak k nedokonalému líhnutí kuřat jako ve středu inkubátoru. Přípustné diference od normální teploty počas líhnutí jsou 1,27 °C (Sözcü et al. 2021). Současné výsledky naznačují, že genetické pozadí kmenů slepic masného typu ovlivňuje embryonální vývoj a metabolismus živin během inkubace. Rozdíly nastaly i při stejné teplotě vaječné skořápky. Vezmeme-li v úvahu vliv genetického pozadí na získané výsledky, je velmi pravděpodobné, že optimální úroveň teploty vaječných skořápek nebude pro Ross 308 a Cobb 500 stejná (Nangsuay et al. 2015). Embryonální životaschopnost moderních vysoce účinných hybridů kuřat je vyšší ve srovnání s dříve používaným chovným materiálem. Při inkubaci masných kuřecích hybridních vajec se stalo zavedenou praxí snížit teplotu vzduchu na 36,6 – 36,8 °C (Trukhachev et al. 2017).

Změny kvality vajec, zejména jejich skořápky, s přechodem reprodukčního období mohou ovlivnit embryonální vývoj během inkubační doby, a nakonec i výsledky líhivosti. Nižší úrovně parametrů líhivosti byly zaznamenány u nosnic Ross 308 starších 40 týdnů. Slepice ve věku nad 45 týdnů se také vyznačují nejvyšším úhynem kuřat a nejvyšším podílem nevylihých kuřat (Nowaczewski et al. 2016).

Ztráta hmotnosti během inkubace byla úměrně menší u vajec s vyšší hmotností, pravděpodobně v důsledku poměru hmotnosti nebo objemu vajec k povrchu skořápky. Také embryonální mortalita má relativně vyšší hodnoty při inkubaci výjimečně velkých vajec, což naznačuje, že pro inkubaci by měla být vybrána vejce průměrné velikosti z hejna. Výsledky inkubace jsou ovlivněny dalšími parametry, jako je genotyp, věk, poměr pohlaví, výživa a podobně (Vekić et al. 2018).

3.3 Vliv genotypu na reprodukční ukazatele slepic masného typu

Chov drůbeže dosáhl vynikajících biologických a ekonomických výsledků, zahrnujících úspěchy vědy a podnikání. Obchod s masnou drůbeží se dynamicky vyvíjí a je jedním z nejkonzurenceschopnějších světových odvětví. Rychlost růstu drůbeže je stále prioritním faktorem rozvoje produkce drůbežního masa. I přes zlepšení krmných programů a technologií údržby zůstává hlavním určujícím faktorem přínos genetiky (Dymkov et al. 2020, Nowaczewski et al. 2016).

Genetická selekce, kterou chovatelé drůbeže provádějí již téměř století, vedla u drůbeže k významnému pokroku ve zlepšování produkčních vlastností jako jsou parametry snášky nebo rychlost výkrmu brojlerů. Moderní molekulárně genetické techniky spojené s klasickými kvalitativními genetickými metodami se velmi osvědčily při výběru brojlerů a nosnic pro produkci vajec a masa. U brojlerů a nosnic se účinnost intenzivní genetické selekce projevuje již během prvních 48 hodin embryonálního vývoje a po vylíhnutí. Intenzivní genetická selekce pro ekonomicky důležité produkční znaky významně zkrátila dobu potřebnou k dosažení požadovaných znaků. Bohužel ale také významně urychlila výskyt metabolických poruch, které jsou často detekovány na úrovni embrya. V důsledku úzkého výběru jedinců nestačí růst kostí a vnitřních orgánů držet krok s rychlým nárůstem svalové hmoty. V důsledku toho mají kuřata sníženou kardiopulmonální kapacitu ve vztahu k jejich svalové hmotě a netolerují velkou fyzickou zátěž. Dále jsou náchylná k rozvoji plicní arteriální hypertenze, v důsledku čehož energetické nároky svalové tkáně převyšují kapacitu kardiovaskulárního systému dodávat do tkání dostatečné množství kyslíku. Kromě toho, intenzivní genetická selekce v chovných hejnech narušila reprodukční funkci snížením reprodukční kapacity, snížením produkce vajec, plodnosti a líhivosti, způsobila abnormality v kosterním systému a zvýšila tučnost jatečně upravených těl (Buzala et al. 2015).

Produkční schopnosti rodičovských hejn závisí na velkém množství faktorů a většinou na hmotnosti nosnic. Zvláštní pozornost by proto měla být věnována většímu počtu parametrů, na kterých závisí úspěšnost konkrétního typu výroby. S nárůstem tělesné hmotnosti nosnic klesá jejich produkční schopnost, což vede ke kratšímu snáškovému cyklu (Djermanovic et al., 2018). Výsledky Zhang et al. (2018), ukazují, že slepicím netrpící obezitou, tedy správně krmeným, začíná snáška dříve, a tím se zvýší i celkový počet snesených vajec oproti slepicím trpícím obezitou. Zpožděný začátek produkce vajec u linií trpících obezitou může být výsledkem pomalejšího vývoje a/nebo zrání folikulů způsobeným nižšími hladinami pohlavních hormonů a/nebo nižší relativní expresí genů souvisejících s rozmnožováním, což ještě dále může snižovat výsledný počet vajec.

Vliv genotypu můžeme hodnotit na základě rozdílů hodnot reprodukčních ukazatelů mezi které patří počet vajec za snáškový cyklus, hmotnost vajec, oplozenost vajec a líhivost vajec.

3.3.1 Počet vajec za snáškový cyklus

Věk při snesení prvního vejce a celkový počet vajec jsou důležitými ukazateli produkce vajec (Zhang et al. 2018). Jako dosažení pohlavní dospělosti se u drůbeže počítá okamžik,

kdy 25 % populace nosnic začne snášet vejce (Kim et al. 2017). S ohledem na věk můžeme produkci rozdělit do 4 fází, a to fáze před vrcholem: 25 – 28 týden věku, vrchol: 29 – 36 týden věku, po vrcholovou: 37 – 52 týden věku a terminální. 53 – 56 týden věku (Ishaq et al. 2015).

Slepice Cobb 500 začínají snášet vejce ve věku 23 týdnů. Od 26 – 27 týdne již snáší 90 % slepic z celého hejna (Stephens et al. 2002). Genotyp Hubbard dosahuje ve své celkové roční snáše 171 vajec za rok, což činí 69,7 %, genotyp Cobb 500 dosahuje pouze 163,3 vajec (Khan & Ahmed, 2010). Technologický list Ross 308 uvádí jako snášku 183,8 vajec, při maximální špičce snášky 86,3 % (Anonym, 2016).

Hameed et al. (2012), uvádí jako nejvyšší bod snášky Cobb 500 83,7 % při 143,8 vejcích na ustájenou nosnici. Rodičovské hejno Ross 308 dosahuje nejmenší intenzity snášky vajec na začátku produkčních cyklů a několik týdnů před koncem, kdy intenzita snášky vajec je pod 50 %. Při experimentu Mirovic et al. (2011), bylo nejvyšší intenzity dosaženo mezi 29. a 41. týdnem (přes 70 %), přičemž maximální intenzita snášky byla dosažena ve 32. týdnu a to 78,5 %. V tomto týdnu byla produkce 5,50 vajec na nosnici. Od 24. do 61. týdne bylo celkem vyprodukováno 157,7 oplozených vajec na usazenou nosnici.

3.3.2 Hmotnost vajec

Průměrná hmotnost vajec činí 63,11 g, oplozenost 97,43 % a líhivost 87,62 %. Vyšší věk nosnic ovlivňuje zvýšení hmotnosti vajec a následně zvýšení hmotnosti vylíhlých kuřat (Mitrovic et al. 2017). Všechny genotypy většinou snáší vejce v ranních hodinách. Vejce, která jsou snesena ráno bývají těžší než ta, která jsou snesena odpoledne. Během prvních dvou období snášky bývá poměr násadových vajec vyšší u vajec snesených odpoledne (Boz et al. 2014).

Pro genotyp Cobb 500 je ve 26 týdnech průměrná počáteční hmotnost vajec 58,2 g, která stoupá do 44 týdne na 72,8 g. U genotypu Ross 308 není tento rozdíl patrný, jelikož se od 33 týdne hmotnost vejce pohybuje okolo 67,4 g a už se dále výrazně nemění (Abucabos, 2010). Mitrovic et al., 2011 udává výsledky průměrné hmotnosti vajec ve 24. týdnu (51,29 g) a v 61. týdnu (67,22 g). Jedna nosnice masného typu za týden průměrně snese 5,08 vajec, z toho 4,74 oplozených vajec. Z toho se následně podaří vylíhnout 4,40 kuřat. U slepic Hubbard Flex bylo pozorováno každé tři týdny zvyšování průměrné hmotnosti vajec o 2,5 g. Se zvyšujícím se věkem hejna se snižuje index tvaru vejce, tj. vejce se více prodlužují (Adamski, 2008).

Ze studií, kde byl zkoumán vliv genotypu na užitečnost vyplývá, že Ross 308 dosahuje nižších ztrát hmotnosti vajec, nižší časovou i pozdní embryonální mortalitu a vyšší líhivostí vajec oproti genotypu Hubbard Flex (Damaziak et al. 2021).

3.3.3 Oplozenost vajec

Produkce jednodenních kuřat je dána oplozeností a líhivostí vajec. Oplozenost a líhivost jsou vlastnosti ovlivněné jak genetickými, tak environmentálními faktory. Úspěšná produkce jednodenních kuřat začíná správným výběrem a chovem chovných zvířat, následně patřičným zacházením s oplozenými vejci a správným líhňářským procesem (King'ori, 2011).

Nejvyšší oplozenost vajec je pozorována u slepic ve věku od 31 do 35 týdnů. Starší slepice vykazují průměrně o 10,3 % menší úspěšnost oplození. Tyto slepice také vykazují největší podíl mrtvých embryí během líhnutí a nevylíhlých kuřat (Nowaczewski et al. 2016).

Podle technologických standardů je vhodné používat hejno k reprodukci do věku 65 týdnů. Bylo ale zjištěno, že již po 61 týdnech věku velmi upadá efektivita chovu a je tedy vhodné chov ukončit dříve (Mitrovic et al. 2010). Při cílené 8hodinové fotostimulaci hejna ve 20 týdnech můžeme docílit maximalizace počtu snesených vajec a minimalizace spotřebovaného krmiva. Pokud je hejno následně převedeno na 13-ti hodinovou fotoperiodu, můžeme jejich snášku prodloužit na více než 60 týdnů (Lewis et al., 2010). Mezinárodním testacním střediskem drůbeže ČR v Ústrašicích byly zjištěny za rok 2020 následující hodnoty. U genotypu Cobb 500 byla oplozenost 86,9 % a Ross 308 dosáhl 94,8 %, Hubbard JA 57 pak 88,8 % (Anonym, 2020). Technologický list Ross 308 udává počet oplozených vajec 175,8 ks na nosnici (Anonym, 2016).

Na oplozenost mohou mít vliv jak otcovské, tak mateřské faktory. Mezi mateřské faktory patří kvalita vajec a schopnost vejcovodu uchovávat a udržovat spermie v oviduktním rezervoáru po každé ovulaci. Líhivost je silně ovlivněna inkubačními podmínkami a kvalitou vajec, která jsou ovlivněna kvalitou oocytů. Obezita zvyšuje pravděpodobnost nekvalitních oocytů. Kohouti netrpící obezitou během tělesného vývinu mají lépe vyvinutá varlata. Kvalita spermatu je důležitým znakem samčí reprodukční výkonnosti. Kohouti s optimální hmotností mají vyšší koncentrace spermií a větší počet pohyblivých a morfologicky normálních spermií než obézní kohouti. Kvalitu spermatu kohoutů masného typu ovlivňuje genotyp, věk, krmivo a faktory prostředí, včetně teploty a vlhkosti (Zhang et al. 2018).

Orunmuyi et al. (2013) zjistili, že u genotypu Hubbard je pro dosažení maximálního počtu násadových vajec optimální poměr 1 : 6 nebo 1 : 8 (kohout : slepice). Slepice Hubbard Hi-Y mají horší kombinaci produkce vajec a líhnutí, což vede k produkci menšího počtu kuřat než u genotypů Hubbard Hi-Y-low nebo Hubbard Hi-Y-medium (Zuidhof et al, 2007). Pokud u jakýchkoliv genotypů Hubbard výrazně klesne oplozenost je vhodné namísto přirozeného páření použít umělou inseminaci, která dosahuje lepších výsledků (Bhattarai et al., 2015). Iqbal et al. (2017) pozorovali, že oplozenost a líhivost vajec se snižuje po vrcholu snášky (60 týdnech věku hejna) a u vajec vážících více než 70 g. Neexistuje však dostatek materiálů o vlivu hmotnosti vajec na líhivost u brojlerových kuřat Hubbarda.

3.3.4 Líhivost vajec

Líhivost je znak, který určuje výslednou produkci živých kuřat. Jde ekonomicky o významnou vlastnost při produkci drůbežího masa. Líhivost je reprodukční vlastnost, která je ovlivněna různými faktory. Patří mezi ně věk drůbeže, hmotnost vajec, výživa nosnice a délka skladování snesených vajec. Předčasný úhyn embrya a neoplozenost vajec jsou klasifikovány jako samčí reprodukční defekt (Makanjuola et al. 2021). Líhivost genotypů Cobb se pohybuje mezi 85,2 – 92,2 %. Hubbard se blíží hranici 94,5 % (Roy et al. 2012) a Ross dosahuje nejvyšší hranice 94,1 – 97,7 %, ačkoli jeho technologický list deklaruje pouze 83,1 %. Raný a pozdní embryonální úhyn kuřat není na genotypu závislý (Abucabos, 2010).

Statisticky významný rozdíl v počtu uhynulých kuřat je patrný od období líhnutí až do 8. dne věku. Během tohoto období mají kuřata Hubbard výrazně nižší úhyny ve srovnání s kuřaty Cobb 500. Významné rozdíly se vyskytly také v procentuálním zastoupení úhynu kuřat v prvním týdnu věku a také v celkové procentuálním úhynu obou genotypů. Během tohoto období kuřata Hubbard zaznamenala nižší procento úhynu (5,25 %), než genotyp Cobb 500 (10,83 %) (Nikolova et al. 2017).

4 Metodika

Diplomová práce je zaměřena na porovnání reprodukčních ukazatelů rodičovských populací masného typu v rodičovských testech MTD Ústrašice. V průběhu snáškového testu byla hodnocena snáška, oplozenost, líhnivost a hmotnost vajec u jednotlivých rodičovských genotypů. Údaje o těchto hodnotách byly získány z evidence MTD Ústrašic.

Testy byly realizovány mezi 23. až 66. týdnem věku hejna. Byly k němu použity kombinace Ross 308, Cobb 500 a Hubbard. Testy byly realizovány opakovaně v letech 2018, 2019 a 2020 v Mezinárodní testovací stanici drůbeže v Ústrašicích.

Mezinárodní testovací stanice drůbeže, s. p. v Ústrašicích funguje od roku 1992 a založilo ji Ministerstvo zemědělství ČR, které podnik zplnomocnilo k provádění testů kontroly užítkovosti drůbeže všech druhů v souladu se zákonem č. 154/2000 Sb. o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat. Testy se provádějí podle mezinárodně uznávaných metodik, čímž poskytují objektivní srovnání užítkovosti genotypu množného v České republice s genotypem světovým. Podnik zabezpečuje nejenom úkoly vyplývající ze zákona, ale zajišťuje i oblast ochrany spotřebitele v rozsahu tuzemského šlechtění a dovozu genetického materiálu. Podnik spolupracuje s Českomoravskou společností chovatelů, a. s., pro kterou zajišťuje ústřední evidenci drůbeže.

Každý rok testu byla metodika chovu stejná. V jednotných podmínkách zde probíhal i odchov do věku 20 týdnů. Ve 20 týdnu proběhlo naskladnění do snáškových hal. Drůbež byla ustájena v boxech po 100 slepicích a 10 kohoutech. Jeden box počítáme jako jeden vzorek. Počet vzorků byl v letech proměnlivý, uvedeno v tabulce 1. V letech 2018 a 2019 byl počet vzorků stejný, Ross 308 – 6, Cobb 500 – 4 a Hubbard – 4. V roce 2020 byl počet vzorků pro Ross 308 – 6 a Cobb 500 – 6. Ke genotypu Hubbard nejsou pro tento rok žádná data.

Tabulka 1: Počet vzorků

Rodičovský materiál	2018	2019	2020
Ross 308	6	6	6
Cobb 500	4	4	6
Hubbard	4	4	

Zvířata byla ustájena v bezokenní klimatizované hale na hluboké podestýlce při hustotě osazení 5ks/m². V každém boxu byla dvě snášková hnízda, který měla šikmou podlahu s povrchem z umělého trávniku. Vejce byly odtud sbírána ručně, každý vzorek odděleně. Teplota v hale byla udržována v rozmezí 18 – 20 °C. Systém regulace teploty v hale byl složen z podtlakových ventilátorů a větracích otvorů na opačné straně haly. V chladnějším období se zapojilo do činnosti topné plynové těleso. Jelikož byly hejna chována v hale bez oken, světelný režim jim byl řízen uměle, uvedeno v tabulce 2. Na začátku testu, v 22 týdnech věku byl světelný režim nastavený na 13 hodin. Následně se každý týden o hodinu prodlužoval až do maximální hranice 15 hodin, která zůstala až do konce testu. Intenzita světla se celou dobu pohybovala v rozmezí 40 – 60 luxů.

Tabulka 2: Světelný režim

týden věku	počet hodin světla	intenzita
22	13	40 - 60 lx
23	14	
24	15	
25	15	
26 - 66	15	

Zvířata byla krmena denně v 7 hodin ráno, a to oddělenou dávkou pro slepice a pro kohouty. Slepice byly krmeny do korýtkových krmítek s restričními mřížkami a kohouti do speciálních tubusů zavěšených ve větší výšce. V poledne jim byl každý den dále podáván oves, a to rozhozem do podestýlky. Každý vzorek byl krmen jedním typem krmné směsi dle týdenního plánu sestaveného na základě živé hmotnosti zvířat. Hlavními složkami byly pšenice, sójový šrot a kukuřice. Krmivo bylo vyrobeno ve společnosti v ZZN Pelhřimov, a.s., přesně složení je uvedeno v tabulce 3. V každém boxu byly k dispozici 24 hodin denně 2 kloboukové napáječky s vodou ad libitum.

Tabulka 3: Receptury krmných směsí

Suroviny:	NP
Kukuřice	13,000
Pšenice 12,5	51,335
Sójový šrot 48	16,650
Otruby pšeničné	3,000
Slunečnicový olej	4,300
Sójový olej	-
Rybí moučka	0,600
DL-Methionin 99	-
Krmný vápenec	4,720
Krmný vápenec - grit	3,000
Krmná sůl	0,260
MCP-monokalciumpfosfát	0,770
Síran sodný	0,120
Premixy	0,555
Obsah živin:	
Dusíkaté látky (g/kg)	167,210
MEd (MJ/kg)	11,490
Lysin (g/kg)	7,650
Metionin (g/kg)	3,850
Met. + Cys. (g/kg)	6,870
Ca (g/kg)	30,800
P (g/kg)	5,850
Na (g/kg)	1,600

Před naskladněním nového hejna a během doby chovu platily striktní zooveterinární opatření proti zavlečení nákazy. Každý rok po dokončení testu byla hala řádně vyklizena a vydezinfikována mokrou cestou 1% roztokem dezinfekčního roztoku Virkon. Následně byla také ošetřena proti čmelíkům. Před naskladněním nového hejna byly ještě hobliny ošetřeny Virkonem formou aerosolu. Ošetřovatelé drůbeže dodržovali černobílý provoz a před vstupem do haly byly používány dezinfekční rohože s roztokem Chloraminu. Průběžně byly také prováděny deratizace myšovitých hlodavců otrávenými návnadami.

4.1 Zpracování dat

Výsledky byly statisticky zpracovány programem SAS (Statistic Analysis Institute, Cari, INC, USA, verze 9.4). Pro zjištění hodnoty byla využita dvouparametrová analýza rozptylu ANOVA s interakcí kombinace a rok sledování. Současně byly hodnoceny hlavní sledované faktory – rodičovská kombinace a rok sledování. Rozdíly mezi skupinami byly testovány Scheffého testem a za průkazné rozdíly jsou považovány difference $\leq 0,005$.

5 Výsledky a diskuze

Práce byla zaměřena na hodnocení reprodukčních ukazatelů různých genotypů rodičovských populací slepic masného typu. Byly k němu použity rychle rostoucí genotypy Ross 308, Cobb 500 a středně rychle rostoucí genotyp Hubbard. Hodnotili jsme vliv rodičovské kombinace a roku sledování na celkovou snášku, počet vajec k líhnutí, spotřebu krmiva na kus/den a na jedno vejce, hmotnost vajec, úhyny, oplozenost, líhnivost oplozených vajec, líhnivost z vajec vložených do líhně a výsledný počet kuřat na slepici.

Tabulka 4 uvádí výsledky užitkovosti použitých kombinací v jednotlivých letech sledování. Z tabulky je zřejmé, že interakcí rodičovské kombinace a roku sledování byly průkazně ovlivněny počet snesených vajec, počet vajec na slepici k líhnutí a spotřeba krmiva na kus a den. U hmotnosti snesených vajec, spotřeby krmiva na jedno vejce a úhynů se tento vliv neprojevil. Kombinace pak významně ovlivnila všechny sledované ukazatele, zatímco rok sledování pouze počet vajec k líhnutí na slepici.

V našem testu napříč kombinacemi a roky sledování byl zaznamenán nejvyšší počet vajec na slepici u kombinace Hubbard v roce 2019 s celkovým počtem 251,1 vajec. Naopak nejnižší snáška byla zjištěna u kombinace Cobb 500 v roce 2018 a to 159,9 vajec. Počet vajec na slepici k líhnutí se pohyboval v rozmezí od 142,1 do 234,4 ks, přičemž nejvyššího počtu dosáhl opět Hubbard v roce 2019 a nejnižšího Cobb 500 v roce 2018. Pavlidis et al. (2002) také pozorovali interakci genotypu nosnic a roku v závislosti na celkové snášce. Test prováděli na nosných typech slepic White Leghorn a White Plymouth Rock po dobu dvou let. Oguntunji & Salala (2012) rovněž pozorovali snášku u nosného typu slepic, a uvedli interakci kombinace a roku jako významnou. Tato interakce byla shledána jako signifikantní i u perliček (Doudu et al. 2020).

Hmotnost vajec nebyla interakcí genotypu a roku významně ovlivněna. Maximální hodnota hmotnosti vajec v našem testu byla 68,83 g, a to u kombinace Cobb 500 v roce 2019. Naopak nejnižší hmotnost vajec se objevila 61,18 g u kombinace Hubbard v roce 2019. Pavlidis et al. (2002) zjistili u hmotnosti vajec interakci kombinace a roku sledování u slepic nosného typu. Jejich data z let 1997 a 1999 byla průkazně odlišná. Doudu et al. (2020) naopak potvrzuje naše zjištění, jelikož uvádí, že interakcí roku a kombinace není hmotnost vajec průkazně ovlivněna. Hanusová et al. (2020) také potvrzují, že interakce genotypu a roku u duálních hybridů hmotnost vajec neovlivnila.

Hranice spotřeby krmiva na kus/den byly 125,1 – 180,4 g s významnou interakcí genotypu a roku sledování, u spotřeby krmiva na 1 vejce pak 161,7 – 276,6 g nebyla interakce zjištěna. U obou ukazatelů dosáhl nejnižších hodnot Hubbard v roce 2018. Nejvyšší spotřeba krmiva na kus/den byla zjištěna u Ross 308 v roce 2018 a nejvyšší spotřebu krmiva na jedno vejce měl Cobb 500 v roce 2018. Gous & Nonis (2010) potvrdili, že spotřeba krmiva je v přímé interakci s produkcí vajec, respektive s výrobními náklady, výnosy a celkovou ekonomikou hospodářství. Je tedy v našem zájmu pro produkci použít genotyp s co nejnižší spotřebou krmiva při současné maximální využitelnosti živin. Je však nutné hlídat kvalitu složení krmiva a zastoupení jednotlivých složek. Na spotřebu krmiva má vliv i vnější prostředí, hlavně teplota v hale, dostupnost vody a hustota osazení. Neshodu s našimi výsledky nalezneme s Oguntunji & Salala (2012), kteří pokládají spotřebu krmiva interakcí kombinace a roku za neovlivněnou. Erensoy & Sarica (2022) pozorovali Ross, Cobb a Hubbard a zjistili průměrnou spotřebu

krmiva nosnice ve snášce v rozmezí (153,2 – 156,8 g/kus/den), což odpovídá našim výsledkům. V jejich testu se průměrný denní příjem krmiva rychle zvyšoval až do 30. týdne věku a zůstal stabilní na přibližně 160 g/kus/den. Mezi 30. a 40. týdnem poté pokračoval mírným poklesem.

Nejvyšší procento úhynu se v našem testu objevilo u kombinace Ross 308 v roce 2018 a to 7,58 %. Nejnižší mortalita byla zaznamenána 2,36 % u Hubbard v roce 2019 bez interakce genotypu a roku sledování. S výsledky našeho testu nesouhlasí Oguntunji & Salala (2012), kteří interakci kombinace a roku na mortalitu slepic prokázali. Úhyny jsou jedním z hlavních faktorů, který má v zemědělských podnicích ekonomický efekt. Mají obecně mnoho příčin, jako jsou nemoci, úrazy nebo kanibalismus (Abd Elwahab, 2016). Analýza dat Thøfner et al. (2019), ukázala, že 41 % zvířat z chovu uhynie na neinfekční příčiny, 55 % uhynie na infekční příčiny a u 4 % není příčina úhynu známá. Neinfekční úhyn je nejvyšší u mladých slepic a nejnižší u starších slepic. Naproti tomu infekční mortalita je nejnižší u mladých slepic a nejvyšší na konci produkce. To je zvláště důležité pro správný management hejna při vstupu do produkce, na začátku, a naopak při konci snášky, kdy může dojít ke zvýšenému úhynu v důsledku ztuhnutí jater, protržení nosnice nebo syndromu náhlého úhynu. V našem sledování příčiny úhynu nebyly zjišťovány.

Tabulka 4: Vliv rodičovské kombinace a roku na parametry užitkovosti

Rodičovská kombinace	Rok	Počet snesených vajec na slepici celkem (ks)	Počet vajec na slepici k líhnutí (ks)	Hmotnost snesených vajec (g)	Spotřeba krmiva kus/den (g)	Spotřeba krmiva na 1 vejce (g)	Úhyn (%)
Ross 308	2018	196.3 ^c	172.5 ^c	66.14	180.4 ^a	249.3	6.08
	2019	176.1 ^d	152.6 ^d	66.70	174.2 ^b	266.1	7.58
	2020	185.5 ^{cd}	166.9 ^c	65.51	174.3 ^b	254.1	7.13
Cobb 500	2018	159.9 ^e	142.1 ^e	68.14	159.9 ^c	276.6	3.30
	2019	162.8 ^e	142.7 ^e	68.83	162.8 ^c	273.0	5.23
	2020	168.7 ^e	157.4 ^{cd}	66.84	164.9 ^c	269.5	4.25
Hubbard	2018	223.5 ^b	188.1 ^b	61.44	125.1 ^e	161.7	3.82
	2019	251.1 ^a	234.4 ^a	61.18	140.2 ^d	175.3	2.36
RMSE		9.245	9.266	3.811	1.960	13.60	2.35
Kombinace		<.000	<.000	<.000	<.000	<.000	0.003
Rok		0.339	0.032	0.281	0.874	0.176	0.490
Kombinace x rok		0.001	<.000	0.669	<.000	0.430	0.675

a, b, c, d, e $P \leq 0,005$

V tabulce 5 jsou uvedeny hodnoty ukazatelů oplozenosti, líhivosti z vajec vložených, líhivosti z vajec oplozených, počtu vylíhlých kuřat na slepici a pouze u počtu vylíhlých kuřat byla zjištěna interakce kombinace a roku. Kombinace měla signifikantní vliv na líhivost z vajec vložených, vajec oplozených a počet vylíhlých kuřat. Naproti tomu rok měl vliv na všechny ukazatele.

Plodnost je primárně charakteristika rodičů, určovaná gametami, zatímco líhivost je vlastnost většinou závislá na genetické skupině matky a embrya v důsledku kombinace vajíčka a spermie (Enesroy et al. 2022). Je známo, že selekce pro růst má negativní vliv na reprodukční znaky, jako je oplozenost a líhivost, kvůli přítomnosti antagonistického genetického vztahu mezi nimi (Makanjuola et al., 2021). Wolc a kol. (2010) uvedli, že existují pozitivní genetické interakce mezi oplozeností a líhivostí oplozených vajec. Z naším tabulky je zřejmé, že nejvyšší oplozenosti mezi roky bylo dosaženo u kombinace Cobb 500 – 93,75 % a nejnižší u kombinace Hubbard – 88,77 %. Z různých testů se zjistilo, že na plodnost má vliv 5 klíčových faktorů. Mezi ně patří: úplná absence vajíček, selhání ovulace, nekvalita spermatu, selhání ovidukálního rezervoáru a samotného oplození vajíčka spermii (Assersohn et al. 2021). Wolc et al. (2009) zjistil, že za rozdíly v oplozenosti stojí genotyp nosnice a kohouta. Z jeho výsledků vyplývá, že genetická variabilita je téměř konstantní pro obě pohlaví v období snášky. Dědivost průměrné plodnosti za celé období snášky odhadl na 0,13 pro nosnici a 0,17 pro kohouta. Byla také nalezena malá pozitivní korelace mezi genetickými účinky na samčí a samičí plodnost. K přesnějšímu odhadu výskytu oplozenosti je nutné pečlivé prověření stavu vajec před vložením do líhně. Se zvyšujícím se věkem slepic se oplozenost vajec může zhoršovat (Assersohn et al. 2021).

Líhivost vajec z vajec vložených se pohybovala v rozmezí 73,57 – 83,86 % a z vajec oplozených pak 79,97 – 94,42 %. Hanusová et al. (2014) uvádí u duálního genotypu Oravka, že líhivost násadových vajec byla ve dvou liniích během dvou let podobná, interakce nebyla zaznamenána. Hamidu et al. (2007) a Fathi et al. (2022) poukazují na to, že pokud chceme dosáhnout maximální líhivosti, je nutné do líhně vybírat vejce podobné hmotnosti pro maximální vyrovnanost. Při nasazení celkově těžších vajec se nám líhnou těžší kuřata. Krmná směs nosnic může ovlivnit růst embryí a následnou hmotnost kuřete, aniž by to ale mělo vliv na líhivost (Bozkurt et al. 2008).

U počtu vylíhlých kuřat se signifikantní interakce ($P \leq 0,001$) projevila nejvyššími hodnotami u kombinace Hubbard při maximálním dosažení 196,6 kuřat a nejnižšími u Cobb 500 s 108,2 kuřaty.

Tabulka 5 Vliv rodičovské kombinace a roku na reprodukční ukazatele

Rodičovská kombinace	Rok	Oplozenost vajec (%)	Líhivost vajec z vajec vložených (%)	Líhivost vajec z vajec oplozených (%)	Počet vylíhlých kuřat na slepici (ks)
Ross 308	2018	91.75	73.57	79.97	124.9 ^d
	2019	89.15	78.28	87.76	118.9 ^d
	2020	93.06	82.20	88.23	137.2 ^c
Cobb 500	2018	92.67	76.92	82.82	108.2 ^e
	2019	90.31	80.91	89.48	115.1 ^{de}
	2020	93.75	82.73	88.20	127.6 ^d
Hubbard	2018	88.77	83.86	94.42	153.8 ^b
	2019	92.92	87.66	94.27	196.6 ^a
RMSE		5.376	8.170	6.069	9.387
Kombinace		0,132	<.000	<.000	<.000
Rok		<.000	<.000	<.000	0.000
Kombinace x rok		0.989	0.841	0.738	0.001

a, b, c, d, e $P \leq 0,005$

Tabulka 6 se zaměřuje na porovnání hlavního faktoru u rodičovských kombinací mezi sebou a jejich vlivu na parametry užitkovosti. Výsledky ukazují, že na všechny námi sledované parametry snášky za celé sledované období mělo použití rodičovské kombinace signifikantní vliv ($P \leq 0,005$). Při výběru genotypu do chovu tedy musíme dbát maximální pozornosti. To je v souladu s prací Nariņç & Aydemir (2021), kteří potvrzují vliv kombinace na celkovou snášku. V našem testu dosáhl nejvyššího celkového počtu vajec Hubbard s 237,3 ks, následoval ho Ross 308 s 186,0 ks a nakonec Cobb 500 s 164,5 ks. To souhlasí s testem autorů Islam et al. (2007), kteří dosáhli podobných výsledků při pozorování kombinací Cobb 500, Ross a Hubbard-Hi-Yield. Nejvyšší snášku zjistili u Hubbard-Hi-Yield, následně u Ross, a nakonec u Cobb 500. Vliv použité kombinace na celkový počet vajec byl prokázán i v testu Hassan (2009) u genotypů Fawbro, Lohmann a Hubbard. Soltan et al. (2020) se domnívá, že produkční užitkovost dospělého hejna je ovlivněna především kvalitou odchovu. Bez správně připraveného hejna nelze dosáhnout optimální produkce a ziskovost hospodářství může být ohrožena. Nurfirdausya et al. (2021) také pozorovali genotypy Ross a Cobb a v jejich testu byla celková produkce vajec nižší u Cobb než u Ross, což odpovídá zjištění našeho testu.

Stejný trend jako u počtu vajec měl i počet vajec k líhnutí. Nejvyšší počet jsme zjistili u kombinace Hubbard (237,3 ks), což odpovídá jeho vysoké celkové snášce. Ross 308 dosáhl 164 ks a Cobb 500 pouze 148,8 ks vajec.

Nejvyšší hmotnost vajec naopak byla zjištěna u Cobb 500 (67,78 g), následovaný Ross 308 (66,12 g) a Hubbard (61,32 g). To mohlo být způsobeno tím, že kombinace Cobb a Ross jsou rychle rostoucí s vysokou mírou prošlechtění, zatímco Hubbard pouze středně rychle rostoucí. Vekić et al. (2022) ve své studii při pozorování Cobb 500 potvrdil významnou fenotypovou korelaci s následnou hmotností vajec. Hmotnost vajec je tedy ovlivněna živou hmotností zvířete. Abucabos, (2010) uvádí hmotnost vajec u Cobb 500 ve 26 týdnech

věku 58,2 g, která stoupá do 44 týdne na 72,8 g. U genotypu Ross 308 není tento rozdíl patrný, jelikož se od 33. týdne hmotnost vajec pohybuje okolo 67,4 g a už se dále výrazně nemění. Nurfirdausya et al. (2021) zaznamenali průměrnou hmotnost vajec naopak od našeho testu vyšší u Ross než u Cobb, rozdíl byl však nepatrný. Kocevski et al. (2015) vliv kombinace na hmotnost vajec potvrzuje a upozorňuje na zjištění jejich testu, že genotypy s hnědým opeřením dosáhli vyšších hmotností vajec než genotypy s bílým opeřením. Naopak Olutunmogun et al. (2018) zjistili vliv kombinace pouze na střední velikost vajec. Hanusová et al. (2020) potvrzují, že genotyp u duálních hybridů ovlivňuje hmotnost vajec.

Stejně jako u hmotnosti vajec je tomu u spotřeby krmiva na 1 vejce, nejvyšší hodnoty byly zjištěny u Cobb 500 (272,5 g) a nejnižší u Hubbard (168,5 g). Spotřeba krmiva na kus/den je naopak nejvyšší u Ross 308 a to 176,3 g. Cobb 500 měl denní spotřebu krmiva 162,8 g, což je o 13,5 g méně, než bylo zjištěno u Ross 308. Nejnižší spotřeba krmiva na den se objevila u Hubbard (132,7 g), oproti Ross 308 tedy nižší o 43,6 g za den. Enting (2007) zaznamenal u Hubbarda vyšší denní spotřebu krmiva (167,7 g), než u Cobba (156 g), což neodpovídá našemu zjištění. S výsledky našeho testu souhlasí i Nurfirdausya et al. (2021), kteří zjistili průměrnou spotřebu krmiva na den/kus nižší u Cobb než u Ross.

Nejvíce úhynů měl Ross 308 (6,93 %), následně Cobb 500 (4,26 %) a nejméně Hubbard (3,09 %). Husna et al. (2017) ve svém testu zjistili nejnižší úhyny u Hubbard Classic (3,5 %), dále u Cobb (4,0 %) a nakonec u Ross (4,7 %). Současná zjištění nejsou v souladu se zjištěními Rokonzamana et al., (2015), kteří zaznamenali, že kombinace nemá vliv na životaschopnost zvířat. V jiné zprávě Hossain et al. (2011) uvedli, že u různých kombinací nebyly žádné významné rozdíly ($P>0,05$) v úhynech. Tento poznatek potvrzuje i Hassan (2009) u kombinací Fawbro, Lohmann a Hubbard.

Tabulka 6 Vliv rodičovské kombinace na parametry užitkovosti

Rodičovská kombinace	Počet snesených vajec na slepici celkem (ks)	Počet vajec na slepici k líhnutí (ks)	Hmotnost snesených vajec (g)	Spotřeba krmiva kus/den (g)	Spotřeba krmiva na 1 vejce (g)	Úhyn (%)
Ross 308	186.0	164.0	66.12	176.3	256.5	6.93
Cobb 500	164.5	148.8	67.78	162.8	272.5	4.26
Hubbard	237.3	211.2	61.32	132.7	168.5	3.09
Průkaznost	<.000	<.000	<.000	<.000	<.000	0.003

Tabulka 7 uvádí vliv rodičovské kombinace na reprodukční ukazatele oplozenosti, líhivosti a počtu vylíhlých kuřat na slepici. Z tabulky je patrné, že v oplozenosti vajec nebyly zjištěny signifikantní rozdíly mezi kombinacemi. Naopak u líhivosti z vajec vložených, z vajec oplozených a počtu kuřat na slepici je průkaznost významná. Nejvyšší procentuální oplozenosti vajec za celé snáškové období v našem testu dosáhl Cobb 500 (92,46 %), následoval Ross 308 (91,32 %) a Hubbard (90,62 %). Islam et al. (2007), kteří sledovali vliv rodičovské kombinace u Ross, Cobb 500 a Hubbard-Hi-Yield zjistili významný vliv genotypu

na oplozenost, což je v nesouladu s naším zjištěním. Oplozenost vajec nosných typů slepic v rodičovských chovech je taktéž ovlivněna genotypem (Wondmeneh et al. 2011). Vliv genotypu na oplozenost byl prokázán i u lokálních nigeriských slepic a jiných exotických plemen slepic (Ndofor-Foleng et al. 2015).

Líhivost vajec z vajec vložených byla průkazně nejvyšší u kombinace Hubbard, dále Cobb 500 a nakonec Ross 308. Stejný trend se objevil v líhivosti z vajec oplozených. Také Alsobayel et al. (2012) uvádějí, že kombinace má významný vliv na parametry líhivosti. V jejich testu měl Cobb lepší líhivost než Ross, což je v souladu s naším zjištěním. Abudabos et al. (2010) zmiňuje průměrnou líhivost genotypu Ross 308 – 85 % a genotypu Cobb 500 – 92,7 %. Význam potvrzuje i Hassan (2009), který prováděl test na kombinacích Fawbro, Lohmann a Hubbard. Jeho výsledky uvádí vysoce významný vliv genotypu na znaky líhivosti. Islam et al. (2007) u kombinací Ross, Cobb 500 a Hubbard-Hi-Yield také potvrzuje významný vliv genotypu na líhivost vajec z vložených a líhivost z vajec oplozených. Vliv genotypu na znaky líhivosti se objevil i u nosných typů slepic v rodičovských chovech (Wondmeneh et al. 2011).

Průkazně nejvyšší počet kuřat byl zjištěn u Hubbard a to 175,2 ks, dále Ross 308 – 127 ks, a nakonec u Cobb 500 – 118,5 ks. Nurfirdausya et al. (2021) porovnávali kombinace Ross a Cobb a také potvrzují vyšší počet kuřat na slepici u Ross než u Cobb. Technologický list Ross 308 udává jako normu 146,1 kuřat. Naše výsledky tedy jsou pod hranicí uváděnou v technologickém postupu (Anonym, 2016). Vliv genotypu na výsledný počet vylíhlých kuřat potvrdili i autoři Nariņç & Aydemir (2021). Islam et al. (2007) ve svém testu také pozoroval nejvyšší počet kuřat na slepici u kombinace Hubbard-Hi-Yield následoval Ross a nakonec Cobb 500.

Tabulka 7 Vliv rodičovské kombinace na reprodukční ukazatele

Rodičovská kombinace	Oplozenost vajec (%)	Líhivost vajec z vajec vložených (%)	Líhivost vajec z vajec oplozených (%)	Počet vylíhlých kuřat na slepici (ks)
Ross 308	91.32	78.02 ^c	85.32 ^c	127.0 ^b
Cobb 500	92.46	80.55 ^b	87.03 ^b	118.5 ^c
Hubbard	90.62	85.56 ^a	94.36 ^a	175.2 ^a
Průkaznost	0,132	<.000	<.000	<.000

a, b, c, d, e $P \leq 0,005$

Tabulka 8 představuje porovnání mezi jednotlivými roky sledování na parametry užitkovosti. Výsledky porovnání produktivity hejn mezi roky umožňují chovateli získat nezávislý pohled o užitkovosti jejich hospodaření (Yassin et al. 2012). Vliv roku sledování se průkazně projevil pouze v jednom ukazateli, a to počtu vajec k líhnutí. Na ostatní ukazatele neměl rok sledování signifikantní vliv. V našem testu byl zaznamenán jako nejvyšší celkový počet vajec 188,7 ks v roce 2018, dále 184,2 ks v roce 2019 a nejméně bylo zjištěno 177,1 ks v roce 2020. Každým rokem se tedy produkce snižovala. Rozdíl mezi roky 2018 a 2020 je 11,6 vajec, to mohlo být způsobeno vyššími úhyny. V závislosti na celkovém počtu vajec se stejný trend projevil i v počtu vajec k líhnutí, kde ale vyšel signifikantní vliv roku. Hodnoty pro počty

vajec k líhnutí se mezi roky pohybovaly v rozmezí 165,0 – 162,2 ks. Windhorst et al. (2017) porovnávali celkovou snášku vajec u nosné rodičovské kombinace Lohmann mezi roky 2010 – 2015 a zjistili pouze minimální odchylky, snáška byla mezi lety konzistentní. Pouze v roce 2012 se objevila nižší produkce vajec, autor to přikládá nutné transformační změně ustájení z konvenčních klecí na klece obohacené. Pelletier (2017) hodnotil data užitekivosti nosnic padesáti let, od roku 1962 až do roku 2012 a uvádí, že se průměrná roční snáška zvýšila až o 50 %. Pollock (1999) ve své studii mezi lety 1988 – 1996 zaznamenal u masného typu slepic každý rok nárůst počtu vajec k líhnutí o 1,73 ks na nosnici. Alsaffar (2019) zase uvádí, že produkce násadových vajec je mezi lety proměnlivá.

Hmotnost vajec taktéž nebyla ovlivněna rokem sledování. Nejtěžší vejce byla v roce 2018 (66,94 g) a nejlehčí v roce 2020 (63,84 g). Studie Moula et al. (2014), Smaï et al. (2018) a Berrama et al. (2021) shledali naše zjištění i u japonských křepelek, u kterých taktéž hmotnost vajec rokem nebyla ovlivněna. Lacin et al. (2008) zjistili, že různá vyrovnanost hejn během let má průkazný vliv na výslednou hmotnost vajec. S nárůstem spotřeby krmiva pozorovali zvýšení průměrné hmotnosti vajec, ale zároveň snížení celkové produkce vajec. Tyto výsledky jsou v rozporu s naším zjištěním. Může to být zapříčiněno pozorováním jiných rodičovských kombinací a jinou metodikou chovu. Pelletier (2017) uvádí, že za dobu 50 let se hmotnost vajec výrazně nezměnila. Data z roku 1962 udávají jako průměrnou hmotnost vajec 59,16 g a z roku 2012 pak 59,29 g. Hanusová et al. (2020) uvádí, že rok sledování u duálních hybridů hmotnost vajec neovlivnil.

Spotřeba krmiva na kus/den a na 1 vejce byly při našem sledování nejvyšší v roce 2020 a nejnižší v roce 2018. Spotřeba krmiva na kus/den se pohybovala v rozmezí 164,3 – 169,6 g. Spotřeba krmiva na jedno vejce pak v rozmezí 243,8 – 261,6 g. Rozdíly mezi roky nebyly průkazné. Rozdíly spotřeby krmiva mezi roky pozorovali i Lacin et al. (2008) a odůvodňují je příčinami, které popsují výše.

Procentně nejvyšší úhyny byly v roce 2019 – 5,93 %. Takto vysoká mortalita může být při nesprávné fotostimulaci, krmné dávce nebo při nákaze hejna. Nejméně slepic uhynulo v roce 2018, pouze 4,78 %. Pelletier (2017) ve své studii poukazuje na to, že mortalita slepic v roce 1962 se pohyboval okolo 12,96 % oproti roku 2012, kdy se úhyny dostaly k hranici 3,18 %.

Tabulka 8 Vliv roku na parametry snášky

Rok	Počet snesených vajec na slepici celkem (ks)	Počet vajec na slepici k líhnutí (ks)	Hmotnost snesených vajec (g)	Spotřeba krmiva kus/den (g)	Spotřeba krmiva na 1 vejce (g)	Úhyn (%)
2018	188.7	165,0 ^a	66.94	164.3	243.8	4.78
2019	184.2	163.0 ^{ab}	64.10	164.7	253.3	5.93
2020	177.1	162.2 ^b	63.84	169.6	261.6	5.69
Průkaznost	0.339	0.032	0.281	0.874	0.176	0.490

a, b, c, d, e P<0,005

Tabulka 9 uvádí informace vlivu roku sledování na oplozenost, líhivost a počet vylíhlých kuřat. Rok sledování signifikantně ovlivnil všechny ukazatele. Oplozenost vajec byla průkazně nejvyšší v roce 2020 s 93,18 %, zatímco nejnižší v roce 2019 s 89,14 %. Vliv roku sledování na oplozenost byl zjištěn i u vajec kachen (Sellier et al. 2005). Abplanalp et al. (1992) publikovali studii, kde uvádí vliv roku na nosnice rodičovského chovu White Leghorn. Porovnávali data oplozeností mezi roky 1981 – 1987 a zjistili velkou variabilitu ve výsledcích.

Líhivost z vajec vložených byla také nejvyšší v roce 2020 (84,89 %), a nejnižší v roce 2018 (74,91 %). Líhivost z vajec oplozených byla naopak nejvyšší v roce 2019 a nejnižší v roce 2018. Rozdíl mezi lety 2019 – 2020 je však velmi malý, data byla průkazná. Yassin et al. (2008) shledali výrazný rozdíl v líhivosti mezi roky sledování. Při porovnání dat z roků 2004, 2005 a 2006 byly patrné rozdíly. Průměrná líhivost do věku 63 týdnů u masného typu slepic ve studii Pollock (1999) byla 83,2 %. Dále uvádí, že ačkoliv líhivost poslední dva roky testu (1995, 1996) vykazovala nepatrný pokles hodnot, než byl průměr, užítkovost hejna se nadále zlepšovala. Výsledky Heier & Jarp (2001) s vlivem roku také souhlasí. Test prováděli na genotypu Ross 208 mezi lety 1996 – 1998 a zaznamenali výrazné diference.

Nejvíce kuřat na slepici se vylíhlo 132,4 ks v roce 2020 a nejméně 124,1 ks v roce 2018. S každým rokem se počet vylíhlých kuřat na slepici zvyšoval. Pollock (1999) za dobu 9 let (1988 – 1996) pozoroval u masného typu slepic nárůst počtu kuřat na slepici o 1,57 kuřete. Jeho zjištění je tedy v souladu s naším testem.

Tabulka 9 Vliv roku na reprodukční ukazatele

Rok	Oplozenost vajec (%)	Líhivost vajec z vajec vložených (%)	Líhivost vajec z vajec oplozených (%)	Počet vylíhlých kuřat na slepici (ks)
2018	92.12 ^{ab}	74.91 ^c	81.11 ^b	124.1 ^b
2019	89.14 ^b	81.89 ^b	91.83 ^a	130.6 ^a
2020	93.18 ^a	84.89 ^a	91.04 ^a	132.4 ^a
Průkaznost	<.000	<.000	<.000	0.000

a, b, c, d, e $p \leq 0,005$

6 Závěr

Reprodukční ukazatele jsou ovlivňovány řadou faktorů, ze kterých genotyp rodičovské kombinace, může být významný. Diplomová práce je zaměřena na zhodnocení reprodukčních ukazatelů různých genotypů rodičovských populací slepic masného typu v průběhu tří let.

Každá rodičovská kombinace slepic vyžaduje jiné podmínky, které je v chovu nutné dodržovat, aby mohlo být dosaženo maximální produkce. Každá kombinace má své výhody a nevýhody. Mezi ukazatele efektivity chovu rodičovských hejn v reprodukci řadíme: celkovou snášku, počet násadových vajec, hmotnost vajec, spotřebu krmiva, úhyny, oplozenost, líhnivost vajec vložených, líhnivost vajec oplozených a celkový počet vylíhlých kuřat. Tyto ukazatele jsou ovlivňovány genotypem rodičovské kombinace a rokem sledování a může mezi nimi docházet i k interakcím.

Z výsledků diplomové práce je patrné, že interakce rodičovské kombinace a roku měla vliv na celkový počet snesených vajec na slepici, počet vajec na slepici k líhnutí, spotřebu krmiva na den/nosnici a na počet kuřat vylíhlých na slepici. Vliv rodičovské kombinace se projevil u celkového počtu snesených vajec, počtu vajec na slepici k líhnutí, hmotnosti snesených vajec, spotřebě krmiva na den/nosnici, spotřebě krmiva na jedno vejce, úhynu, líhnivosti z vajec vložených, líhnivosti z vajec oplozených a na počtu kuřat vylíhlých na slepici. Význam roku se ukázal jako signifikantní na počet vajec k líhnutí, oplozenost vajec, líhnivost z vajec vložených, líhnivost vajec oplozených a počet vylíhlých kuřat na slepici.

Z hlediska interakce genotypu a roku sledování nejvyšší celková snáška z celého testu byla u kombinace Hubbard v roce 2019. Ve vztahu ke genotypu během celého testu v produkci vajec byl jako nejvýkonnější také Hubbard. Při zaměření na rok, byla nejvyšší snáška v roce 2018. Stejný trend byl i v počtu vajec k líhnutí. U hmotnosti vajec nebyla interakce genotypu a roku zjištěna, průkazný nebyl ani rok sledování, ale ve vztahu ke genotypu nejtěžší vejce měla kombinace Cobb 500. Nejvyšší spotřeba krmiva na kus/den byla prokázána u Ross 308 v roce 2018. Ross 308 dosahoval i nejvyšší spotřeby krmiva během celého testu, a rok 2020 byl s nejvyšší spotřebou. Naopak u spotřeby krmiva na jedno vejce nebyla průkazná interakce ani vliv roku, z hlediska genotypu byla spotřeba na jedno vejce nejvyšší u kombinace Cobb 500. Úhyny podle našich výsledků nejvíce postihovaly Ross 308 bez průkazné interakce a vlivu roku sledování. Oplozenost vajec byla průkazně ovlivněna pouze rokem sledování s nejvyššími hodnotami v roce 2020. Líhnivosti vajec oplozených a vložených se průkazně lišila mezi genotypy a roky sledování bez interakce. Při celkovém počtu vylíhlých kuřat měl nejvyšší hodnoty Hubbard v roce 2019, který byl nejlepší i při individuálním hodnocení genotypů a nejvíc kuřat na slepici se vylíhlo v roce 2020.

Z uvedených výsledků je zřejmé, že užitkovost i reprodukční ukazatele slepic masného typu mohou být ovlivněny nejen samotnou kombinací, ale i interakcí genotypu a roku sledování.

7 Literatura

- Abd Elwahab, A. M. (2016). *Comparison between four commercial broiler breeds in production performance and carcass characteristics under sudan condition* (Doctoral dissertation, Sudan University of Science and Technology).
- Abplanalp, H., Sato, K., Napolitano, D., & Reid, J. (1992). Reproductive performance of inbred congenic leghorns carrying different haplotypes for the major histocompatibility complex. *Poultry Science*, 71(1), 9-17.
- Abucābos, A. The effect of broiler breeder strain and parent flock age on hatchability and fertile hatchability. *International Journal of Poultry Science*, 2010, 9.3: 231-235.
- Adamski, M. Relationships between the morphological composition of eggs and the hatchability of chicks of selected bird species. *Zesz. Nauk.(Rozprawy) Zootech. Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego. Bydgoszcz (PL)*, 2008, 1-102.
- Ajayi, Bababunmi Alaba; Adamolekun, Kolade Ezekiel; Olayiwola, Aminat Omolola. Effects of genotype and age on fertility in two chicken parent stocks in south-western nigeria. *Scientific Papers: Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, 2021, 21.3.
- Alsaffar, A. E. (2019) Broiler Breeder Research in Kuwait. In *International Seminar on Tropical Animal Production (ISTAP)*(pp. 27-31).
- Alshamy, Zaher, et al. Comparison of the gastrointestinal tract of a dual-purpose to a broiler chicken line: A qualitative and quantitative macroscopic and microscopic study. *PloS one*, 2018, 13.10: e0204921.
- Alsobayel, A. A.; Almarshade, M. A.; Albadry, M. A. Effect of breed, age and storage period on egg weight, egg weight loss and chick weight of commercial broiler breeders raised in Saudi Arabia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2013, 12.1: 53-57
- Alsobayel, A. A., M. A. Almarshade, and M. A. Albadry. "Effect of breed, age and storage period on fertility and hatchability of hatching eggs of commercial broilers breeders." *Arab Gulf Journal of Scientific Research* 30.1 (2012).
- Álvarez, R. and P. M. Hocking (2007). Stochastic model of egg production in broiler breeders. *Poultry Science* 86:1445–1452.
- Assersohn, K., Brekke, P., & Hemmings, N. (2021). Physiological factors influencing female fertility in birds. *Royal Society Open Science*, 8(7), 202274.
- Aviagen. 2013. Ross parent stock management handbook. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_PS/Ross_PS_Handbook_2013_i-r1.pdf (Accessed date 24 March 2016).
- Baldinger, Lisa; Bussemas, Ralf. Dual-purpose production of eggs and meat—Part 1: cockerels of crosses between layer and meat breeds achieve moderate growth rates while showing unimpaired animal welfare. *Organic Agriculture*, 2021, 11.3: 489-498.

Banaszewska, Dorota, et al. The impact of breeder age on egg quality and lysozyme activity. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 2019, 43.5: 583-589.

Bene, Szabolcs, et al. Effect of hatchery, genotype, month of hatching and number of eggs in one hatching unit on hatchability of hen, goose and duck eggs. *The Journal Georgikon for Agriculture (briefly: G. Agric) is published twice a year by University of Pannonia, Georgikon Faculty. Articles of original research findings in all fields of agriculture and related topics are published in the Journal subsequent to critical review and approval by the Editorial Board. Manuscripts should be sent electronically to the Editor.*, 2016, 24.

Berrama, Zahra, et al. "Effects of laying cycle periods on egg quality, egg chemical composition, and reproductive performance of Japanese quail breeders reared in Northern Algeria." *World's Veterinary Journal* 11.3 (2021): 439-447.

Biesiada-Drzazga, Barbara; Majkowski, P.; Kaim, Sabina. The influence of the housing system on selected production features of chickens of Ross 308 parent stock. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 2018, 14: 9-18.

Bozkurt, M., Çabuk, M. E. T. İ. N., & Alçiçek, A. H. M. E. T. (2008). Effect of dietary fat type on broiler breeder performance and hatching egg characteristics. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(1), 47-53.

Breeder and broiler performances. Hubbard - Homepage [online]. Copyright © Hubbard Breeders [cit. 15.02.2023]. Dostupné z: <https://www.hubbardbreeders.com/products/conventional-female/8046-breeder-and-broiler-performances.html>

Brojler Ross 308: Cíle v oblasti užítkovosti 2016 - PDF Stažení zdarma. Představujeme Vám pohodlné a bezplatné nástroje pro publikování a sdílení informací. [online]. Copyright © DocPlayer.cz [cit. 27.03.2023]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/24068799-Brojler-ross-308-cile-v-oblasti-uzitkovosti.html>

Buzala, M.; Janicki, B.; Czarnecki, R. Consequences of different growth rates in broiler breeder and layer hens on embryogenesis, metabolism and metabolic rate: a review. *Poultry Science*, 2015, 94.4: 728-733.

Buzala, M.; Janicki, B. Effects of different growth rates in broiler breeder and layer hens on some productive traits. *Poultry Science*, 2016, 95.9: 2151-2159.

Cobb-Vantress Inc. (2014) Guide Management Hatchery. Revised (Arkansas).

Dawson, Lauren C., et al. In pursuit of a better broiler: A comparison of the inactivity, behavior, and enrichment use of fast-and slower growing broiler chickens. *Poultry science*, 2021, 100.12: 101451.

Djermanovic, Vladan; Mitrovic, Sreten. Phenotype correlation between production traits and body weight of heavy broiler breeder hens. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 2018, 64.2: 113-119.

Doudu, Addison, et al. "Phenotypic and Genetic Parameter Estimates for Local Guinea Fowl Production and Some Other Traits." *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology* 4.1 (2020): 1-12.

Dymkov, Andrei, et al. Small egg diameter as a selection criterion of broilers. In: *International Scientific Conference The Fifth Technological Order: Prospects for the Development and Modernization of the Russian Agro-Industrial Sector (TFTS 2019)*. Atlantis Press, 2020. p. 395-398.

EFSA panel on animal health and welfare. Scientific Opinion on welfare aspects of the management and housing of the grand-parent and parent stocks raised and kept for breeding purposes. *EFSA Journal*, 2010, 8.7: 1667.

Englmaierová, M., et al. Effect of housing system and feed restriction on meat quality of medium-growing chickens. *Poultry Science*, 2021, 100.8: 101223.

Enting, H. 2007. Effect of low density feeds on performance of broiler breeders and their offspring. Proceedings of the 17 Australian Poultry Science Symposium," New South Wales, Australia.

Erensoy, K., & Sarica, M. (2022). Fast growing broiler production from genetically different pure lines in Turkey. 1. Parental traits: growth, feed intake, reproduction, and hatching traits. *Tropical Animal Health and Production*, 54(5), 322.

Fathi, Moataz, et al. "Effect of genotype and egg weight on hatchability properties and embryonic mortality pattern of native chicken populations." *Poultry Science* 101.11 (2022): 102129.

Firdausya, A. N., Hilmia, N., & Garnida, D. (2021). Evaluasi performa produksi telur pada parent stock ayam broiler strain cobb dan ross di pt. charoen pokphand jaya farm unit purwakarta. *Jurnal Produksi Ternak Terapan*, 2(2), 39-45.

Fisher, Tatijana. Management of slow growing broilers for profit. Available in: <http://midwestpoultry.com/wp-content/uploads/Fisher-Tatijana.pdf>. Consulted 29th January, 2019.

Gous, R. M., & Nonis, M. K. (2010). Modelling egg production and nutrient responses in broiler breeder hens. *The Journal of Agricultural Science*, 148(3), 287-301.

Habibullah, M., et al. Effect of Artificial Insemination on different production parameter in Hubbard classic broiler parent stock. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 2015, 13.1: 71-77.

Haghighi, Mehdi, et al. "Effect of sex ratio on the production and hatchability of broiler breeder flock." *J World Poult Res* 6 (2016): 14-17.

Hameed, Tahir, et al. Effect of housing system on production performances of different broiler breeder strains. *Pakistan Journal of Zoology*, 2012, 44.6.

Hamidu, J. A., et al. "The effect of broiler breeder genetic strain and parent flock age on eggshell conductance and embryonic metabolism." *Poultry Science* 86.11 (2007): 2420-2432.

- Hanusová, E., Hrnčár, C., Oravcová, M., & Hanus, A. (2014). Characterization of genetic resource in chicken of Oravka breed. *Slovak Journal of Animal Science*, 47(1), 1-5.
- Hanusová, E., Oravcová, M., Hanus, A., & Hrnčár, C. (2020). Comparative study of selected production traits of different oravka hen lines. *Slovak Journal of Animal Science*, 53(02), 86-91.
- Hassan, Khalid H. "Comparison of productive performance of Fawbro, Lohmann and Hubbard broiler breeder flocks in Iraq." *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences* 41.1 (2009): 58-64.
- Hartcher, K. M.; Lum, H. K. Genetic selection of broilers and welfare consequences: a review. *World's poultry science journal*, 2020, 76.1: 154-167.
- Heier, B. T., & Jarp, J. (2001). An epidemiological study of the hatchability in broiler breeder flocks. *Poultry Science*, 80(8), 1132-1138.
- Hiemstra, S. J. and J. Ten Napel. 2013. Study of the impact of genetic selection on the welfare of chickens bred and kept for meat production. 118 p. http://ec.europa.eu/food/animals/docs/aw_practice_farm_broilers_653020_final-report_en.pdf.
- Hossain MA, Suvo KB, Islam MM (2011). Performance and economic suitability of three fast-growing broiler strains raised under farming condition in Bangladesh. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*, 1(1&2): 37-43.
- Hristakieva, P., Oblakova, M., & Keranova, N. Effect of the year and genotype on the reproductive performance of hen's lines (2022)
- Hussain, Ahmad, et al. Effects of low temperature upon hatchability and chick quality of ross-308 broiler breeder eggs during transportation. *Online Journal of Animal Feed Research*, 2019, 9.2: 59-67.
- Husna, Asmaul, et al. "Evaluation of productive performance of selected broiler strains under field condition at Sylhet district of Bangladesh." *Annals of Veterinary and Animal Science* 4.4 (2017): 104-110.
- Iqbal, Javid, et al. Effects of egg weight on the egg quality, chick quality, and broiler performance at the later stages of production (week 60) in broiler breeders. *Journal of Applied Poultry Research*, 2017, 26.2: 183-191.
- Ishaq, H. M., et al. Chick quality of Hubbard broiler breeders train with three different egg weights and storage periods at four production phases. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 2015, 25.1.
- Islam, F., S. M. Bulbul, and M. A. Islam. "Comparative egg production, fertility and hatchability of Cobb-500, Ross and Hubbard-Hi-Yield broiler parent stock in Bangladesh." *The Agriculturists* (2007): 131-140.

- Jabbar A, Yousaf A. (2017). Effect of age wise incubation programme on broiler breeder hatchability and post hatch performance. *Online J. Anim. Feed Res.*, 7(1): 13-17.
- Jacob, J. P., Wilson, H. R., Miles, R. D., & Mather, F. B. (2003). Factors affecting egg production in backyard chicken flocks. University of Florida.
- Kadykalo, Stefanie, et al. "The value of anticoccidials for sustainable global poultry production." *International Journal of Antimicrobial Agents* 51.3 (2018): 304-310.
- Khan, M. K. I., & Ahmed, S. (2010). Performance of hubbard classic broiler parents and fit the regression models for their prediction. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 39(1-2), 156-162.
- Khaustov, V. N., et al. Reproductive qualities of broiler breeders when using various technological equipment. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. p. 012068.
- Kim, Eunjoo, et al. Feeding a diet with precise lysine level improved laying performance and feed efficiency of broiler breeder hens at the early laying stage. *Korean Journal of Poultry Science*, 2017, 44.4: 245-251.
- Kocevski, D., et al. "Egg quality characteristics in autochthonous genotypes of chickens raised on Macedonian rural farms." (2015).
- Kontecka, Helena, Sebastian Nowaczewski, and Marta M. Sierszula. "Analysis of changes in egg quality of broiler breeders during the first reproduction period." *Annals of Animal Science* 12.4 (2012): 609.
- Lacin, E., et al. "Effects of differences in the initial body weight of groups on laying performance and egg quality parameters of Lohmann laying hens." *Czech J. Anim. Sci* 53.11 (2008): 466-471.
- Leeson, S. and J. D. Summers. 2000. *Broiler Breeder Production*. University Books, Guelph, Canada.
- Lewis, P. D.; Danisman, R.; GOUS, R. M. Photoperiods for broiler breeder females during the laying period. *Poultry Science*, 2010, 89.1: 108-114.
- Makanjuola, Bayode O.; Olori, Victor E.; Mrode, Raphael A. Modeling genetic components of hatch of fertile in broiler breeders. *Poultry science*, 2021, 100.5: 101062.
- Melaku, Woldeyohannes Bekele; Mengistu, Urgea Leta. Effect of egg storage temperature and fumigation on hatchability of Cobb 500 and Hubbard broiler strains. *African Journal of Agricultural Research*, 2016, 11.36: 3418-3424.
- Mitrović, Sreten, et al. Influence of the Cobb 500 hybrid parent age and egg storage period on incubation parameters. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2017, 33.4: 409-423.

- Mitrović, Sreten, et al. Phenotype correlation between age and major production and reproductive traits of heavy hybrid parental flock Ross 308. *Macedonian Journal of Animal Science*, 2011, 1.2: 327-334.
- Mitrovic, Sreten, et al. "Possibilities of more efficient usage of genetic potential of broilers breeders." *African Journal of Biotechnology* 9.18 (2010): 2584-2594.
- Moula N, Philippe FX, Ait Kaki A, Touazi L, Antoine-Moussiaux N and Leroy P (2014). Ponte et qualité d'œufs de cailles élevées en conditions semi intensives dans l'est algérien. *Archivos de Zootecnia*, 63: 693-966
- Mphepya, Lesiba C., et al. Influence of male–male competition on reproductive performance and mortality of broiler breeders following intra-spiking. *Poultry Science*, 2019, 98.10: 4549-4554.
- MTD Ústrašice | mezinárodní testování drůbeže [online]. Copyright © [cit. 15.02.2023]. Dostupné z: https://www.mtd-ustrasice.cz/wp-content/uploads/2021/06/Stavy-a-užitkovost-drůbeže-v-ČR-v-roce-2020_final.pdf
- Nangsuay, A., et al. Development and nutrient metabolism of embryos from two modern broiler strains. *Poultry science*, 2015, 94.10: 2546-2554.
- Naundrup Thøfner, Ida Cecilie, et al. "Longitudinal study on causes of mortality in Danish broiler breeders." *Avian Diseases* 63.3 (2019): 400-410.
- Narinc, D.; Uckardes, F.; Aslan, E. Egg production curve analyses in poultry science. *World's Poultry Science Journal*, 2014, 70.4: 817-828.
- Narınç, D., and E. Aydemir. "Chick quality: an overview of measurement techniques and influencing factors." *World's Poultry Science Journal* 77.2 (2021): 313-329.
- Nikolova, Nedeljka, et al. Influence of genotypes, age, nutrition and interactions genotype x nutrition on mortality of broiler chickens. *Institute for animal husbandry*, 2017, 572.
- Nowak, Blazej, et al. Breeder line and age affects the occurrence of developmental defects, the number of culled one-day old broiler chicks and their body mass. *Veterinární medicína*, 2019, 64.7: 323-333.
- Oblakova, Magdalena. Investigation on production traits of breeder hens from the national gene pool used for production of slow-growing broilers. *Science & Technologies*, 2015, 5.5: 83-93.
- Oguntunji, A. O., & Salako, A. E. (2012). Effects of genotype and season on the productive performance of commercial egg-type chickens in the derived savanna zone in Nigeria. *Nigerian Journal of Animal Production*, 39(2), 4-13.
- Olutunmogun, A. K., et al. Effect of egg size and lines on hatching performance of chicks from broiler breeders under selection. *Nigerian Journal of Animal Production*, 2018, 45.1: 18-25.

- Orunmuyi, M., Akanwa, C. L., & Ifeanyi, N. B. (2013). Semen quality characteristics and effect of mating ratio on reproductive performance of Hubbard broiler breeders. *Journal of Agricultural Science (Toronto)*, 5(1), 154-159.
- Otwinowska-Mindur, Agnieszka; Gumulka, Malgorzata; Kania-Gierdziewicz, Joanna. Mathematical models for egg production in broiler breeder hens. *Annals of Animal Science*, 2016, 16.4: 1185.
- Pavlidis, H. O., Price, S. E., & Siegel, P. B. (2002). Associations between egg production and clutch length in four selected lines of chickens. *Journal of applied poultry research*, 11(3), 304-307.
- Pelletier, N. (2018). Changes in the life cycle environmental footprint of egg production in Canada from 1962 to 2012. *Journal of Cleaner Production*, 176, 1144-1153
- Pollock, D. L. (1999). A geneticist's perspective from within a broiler primary breeder company. *Poultry Science*, 78(3), 414-418.
- Raei, Hamid, et al. Improving seminal quality and reproductive performance in male broiler breeder by supplementation of camphor. *Theriogenology*, 2021, 166: 1-8.
- Rokonuzzaman M, Jahan SS, Ali MS, Islam MA, Islam MS (2015). Growth performance of three broiler strains in winter seasons in Bangladesh. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 3(7): 308-313.
- ROSS (2016). Parent stock management manual. Aviagen Limited Newbridge, Midlothian, EH28 8SZ, Scotland, United Kingdom.
- Roy, U., et al. Efficiency of artificial insemination (ai) in hubbard classic broiler parent stock. 2012.
- Santos TC, Murakami AE, Oliveira CAL, Moraes GV, Stefanello C, Carneiro TV, Feitosa CCG and Kaneko IN (2015). Influence of european quail breeders age on egg quality, incubation, fertility and progeny performance. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17: 49-56.
- Sellier, N., Brun, J. M., Richard, M. M., Batellier, F., Dupuy, V., & Brillard, J. P. (2005). Comparison of fertility and embryo mortality following artificial insemination of common duck females (*Anas platyrhynchos*) with semen from common or Muscovy (*Cairina moschata*) drakes. *Theriogenology*, 64(2), 429-439.
- Smaï A, Saadi-Idouhar H, Zenia S, Haddadj F, Ameziane S, Koulougli S, Milla A, Marniche F and Doumandji S (2018). Effects of the age of breeding females on the characteristics of the eggs of japanese quails in Algeria. *Livestock Research for Rural Development*,30: Article ID: 145.
- Sözcü, A.; Ipek, A.; Gündüz, M. Changes in eggshell temperature by egg position and hatchability of eggs obtained from two different broiler breeder genotypes. *In Memory of Prof. Dr. M. Rifat OKUYAN*, 2021, 276.

- Sözcü, Arda, et al. The assessment of hatch window, hatchability and quality of broiler chicks obtained from different breeder strains in a commercial hatchery. *Journal of Poultry Research*, 2021, 18.2: 10-15.
- Stephens, Carol P.; Hampson, David J. Experimental infection of broiler breeder hens with the intestinal spirochaete *Brachyspira* (Serpulina) *pilosicoli* causes reduced egg production. *Avian Pathology*, 2002, 31.2: 169-175.
- Tavárez, Marcos A.; Solis De Los Santos, Fausto. Impact of genetics and breeding on broiler production performance: a look into the past, present, and future of the industry. *Animal Frontiers*, 2016, 6.4: 37-41.
- Tiemann, Inga; Hillemacher, Sonja; Wittmann, Margit. Are dual-purpose chickens twice as good? Measuring performance and animal welfare throughout the fattening period. *Animals*, 2020, 10.11: 1980.
- Torrey, Stephanie, et al. In pursuit of a better broiler: growth, efficiency, and mortality of 16 strains of broiler chickens. *Poultry science*, 2021, 100.3: 100955.
- Tůmová E, M Englmaierová, D Chodová a M Lichovnicková. *Chov drůbeže II*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2019. ISBN 978-80-213-2937-9.
- van der Klein, S. A. S., G. Y. Bédécarrats and M. J. Zuidhof (2018). The effect of rearing photoperiod on broiler breeder reproductive performance depended on body weight. *Poultry Science* 97:3286–3294.
- Vekić, Marinko, et al. Influence of weight of meat-type hybrid hatching eggs on incubation results. *Veterinarski Žurnal Republike Srpske*, 2018, 18.1.
- Vekić, M., Savić, Đ., & Jotanović, S. (2022). Phenotypic Correlations Between Egg Quality Traits Amid the Laying Phase of Broiler Breeder Hens. *Contemporary Agriculture*, 71(1-2), 13-19.
- Windhorst, H. W. (2017). Dynamics and patterns of the EU egg industry. *Lohmann Information*, 51(2), 7.
- Wolc, A., et al. "Inheritance of hatchability in broiler chickens and its relationship to egg quality traits." *Poultry Science* 89.11 (2010): 2334-2340.
- Wolc, A., White, I. M., Olori, V. E., & Hill, W. G. (2009). Inheritance of fertility in broiler chickens. *Genetics Selection Evolution*, 41, 1-9.
- Wondmeneh, E., Dawud, I., & Adey, M. (2011). Comparative evaluation of fertility and hatchability of horro, fayoumi, lohmann silver and potchefstroom koekoek breeds of. *Asian Journal of Poultry Science*, 5(3), 124-129.
- Yassin, H. A. G. J., Velthuis, A. G., Boerjan, M., van Riel, J., & Huirne, R. B. (2008). Field study on broiler eggs hatchability. *Poultry Science*, 87(11), 2408-2417.

Yassin, H., et al. "Comparative analysis as a management tool for broiler breeder farms: simulated individual farm analysis (IFAS)." *Poultry science* 91.3 (2012): 744-757.

Yıldırım, Z. and M. Yalçınalp (2018). Preparing broiler breeder females for optimum production. international poultry science congress of wpsa turkish branch'2018: 56 – 61.

Yousaf A, Jabbar A, Ditta YA (2017). Effect of pre-warming on broiler breeder eggs hatchability and post-hatch performance. *J. Anim. Health Prod.* 5(1): 1-4.

Yousaf A, Jabbar A, Laghari IH, Abbas M (2017). Effect of incubation duration on broiler breeder eggs hatchability and post- hatch performance. *J. Anim. Health Prod.* 5(4): 127131.

Yousaf A, Rubab F, Shahnawaz R, Jamil T, Iqbal T, BiBi N, Haider I. (2016). Impact of semen quality of Aseel chicken on induced molting. *Online J. Anim. Feed Res.*, 6(6): 130-132.

Zhang, X. Y., et al. Genetic selection on abdominal fat content alters the reproductive performance of broilers. *Animal*, 2018, 12.6: 1232-1241.

Zuidhof, M. J., R. A. Renema and F. E. Robinson. 2007. Reproductive efficiency and metabolism of female broiler breeders as affected by genotype, feed allocation, and age at photostimulation.

Zuidhof, M. J., D. E. Holm, R. A. Renema, M. A. Jalal and F. E. Robinson. 2015. Effects of broiler breeder management on pullet body weight and carcass uniformity. *Poultry Science* 94:1389–97.

