VVVZ VĚDECKÝ VÝBOR VÝŽIVY ZVÍŘAT

Vliv výživy a techniky krmení na kvalitu masa kuřat kombinovaného typu

prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.

doc. Ing. Darina Chodová, Ph.D.

Praha, červen 2025

VÚŽV
Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.

ISBN 978-80-7403-338-4

Obsah

1. Úvod 3
2. Teoretická část studie 5
2.1. Genotypy kuřat využívané k produkci masa 5
2.2. Význam restrikce ve výkrmu kuřat 8
2.2.1. Restrikce krmiva 8
2.2.2. Restrikce dusíkatých látek 10
2.3. Vliv restrikce na složení jatečného těla a kvalitu kuřecího masa 11
2.3.1. Restrikce krmiva 11
2.3.2. Dusíkaté látky 13
3. Experimentální část studie 14
3.1. Materiál a metodika 14
3.1.1. Pokus s kvantitativní restrikcí krmiva 14
3.2.2. Pokus se sníženým obsahem dusíkatých látek 16
3.2. Výsledky a diskuse 18
3.2.1. Pokus s restrikcí krmiva 18
3.2.2. Pokus se sníženou hladinou dusíkatých látek 21
4. Závěr 25
5. Souhrn 26
6. Summary 27
7. Seznam použité literatury 28

1. Úvod

Produkce drůbežího masa je nejrychleji rostoucím odvětvím živočišné výroby a v současné době je kuřecí maso, které se na produkci drůbežího masa podílí až 88 % nejvíce spotřebovávaným i produkovaným druhem masa. Podle zdrojů FAO dosáhla produkce drůbežího masa v roce 2024 hodnoty146 milionů tun a výhled do roku 2050 předpokládá zvýšení až na více než 180 milionů tun. Tento nárůst souvisí zejména se skutečností, že zejména kuřecí maso má vysoký obsah proteinu, nízký obsah tuku, příznivou koncentraci cholesterolu a relativně vysoký podíl omega-3 mastných kyselin, což je výhodné pro zdraví člověka.

Rostoucí požadavky na produkci kuřecího masa se rovněž promítají do šlechtění zaměřeného na zvyšování užitkovosti. Například v roce 1957 vážila kuřata ve věku 42 dnů 586 g a měla spotřebu 2,8 kg na kg přírůstku, současné genotypy mají ve stejném věku hmotnost 3278 g a konverzi krmiva 1,55 kg. Za 70 let intenzivního šlechtění a vytváření efektivních krmných programů zvýšily moderní genotypy významně intenzitu růstu a zvýšily efektivitu využití krmiva a tím se kuřecí maso stalo nejvíce ekonomicky příznivým živočišným proteinem. To je také jeden z faktorů, které se promítají do zvyšování jeho produkce.

Intenzifikace produkce kuřecího masa má současně i negativní dopady. Důsledkem zvyšování růstu kuřat je imbalance mezi potřebou kyslíku a jeho přísunem v metabolismu svalstva, které se promítají do vzniku vad masa jako white striping, wooden breast nebo spaghetti meat. Na druhou stranu spotřebitelé zejména v západních zemích věnují zvýšenou pozornost kvalitě masa, welfare kuřat. V této souvislosti se spotřebitelé domnívají, že méně intenzivní nebo extenzivní produkce je více udržitelná, vytváří lepší podmínky pro kuřata a poskytuje produkt lepší kvality. Pro extenzivní výkrm však nejsou vhodné současné rychle rostoucí genotypy kuřat, neboť většina extenzivních přístupů jednak umožňuje venkovní přístup a zejména vyžadují podstatně delší dobu výkrmu. V posledních letech je tak zvýšený zájem o kuřata s pomalejším růstem a lepší adaptací pro volný výběh. Zapojení extenzivnějších způsobů výkrmu bude stále více aktuální, neboť obavy o welfare kuřat umocňuje situace s vysokým výskytem velmi závažných myopatií prsního svalstva pozorovaných v posledních 15 letech a výrazně ovlivňující nejen kvalitu masa, ale i ekonomiku produkce. Vedle toho všeho začalo širokou veřejnost znepokojovat utrácení 1–denních kohoutků z chovů nosnic. Určité řešení nabízí využití genotypů s kombinovanou užitkovostí, tedy slepic na produkci vajec a kohoutků na maso. Nicméně výkrm kohoutků nosných plemen se zatím nezdá být ekonomický

a stejně jako u ostatních alternativních způsobů výkrmu, musí být snahy chovatelů následované i ochotou spotřebitelů za takové produkty platit vyšší cenu. V současné době se však socioekonomická situace významně změnila, lze tedy předpokládat, že orientace spotřebitelů na cenu bude daleko větší než ochota platit za prémiový produkt.

2. Teoretická část studie

2.1. Genotypy kuřat využívané k produkci masa

Moderní kuřata jsou výsledkem dlouhé doby evoluce pomocí přirozeného výběru, do kterého jsme v 2. polovině 20. století zasáhli umělým výběrem pro komerční účely a dosáhli velkého genetického pokroku. V předválečném období byl zájem o živá zvířata a selekce byla možná jen podle vlastností živých zvířat. Díky pokrokům v genetice a šlechtění, růstu populace v poválečném období, její ekonomické síle a postupně se měnící poptávce na trhu se vývoj nových genotypů kuřat orientoval na posun od kuřat s kombinovanou užitkovostí ke speciálním nosným a masným genotypům. Kolem roku 1960 se již trh soustředil na celá jatečná těla, o dalších 20 let později na jednotlivé jatečné partie (prsa, stehna). Ve vyspělých zemích jsou v současnosti preferovány zpracované produkty a moderní masné genotypy kuřat jsou výsledkem selekce na vysoký podíl prsou z jatečně opracovaného těla (Petracci et al. 2015).

Genotypy kuřat pro produkci masa se v současné době rozdělují na 3 skupiny: rychle rostoucí – tzv. brojlerová kuřata, středně rychle rostoucí dříve označovaní jako pomalu rostoucí genotypy pro ekologickou produkci a pomalu rostoucí jsou kuřata původních plemen, nebo kohoutci genotypů s kombinovanou užitkovostí. Pro zlepšení kvality produktů je důležitý především výběr vhodného genotypu zvířat pro daný systém ustájení. Pro intenzivní výkrm kuřat se nejčastěji využívají rychle rostoucí genotypy s krátkou délkou výkrmu, vysokou intenzitou růstu a nízkou konverzí krmiva. Mezi tyto genotypy patří např. Ross 308, či Cobb. Průměrný denní přírůstek rychle rostoucích kuřat je vyšší než 50 g. Moderní rychle rostoucí genotypy kuřat mají vysoký podíl prsního svalstva, nízkou konverzi krmiva a tržní hmotnost kolem 2 kg kolem 5 týdnů věku (Devatkal et al. 2019; Chodová et al. 2021). Pokrok v selekci přinesl i negativní dopady související se zdravím kuřat, jako jsou syndrom náhlého úmrtí, ascites, kardiovaskulární poruchy a myopatie prsního svalstva (Devatkal et al. 2019; Chodová et al. 2021).

Zájem spotřebitelů o kuřata ze šetrnějších podmínek výkrmu vedl k tomu, že se přibližně od počátku 21. století začaly na trhu objevovat genotypy kuřat s pomalejším růstem, které by měly být lépe adaptované na delší výkrm a volný výběh ve venkovním prostředí. Pro alternativní produkci je doporučeno využívat středně rychle rostoucí či pomalu rostoucí genotypy, které by k těmto systémům chovu měly být dobře adaptovány. Středně rychle rostoucí kuřata (např. JA757 Hubbard, Cobb Sasso, Redbro apod.) mají průměrné denní přírůstky 20–50 g. Středně rychle rostoucí kuřata při pastevním způsobu chovu využívají ve výběhu menší vzdálenost od

ustájení a tráví na pastvě méně času ve srovnání s pomalu rostoucími hybridy. Středně rychle rostoucí genotypy lze definovat délkou výkrmu 42-56 dnů s dosažením hmotnosti kolem 2 kg (Dal Bosco et al. 2012; Chodová et al. 2021).

Pomalu rostoucí kuřata jsou převážně kohoutci nosného typu (Lohmann hnědý, Dominant hnědý, Bovans hnědý, ISA hnědá) nebo kombinovaného typu označovaní jako Dual (ISA Dual, Lohman Dual, Novogen Dual), jsou charakterizováni horší konverzí krmiva, nižší intenzitou růstu s průměrnými denními přírůstky do 20 g, nižší konečnou živou hmotností, nižší jatečnou výtěžností a menším podílem prsního svalstva. Na druhou stranu pomalu rostoucí genotypy mají menší mortalitu, nižší výskyt defektů končetin, vyšší podíl stehen a nižší množství tuku. Pomalu rostoucí genotypy jsou charakterizovány živou hmotností 2,2–2,5 kg během 56–120 dnů (Dal Bosco et al. 2012; Chodová et al. 2021). V posledních letech se pozornost obrací také k eticky problematickému utrácení jednodenních kohoutků v chovech nosnic, jehož určité řešení může nabídnout využití genotypů s kombinovanou užitkovostí, kde slepice slouží pro produkci vajec a kohoutci pro produkci masa (Chodová et al. 2021). Kohoutci genotypů s kombinovanou užitkovostí jsou vhodní především pro ekologické chovy, kdy je minimální délka výkrmu 81 dnů. Kohoutci mají poměrně pevnou konstituci a dobrou kvalitu masa. Při delším výkrmu však mohou ukládat více tuku. Jatečná užitkovost kohoutků s kombinovanou užitkovostí je horší než u brojlerových kuřat. Kohoutci kombinovaných genotypů mívají nižší jatečnou výtěžnost, vyšší podíl stehen, nižší podíl prsou.

Jak ukazují studie, délka výkrmu je především tématem u pomalu rostoucích genotypů. Aby se dosáhlo tržní hmotnosti kuřete kolem 2 kg, je u pomalu rostoucích kuřat nutný jednou tak delší výkrm než u rychle rostoucích kuřat. To ukazuje studie Chodová et al. (2021) a Valenta et al. (2022), kde pro dosažení 2 kg u pomalu rostoucích kuřat ISA Dual byla potřeba minimálně 70 dní výkrmu oproti 42 dnům u středně rychle rostoucích kuřat JA 757 a 35 dnům u kuřat Ross 308. Lambertz et al. (2018) uvádějí tržní hmotnost 2 kg u kohoutků pomalu rostoucího genotypu s kombinovanou užitkovostí v 72 dnech věku. Studie Mueller et al. (2018) srovnávala kohoutky nosných hybridů s kuřaty pomalu rostoucích nosných genotypů a kuřaty s kombinovanou užitkovostí. Žádný ze sledovaných genotypů s kombinovanou užitkovostí nedosáhl většího přírůstku než 20–30 g na kus a den. Studie prokázala konkurenceschopnost kuřat s kombinovanou užitkovostí ve srovnání se středně rychle rostoucími kuřaty Ross PM3 a Cobb Sasso 51. Podobné výsledky uvádějí i Mueller et al. (2020), kteří hodnotili užitkovost kuřat středně rychle rostoucího genotypu JA 757 a pomalu rostoucího Novogen Dual a Lohmann Dual. Přesto, že se průměrný denní přírůstek při výkrmu do 84 dnů věku mezi genotypy nelišil,

kuřata JA 757 měla průkazně lepší konverzi krmiva než oba genotypy s kombinovanou užitkovostí. Tyl et al. (2025) porovnávali kohoutky rychle rostoucí Ross 308, vykrmovaná do 35 dnů věku, středně rychle rostoucí JA 757 vykrmované do 56 dnů a ISA Dual vykrmované do 70 dnů. Průměrný denní přírůstek byl u kuřat Ross nad 60 g, kuřat JA nad 50 g a ISA do 30 g na kus a den. Konverze krmiva pak 1,57 kg, 2,12 kg a 2,70 kg se vzájemnou signifikancí.

Pro spotřebitele je důležité složení jatečného těla kuřat. Valenta et al. (2022) porovnávali složení jatečného těla rychle, středně rychle a pomalu rostoucích kuřat a uvádějí při porážkové hmotnosti 2 kg nejvyšší jatečnou výtěžnost u středně rychle rostoucího genotypu (72,38 %), která nebyla průkazně vyšší ve srovnání s rychle rostoucím genotypem (71,78 %), ale oba genotypy měly průkazně vyšší jatečnou výtěžnost než pomalu rostoucí genotyp s kombinovanou užitkovostí (68,54 %). Podobné výsledky uvádějí i Englmaierová et al. (2024) se stejnými genotypy. Z porovnání středně rychle rostoucích kuřat Cobb Sasso 51 a Ross PM3 a pomalu rostoucího genotypu Lohmann Dual měla kuřata Dual průkazně nejnižší jatečnou výtěžnost (67,0 %), střední měla kuřata Cobb Sasso 51 (69,0 %) a nejvyšší Ross PM3 (72,9 %, Mueller et al., 2018). Z hlediska podílu cenných partií u kuřat je nejvíce žádané prsní svalstvo. Při porovnání kuřat s různou intenzitou růstu uvádějí Valenta et al. (2022) a Englmaierová et al. (2024) nejvyšší podíl prsou u rychle rostoucích kuřat (28,01 %), průkazně nižší u středně rychle rostoucích (22,57 %) a významně nejnižší u pomalu rostoucích s kombinovanou užitkovostí (15,19 %). Průkazně nižší podíl prsního svalstva u kuřat s kombinovanou užitkovostí ve srovnání se středně rychle rostoucími kuřaty zjistili i Mueller et al. (2018, 2020). Na druhou stranu kuřata s kombinovanou užitkovostí mají vyšší podíl stehenního svalstva než kuřata se středním růstem (Mueller et al., 2018, 2020) nebo kuřata se středním a rychlým růstem (Chodová et al., 2021; Valenta et al., 2022; Tyl et al., 2025).

Vliv intenzity růstu se promítá i do ukazatelů kvality masa. Valenta et al. (2022) zaznamenali, že pomalu rostoucí kuřata ISA Dual měla maso světlejší s menší červeností a vyšší žlutostí než středně a rychle rostoucí genotypy. Také pH bylo u pomalu rostoucího genotypu nižší než u hybridů s rychlejším růstem. Na druhou stranu Mueller et al. (2020) nezjistili rozdíly v pH, barvě masa, ztrátě vody varem a texturou mezi středně rychle rostoucím genotypem JA 757 a dvěma pomalu rostoucími genotypy s kombinovanou užitkovostí Novogen Dual a Lohmann Dual. Ve vztahu k chemickému složení masa uvádějí Mueller et al. (2018) vyšší obsah dusíkatých látek a nižší obsah tuku u kuřat Lohmann Dual ve srovnání se středně rychle rostoucími kuřaty Cobb Sasso 51 a Ross PM3. V další práci Mueller et al. (2020) však nezaznamenali rozdíly v obsahu tuku a dusíkatých látek mezi středně rychle rostoucím hybridem JA 757 a pomalu rostoucími genotypy Novogen Dual a Lohmann Dual. Valenta et al.

(2022) uvádějí průkazně nejvyšší obsah dusíkatých látek u pomalu rostoucího hybrida ISA Dual, střední u středně rychle rostoucího hybrida JA 757 a nejnižší u rychle rostoucího hybrida Ross 308. Obsah tuku a cholesterolu v mase byl přesně opačný, nejnižší u ISA Dual a nejvyšší u Ross 308. Ve studii Englmaierová et al. (2024) autoři nezjistili mezi výše uvedenými genotypy rozdíl v obsahu dusíkatých látek v mase, průkazně nejnižší obsah tuku u hybrida ISA Dual a významně nejnižší koncentraci cholesterolu u středně rychle rostoucího hybrida JA 757.

Z výše uvedeného je zřejmé, že kuřata s kombinovanou užitkovostí mají horší výsledky výkrmu a nižší jatečnou výtěžnost. Za příznivé lze považovat lepší složení masa a zejména nižší obsah cholesterolu. Nedostatky v užitkovosti mohou být kompenzovány vyšší cenou, protože tato kuřata se vykrmují v méně intenzivních podmínkách. Například Englmaierová et al. (2024) zaznamenali, u kuřat ISA Dual nejvyšší zvýšení luteinu a oxidační stability proti kuřatům s rychlejším růstem, pokud byla tato kuřata vykrmována na pastvě.

2.2. Význam restrikce ve výkrmu kuřat

Ve výkrmu kuřat se používají různé krmné strategie zahrnující doplňky, různou výživu s využitím alternativních zdrojů krmiv, techniku krmení, popřípadě využití pastvy. Zejména intenzivní výkrm kuřat je zaměřený na rentabilitu produkce. Při současné produkci, kdy je pozornost věnována způsobům šetrným k životnímu prostředí a vytváření příznivých podmínek pro vykrmovaná kuřata, vhodná krmná technika může být dobrou strategií vedoucí k příznivé rentabilitě produkce. Z hlediska techniky krmení může být aplikováno krmení *ad libitum* nebo restrikce krmiva. Restrikční krmné techniky mohou být používány u různých věkových kategorií kuřat pro řízení růstu a kontrolu zdravotního stavu. U vykrmovaných kuřat se nejčastěji používá kvantitativní restrikce (omezené množství krmiva nebo čas přístupu ke krmivu) a kvalitativní restrikce (modifikace složení krmiva, zejména obsahu dusíkatých látek, energie nebo vlákniny (Ebeid et al., 2022a).

2.2.1. Restrikce krmiva

Restrikce krmiva ve výkrmu kuřat je nejčastěji aplikována v raném věku. Tento typ restrikce poprvé popsali Plavnik a Hurwitz (1985) jako tzv. ranou restrikci krmiva, která je aplikována v prvních dvou týdnech věku. Vlivem limitovaného příjmu krmiva dochází v období restrikce k růstové depresi, na kterou po přechodu na krmení *ad libitum* navazuje kompenzace růstu (Govaerts et al., 2000; Tůmová et al., 2002; van der Klein et al., 2017; Ebeid et al., 2022a; Tůmová et al., 2024). Růstová deprese a kompenzační růst jsou spojeny se změnami v podílu

jednotlivých orgánů a tkání. Tůmová a Chodová (2018) uvádějí, že během restrikce krmiva jsou méně ovlivněny orgány s raným růstem jako srdce, žaludek, játra než části s pozdějším vývinem (prsní a stehenní svalstvo, abdominální tuk). Po přechodu na krmení *ad libitum* pak vnitřní orgány regenerují rychleji a podporují růst částí těla s pozdějším vývinem. Výše uvedená alometrie růstu pak přispívá ke snížení výskytu metabolických problémů, úhynu a výskytu svalových myopatií (Ebeid et al., 2022a).

Výsledky restrikce krmiva jsou ovlivněny délkou a intenzitou restrikce. Ebeid et al. (2022a) uvádějí, že restrikce krmiva ve druhém týdnu věku 80 nebo 90 % krmení *ad libitum* nevyvolala kompenzační růst a restringovaná kuřata na konci výkrmu měla nižší živou hmotnost. Gratta et al. (2019) zaznamenali po omezení příjmu krmiva na 80 % *ad libitum* mezi 13. – 23. dnem věku kompenzační růst a restringovaná kuřata dosáhla stejné živé hmotnosti na konci výkrmu jako kuřata krmená *ad libitum*. Tůmová a Chodová (2018) použily restrikci 80 a 65 % krmení *ad libitum* ve druhém týdnu věku kuřat, při silnější restrikci kohoutci nebyli schopni kompenzovat růst a dosáhli nižší konečné hmotnosti než kuřata krmená *ad libitum*, zatímco kuřice překonaly růstovou depresi a *ad libitně* krmené i restringované kuřice měly podobnou konečnou živou hmotnost. V další práci Tůmová et al. (2022a) byla použita restrikce 70 % *ad libitum* a restringovaní kohoutci měli nižší živou hmotnost o 10 % a kuřice o 16 %. Tyl et al. (2024) zaznamenali po restrikci 70 % *ad libitum* mezi 8. a 14. dnem věku u restringovaných kuřat retardaci živé hmotnosti 26 %. Kompenzace růstu po restrikci u současných genotypů rychle rostoucích kuřat je problematická především z toho důvodu, že se zkracuje délka výkrmu a kuřata nemají dostatek času na vyrovnání růstové deprese. Výsledky s restrikcí jsou u kuřat s pomalejším růstem velmi omezené. Například Englmaierová et al. (2021) restringovali kuřata JA757 od 28. do 57. dne věku na úrovni 80 nebo 70 % *ad libitum* vykrmované v hale nebo patevně od 28. dne a při obou způsobech ustájení restringované skupiny nevykompenzovaly růst. Údaje o restrikci u kuřat s kombinovanou užitkovostí chybí.

Ve srovnání s růstem literatura uvádí, že restrikce krmiva zlepšuje konverzi krmiva (Tůmová et al., 2002; van der Klein et al., 2017; Tůmová a Chodová, 2018; Tůmová et al., 2024). Příznivý vliv restrikce na konverzi krmiva souvisí s lepším využitím krmiva v období realimentace (van der Klein et al., 2017) a Ebeid et al. (2022a) uvádějí, že lepší konverze krmiva souvisí zejména s rychlým vývojem trávicí trubice v období po skončení restrikce, které zvyšuje stravitelnost a retenci živin.

Velmi příznivý je vliv restrikce na úhyn kuřat, protože restrikce snižuje úhyn na syndrom náhlé smrti, ascity a poruchy končetin (Tůmová a Chodová, 2018; Tyl et al., 2024). Souvislost

s nižším úhynem je pravděpodobně výsledkem hypertrofie srdce, jehož výsledkem je jeho vyšší podíl a větší srdce pak zvyšuje hematokrit, který přispívá k většímu přísunu kyslíku při zvýšené intenzitě metabolismu (Ebeid et al., 2022a).

2.2.2. Restrikce dusíkatých látek

Rostoucí spotřeba a produkce kuřecího masa představuje vysoké požadavky na produkci sóji, která je hlavním zdrojem dusíkatých látek v krmných směsích. V Evropě je spotřeba sóji při výrobě krmných směsí pro masná kuřata 32 % z celkové potřeby (de Rauglaudre et al., 2023). Z tohoto důvodu je důležité v produkci kuřecího masa využít nové krmné strategie, které povedou k poklesu spotřeby sóji a přispějí ke zlepšení životního prostředí. Jednou z možností je snížení obsahu dusíkatých látek v krmných směsích pro výkrm kuřat, které může snížit cenu krmiva a zlepšit využití živin. Na druhou stranu jsou dusíkaté látky hlavním faktorem určujícím růst a složení jatečného těla.

Snížení obsahu dusíkatých látek v krmných směsí omezí i podíl sóji. de Rauglaudre et al. (2023) uvádějí, že snížení obsahu dusíkatých látek v krmných směsích pro brojlerová kuřata o 1 % zlepší retenci dusíkatých látek o 4 %, sníží obsah sóji o 10 %, exkreci dusíku o 14 %, vlhkost podestýlky o 28 %, spotřebu vody o 23 % a produkci skleníkových plynů o 31 %. Podobně Greenhalgh et al. (2020) zjistili, že redukce dusíkatých látek o 2 % v krmných směsích pro kuřata vede k poklesu příjmu dusíku o 13 %, ale jeho exkreci o 40 %. Restrikce dusíkatých látek může ovlivnit i užitkovost kuřat, větší nepříznivý vliv zaznamenali de Rauglaudre et al. (2023) při snížení z 23 na 22 % dusíkatých látek, které snížilo spotřebu krmiva na kus a den o 1,4 %, ale zhoršilo konverzi o 1,9 %. Měně negativní vliv pak popisují při snížení z 19 na 18 %, které snížilo denní spotřebu o 0,8 % a zhoršilo konverzi o 0,5 %.

Snížení obsahu dusíkatých látek v krmných směsích sledovali Benahmed et al. (2023) a uvádějí, že ekonomická je redukce do 3 %. Toto snížení nemělo průkazný vliv na konečnou živou hmotnost kuřat ani na konverzi krmiva, příjem dusíkatých látek se snížil ze 134 g /ks/den na 118 g. Tyl et al. (2025) zjistili, že snížení obsahu dusíkatých látek v krmivu pro vykrmovaná kuřata redukovalo přírůstek u rychle rostoucích kuřat o 10 % a u středně rychle rostoucích o 6 %. Konverze krmiva byla u rychle rostoucích kuřat o 5 % horší, ale u středně rychle rostoucích nebyla ovlivněna. U rychle rostoucích kuřat mělo snížení obsahu dusíkatých látek pozitivní vliv na úhyn, který se snížil z 5 na 3,57 %, ale u středně rychle rostoucích se zvýšil z 2,86 na 4,76 %. Obecně ale kuřata s pomalejším růstem mají nižší požadavky na dusíkaté látky. Kreuzer et al. (2020) testovali středně rychle rostoucí kuřata a pomalu rostoucí genotypy typu dual a nosné

kohoutky, obsah dusíkatých látek byl snížen o 20 %. Redukce dusíkatých látek snížila denní přírůstek u středně rychle rostoucích kuřat o 13 %, typu dual o 7 % a nosných kohoutků o 19 %, konverze krmiva nebyla obsahem dusíkatých látek ovlivněna u žádného ze sledovaných genotypů a retence dusíku se neprůkazně zvýšila u všech genotypů. Z výše uvedených pokusů je zřejmé, že u genotypů s různou intenzitou růstu lze ekonomicky snížit obsah dusíkatých látek bez negativního vlivu na užitkovost, ale s příznivým vlivem na životní prostředí.

2.3. Vliv restrikce na složení jatečného těla a kvalitu kuřecího masa

2.3.1. Restrikce krmiva

Vliv restrikce krmiva na složení jatečného těla je obvykle spojený s porážkovou hmotností kuřat. Ve studiích, kde je restrikce následována kompenzací růstu není detekován nepříznivý vliv na složení jatečného těla (Ebeid et al., 2022b). Například Tůmová a Chodová (2018) nezjistily při restrikci 65 % *ad libitum* ve 2. týdnu věku nepříznivý vliv na jatečnou výtěžnost podobně jako v další práci (Tůmová et al., 2022b, 2024) se 70 % krmením *ad libitum*. Gratta et al. (2019) restringovali kuřata na úrovni 80 % *ad libitum* v rané a pozdní fázi růstu a jatečná výtěžnost nebyla ovlivněna. Marchewka et al. (2023) uvádějí nepříznivý vliv restrikce na složení jatečného těla. Tyto pokusy byly u rychle rostoucích kuřat. Englmaierová et al. (2021) zjistili u středně rychle rostoucích kuřat po restrikci 20 a 30 % snížení jatečné výtěžnosti.

Ve vztahu k podílu cenných partií je věnována zvýšená pozornost podílu prsního svalstva, které má ekonomický význam při dělení jatečného těla. Výsledky zaměřené na vliv restrikce jsou nejednotné. Gratta et al. (2019) nezaznamenali vliv rané nebo pozdní restrikce na podíl prsou. Tůmová et al. (2022a) uvádějí, že restrikce 70 % *ad libitum* neměla vliv na podíl prsou, zatímco v další práci (Tůmová et al., 2024) stejný typ restrikce podíl prsou snížil, což koresponduje s údaji Englmaierová et al. (2021), Ebeid et al. (2022b). Tuto nejednotnost vysvětluje i interakce mezi technikou krmení, věkem a pohlavím (Tůmová a Chodová, 2018). V tom to pokusu autorky uvádějí, že kohoutci s restrikcí 80 % *ad libitum* měli na konci pokusu o 27 % větší podíl prsou, zatímco ve skupině s omezením krmiva 65 % *ad libitum* pouze o 4 %. Naproti tomu kuřičky u obou skupin nevykazovaly rozdíl ve vztahu ke kontrolní skupině. Výsledky naznačují, že méně intenzivní restrikce měla příznivý vliv na růst prsou. Ve vztahu k podílu stehen jsou výsledky poměrně jednotné a nezaznamenal se vliv restrikce, její délky ani intenzity (Gratta et al., 2019; Tůmová et al., 2022a; Ebeid et al., 2022b; Marchewka et al., 2023;

Tůmová et al., 2024), ale u kuřat s pomalejším růstem Englmaierová et al. (2021) zjistili nižší podíl stehenního svalstva u restringovaných kuřat.

Restrikce krmiva má nejednoznačný vliv na podíl abdominálního tuku. Van der Klein et al. (2017) uvádějí vyšší obsah abdominálního tuku u restringovaných kuřat, Tůmová et al. (2022a; 2024) nezjistili vliv restrikce a Tůmová a Chodová (2018) zaznamenaly nižší podíl abdominálního tuku, kdy podíl klesal s intenzitou restrikce. Abdominální tuk patří mezi tkáně s velmi pozdním vývojem a jeho podíl souvisí s lipogenezí v játrech. Englmaierová et al. (2021) u kuřat s pomalejším růstem udávají nižší podíl abdominálního tuku u restringovaných skupin, což souvisí se sníženou lipogenezí promítající se do menšího počtu tukových buněk.

Kvalitu masa lze vyjádřit fyzikálními, chemickými, senzorickými a histochemickými ukazateli. Nejčastěji jsou uváděny fyzikální ukazatele jako pH, barva masa, textura a vaznost vody. Z fyzikálních ukazatelů má velký význam pH masa, protože je spojena s barvou a vazností vody. Většina zdrojů se shoduje, že restrikce krmiva nemá vliv na pH masa (Gratta et al., 2019; Englmaierová et al., 2021; Ebeid et al., 2022b; Tůmová et al., 2022b; 2024). Ve vztahu k barvě masa Englmaierová et al. (2021), Tůmová et al. (2022b; 2024) nezjistili rozdíly mezi restringovanými a *ad libitum* krmenými kuřaty. Gratta et al. (2019) a Ebeid et al. (2022b) uvádějí vyšší hodnoty světlosti a červenosti u restringovaných kuřat. Také u ztráty vody varem a textury nebyl zjištěn vliv restrikce (Gratta et al., 2019; Englmaierová et al., 2021; Ebeid et al., 2022b; Tůmová et al., 2022b; 2024).

Z hlediska chemického složení masa Tůmová et al. (2024) nezjistili vliv restrikce na obsah dusíkatých látek v mase, ale v předchozí práci Tůmová et al. (2022b) zaznamenali interakci techniky krmení a pohlaví, kde restrikce krmiva u kohoutků snížila a u kuřiček zvýšila obsah dusíkatých látek v mase. Podobně jako u obsahu abdominálního tuku, tak i u obsahu tuku v mase jsou nejednotné výsledky vlivu restrikce. Ebeid et al. (2022b) zjistili u restringovaných kuřat vyšší obsah tuku v mase, Tůmová et al. (2022b) nezaznamenali vliv restrikce na obsah tuku v mase kohoutků a kuřiček, Englmaierová et al. (2021) a Tůmová et al. (2024) uvádějí nižší obsah tuku u restringovaných kuřat. Tyto rozdíly mohou souviset s odlišnou délkou a intenzitou restrikce. Na druhou stranu restrikce neměla vliv na obsah cholesterolu (Englmaierová et al., 2021; Tůmová et al., 2022b; 2024). Tůmová et al. (2024) neuvádějí vliv restrikce na složení mastných kyselin, ale Englmaierová et al. (2021) zjistili, že s intenzitou restrikce se u kuřat s pomalejším růstem snižoval obsah SFA, MUFA i PUFA včetně n-3 a n-6 mastných kyselin.

2.3.2. Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou jedním z významných faktorů ovlivňujících složení jatečného těla. Benahmed et al. (2023) v pokusu s brojlerovými kuřaty nezaznamenali vliv snížení obsahu dusíkatých látek do 3 % na jatečnou výtěžnost a podíl stehen, ale nižší dusíkaté látky zvýšily podíl prsou. Podobně Tyl et al. (2025) neudávají vliv nižšího obsahu dusíkatých látek na hmotnost jatečného těla, podíl stehen a stehenního svalstva u rychle a středně rychle rostoucích kuřat. Při snížení obsahu dusíkatých látek o 20 % u středně rychle a pomalu rostoucích kuřat typu dual se u středně rychle rostoucích snížila jatečná výtěžnost, ale podíl prsou a stehen nebyl ovlivněn, u pomalu rostoucích tyto parametry nebyly ovlivněny (Kreuzer et al., 2020). Yalcin et al. (2010), Choi et al (2023) a Marchewka et al. (2023) uvádějí, že u brojlerových kuřat, která mají vysokou potřebu proteinu pro růst, snížení obsahu dusíkatých látek zvyšuje obsah abdominálního tuku. Naproti tomu u kuřat s pomalejším růstem pokles dusíkatých látek neměl a abdominální tuk vliv (Kreuzer et al., 2020; Tyl et al., 2025).

Z hlediska fyzikálních vlastností masa Choi et al. (2023) nezjistili vliv nižšího obsahu dusíkatých látek na pH, barvu masa a ztrátu vody varem. Zatímco Benahmed et al. (2023) udávají vyšší hodnoty žlutosti masa u kuřat s nižším obsahem dusíkatých látek. Také Tyl et al. (2025) zaznamenali vyšší hodnoty žlutosti masa u rychle a středně rychle rostoucích kuřat krmených směsí s nižším obsahem dusíkatých látek. Snížené dusíkaté látky neměly vliv na ukazatele fyzikálních vlastností masa u středně rychle a pomalu rostoucích kuřat (Kreuzer et al., 2020).

Údajů i vlivu nižšího obsahu dusíkatých látek na nutriční hodnotu masa není mnoho. Benahmed et al. (2023) u brojlerových kuřat nezjistili rozdíly obsahu dusíkatých látek a tuku mezi kontrolou a skupinami, které měly o 1,5 a 3 % nižší obsah dusíkatých látek. Choi et al. (2023) uvádějí, že snížení dusíkatých látek snížilo obsah tuku v prsním i stehenním svalstvu v důsledku omezení energie využívané pro tvorbu tuku. U středně rychle a pomalu rostoucích kuřat snížení dusíkatých látek o 20 % nemělo vliv na obsah dusíkatých látek a tuku v prsním svalstvu (Kreuzer et al., 2020).

3. Experimentální část studie

Využití kuřat s pomalým růstem, zejména typu dual vytváří možnosti jejich uplatnění v méně intenzivní produkci, ale údajů o jejich užitkovosti či kvalitě masa je poměrně málo. V rámci řešení problematiky vlivu techniky krmení a obsahu dusíkatých látek u kuřat s pomalým růstem byly realizovány dva pokusy, u kterých kromě výkrmnosti a ekonomické efektivity byla hodnocena jatečná hodnota a kvalita masa.

3.1. Materiál a metodika

3.1.1. Pokus s kvantitativní restrikcí krmiva

Do pokusu bylo zařazeno 480 jednodenních kuřat s kombinovanou užitkovostí ISA Dual. Kuřata byla vylíhnuta v Mezinárodní testační stanici Ústrašice, s.p., kde proběhl i pokus. Na začátku pokusu byla kuřata rozdělena do dvou skupin, skupina kontrolní byla krmena *ad libitum* po celý pokus, skupina s kvantitativní restrikcí byla restringována mezi 14. a 21. dnem věku. V období restrikce kuřata dostávala 70 % krmení *ad libitum* v poměru ke spotřebě krmiva kontrolní skupiny. Množství krmiva pro skupinu s omezeným krmením bylo počítáno denně na základě spotřeby v kontrolní skupině. Před a po skončení restrikce byla kuřata krmena *ad libitum*. Kuřata byla ustájena podle skupiny a pohlaví ve 12 boxech s podestýlkou (40 kuřat / box, 14 ks / m^2 podestýlky). Každá skupina měla 3 opakování (2 x 2 x 3). Výkrm trval do 80 dnů věku. Z hlediska krmných směsí byl pokus rozdělen do tří fází, starter byl zkrmován od vylíhnutí do 14 dnů věku, růstová směs od 15. dne do 35. dne a finisher od 36. do 80. dne věku. Složení krmných směsí a obsah živin jsou uvedeny v Tabulce 1. Napájení kuřat bylo *ad libitum*. V rámci světelného režimu se 1. – 7. den svítilo 23 h a od 8. do 80. dne 18 h. Mikroklima odpovídalo běžným požadavkům kuřat. Kuřata se vážila na začátku a konci výkrmu, denně se sledovala spotřeba krmiva a úhyn. Na základě konečné živé hmotnosti, konverze krmiva a úhynu byl vypočten index efektivnosti výkrmu (IEV).

Po skončení výkrmového pokusu byly vybrána 4 kuřata z boxu (12 kuřat na skupinu a pohlaví) při průměrné hmotnosti 2000 g pro jatečný rozbor. Po porážce a oškubání byla kuřata vyvrhnuta a vnitřní orgány zváženy. Jatečná těla byla následně chlazena při teplotě 4 ^{o}C po dobu 24 h. Následně byla jatečná těla zvážena, jatečnou disekcí byla oddělena prsa, stehna a abdominální tuk a spočítán podíl z jatečného těla. Na základě konečné hmotnosti, hmotnosti jatečného těla a vnitřních orgánů byla vypočtena jatečná výtěžnost.

Fyzikální vlastnosti masa byly stanoveny v pravém prsním svalstvu. pH masa bylo stanoveno 24 h *post mortem* pH metrem Jenway 3510 (Jenway, Essex, United Kingdom) skleněnou vpichovou sondou vpíchnutou do svalstva do hloubky 1 cm. Rovněž barva masa byla měřena 24 h *post mortem* pomocí přístroje Minolta SpectraMagic NX (Konica Minolta sensing, Inc., Osaka, Japonsko) systémem CIE 1976 Lab. Barva masa byla vyjádřena jako světlost L*, a* červenost a b* žlutost. Ztráta vody varem byla spočítána jako rozdíl mezi hmotností syrového pravého prsního svalstva po jatečném rozboru a hmotností vařeného (vaření po dobu 1 h na 75 ºC). Textura byla stanovena metodou Warner-Bratzler v pravém prsním svalstvu. Po jatečném rozboru bylo maso zamraženo při -20 ºC. Před analýzou bylo rozmraženo po dobu 24 h při teplotě 4 ºC. Následně byly vzorky zabaleny do plastových zipových sáčků a vařeny na teplotu 75 ºC po dobu 1 h. Vařené maso bylo rozděleno na části 2 x 1 cm^2. Textura byla měřena přístrojem Instron Model 3342 (Instron, Norwood) s trojúhelníkovitým ostřím pro stanovení maximální síly střihu (F_{max}, N) se zatížením 20 N a rychlosti 100 mm / min.

Chemické složení masa bylo stanoveno v levém prsním svalstvu podle metodiky AOAC (1995). Sušina byla stanovena sušením při teplotě 105 ºC do konstantní hmotnosti, dusíkaté látky Kjeldahlovou metodou při použití koeficientu 6025. Tuk byl stanoven metodou Soxhled. Stanovení cholesterolu metodou saponizace hydroxidem draselným v etanolovém roztoku při použití plynové chromatografie přístrojem Perkin Elmer 5000.

Výsledky byly zpracovány dvouparametrovou analýzou variance s interakcí pohlaví a skupiny programem SAS 9.4. (SAS Institute Inc., 2013). Rozdíly mezi skupinami byly testovány Duncanovým testem na hladině průkaznosti $P \leq 0,05$. Průkazné rozdíly jsou označeny různými písmeny.

Tabulka 1 Složení krmných směsí a obsah živin výpočtem

Komponenty	Starter	Růstová směs	Finisher
	%	%	%
Pšenice	46,25	59,54	64,11
Kukuřice	15,00	8,00	5,00
Sójový extr. šrot 48 %	30,65	25,70	22,85
Rybí moučka	1,00	-	-
Monokalciumfosfát	0,53	0,34	0,17
Uhličitan vápenatý	1,49	1,20	1,13
Sůl krmná	0,23	0,20	0,23
Olej sójový	3,05	1,00	-
Tuk živočišný	-	2,42	5,33
Síran sodný	0,11	0,12	0,08
Premixy aminokyselin	0,75	0,76	0,69
Premixy vit.,enzymů a min. látek	0,94	0,72	0,41
Obsah živin			
Dusíkaté látky (g/kg)	216,38	195,93	184,83
Tuk (g/kg)	51,00	52,72	70,89
Lysin str. (g/kg)	11,89	10,68	9,48
Methionin str. (g/kg)	5,64	4,94	4,39
Vápník (g/kg)	9,35	7,74	6,97
Fosfor využ. (g/kg)	4,49	3,90	3,51
Meabolizovatelná energie (MJ/kg)	12,55	12,89	13,49

3.2.2. Pokus se sníženým obsahem dusíkatých látek

Výkrmový pokus byl realizován v Mezinárodní testační stanici Ústrašice, s.p. kde také byla vylíhnuta kuřata s kombinovanou užitkovostí ISA Dual. Do experimentu bylo zařazeno celkem 840 kuřat v poměru pohlaví 1 : 1. Kuřata byla rozdělena do dvou skupin, kontrolní skupina byla krmena směsí pro výkrm kuřat a v pokusné skupině byl obsah dusíkatých látek snížen ve všech

fázích o 6 %. Krmivo pro první fázi bylo zkrmováno do 21. dne věku, pro druhou fázi od 22. do 42. dne věku a pro závěrečnou fázi od 43. do 70. dne, kdy pokus končil. Složení krmných směsí s obsahem živin uvádí Tabulka 2. Po celou dobu pokusu byla kuřata krmena a napájena *ad libitum*. Jednodenní kuřata byla umístěna do 12 boxů s podestýlkou z hoblin měkkého dřeva, v každé skupině byla kuřata umístěna do 6 boxů, 3 boxy s kohoutky a 3 boxy kuřičky (2 x 2 x 3). V boxu bylo 70 kuřat. Podmínky vnějšího prostředí odpovídaly požadavkům kuřat. První týden se svítilo 23 h a od 8. dne do konce pokusu 18 h.

Po skončení výkrmového pokusu bylo 10 kohoutků a 10 kuřiček ze skupiny vybráno pro jatečný rozbor a stanovení kvality masa. Hmotnost vybraných kuřat byla kolem 1700 g. Jatečný rozbor i stanovení fyzikálních a chemických vlastností masa bylo stejným způsobem jako v pokusu s restrikcí krmiva. Rovněž statistická analýza výsledků se nelišila.

Tabulka 2 Složení krmných směsí a obsah živin výpočtem

Komponenty	Starter		Růstová směs		Finisher	
	Kontrola	Pokus	Kontrola	Pokus	Kontrola	Pokus
Pšenice	45,16	49,15	57,63	57,57	63,99	62,59
Kukuřice	15,00	17,00	8,00	15,00	5,00	15,00
Sójový extr. šrot 48%	31,05	28,75	26,85	22,95	22,35	18,60
Rybí moučka	1,00	-	-	-	-	-
Monokalciumfosfát	0,88	1,01	0,63	0,61	0,57	0,44
Uhličitan vápenatý	1,44	1,52	1,12	1,24	1,08	0,84
Sůl krmná	0,28	0,27	0,25	0,29	0,28	0,28
Olej sójový	3,41	1,20	1,00	1,00	-	1,20
Tuk živočišný	-	-	2,93	-	5,58	-
Síran sodný	0,11	0,12	0,12	0,08	0,08	0,08
Premixy aminokyselin	0,80	0,66	0,77	0,82	0,69	0,62
Premixy vit.,enzymů,	0,88	0,33	0,70	0,44	0,37	0,35
Obsah živin						
Dusíkaté látky (g/kg)	215,9	203,9	205,9	193,5	180,5	170,3
Tuk (g/kg)	54.4	32,6	57,6	30,4	73,2	3,26
Lysin (g/kg)	12,9	11,8	11,6	11,2	10,3	9,7
Methionin (g/kg)	6,0	5,3	5,2	4,9	4,6	4,1
Vápník (g/kg)	9,4	8,4	7,7	6,4	7,0	4,6
Fosfor (g/kg)	4,5	6,2	3,9	5,1	3,5	4,6
Meabolizovatelná energie (MJ/kg)	12,55	11,86	12,90	12,12	13,50	12,43

3.2. Výsledky a diskuse

V pokusech s pomalu rostoucími kuřaty s kombinovanou užitkovostí byli použiti kohoutci i kuřice. V praktických podmínkách se pro produkci masa používají především kohoutci, zatím co kuřice po odchovu a pohlavní dospělosti jdou do snášky. Kuřice byly hodnoceny z toho důvodu, že část kuřic nemusí být využita pro snášku a z tohoto důvodu je vhodné znát i jejich masnou užitkovost.

3.2.1. Pokus s restrikcí krmiva

Cílem pokusu bylo posouzení vlivu rané restrikce na užitkovost a kvalitu masa pomalu rostoucích kuřat s kombinovanou užitkovostí. Výsledky výkrmnosti a jatečné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 3. Konečná živá hmotnost kuřat ukazuje, že jak kohoutci, tak i kuřice byli schopni vykompenzovat retardaci růstu v době restrikce. U pomalu rostoucích kuřat jsou to první výsledky a naznačují, že kuřata měla dostatek času na vyrovnání růstu, což je v kontrastu s kuřaty rychle rostoucími, která mají krátkou dobu výkrmu (Tůmová et al., 2002; van der Klein et al., 2017; Ebeid et al., 2022a), ale i s prací Englmaierová et al. (2021) nebo Tůmová et al. (2021) se středně rychle rostoucími kuřaty, Kohoutci s restrikci měli nevýznamně lepší konverzi krmiva, ale kuřičky průkazně, a je zřejmé, že restringovaná pomalu rostoucí kuřata efektivněji využívají živiny krmiva v době realimentace stejně jako rychle rostoucí (van der Klein et al., 2017; Ebeid et al., 2022a; Tůmová et al., 2024) nebo středně rychle rostoucí (Tůmová et al., 2021). Ekonomická efektivnost výkrmu byla výrazně nižší u kuřiček než u kohoutků, ale u obou pohlaví nebyla ovlivněna technikou krmení. U kuřat rychle a středně rychle rostoucích mají výsledky restrikce negativní vliv na IEV (Delezie et al., 2010; Tůmová et al., 2021), ale u pomalu rostoucích výsledky naznačují jednu z možností, jak výkrmnost zlepšit.

Z hlediska složení jatečného těla technika krmení neměla vliv na jatečnou výtěžnost, ale kuřičky měly nižší hodnoty než kohoutci. Také u rychle rostoucích kuřat není uváděn vliv restrikce na jatečnou výtěžnost (Tůmová et al., 2021; Ebeid et al., 2022b; Tůmová et al., 2024), ale Englmaierová et al. (2021) u středně rychle rostoucích kuřat zjistili u restringovaných kuřat nižší jatečnou výtěžnost, což je v rozporu s prací Tůmová et al. (2021), kteří nezaznamenali průkazné rozdíly mezi kuřaty restringovanými a krmenými *ad libitum*. To může být vysvětleno rozdílnou délkou restrikce i délkou výkrmu v obou pokusech. Také na podíl prsou z jatečného těla neměla krmná strategie vliv podobně jako u rychle rostoucích kuřat (Gratta et al., 2019; Ebeid et al., 2022b; Tůmová et al., 2024) nebo středně rychle rostoucích kuřat (Englmaierová

et al., 2021; Tůmová et al., 2021). Průkazná interakce pohlaví a techniky krmiva byla u podílu stehenního svalstva. Restringované kuřice měly průkazně vyšší podíl stehen než kuřice krmené *ad libitum*, ale u kohoutků mezi skupinami nebyly rozdíly. Nejednoznačné výsledky jsou i v literatuře (Gratta et al., 2019; Englmaierová et al., 2021; Ebeid et al., 2022b; Marchewka et al., 2023; Tůmová et al., 2024) a může to souviset zejména s interakcemi. Interakce krmné techniky a pohlaví měla signifikantní vliv na obsah abdominálního tuku. U kohoutků s restrikcí byl podíl tuku nižší o 13 %, ale u kuřiček o 37 %. Také Tůmová et al. (2022a) uvádějí průkazné interakce mezi technikou krmení a pohlavím u rychle rostoucích kuřat a může souviset s nejednoznačnými výsledky v literatuře (van der Klein et al., 2017; Tůmová a Chodová, 2018; Englmaierová et al., 2021; Tůmová et al., 2021).

Tabulka 3 Vliv restrikce krmiva na výkrmnost a jatečnou hodnotu

Ukazatel	Kontrola		Pokus		RMSE	Průkaznost
	Kohoutci	Kuřičky	Kohoutci	Kuřičky		
Konečná živá hmotnost (g)	2224[a]	1562[b]	2238[a]	1524[b]	32	0,001
Konverze krmiva (kg)	3,11[c]	3,76[a]	3,03[c]	3,60[b]	0,02	0,001
Úhyn (%)	1,25	0,93	2,92	2,92		
IEV	87	52	89	53	5,11	ns
Jatečná výtěžnost (%)	74,5	68,9	72,7	64,9	0,69	ns
Podíl prsního svalstva (%)	19,1	18,8	17,8	19,9	0,43	ns
Podíl stehenního svalstva (%)	33,7[b]	31,9[c]	33,6[b]	37,6[a]	0,39	0,001
Podíl abdominálního tuku (%)	1,51[c]	3,49[a]	1,32[c]	2,20[b]	0,29	0,001

[a,b,c] $P \leq 0,05$

Tabulka 4 uvádí vliv restrikce krmiva na fyzikální ukazatele kvality masa. Z výsledků je zřejmý zanedbatelný vliv na většinu ukazatelů a koresponduje tak s literaturou (Gratta et al., 2019; Englmaierová et al., 2021; Ebeid et al., 2022b; Tůmová et al., 2022b; 2024) jak u rychle, tak i středně rychle rostoucích kuřat. Pouze u ztráty vody varem byla zjištěna průkazná interakce pohlaví a techniky krmení. Průkazný byl zejména rozdíl mezi pohlavím u kontrolní skupiny, zatímco u skupiny s restrikcí se ztráta vody varem nevýznamně zvýšila u kohoutků, ale u kuřiček klesla. Vaznost vody ovlivňují změny ve svalu odehrávající se *post mortem*. Jak v důsledku posmrtné anaerobní glykolýzy klesá pH ve svalu, tak se mění struktura svalových bílkovin a jejich nábojů. Bílkoviny ztrácejí jednak funkční schopnost vázat vodu, tak během postupné denaturace i morfologické předpoklady tuto vodu udržet. Tím se mění poměr volné a vázané vody ve prospěch vody volné, která může ze svalu uniknout. Ztráta vody je umocněna rychlým poklesem pH a akcelerovanou denaturací bílkovin. Pravděpodobně denaturace bílkovin mohla souviset s poklesem ztráty vody varem u kuřiček, protože tato skupina měla průkazně nejvyšší obsah dusíkatých látek.

Tabulka 4 Vliv restrikce krmiva na fyzikální ukazatele kvality masa

Ukazatel	Kontrola		Pokus		RMSE	Průkaznost
	Kohoutci	Kuřičky	Kohoutci	Kuřičky		
pH	5,68	5,70	5,79	5,66	0,38	ns
L*	57,2	55,9	58,3	54,5	4,05	ns
a*	-2,85	-2,48	-2,34	-2,52	0,77	ns
b*	6,00	7,09	6,90	6,24	1,41	ns
Ztráta vody varem (%)	$21,6^{b}$	$23,6^{a}$	$22,9^{b}$	$22,7^{ab}$	2,40	0,05
F_{max} (N)	9,10	10,4	11,4	11,3	4,41	ns

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

Složení kuřecího masa ovlivňuje genetické pozadí, délka a charakter výkrmu, způsob chovu. V tomto pokusu s pomalu rostoucími kuřaty (Tabulka 5) nebyl sledovanými faktory ovlivněn pouze obsah tuku, u ostatních živin byly zaznamenány průkazné interakce pohlaví a techniky krmení. Restrikce krmiva průkazně zvýšila obsah sušiny, což pravděpodobně souviselo

především s průkazně vyšším obsahem dusíkatých látek. Tůmová et al. (2022b) také zjistili interakci pohlaví a techniky krmení v obsahu dusíkatých látek u rychle rostoucích kuřat a podobné zvýšení jejich obsahu u kuřiček. Pohlavní dimorfismus u kuřat ovlivňuje intenzitu metabolismu (Ebeid et al., 2022b) a to mohlo souviset i s těmito výsledky.

Tabulka 5 Vliv restrikce krmiva na chemické složení prsního svalstva

Ukazatel	Kontrola		Pokus		RMSE	Průkaznost
	Kohoutci	Kuřičky	Kohoutci	Kuřičky		
Sušina (g/kg)	269,4[b]	270,4[b]	270,7[b]	275,1[a]	4,98	0,001
Dusíkaté látky (g/kg)	237,9[b]	237,9[b]	238,7[ab]	240,5[a]	4,79	0,001
Tuk (g/kg)	3,61	4,34	3,32	4,10	1,63	ns
Cholesterol (mg/kg)	272,1[c]	327,8[b]	279,2[c]	444,9[a]	5,40	0,001

[a,b,c] $P \leq 0,05$

3.2.2. Pokus se sníženou hladinou dusíkatých látek

Pro dosažení optimálních výsledků výkrmu je důležité využívat krmné směsi s odpovídajícím obsahem živin. Poměrně dostatečné množství informací je o potřebě živin pro rychle rostoucí kuřata, ale pro kuřata s pomalejším růstem je těchto informací málo. Kuřata s pomalejším růstem mají nižší požadavky na živiny ve srovnání s rychle rostoucími kuřaty (Chodová et al., 2021). V uvedeném experimentu byly použity v pokusné skupině krmné směsi s obsahem dusíkatých látek nižším o 6 %. Z Tabulky 6 je zřejmé, že výsledky výkrmnosti nebyly ovlivněny žádným ze sledovaných faktorů a naznačují tak poměrně příznivý vliv snížených dusíkatých látek na užitkovost pomalu rostoucích kuřat s kombinovanou užitkovostí. Především u kohoutků byly zaznamenány nepatrně lepší výsledky než v kontrolní skupině a korespondují tak s výsledky prací Urban et al. (2018), Kreuzer et al. (2020) u pomalu rostoucích kuřat.

Obsah dusíkatých látek měl rovněž malý vliv na složení jatečného těla kuřat. Nižší obsah dusíkatých látek neovlivnil jatečnou výtěžnost, podíl prsního svalstva ani obsah abdominálního tuku. Jediným ukazatelem, kde byla zaznamenána interakce pohlaví a techniky krmení byl podíl stehenního svalstva ($P \leq 0,05$). U obou pohlaví došlo k průkaznému zvýšení podílu stehenního svalstva ve skupině s nižším obsahem dusíkatých látek. Snížení obsahu dusíkatých látek vede ke zvýšení jejich stravitelnosti a využití esenciálních aminokyselin lyzinu a treoninu, které se mohou promítnout do vyššího podílu stehenního svalstva (Benahmed et al., 2023).

Tabulka 6 Vliv obsahu dusíkatých látek na výkrmnost a jatečnou hodnotu

Ukazatel	Kontrola		Pokus		RMSE	Průkaznost
	Kohoutci	Kuřičky	Kohoutci	Kuřičky		
Konečná živá hmotnost (g)	1851	1459	1883	1375	290	ns
Konverze krmiva (kg)	2,69	2,92	2,66	2,93	0,02	ns
Úhyn (%)	0	0	0	0		
IEV	98	85	101	84	31,3	ns
Jatečná výtěžnost (%)	67,9	68,9	69,3	68,8	0,33	ns
Podíl prsního svalstva (%)	13,6	13,1	13,9	13,9	0,57	ns
Podíl stehenního svalstva (%)	33,1[b]	31,3[c]	35,2[a]	33,8[b]	1,58	0,05
Podíl abdominálního tuku (%)	2,37	2,29	3,67	3,04	0,10	ns

[a,b,c] $P \leq 0,05$

Fyzikální vlastnosti kvality masa kuřat z velké části reflektují postmortální změny ve svalovině a jsou ovlivněny řadou faktorů. Z Tabulky 7 je patrné, že žádný ze sledovaných faktorů neměl vliv na hodnocené parametry fyzikálních vlastností masa. Ve vztahu k obsahu dusíkatých látek na fyzikální vlastnosti má pravděpodobně genotyp, protože podobně jako

v našem pokusu Kreuzer et al. (2020) nezjistili vliv snížení dusíkatých látek na fyzikální vlastnosti, ale Benahmed et al. (2023) uvádějí vyšší žlutost masa u rychle rostoucích kuřat s nižšími dusíkatými látkami v krmivu a také Tyl et al. (2025) u rychle a středně rychle rostoucích kuřat.

Tabulka 7 Vliv obsahu dusíkatých látek na fyzikální vlastnosti masa

Ukazatel	Kontrola		Pokus		RMSE	Průkaznost
	Kohoutci	Kuřičky	Kohoutci	Kuřičky		
pH	5,66	5,61	5,64	5,64	0,02	ns
L*	59,2	53,8	58,4	55,3	0,49	ns
a*	-2,36	-0,99	-1,60	-0,42	0,11	ns
b*	7,84	13,4	9,16	15,7	0,31	ns
Ztráta vody varem (%)	23,9	24,3	24,3	24,0	0,26	ns
F_{max} (N)	16,9	17,1	14,7	16,6	0,24	ns

Vliv obsahu dusíkatých látek na nutriční hodnotu masa nebyl zaznamenán (Tabulka 8). Podobné výsledky uvádějí Kreuzer et al. (2020), kteří nezjistili vliv dusíkatých látek snížených o 20 % na chemické složení prsního svalstva středně rychle a pomalu rostoucích genotypů a také Benahmed et al. (2023) u rychle rostoucích kuřat, pokud byly dusíkaté látky sníženy do 3 %. Pokud je snížení vyšší a kuřata již nemohou kompenzovat nižší příjem dusíkatých látek lepší stravitelností ke snížení obsahu tuku v prsním svalstvu (Wang et al., 2013; Choi et al., 2023).

Tabulka 8 Vliv obsahu dusíkatých látek na chemické složení prsního svalstva

Ukazatel	Kontrola		Pokus		RMSE	Průkaznost
	Kohoutci	Kuřičky	Kohoutci	Kuřičky		
Sušina (g/kg)	264,2	268,7	264,6	266,0	0,10	ns
Dusíkaté látky (g/kg)	238,3	240,7	238,6	239,4	0,11	ns
Tuk (g/kg)	2,23	3,90	3,11	3,10	0,03	ns
Cholesterol (mg/kg)	270,4	380,7	298,4	363,2	9,02	ns

4. Závěr

Využívání genotypů s pomalejším růstem souvisí s požadavky spotřebitelů na produkci masa v příznivějších podmínkách pro kuřata a méně intenzivních podmínkách. Pro využití kuřat s kombinovanou užitkovostí ještě přispívá příprava legislativy, která se týká zákazu usmrcování kohoutků u genotypů nosného typu. V tomto směru mají kuřata typu dual tu výhodu, že kuřičky se následně použijí do snášky a kohoutci na produkci masa. Pro větší využití těchto genotypů v produkci masa je důležitá znalost jejich požadavků na výživu a také kvalitu masa.

Kohoutci genotypů s kombinovanou užitkovostí mají horší výkrmnost i jatečnou hodnotu než kuřata s rychlejším růstem, která však bývá kompenzována vyšší cenou za produkci v méně intenzivních podmínkách. Zlepšení ekonomiky produkce mohou i krmné strategie. Jednou z možností jsou restrikce krmiva, které se rovněž využívají u rychle rostoucích kuřat. Výsledky studie ukázaly, že tzv. raná restrikce, která byla aplikována mezi 14. a 21. dnem věku v intenzitě 70 % krmení *ad libitum* naznačuje jednu z cest, kdy mírné zlepšení výkrmnosti přispělo i lepší efektivnosti výkrmu, nemělo negativní vliv na složení jatečného těla a současně zvýšilo podíl stehenního svalstva. Restrikce krmiva měla zanedbatelný vliv na fyzikální vlastnosti masa a u kohoutů i mírně zlepšilo nutriční hodnotu masa. Druhou možností je restrikce dusíkatých látek, která se nabízí v souvislosti s tím, že kuřata s pomalejším růstem mají i nižší požadavky na živiny v krmivu. Z výsledků studie je zřejmé, že snížení dusíkatých látek o 6 % proti výkrmové směsi mělo příznivý vliv na růst a konverzi krmiva a tím i na efektivnost výkrmu, minoritní vliv na složení jatečného těla, ale zvýšilo podíl stehenního svalstva. Kvalita masa vyjádřená fyzikálními vlastnostmi a chemickým složením ovlivněná nebyla.

Studie přináší první ucelené výsledky vlivu restrikce krmiva a restrikce dusíkatých látek na užitkovost a kvalitu masa kuřat s kombinovanou užitkovostí. Naznačuje možnosti zlepšení efektivity produkce v podmínkách ČR.

5. Souhrn

Současné selekční programy u masných kuřat vytvářejí genotypy s rozdílnou intenzitou růstu a tyto genotypy mohou mít odlišné požadavky na krmné strategie. Genotypy s nižší intenzitou růstu jsou potřebné pro alternativní systémy především pro jejich vitalitu a adaptabilitu. Jako dobá alternativa jsou kuřata s kombinovanou užitkovostí, která umožňují využití obou pohlaví, kuřice pro produkci vajec a kohoutky pro produkci masa. Využití kohoutků typu dual je výhodnější než nosných kohoutků, u kterých je efektivita produkce velmi slabá. Cílem studie bylo posouzení vlivu rané restrikce krmiva a sníženého obsahu dusíkatých látek u kuřic a kohoutů pomalu rostoucího genotypu typu dual. Ve studii byla použita kuřata ISA Dual. V prvním pokusu byly kuřata obou pohlaví restringována mezi 14. a 21. dnem věku a dostávala 70 % krmení *ad libitum*. Druhý pokus byl zaměřen na dvě koncentrace dusíkatých látek v krmných směsích, kontrolní skupina dostávala komerční krmné směsi a pokusná krmné směsi s o 6 % nižším obsahem dusíkatých látek. Oba pokusné zásahy mírně zlepšily užitkovost a efektivitu výkrmu. Restrikce krmiva i snížený obsah dusíkatých látek neměly významný vliv na složení jatečného těla, ale mírně zvýšily podíl stehenního svalstva. Použité krmné strategie neměly vliv na fyzikální vlastnosti masa a restrikce krmiva mírně zlepšila nutriční hodnotu masa. Výsledky naznačují, že genotypy s pomalým růstem mají nižší požadavky na protein, což může zlepšit efektivitu výkrmu bez vlivu na kvalitu produktu.

6. Summary

At present, genetic selection programs produce chicken genotypes with different growth intensities, which might have variable requirements for feeding strategies. Genotypes with slower growth are required for alternative systems due to their vitality and adaptability. As a good alternative, dual-purpose chickens offer the use of both sexes, hens for eggs and cockerels for meat. The use of dual-purpose male chicks for meat is more appropriate than the use of cockerels from egg-type chickens, as their feeding is not economically acceptable. The objective of this study was to evaluate the response of males and females of slow-growing chickens to early feed restriction and two levels of crude protein in feed mixtures. Chickens of slow-growing dual purpose ISA Dual chickens were used in the study. In the first experiment, chickens of both sexes were exposed to quantitative feed restriction between 14 and 21 days of age. During the FR, restricted chickens received 70 % of the amount of feed consumed by the *ad libitum* group. The second experiment was oriented on two levels of protein, the control group received commercial feed, and the experimental group was fed a diet with a 6% lower protein content. In both experiments feeding strategy negligibly improved performance and effectiveness of fattening. Feed restriction and reduction of crude protein did not affect carcass composition and slightly increased thigh yield. Both feeding strategies have no effect on physical meat quality parameters and feed restriction slightly improved meat nutritional value. The results indicate that genotypes with slower growth have lower protein requirements, which might improve their effectiveness of production without an effect on meat quality.

7. Seznam použité literatury

AOAC – Association of Official Analytic Chemists. Official Method of Analysis. 16th ed. Washington, DC, USA: Association of Official Analytical Chemists; 1995

Benahmed S, Askri A, de Rauglaudre T, Letourneau-Montmini MP, Alnahhas N. Effect of reduced crude protein diets supplemented with free limiting amino acids on body weight, carcass yield, and breast meat quality in broiler chickens. Pout Sci. 2023 Aug;102(8):103041.

Chodova D, Tumova E, Ketta M. The response of fast-, medium- and slow-growing chickens to a low protein diet. Czech J Anim Sci. 2021Mar;66(3):97-105.

Choi J, Kong B, Bowker BC, Zhuang H, Kim WK. Nutritional strategies to improve meat quality and composition in the challenging conditions of broiler production: A review. Animals. 2023Apr;13(4):1386.

Dal Bosco A, Mugnai C, Ruggeri S, Mattioli S, Castellini C. Fatty acid composition of meat and estimated indices of lipid metabolism in different poultry genotypes reared under organic system. Poult Sci. 2012Aug;91(8):2039-2045.

Delezie E, Bruggeman V, Swennen Q, Decuypere E, Huyghebaert G. The impact of nutrient density in terms of energy and/or protein on live performance, metabolism and carcass composition of female and male broiler chickens of two commercial broiler strains. J Anim Physiol Anim Nutr. 2010Aug;94(4):509-518.

De Rauglardre T, Meda B, Fontaine S, Lambert W, Fournel S, Letoureau-Montminy MP. Meta-analysis of the effect of low-protein diets on the growth performance, nitrogen excretion, and fat deposition in broilers. Front Anim Sci. 2023Jul;4(7):1214076.

Devatkal SK, Naveena BM, Kotaiah T. Quality, composition, and consumer evaluation of meat from slow-growing broilers relative to commercial broilers. Poult Sci. 2019 May;98(5):6177-6186.

Ebeid TA, Tumova E, Al-Homidan IH, Ketta M, Chodova D. Recent advances in the role of feed restriction in poultry productivity: part I – performance, gut development, microbiota and immune response. World Poult Sci J. 2022a Jul;78(6):971-988

Ebeid TA, Tumova E, Al-Homidan IH, Ketta M, Chodova D. Recent advances in the role of feed restriction in poultry productivity: part II – carcass characteristics, meat quality,

muscle fibre properties, and breast meat myopathies. World Poult Sci J. 2022bSept; 78(9):989-1005.

Englmaierova M, Skrivan M, Taubner T, Skrivanova V, Cermak L. Effect of housing system and feed restriction on meat quality of medium-growing chickens. Poult Sci. 2021 Aug;100(8):101223.

Englmaierova M, Skrivan M, Taubner T, Skrivanova V. Effect of genotype on performance, vitamin and carotenoid deposition, oxidative stability, fatty acid profile and sensory characteristics in cockerels housed on litter and in mobile boxes on pasture. It J Anim Sci. 2024 Jan;23(1):557-569.

Govaerts T, Room G, Lippens M, De Groote G, Decuypere E. Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 2. Effects on allometric growth and growth hormone secretion. Br Poult Sci. 2000; 41,355-362.

Gratta F, Birolo M, Sacchetto, Radaelli G, Xiccato G, Ballarin C, Bertotto D, PiccirilloA, Petracci M, MaertensL, Trocino A. Effect of feed restriction timing on live performance, breast myopathy occurrence, and muscle fiber degeneration in 2 broiler chicken genetic lines. Poult Sci. 2019Jun;98(6):5465– 476.

Greenhalgh S, Chrystal PV, Selle PH, Liu SY. Reduced-protein diets in chicken-meat production: justification for an imperative. World Poult Sci J. 2020Mar;76(3): 537-548.

Kreuzer M, Mueller S, Mazzolini L, Messikommer RE, Gangnat IDM. Are dual-purpose and male layer chickens more resilient against a low-protein-soybean diet than slow-growing broilers? Br Poult Sci. 2020 Jan;61(1):33-42.

Lambertz C, Wuthijaree K, Gauly M. Performance, behavior, and health of male broilers and laying hens of 2 dual-purpose chicken genotypes. Poult Sci. 2018May;97(5):3564-3576.

Marchewka J, Sztandarski P, Solka M, Louton H, Rath K, Vogt L, Rauch E, Ruijter D, de Jong IC, Horbanczuk J. Linking key husbandry factors to the intrinsic quality of broiler meat. Poult Sci. 2023 Nov;102(11):102384.

Mueller S, Kreuzer M, Siegrist M, Mannale K, Messikommer RE, Gangnat IDM. Carcass and meat quality of dual-purpose chickens (Lohmann Dual, Belgian Malines, Schweizerhuhn) in comparison to broiler and layer chicken types. Poult Sci. 2018Apr; 97(4):3325-3336.

Mueller S, Taddei L, Albiker D, Kreuzer M, Siegrist M, Messikommer RE, Gangnat IDM. Growth, carcass, and meat quality of 2 dual-purpose chickens and layer hybrid grown for 67 or 84 D compared with slow-growing broilers. J Appl Poult Res. 2020 Mar;29(1):185-196.

Petracci M, Mudalal S, Soglia F, Cavani C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. World Poult Sci J. 2015; 71:363-374.

Plavnik I, Hurwitz S. The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction in early age. Poult Sci. 1985; 64:348-355.

The SAS System for Windows. Release 9.4. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.

Tumova E, Chodova D. Performance and changes in body composition of broiler chickens depending on feeding regime and sex. Czech J Anim Sci. 2018Dec;63(12):518-525.

Tumova E, Chodova D, Skrivanova E, Lalouckova K, Subrtova-Salmonova K, Ketta M, Machander V, Cotozzolo E. Research note: The effects of genotype, sex, and feeding regime on performance, carcasses characteristic, and microbiota in chickens. Poultry Sci. 2021Feb;100(2):760-764.

Tumova E, Skrivan M, Skrivanova V, Kacerovska L. Effect of early feed restriction on growth in broiler chickens, turkeys and rabbits. Czech J Anim Sci. 2002Oct;47(10):418-28.

Tumova E, Chodova D, Volek Z, Ebeid TA, Ketta M, Skrivanova, V. A comparative study on the effect of quantitative feed restriction in males and females of broiler chickens, rabbits and nutrias. I. Performance and carcass composition. Czech J Anim Sci. 2022aFeb; 67(2):47–54.

Tumova E, Chodova D, Volek Z, Ebeid TA, Ketta M, Skrivanova, V. A comparative study on the effect of quantitative feed restriction in males and females of broiler chickens, rabbits and nutrias. II. Meat quality. Czech J Anim Sci. 2022bFeb;67(2): 55-64

Tumova E, Chodova D, Tyl J, Okrouhla M, Ebeid T. Does feed restriction and pasture affect carcass composition and meat quality of fast-growing chickens? Czech J Anim Sci. 2024Jan;69(1):11-17.

Tyl J, Tumova E, Chodova D. The effect of feed restriction and housing system on performance, organ proportion and microbiota. Czech J Anim Sci. 2024Feb;69(2):68-74.

Tyl J, Tumova E, Chodova D. Effects of two protein levels on the performance of chicken males with different growth intensities. Czech J Anim Sci. 2025May;70(5):194-201.

Urban J, Rohe I, Zentek J. Effect of protein restriction on performance, nutrient digestibility and whole body composition of male Lohmann Dual Chickens. Eur Poult Sci. 2018 Jan;82(1) [12 p.].

Valenta J, Chodova D, Tumova E, Ketta M. Carcass characteristics and breast meat quality in fast-, medium- and slow-growing chickens. Czech J Anim Sci. 2022Jul;67(7):286-94.

van der Klein SAS, Silva FA, Kwakkel RP, Zuidhof MJ. The effect of quantitative feed restriction on allometric growth in broilers. Poultry Sci. 2017Jan;96(1):118-26.

Yalcin S, Ozkul H, Ozkan S, Gous R, Yasa I, Babacanoglu E. Effect of dietary protein regime on meat quality traits and carcase nutrient content of broilers from two commercial genotypes. Br Poult Sci. 2010Oct;51(5):621-8.

Wang W, Wu Z, Dai Z, Yang Y, Wang J, Wu G. Glycine metabolism in animals and humans: Implications for nutrition and health. Amino Acids. 2013;45: 463-477.