

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra chovu hospodářských zvířat**



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Množství defektních vajec ve snášce slepic
Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Alena Kryštofová
Obor studia: Zájmové chovy zvířat**

Vedoucí práce: prof. Ing. Eva Tůmová, CSc.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci „Množství defektních vajec ve snášce slepic“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.4.2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní profesorce Tůmové za ochotu a pomoc při zpracování diplomové práce. A dále bych chtěla poděkovat panu profesorovi Máchalovi za podporu a poskytnutí dat kontroly užítkovosti.

Množství defektních vajec ve snášce slepic

Souhrn

V této diplomové práci byla hodnocena kontrola užitečnosti jednoho šlechtitelského rozmnožovacího chovu slepic nosného typu za poslední čtyři roky. Tato kontrola probíhá mezi 123. – 250. dnem věku. Sledováno bylo pět čistých linií dvou plemen RIR a BPR. Slepice byly ustájeny odděleně a jejich snáška byla denně evidována za pomoci elektronických záznamníků a písemné evidence. Nejvyšší celková snáška byla 96,94 % (RIR A) a nejnižší byla 83,77% (BPR B). Podíl snesených defektních vajec ve snášce se pohyboval od 10,93 % (BPR C) do 25,38% (BPR A). Počet dvoužloutkových vajec ve snášce se pohyboval mezi 2,93 % (RIR B a BPR C) a 7,45 % (BPR A). Podíl vajec s porušenou skořápkou byl 2,92 % (BPR B) - 11,34 % (RIR B). A vajec bez skořápky bylo mezi 1,04 % (RIR A) a 8,26 % (BPR A). Výsledky ukázaly vysokou závislost mezi množstvím dvoužloutkových vajec a defekty; mezi počtem defektů a vajec s porušenou skořápkou. Středně silná závislost je u dvoužloutkový vajec a vejci s porušenou skořápkou; mezi počtem defektů a vejci bez skořápky; mezi množstvím celkové snášky a vejci s dvěma žloutky. U ostatních kombinací je slabá závislost. Snášky byly průkazně ovlivněny jak linií, tak i rokem sledování. Podíl defektních vajec byl průkazně ovlivněn nejen linií a rokem, ale i jejich interakcí. Podíl vajec s poškozenou skořápkou a podíl vajec dvoužloutkových byly shodně průkazně ovlivněny hlavními faktory, linií a rokem. U vajec bez skořápky se zjistil vliv linie ($P \leq 0,001$) a roku sledování ($P \leq 0,001$) a současně i jejich interakce. Tyto statisticky významné výsledky jsou důležité k výběru slepic v následujícím šlechtění.

Klíčová slova: vejce, defektní vejce, kur domácí, skořápka

The number of defective eggs in laying hens

Summary

The diploma thesis evaluated the efficiency of selected lines of laying hens on hen day egg production and incidence of non standard eggs within last four years. The evaluation period is between 123 and 250 days of age. There were evaluated five pure lines of two different breeds, RIR and BPR. Hens were housed separated and their laying were recorded by using electronic records and handwritten records. The highest hen day egg production was 96.94 % (RIR A) and the lowest 83.77 % (BPR B). The incidence of defective eggs was between 10.93 % (BPR C) - 25.38 % (BPR A). The proportion of double-yolk eggs was 2.93 % (RIR B and BPR C) – 7.45 % (BPR A). The number of cracked eggs was 2.92 % (BPR B) – 11.34 % (RIR B), and the eggs without shell had been between 1.04 % (RIR A) – 8.26 % (BPR A). The results indicated a high correlation between double-yolk eggs and defective eggs; between defective eggs and cracked eggs. A moderate correlation between double-yolk eggs and cracked eggs; defective eggs and eggs without a shell; between hen day egg production and double-yolk eggs. Low correlations were between other observations. Egg production was significantly influenced by both, lines and year of observation. The incidence of defective eggs was significantly influenced not only by a line and year but also by their interactions. The proportion of eggs with a damaged shell and the proportion of egg yolk eggs were influenced by the main factors, line and year. In the case of eggs without shell, the effect of line ($P \leq 0.001$) and year ($P \leq 0.001$) was found including their interactions. These statistically significant results are important for the selection of hens in further breeding.

Keywords: eggs, defective eggs, domestic chicken, shell

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
2.1 Vědecké hypotézy	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Vejce.....	3
3.1.1 Tvorba vajec.....	3
3.1.2 Žloutek.....	5
3.1.3 Bílek.....	6
3.1.4 Skořápka	7
3.1.4.1 Pevnost skořápky	8
3.2. Defektní vejce.....	9
3.2.1 Druhy defektů.....	9
3.3. Snáškový cyklus.....	10
3.3.1 Vlivy na snášku.....	10
3.3.1.1 Světelná stimulace	11
3.3.1.2 Ustájení.....	12
3.3.1.3 Krmivo	12
4 Metodika	14
4.1 Kontrola užítkovosti	14
4.2 Linie slepic.....	14
4.3 Naskladnění slepic.....	15
4.4 Ustájení slepic.....	15
4.4.1 Klece.....	15

4.4.2 Krmení a napájení.....	16
4.4.3 Světelný režim.....	16
4.5 Statistické metody.....	16
5 Výsledky.....	18
5.1 ANOVA	18
5.2 Celková snáška.....	20
5.3 Celkové množství defektních vajec	22
5.4 Množství dvoužloutkových vajec	24
5.5 Množství vajec s porušenou skořápkou.....	25
5.6 Množství vajec bez skořápky	26
5.7 Korelační a regresní analýza.....	27
6 Diskuze	32
7 Závěr	37
8 Literatura.....	38
9 Ostatní přílohy	42

1 Úvod

Drůbežářský průmysl v 21. století se vyvinul z desítek tisíc malých nezávislých farem v období po druhé světové válce do odvětví relativně malého počtu velkých integrovaných společností. Jednotlivé společnosti se snaží zlepšit výkon a efektivitu, snížit náklady a eliminovat problémy spojené s životním prostředím a dobrými životními podmínkami zvířat.

Slepičí vejce se v minulosti řadila mezi potraviny obsahující nejvíce cholesterolu a nasycených mastných kyselin. Později se zjistilo, že mají minimální vliv na množství cholesterolu v krvi. Je tedy považováno za velmi komplexní potravinu, která má vysoce kvalitní podíl bílkovin a vhodný poměr nasycených a nenasycených mastných kyselin. Mimo to obsahuje i železo, fosfor, vitamíny a další minerální látky. Vaječné bílkoviny jsou pro člověka velmi dobře stravitelné.

V roce 2020 se nacházelo na území české republiky 5,19 miliónů slepic v komerčním zemědělském sektoru. Tyto nosnice vyprodukovaly za daný rok asi 1607 miliónů vajec a to je v přepočtu na jednu slepici 309,7 kusů za rok. V průměru každý obyvatel sní asi 260 vajec za rok a z toho vyplývá, že soběstačnost státu v produkci pokrývá poptávku z 82 %.

Barvu skořápek ovlivňuje genetika. Bílá vejce mají zejména slepice Leghornového typu a ostatní snáší různé odstíny hnědých vajec. V dnešní době je větší zájem o krémová vejce, jen v období Velikonoc lidé vyhledávají více bílá vejce. Preference spotřebitelů se mění, ale vždy je také z velké části ovlivněna cenou. Za standartní vejce se považuje vejce M (53 -63 g), váhově menší vejce jsou S, větší vejce L (63 – 73 g) a nad 73 gramů jsou vejce XL.

Vejce jsou celoročně dostupná a díky tomu nedílnou a základní součástí lidské stravy, a proto jsou hojně využívána v potravinářském průmyslu.

2 Cíl práce

Cílem práce bude zhodnotit zvýšení nebo snížení množství defektních vajec u pěti výchozích linií kura domácího za poslední čtyři roky.

Porovnání bude zaměřeno na každou linii zvlášť, zároveň bude porovnána snáška u všech linií dohromady.

2.1 Vědecké hypotézy

Hypotéza 1: Předpokládáme, že snáška se zvyšuje v následujících letech šlechtění.

Hypotéza 2: Předpokládáme, že počet defektních vajec se zvyšuje při rostoucí snášce.

3 Literární rešerše

3.1 Vejce

Slepičí vejce je obrovská reprodukční buňka složená z oocytů obklopená výživnými rezervami (žloutek a vaječný bílek) a vaječnou skořápkou jako ochranným obalem. Je to zcela soběstačný a aseptický biologický balíček pro mimoděložní vývoj ptačího embrya. Vejce má ochranné systémy, aby odolávalo fyzickým a mikrobiálním útokům z vnějšího prostředí. Chemickou ochranu zajišťují antimikrobiální složky široce přítomné ve všech jeho částech (Marie et al. 2015).

Vejce se skládá z různých chemických složek, včetně vody, bílkovin, mastných kyselin, minerálů, vitamínů a pigmentů. To je důvodem, proč je považováno za hodnotnou potravinu s vysokou nutriční hodnotou. Vejce obsahuje 75 % vody, poté je tvořeno hlavně bílkovinami a lipidy. Také obsahuje menší množství sacharidů, což zahrnuje glukózu, sacharózu, fruktózu, laktózu, maltózu a galaktózu. Chemické složení je ovlivněno krmivem i dalšími faktory, včetně druhu slepic a jejich věku (Mine & Zhang 2013).

Třemi hlavními složkami tedy jsou: skořápka (9 - 11 %), vaječný bílek (60 - 63 %), a vaječný žloutek (28 - 29 %). Vaječný žloutek se nachází ve středu vejce a je obklopený bílkem, který je obalený skořápkou. (Mine & Zhang 2013).

V dnešní době počet vajec produkovaných jednou slepicí převyšuje 300 kusů ročně. Produkce závisí na počtu žloutků produkovaných ve vaječníku a současně na jejich uvolňování - ovulaci (Nys & Guyot 2011).

3.1.1 Tvorba vajec

V době raného embryonálního vývoje existují dva vaječníky a dva vejcovody, ale pravé atrofují a při líhnutí se již reprodukční systém skládá pouze z levého vaječníku a levého vejcovodu (Bell et al. 2002).

Struktura vejce je u různých druhů ptáků velmi podobná, i když proporce různých částí se mohou lišit. Velikost přibližně odpovídá 5 % - 15 % velikosti rodičů (Nys & Guyot 2011).

Když slepice dosáhne pohlavní dospělosti, u pohlavních orgánů proběhne mnoho změn. Asi jedenáct dní předtím, než má snést své první vejce, dochází k hormonálním změnám. Hormon stimulující folikuly (FSH) produkovaný přední hypofýzou způsobuje zvětšení velikosti vaječnickových folikulů. Aktivní vaječník začíná generovat hormony: estrogen, progesteron a testosteron (pohlavní steroidy). Vyšší hladiny estrogenu v krevní plazmě stimulují tvorbu žlutkového proteinu a lipidů v játrech a zvyšují velikost vejcovodu, což mu umožňuje produkovat proteiny bílku, podskořápečné blány, uhličitán vápenatý pro tvorbu skořápky a kutikuly (Bell et al. 2002).

Játra produkují složky vaječného žloutku, které jsou transportovány krví a ukládány ve vaječníku. Během ovulace uvolňuje největší ovariální folikul zralou žloutkovou kouli do vejcovodu. Poté specializované segmenty vejcovodu syntetizují a vylučují složky žloutkové blány, vaječný bílek, membrány skořápky a skořápku, které se postupně ukládají kolem (Nys & Guyot 2011).

Prvním krokem je ovulace žloutku. Ten je zachycen v nálevce vejcovodu (infundibulum), kde vyvíjející se vejce zůstává asi patnáct minut a právě zde dochází k tvorbě vitelinové (žloutkové) blány a chaláze (poutka). Také v této oblasti dochází k oplození. Vejce se poté přesune do bílkovinatovorné kličky vejcovodu (magnum), kde zůstává po dobu asi třech hodin, zatímco se produkuje vaječný bílek. Poté prochází vyvíjející se vajíčko do krčku vejcovodu (isthmus), který přibližně během jedné hodiny produkuje vlákna, která tvoří vnitřní a vnější podskořápečné blány. Vejce poté vstupuje do dělohy (uterus) známé jako skořápečná žláza, kde se tvoří skořápka a kutikula. Zde probíhá nejdelší cyklus, který trvá minimálně patnáct hodin (Roberts 2004).

Čas potřebný k tomu, aby vejce překonalo vejcovod, se u jednotlivců liší. Většina slepic snáší po sobě jdoucí vejce v časových intervalech dvacet tři až dvacet šest hodin. Další vajíčko je ovulováno patnáct až čtyřicet minut po snesení prvního. Pokud se během ovulace uvolní dva žloutky najednou, vznikne dvoužloutkové vejce. Pokud druhá ovulace proběhne do třech hodin, mohou být vyprodukována dvě vejce, ale druhé je obvykle bez skořápky (Bell et al. 2002).

3.1.2 Žloutek

Žloutek není skutečnou reprodukční buňkou, ale zdrojem potravinového materiálu, z něhož nepatrná buňka (blastoderm) a její výsledné embryo částečně udržují svůj růst (Bell et al. 2002).

Makrostruktura vaječného žloutku se skládá z vitelinové (žloutkové) blány, žlutého a bílého žloutku (Nys & Guyot 2011).

Vitelinová blána je asi deset milimetrů tenká membrána z proteinových vláken. Funkcí této proteinové extracelulární membrány je omezit výměny materiálu mezi vaječným bílkem a žloutkem. Je to také konečná bariéra proti bakteriální penetraci (Mine & Zhang 2013).

Žlutý žloutek se skládá ze světle žluté vrstvy a tmavě žluté vrstvy plazmy, které jsou tvořeny převážně lipidovými proteiny (Anton 2007).

Bílý žloutek představuje pouze 2 % z celkové hmotnosti vaječného žloutku (Mine & Zhang 2013).

Na povrchu žloutku je zárodečný terčík (průměr 3,5 mm). Zpočátku obsahuje ženské chromozomy a v případě oplození se z něj vytváří embryo (Nys & Guyot 2011).

V dospělosti se vajíčka za pomoci ovulace uvolňují do vejcovodu a při tom je žloutek obalen pouze žloutkovou blánou. K dozrání jednotlivého žloutku je zapotřebí asi deset dní (Bell et al. 2002).

Žloutek tvoří asi 36 % hmotnosti čerstvého celého slepičího vejce. Poměr lipidů a proteinů je 2:1. Složení je 62 % triglyceridů, 33 % fosfolipidů a méně než 5 % cholesterolu. Karotenoidy představují méně než 1 % žloutkových lipidů a dodávají mu svou barvu. Mezi hlavní mastné kyseliny patří kyselina olejová (40 – 45 %), kyselina palmitová (20 – 25 %) a kyselina linolová (15 – 20 %) (Anton 2007). Vaječný žloutek obsahuje různé vitamíny a je dobrým zdrojem vitamínů A, D, E a B12. (Mine & Zhang 2013).

V čerstvém vejci je žloutek udržován ve středu pomocí dvou spirálových vláken zvaných chaláza (poutko), která spojují dva protilehlé póly žloutku se skořápkou na každém konci vajíčka. Tyto chalázy pokrývají žloutek a navíjejí se během otáčení formujícího se vajíčka za vzniku spirálového spojení, které spojuje protilehlé strany

žloutku s každým pólem skořápky. Tyto „suspenze“ jsou navinuty ve směru hodinových ručiček na „špičatém“ konci vajíčka a proti směru hodinových ručiček na „velkém“ konci. Tím přispívají k udržení zárodečné buňky v prakticky stabilní poloze (Nys & Guyot 2011).

Existují dvě složky kvality žloutku, barva žloutku a síla vitelinové blány. Pokud je žloutková blána slabá (jako ve starém vejci), žloutek se snadno rozteče. Preference barvy žloutku se v různých částech světa značně liší a k dosažení požadované barvy žloutku lze přidat pigmenty buď přírodního, nebo syntetického původu (Roberts 2004). Barvou přítomnou ve žloutku je xantofyl, karotenoidový pigment získaný z potravy (Bell et al. 2002).

3.1.3 Bílek

Vaječný bílek se skládá ze tří samostatných vrstev. Asi 23,3 % je vnější řídká část připojená k vnitřní bláně skořápky, většina (57,3 %) je tvořena hustým bílkem a přibližně 16,8 % je vnitřní řídká vrstva. Viskozita se liší kvůli rozdílnému obsahu mucinu. Podíly vrstev vaječných bílků jsou ovlivňovány plemenem slepic, podmínkami prostředí, velikostí vajíčka a rychlostí produkce (Mine & Zhang 2013).

Hlavní složkou je voda (84 – 89 %), dále bílkoviny a některé minerály a vitamíny B. Obsahuje také volnou glukózu (0,4 – 0,9 %) v koncentraci dvakrát vyšší, než je koncentrace nalezená v krevní plazmě (Nys & Guyot 2011).

Podíl tekutého a viskózního bílku se během skladování vejce mění. Čerstvost vajec lze hodnotit měřením tloušťky nebo také rozprostřením bílku na rovný povrch. Podíl každé oblasti se také liší v závislosti na hmotnosti vejce. Když se během snášky zvýší hmotnost vajec, lze pozorovat zvýšení podílu hustého bílku na úkor řídkého. Naopak podíl řídké části během skladování se silně zvyšuje (Nys & Guyot 2011). Tyto podmínky jsou ovlivňovány udržováním teploty, relativní vlhkostí, časem a určitými chorobami. Rostoucí množství řídkého bílku je jedním z nejlepších ukazatelů čerstvosti vajíčka (Bell et al. 2002).

Nejrozšířenějším ukazatelem kvality bílku jsou Haughovy jednotky, počítané na základě hmotnosti vejce a výšky tuhého bílku. Platnost však byla zpochybněna, protože kvalita je ovlivněna věkem a druhem slepic, krmivem a skladováním vajec (Roberts 2004).

$$H.U. = 100 \text{LOG} \left[H - \frac{\sqrt{G(30W^{0.37} - 100)}}{100} + 1.9 \right]$$

Rovnice 1: Haugovy jednotky, H – výška bílku v milimetrech, G – 32,2, W – váha celého vejce v gramech. (Zdroj: Roberts 2004).

3.1.4 Skořápka

Skořápka tvoří první fyzickou přirozenou bariéru vejce, která odolává mikrobiální kontaminaci a reguluje přenos metabolických plynů a vody (Mikšík et al. 2014).

Vaječná skořápka má polykrystalickou strukturu, která zahrnuje porézní vrstvu kutikuly, kalcitovou vrstvu a dvě membrány skořápky. Vrstva kutikuly obsahuje sedm tisíc až sedmnáct tisíc nerovnoměrně rozdělených kanálků pórů používaných k výměně plynů (Mine & Zhang 2013).

Je složená z 95 % z uhličitanu vápenatého a z 3,5 % z bílkovin a proteoglykanů (Marie et al. 2015). Mineralizace probíhá v děložní dutině, která obsahuje iontové a kalciové matricové prekurzory. Proteiny specifické pro skořápku pouze slepic jsou ovocleidin a ovocalyxin. Tyto proteiny mají zvláštní funkční vlastnosti, které regulují proces mineralizace skořápky (Mine & Zhang 2013). V děloze je vajíčko 18 – 20 hodin (Pavlovski et al. 2012).

Proces tvorby skořápky lze rozdělit do tří fází: zahájení růstu krystalů, růst krystalů a nakonec ukončení mineralizace. Každá fáze je spojena s tvorbou odlišných proteinů, které jsou vylučovány do acelulární děložní tekutiny jako modulátory procesu. (Marie et al, 2015).

Dalším důležitým aspektem je tvorba hormonů – estrogenu a progesteronu. Podílí se na tvorbě skořápky nepřímo působením na orgány podílející se na metabolismu vápníku (Wisted et al. 2014).

Kutikula je neviditelná nemineralizovaná vrstva (2 – 20 μm) pokrývající vnější minerální krystalovou vrstvu skořápky. Uvádí se, že kutikula obsahuje pigment skořápky, ale neexistují důkazy o genetické korelaci mezi množstvím pigmentu a množstvím kutikuly na vejci (Wilson et al. 2017).

Jednotné tmavě hnědé skořápky prostřednictvím selektivního chovu jsou cílem chovatelů drůbeže nosnic hnědých vajec. Byly zaznamenány významné rozdíly v barvě skořápky u plemen snášejících vejce s hnědými skořápkami. Pigment je specifický pro plemeno. Slepice, které na začátku snášky snášejí vejce světlejší barvy, snášejí vajíčka světlejší barvy také v pozdním období snášky. Obecně se barva skořápky s přibývajícím věkem slepice zesvětluje (Samiullah et al. 2015).

Hnědá barva skořápky pozitivně korelovala s některými vlastnostmi skořápky, jako je pevnost skořepiny a línutím (Sekeroglu et al. 2010).

Podskořápečné blány jsou vnitřní (20 μm) a vnější membrány (50 μm), které jsou umístěny mezi bílkem a skořápkou. Obě tyto blány se skládají hlavně z bílkovin a menšího množství popela a glukózy. Primárně jsou tvořeny kolageny a keratinsulfátem. Zesítný systém kolagenových vláken hraje důležitou roli při ochraně vajíčka před kontaminací mikroorganismy (Mine et Zhang, 2013).

Kvalita vody může ovlivnit kvalitu vaječných skořápek. Voda obsahující vysoké hladiny elektrolytů (slaná pitná voda) může mít dlouhodobé negativní účinky na kvalitu. Voda dodávaná ptákům musí být také hygienická, aby se zajistilo, že se nebude přenášet touto cestou nějaká nemoc. Teplota vody poskytovaná nosnicím je také důležitá, zejména během horkého počasí. Zdá se, že slepice snižují příjem vody nebo mohou dokonce přestat pít, pokud je voda příliš horká. Studie ukázaly, že poskytování studené pitné vody může zlepšit kvalitu skořápky ve vysokých teplotách (Roberts 2004).

Krmení slepic zůstává nanejvýš důležité, protože je jediným dodavatelem anorganických látek nezbytných pro tvorbu skořápky (Pavlovski et al. 2012).

3.1.4.1 Pevnost skořápky

Kvalitu skořápky lze měřit mnoha způsoby. Přímé metody zahrnují měření pevnosti při rozbití, za pomoci specializovaných přístrojů. Mezi nepřímé metody patří měření tloušťky skořápky a její hmotnost, která se vyhodnocují po rozbití vejce a omytí skořápky. Přímé a nepřímé měření pevnosti skořápky lze také považovat za mechanické a fyzikální vlastnosti vajíčka (Roberts 2004).

V provozech jsou vejce buď prosvěcována pomocí světla k detekci trhlin a dalších vad, nebo procházejí elektronickým detektorem trhlin. Kvalitu vaječných skořápek

lze experimentálně měřit mnoha způsoby a je komerčně dostupné k tomu určené zařízení (Mikšík et al. 2014).

3.2 Defektní vejce

Četnost defektů vajec byla u komerčních hybridů v posledních desetiletích významně snížena v důsledku intenzivního výběru čistých linií, dobře zavedených schémat křížení, kontroly osvětlení a zlepšení výživy (Wolc et al. 2012).

Výskyt vajec snížené kvality však stále představuje důležitý zdroj ekonomických ztrát pro vaječný průmysl v důsledku ztráty produktu a potřeby dalšího zpracování. Vady čistých linií jsou stále přítomné a očekává se, že selekce proti výskytu vadných vajec v čistých liniích bude mít žádoucí účinek na výkonnost komerčních hybridů (Wolc et al. 2012).

Vápník, hlavní předpoklad jak pro skořápku, tak pro kosti, je regulován estrogenem. Popraskané skořápky, jejichž snížení kvality skořápky souvisí nejen s věkem, jsou pro průmysl nákladným problémem (Bell et al. 2002). Je známo, že kvalita skořápky u starších slepic je horší a poškození skořápky se zvyšuje (Wilson et al. 2017).

Běžné vady (nedostatky) skořápky, které mohou mít za následek ekonomické ztráty při produkci vajec, jsou: velké praskliny, tenké linie trhlin, drsné praskliny, vejce deformovaného tvaru, rovnostranné vejce, vejce pokrytá s prasklinami, vápnité výrůstky (Nys & Guyot 2011).

Dalším aspektem rostoucího významu pro producenty vajec je kvalita vajec, zejména kvalita skořápky, která snižuje nejen bezpečnost produktu, ale také zachovává kvalitu vnitřních složek vejce. Špatná kvalita skořápky omezuje a ohrožuje přijatelnost produktu (Wolc et al. 2012).

3.2.1 Druhy defektů

Rozbitá skořápka nebo prasklina ve skořápce, ale s neporušenými membránami. Trhlina může být obtížně viditelná, ale obecně se otevře, když se na každý konec vejce zapůsobí mírným tlakem. Rozeznat lze i zvukem – jemným poklepem o druhé vejce. Vejce, které má prasklinu ve skořápce i membránách skořápky, je obvykle úplná ztráta. Vejce s měkkou skořápkou se obvykle vyskytují, když je sneseno předčasně a na tvorbu

skořápky nebyl dostatek času. Tenké skořápky mohou být způsobeny i nedostatkem stravy, dědičností nebo nemocí. Někdy je skořápka prasklá, zatímco je vejce stále v těle slepice. Tato vejce jsou opravena dodatečným nánosem skořápky přes popraskanou oblast, což obvykle vede k vyvýšené oblasti ve skořápce. Prohlubenina ve vejci, obvykle o průměru 5 až 10 mm, je způsobena drápem při proslápnutí. Předpokládá se, že drobné otvory (0,5 až 1 mm) vznikly odlomením uzlíků vápníku na povrchu vajíčka. Okna na vejci jsou průsvitné oblasti ve skořápce, jejichž příčina je nejistá. Ale pravděpodobné, že existuje několik příčin kvůli jeho různým formám (Bell et al. 2002).

Nevybíratelná vejce jsou definována jako vejce rozbitá. Odhaduje se, že mohou představovat až 6% produkce. Obecně platí, že asi polovina všech těchto vajec je bez skořápky (Nys & Guyot 2011).

Mezi hybridy snášejí bílá vejce a snášejí hnědá vejce není výrazný rozdíl v procentu rozbitých vajec (Patterson et al. 2001).

3.3 Snáškový cyklus

Období snášky neboli biologický rok začíná nástupem produkce vajec v cca 18. až 20. týdnu věku a pokračuje až do konce snášky, kdy jsou zvířata prodávána ve věku asi 65 až 80 týdnů. Aby mohlo hejno produkovat vejce v druhém snáškovém cyklu, musí si „odpočinout“ a to se projevuje přepeřováním (Bell et al. 2002). Míra produkce slepice se určuje podle počtu po sobě jdoucích dnů snesených vajec a délky intervalů mezi snášením. Nedostatek výživy, infekční onemocnění nebo přítomnost toxických látek v krmivu mohou způsobit sníženou produkci vajec. Délka cyklu se snižuje, když hladina bílkovin ve stravě je nižší než potřeba (Harms et al. 1999).

3.3.1 Vlivy na snášku

Kvalita vajec závisí na několika faktorech, jako jsou například genetická základna, systém ustájení, doba snášení a věk slepic, na krmivu, podmínkách skladování a podobně (Dukić Stojčić et al. 2009). Dalším faktorem tvorby defektních vajec je stres (Roberts 2004).

V počátcích komerčního drůbežního průmyslu představovala většina prodávajících kuřat čistá plemena. Chovatelské postupy se v té době omezovaly na zlepšení

ekonomického potenciálu těchto čistých linií. Postupně však bylo zkříženo dvě nebo více plemen, aby se zlepšila produktivita. Mezi druhy, plemeny, kmeny a rodinami existují genetické rozdíly v charakteristikách tvorby vaječných skořápek (Bell et al. 2002).

3.3.1.1 Světelná stimulace

Světlo může ovlivnit chování slepic, fyzickou aktivitu, rychlost metabolismu a fyziologické faktory, jako jsou faktory ovlivňující reprodukční systém (Bell et al. 2002).

Optimální reprodukce slepic je založena na řízení pohlavního dospívání v období odchovu i snášky. Kuřata jsou fotoperiodická a reagují na prodloužení dne aktivací reprodukčních pochodů. Jakmile slepice dosáhnou přiměřeného věku, tělesné hmotnosti a velikosti těla, lze sexuální zrání urychlit poskytnutím fotostimulace. Věk, ve kterém kuřata pohlavně dospívají, má přímý vliv na jejich snášku, a produkci maximální možné hmotnosti vajíček (Shi et al. 2020).

Světlo se běžně používá ke stimulaci drůbeže k produkci vajec a k udržení schopnosti reprodukce po delší dobu. Existují specifické požadavky na délku dne (období světla), které musí být splněny, aby drůbež mohla pohlavně dospět. Doporučuje se, aby fotostimulační doba byla 14 hodin. Jak přirozené denní světlo klesá, musí být zajištěno umělé světlo, aby byla zachována konstantní délka dne. Je také zásadní zajistit dostatečnou intenzitu světla, což v mnoha případech bude vyžadovat použití umělého světla k doplnění přirozeného denního světla v zatažených dnech a za úsvitu a soumraku (Bell et al. 2002).

Postupem času se vliv světla snižuje a způsobuje postupné snižování produkce vajec. Existují důkazy, které ukazují, že čím větší je délka stimulačního dne, tím dříve a více se projeví snížení produkce vajec. Délka stimulačního dne delší než 17 hodin by se tedy neměla používat (Bell et al. 2002).

Existuje mnoho výzkumů, které ukazují, že fotostimulace ve věku 17 nebo 18 týdnů může vést k dřívějšímu pohlavnímu dospívání. Taková manipulace se slepicemi pravděpodobně produkovala vejce menší velikosti, ale větší počet. Je známo, že kuřata, která mají při fotostimulaci podváhu, následně vykazují nižší produkci vajec (Shi et al. 2020).

Slepice, které produkují vejce, by navíc nikdy neměly pociťovat pokles denního světla (Bell et al. 2002).

3.3.1.2 Ustájení

Systém ustájení je vnějším faktorem, který ovlivňuje jak výkonnost slepic, tak vlastnosti vajec. Konvenční klece jsou v Evropské unii zakázány od roku 2012 a ustájení nosnic je za účelem zlepšení jejich dobrých životních podmínek povoleno pouze v obohacených klecích nebo v alternativních systémech, jako jsou podestýlková ustájení, voliéry nebo volný chov (Englmaierová et al. 2014).

Slepice chované ve standardních klecích snášely vejce větší hmotnosti ve srovnání s vejci slepic chovaných v podestýlkových systémech. Statisticky významný rozdíl byl také zjištěn v čistotě skořápky v těchto typech systému. Vejce produkovaná v klecovém systému byla čistější (Dukić Stojčić et al. 2009).

Lepšího výkonu je dosaženo v konvenčních klecových systémech včetně většího množství vajec, spotřeby krmiva a nižší úmrtnosti (Englmaierová et al. 2014).

Porovnání znaků kvality vajec v klecových a volných chovech odhalilo, že žádný ze systémů neměl nad ostatními výhody (Dvořák et al. 2010).

3.3.1.3 Krmivo

Je důležité, aby kuřata po celou dobu odchovu dostávala vhodnou stravu a měla doporučenou cílovou hmotnost těla ve věku 14 – 16 týdnů a zároveň měla správnou konstituci těla, na udržení produkce vajec. Jakákoli odchylka od cílové hmotnosti ovlivní průměrnou hmotnost vajec během rané fáze snášky a celkovou produkci za celé snáškové období. Zvláštní pozornost je třeba věnovat poměru energie a bílkovin mezi 11. – 16. týdnem. Velikost částic krmiva, pokud není vhodná pro velikost zobáku, může také vést ke sníženému příjmu krmiva. Asi v 16. týdnu věku musí být upraven obsah energie a bílkovin v krmné dávce, aby se zajistilo, že slepice zvládne růst těla a nástup produkce vajec. Je obzvláště důležité, aby toto krmivo bylo chutné a vždy dostupné, protože se vytvářejí dřevňové kostní rezervy vápníku a v této době se vyvíjí vaječník a vejcovod. Požadavek na růst je pouze prvních několik týdnů na začátku snáškového cyklu a energetická potřeba slepice klesá s ustálením produkce. Aby se minimalizovalo ukládání tuku, lze v tu chvíli použít nízkoenergetickou stravu,

protože slepice budou schopny to částečně kompenzovat zvýšením příjmu krmiva (Bain et al. 2016).

U ptáků a savců je vápník potřebný pro kostní formaci a buněčný metabolismus a u nosnic je potřebný také pro produkci vajec. Metabolismus vápníku zahrnuje řadu faktorů, včetně fosforu, mikroživiny, vitamín D3, což naznačuje, že zlepšení síly kostí vyžaduje vícefaktorový přístup (Silversides et al. 2006).

Každá vaječná skořápka obsahuje dva až tři gramy vápníku. Proto musí strava obsahovat dostatečné množství vápníku ve formě, kterou lze efektivně využít. Existují důkazy o použití vápníku ve formě částic. Vápník by měl být ve formě hrubých částic (od dvou do pěti mm v průměru) a zbytek ve formě prášku. Ukázalo se, že poskytnutí větších částic má příznivé účinky, ale není vždy kompatibilní s automatickými krmnými systémy. Úrovně vápníku v krmivech je třeba zvýšit sedm až deset dní před snesením prvního vejce. Přílišné zásobování vápníkem může mít za následek negativní účinky na ledviny, důležitější však je, že když vápník není doplňován dostatečně brzy, mohou nastat dlouhodobé negativní účinky na metabolismus vápníku a zásoby vápníku v kosti (Roberts 2004).

Nedostatečný obsah fosforu v potravě může způsobit mineralizaci skeletu u nosnic. Zdá se, že požadavky na vápník a fosfor jsou mimo jiné ovlivněny věkem zvířat (Silversides et al. 2006). Již mnoho let je známo, že produkce vajec se sníží, když strava bude obsahovat nedostatečnou hladinu fosforu (Harms et al. 1999).

Vitamíny, jako je vitamin D, jsou nezbytné pro metabolismus vápníku a musí být zahrnuty do stravy. Adekvátní hladiny vitamínu C jsou nezbytné pro normální dobré zdraví a mohou také pomoci zmírnit účinky na stres a tím i na kvalitu vajec. Nízký obsah vitamínu A může zvýšit výskyt krevních skvrn, což snižuje vnitřní kvalitu vajíčka (Roberts 2004).

4 Metodika

Během experimentální části jsou srovnávány výsledky kontroly užitečnosti jednoho šlechtitelského rozmnožovacího chovu slepic nosného typu za poslední čtyři období (neboli zástavy) (2017/2018; 2018/2019; 2019/2020; 2020/2021).

4.1 Kontrola užitečnosti

Každý rok jsou prováděny dvě kontroly užitečnosti slepic, při nichž je snáška zaznamenávána za pomoci elektronických záznamníků a zároveň také písemné evidence.

V této práci je hodnocena první kontrola užitečnosti, která je evidována od 123. dne do 250. dne věku zvířat.

Sběry vajec probíhají každý den. Do elektronických záznamníků se zapisuje množství snesených vajec u jednotlivých slepic. Zároveň se vkládají počty defektních vajec: vejce s porušenou skořápkou, dvoužloutková vejce a vejce bez skořápky (blany). Do písemné evidence se denně zapisuje celkové množství posbíraných vajec a defektních vajec za každou linii zvlášť.

Zvířata určená k následnému šlechtění, jsou vybírána na základě výsledků kontroly užitečnosti.

4.2 Linie slepic

Je srovnáváno pět čistých snáškových linií kura domácího (BPR A, BPR B, BPR C, RIR A, RIR B). Každá tato linie se dále dělí na čtyři sublinie. Linie BPR A, BPR B, BPR C jsou kropenatého zbarvení a linie RIR A, RIR B jsou zbarveny hnědě.

Množství celkové snášky a množství defektních vajec jsou porovnávány u linií a sublinií zvlášť během čtyř let a vzájemně za každý rok.

Linie Single Comb Rhode Island Red (RIR)

The Rhode Island Red snáší hnědá vejce. Má žlutou kůži a peří je červené s trochou černé na ocasu, krku a křídlech. Před několika lety existovalo mnoho kmenů tohoto plemene, z nichž většina byla vynikajícími producenty vajec. Dnes je spousta komerčních producentů hnědých vajec výsledkem křížení speciálních kmenů Rhode Island Reds a Barred Plymouth Rocks. Potomci jsou vynikajícími producenty velkých hnědých vajec (Bell et al. 2002).

Linie Barred Plymouth Rock (BPR)

The Barred Plymouth Rock má kropenaté zbarvení, žlutou kůži a snáší hnědé vejce. Dnes se toto plemeno používá hlavně k produkci slepic, která jsou kříženy s Rhode Island Red, aby produkovala kuřata pro produkci komerčních hnědých slepic na konzumní vejce (Bell et al. 2002).

4.3 Naskladnění slepic

Slepice se do rozmnožovacího chovu přeskládají z odchovny postupně koncem léta cca v 15. týdnu věku na základě genetického a zootechnického výběru. V roce 2017 bylo naskladněno 2687 slepic, 2725 slepic v roce 2018, v roce 2019 2894 slepic a v roce 2020 bylo naskladněno 2772 slepic.

Snáška začíná postupně cca mezi 17. a 18. týdnem věku.

Kromě slepic jsou na halu naskladnění i kohouti stejného věku a stejných linií.

4.4 Ustájení slepic

4.4.1 Klece

Všechny slepice jsou odděleně v samostatné kleci s rošty. Klece jsou určeny pro chov nosnic a tedy uzpůsobeny k vykulení vajec ven z klece do sběrného košíku. A proto lze evidovat snášku nejen na skupiny ale i jednotlivě.

Pod rošty jsou trusné pásy, které slouží k odklizení trusu z haly.

4.4.2 Krmení a napájení

Krmný okruh na hale je tvořen žlábkovými krmítky, do nichž je krmení dopravováno za pomoci krmných řetězů. Zvířata jsou krmena kompletní vyváženou krmnou směsí NP 100 g.

Pitný režim je zajištěn kapátkovými napáječkami umístěnými v každé kleci.

4.4.3 Světelný režim

Světelný den je u zvířat postupně od začátku snášky navyšován přidáním půl hodiny světla po cca 8 dnech. Cílem je, aby zvířata byla v 30. týdnu věku na 15. hodinách světla a 9 hodinách tmy.

4.5 Statistické metody

Výsledky byly zpracovány dvou parametrovou analýzou variance (ANOVA) s hlavními efekty linie a rok sledování a jejich interakcí, dále jednoparametrovou analýzou variance, kde průkaznost mezi liniemi byla testována Duncanovým testem na hladině významnosti $P \leq 0,05$.

Dále byla použita korelace, která měří těsnost vztahu - závislosti mezi dvěma proměnnými a regrese, která měří vztah dvou a více proměnných formou funkční závislosti.

Pearsonův koeficient korelace se značí r . Hodnota r leží mezi -1.0 pro úplnou zápornou korelaci a $+1.0$ pro úplnou kladnou korelaci a vyjadřuje lineární vztah mezi dvěma množinami dat. Typy korelace se kategorizují podle toho, co se stane s první proměnnou, když druhá poroste. Záporná hodnota značí, že první proměnná má tendenci klesat, nulová nemá tendenci ani klesat ani růst a kladná má tendenci také růst.

Následně byly hodnoceny ukazatele v programu statistica 12.:

Aritmetický průměr, který je definován vzorcem:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Medián – střední hodnota

Variační rozpětí je nejjednodušší a zároveň nejhrubší míra variability, má snadný a rychlý výpočet a jednoduchou interpretaci. Definujeme ho vzorcem:

$$R = x_{max} - x_{min}$$

(Min. – minimální hodnota, Max. – maximální hodnota)

Rozptyl je definovaný jako průměr čtverců odchylek jednotlivých hodnot znaku od jejich aritmetického průměru, jednotky jsou vyjádřeny ve čtvercích, proto variabilitu popisujeme častěji odmocninou z rozptylu, směrodatnou odchylkou. Je dán vzorcem:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^k x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k x_i)^2}{n}}{n-1}$$

5 Výsledky

5.1 ANOVA

Tabulka 1 hodnotí snášku a podíl defektních vajec včetně jednotlivých defektů u vybraných linií v jednotlivých letech. Snášky byly průkazně ovlivněny jak linií, tak i rokem sledování. Podíl defektních vajec byl průkazně ovlivněn nejen linií a rokem, ale i jejich interakcí. Nejvyšší podíl defektních vajec byl u linie BPR A v roce 2020/2021 (6,34 %) a nejnižší u linie BPR C v roce 2019/2020 (2,62 %). Podíl vajec s poškozenou skořápkou a podíl vajec dvoužloutkových byly shodně průkazně ovlivněny hlavními faktory, linií a rokem. U vajec bez skořápky se zjistil vliv linie ($P \leq 0,001$) a roku sledování ($P \leq 0,001$) a současně i jejich interakce, která ukazuje nejvyšší podíl vajec bez skořápky u linie BPR A v roce 2020/2021 (92,06 %) a nejnižší BPR B v roce 2018/2019 (0,45 %).

Z tabulky 2 jsou patrné vysoce průkazné rozdíly mezi jednotlivými liniemi ve všech sledovaných ukazatelích. Průkazně nejvyšší snáška a podíl dvoužloutkových vajec byly u linie RIR A, podíl defektních vajec a vajec bez skořápky u linie BPR A. Nejvíce vajec s poškozenou skořápkou u linie RIR B. Pokud zhodnotíme výskyt poškozených vajec a jejich jednotlivých vad, pak je zřejmé, že nejméně vad vajec měla linie BPR C.

Linie	Rok	Intenzita snášky (%)	Defektní vejce (%)	Vejce s poškozenou skořápkou (%)	Vejce bez skořáčky (%)	Dvoužloutková vejce (%)
BPR A	2017/2018	92,8	3,64 ^f	1,02	1,47 ^c	1,14
	2018/2019	98,2	6,08 ^a	1,46	1,60 ^b	1,52
	2019/2020	95,0	3,98 ^e	1,11	1,70 ^b	1,16
	2020/2021	94,7	6,34 ^a	2,42	2,06 ^a	1,86
BPR B	2017/2018	80,4	3,48 ^f	0,75	1,60 ^b	1,15
	2018/2019	87,6	2,70 ^g	1,35	0,45 ^f	0,89
	2019/2020	81,0	2,79 ^g	0,87	1,14 ^{de}	0,78
	2020/2021	86,1	4,66 ^d	2,13	1,21 ^d	1,31
BPR C	2017/2018	86,5	2,88 ^g	0,77	1,19 ^d	0,93
	2018/2019	86,5	2,74 ^g	1,47	0,53 ^f	0,73
	2019/2020	85,4	2,62 ^g	0,81	1,01 ^e	0,80
	2020/2021	85,2	3,84 ^e	1,83	0,98 ^e	1,03
RIR A	2017/2018	95,6	5,55 ^b	2,05	1,87 ^{ab}	1,62
	2018/2019	99,7	3,20 ^f	1,58	0,26 ^g	1,36
	2019/2020	95,8	3,97 ^e	1,65	1,06 ^e	1,25
	2020/2021	96,3	5,15 ^c	2,21	1,09 ^e	1,85
RIR B	2017/2018	82,2	4,84 ^d	2,20	1,62 ^b	1,01
	2018/2019	89,1	4,13 ^e	1,93	1,22 ^d	0,98
	2019/2020	86,5	3,93 ^e	1,98	1,23 ^d	0,73
	2020/2021	85,8	5,54 ^b	2,83	1,38 ^c	1,34
Linie		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Rok		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Linie x rok		0,252	0,025	0,141	0,001	0,749

Tabulka 1: Zhodnocení linií dle roku včetně průkazností.

Linie	Intenzita snášky	Defektní vejce	Vejce s poškozenou skořápkou	Vejce bez skořáčky	Dvoužloutková vejce
BPR A	95,2 ^b	5,01 ^a	1,50 ^c	1,70 ^a	1,42 ^a
BPR B	83,7 ^d	3,41 ^c	1,27 ^d	1,10 ^c	1,03 ^b
BPR C	85,9 ^c	3,02 ^c	1,22 ^d	0,92 ^d	0,87 ^c
RIR A	96,8 ^a	4,47 ^b	1,87 ^b	1,07 ^c	1,52 ^a
RIR B	85,9 ^c	4,61 ^b	2,23 ^a	1,36 ^b	1,01 ^b
Průkaznost	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

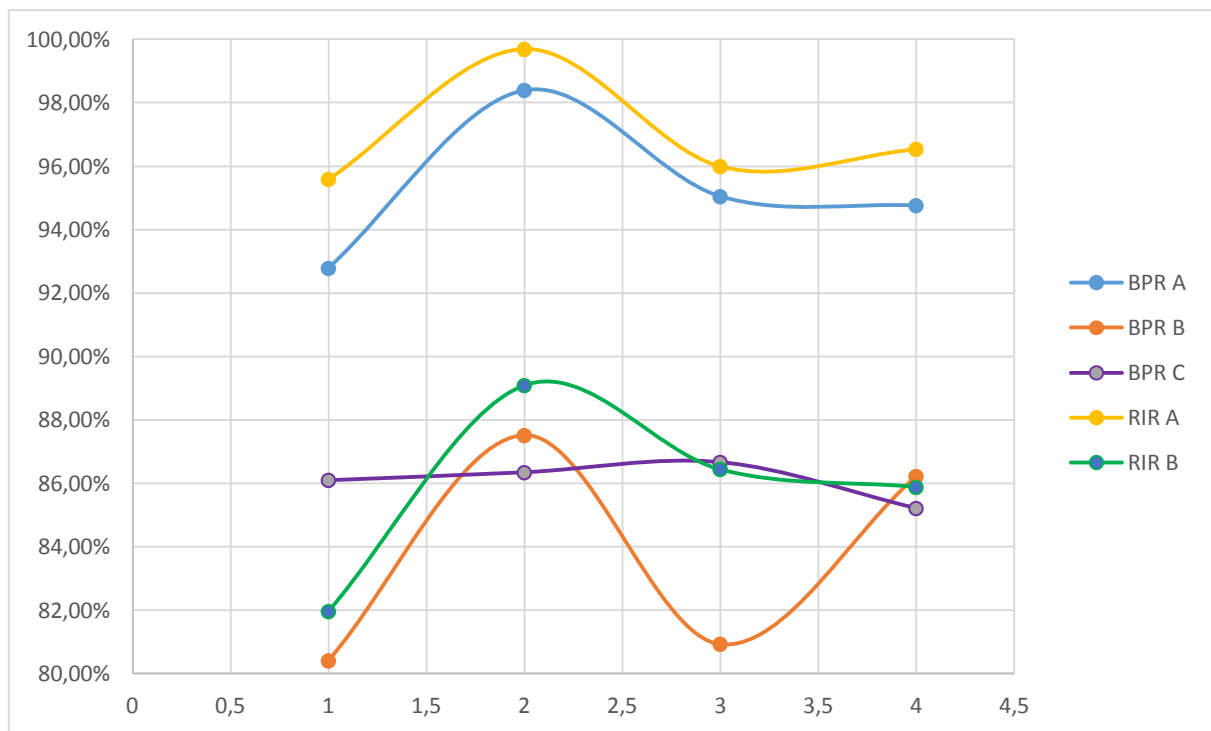
Tabulka 2: Zhodnocené výsledky mezi liniemi včetně průkazností.

5.2 Celková snáška

Graf 1 vyobrazuje podobnost křivky mezi vývojem snášky v průběhu let u všech linií kromě linie BPR C. Linie BPR C má nejnižší proměnlivost v celkovém množství snesených vajec za poslední čtyři roky. Nejvyšší průměrnou snášku v každém roce má linie RIR A a to nad 95,58 %, a naopak nejnižší mají střídavě linie BPR B a BPR C.

Vzhledem k vývoji křivky můžeme soudit, že celková snáška byla v průběhu let něčím ovlivněna, ať už geneticky nebo působením dalších okolních vlivů.

Z tabulky 3 také můžeme vyčíst, že nejvyšší průměrná snáška mezi liniemi je v roce 2018/2019 a nejnižší v roce 2017/2018. Podle rozptylu a variační rozpětí je v roce 2017/2018 největší rozdíl ve snáškách, ale naopak největší podobnost všech snášek je v roce 2020/2021.



Graf 1: Grafické vyhodnocení snášek u linií ve všech čtyřech letech.

%	Průměr	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
2017/2018	87,37	80,42	95,58	15,16	0,44
2018/2019	92,21	86,35	99,69	13,34	0,40
2019/2020	89,02	80,93	95,99	15,06	0,41
2020/2021	89,72	85,22	96,53	11,31	0,30

Tabulka 3: Porovnání vyrovnanosti celkové snášky u všech linií dohromady ve všech čtyřech zástavech.

%	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
BPR A	95,25	94,91	92,79	98,39	5,60	0,05
BPR B	83,77	83,58	80,42	87,52	7,10	0,13
BPR C	86,09	86,23	85,22	86,67	1,45	0,004
RIR A	96,94	96,26	95,58	99,69	4,11	0,03
RIR B	85,85	86,17	81,97	89,09	7,12	0,08

Tabulka 4: Vyhodnocení linií během čtyř let.

První porovnaný zástav má nejnižší snášku a následující rok nejvyšší snášku. Podle statistického vyhodnocení, linie BPR C i přes velké výkyvy u subliní má nejvyšší vyrovnanost v celkovém množství snesených vajec během posledních čtyř let a největší rozptyl je u linie BPR B. Vyrovnanost mezi subliniemi je viditelně nejlepší u BPR A a nejhůrší u BPR C.

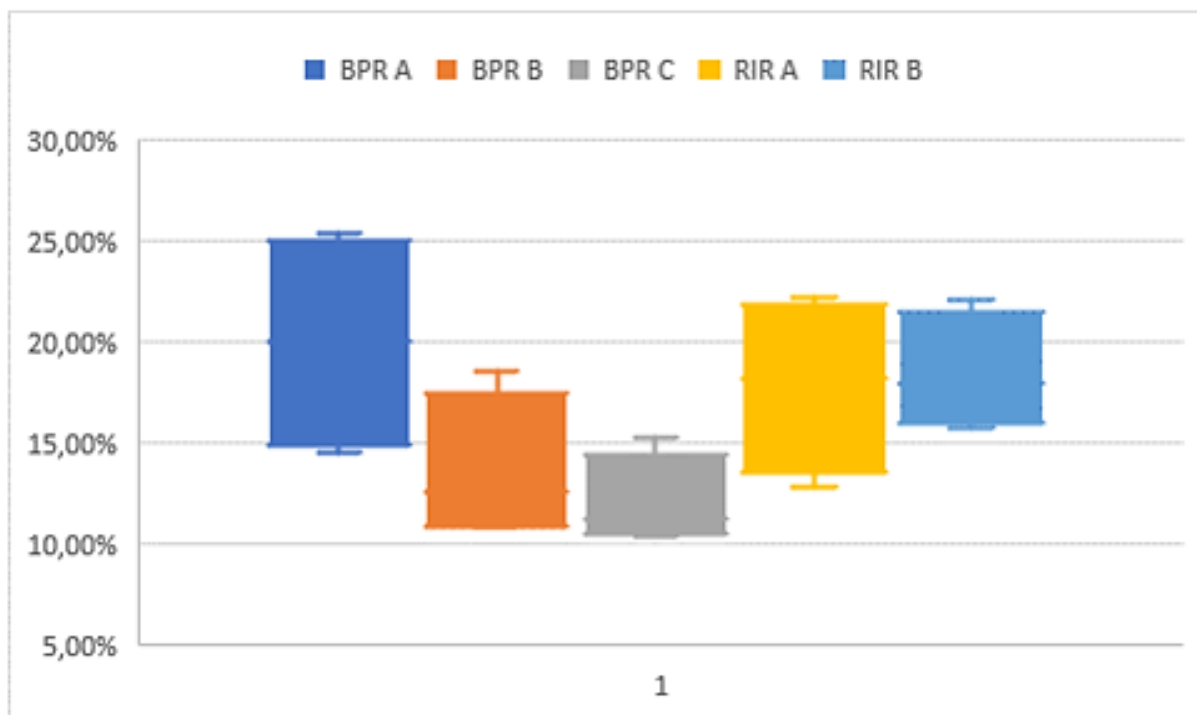
Podle grafu a tabulek nemůžeme potvrdit hypotézu, že se celková snáška zvyšuje v následujících letech šlechtění.

5.3 Celkové množství defektních vajec

%	Průměr	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
2017/2018	16,34	11,56	22,21	10,65	0,19
2018/2019	15,07	10,82	24,27	13,45	0,32
2019/2020	13,80	10,31	15,90	5,59	0,08
2020/2021	20,40	15,27	25,38	10,11	0,14

Tabulka 5: Statistické vyhodnocení všech průměrných množství defektních u všech linií během čtyř let.

Hypotézu, že se počet defektních vajec zvyšuje při rostoucí snášce, tímto nemůžeme potvrdit, protože nejvíce defektů je podle statistického výstupu v posledním zástavu, ale nejvyšší celková snáška byla v roce 2018/2019.



Graf 2: Srovnání množství defektních vajec.

%	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
BPR A	20,03	20,85	14,55	25,38	10,83	0,31
BPR B	13,64	12,56	10,82	18,62	7,80	0,13
BPR C	12,02	11,25	10,31	15,27	4,96	0,04
RIR A	17,87	18,22	12,82	22,21	9,39	0,19
RIR B	18,47	17,97	15,77	22,16	6,39	0,09

Tabulka 6: Posouzení linií v množství defektů.

Z krabicového grafu rozeznáme nejnižší množství defektních vajec a variační rozpětí vajec u linie BPR C. Naopak s největším celkovým množstvím a největší nevyrovnaností v naměřených hodnotách je linie BPR A.

5.4 Množství dvoužloutkových vajec

Rok	BPR A	BPR B	BPR C	RIR A	RIR B
2017/2018	4,56 %	4,60 %	3,69 %	6,48 %	4,09 %
2018/2019	6,07 %	3,59 %	2,93 %	5,43 %	3,94 %
2019/2020	4,66 %	3,13 %	3,17 %	5,02 %	2,93 %
2020/2021	7,45 %	5,21 %	4,10 %	7,42 %	5,34 %

Tabulka 7: Množství dvoužloutkových vajec u všech linií.

%	Průměr	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
2017/2018	4,68	3,69	6,48	2,79	0,01
2018/2019	4,39	2,93	6,07	3,14	0,02
2019/2020	3,78	2,93	5,02	2,09	0,01
2020/2021	5,90	4,10	7,45	3,35	0,02

Tabulka 8: Zhodnocení množství dvoužloutkových vajec.

V tabulce 7 jsou dopočítány celkové průměry z množství dvoužloutkových vajec ve snášce u všech linií v daném roce. Podle tabulky a statistického výstupu v tabulce 8 je možné vysledovat, že i přes postupný pokles dvoužloutkových vajec od prvního roku, se jejich množství dostalo v posledním roce na nejvyšší množství. Variabilita v množství byla, oproti prvnímu zástavu, vyšší v každém roce.

%	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
BPR A	5,69	5,37	4,56	7,45	2,89	0,02
BPR B	4,13	4,10	3,13	5,21	2,08	0,01
BPR C	3,47	3,43	2,93	4,10	1,17	0,003
RIR A	6,09	5,96	5,02	7,42	2,40	0,01
RIR B	4,08	4,02	2,93	5,34	1,28	0,01

Tabulka 9: Srovnání množství dvoužloutkových vajec u každé linie.

Podle aritmetického průměru jsme zjistili, že nejvíce dvoužloutkových vajec bylo u linie RIR A a nejméně u linie BPR C.

5.5 Množství vajec s porušenou skořápkou

Rok	BPR A	BPR B	BPR C	RIR A	RIR B
2017/2018	4,08 %	2,92 %	3,11 %	8,19 %	8,84 %
2018/2019	5,80 %	5,43 %	5,91 %	6,35 %	7,72 %
2019/2020	4,44 %	3,48 %	3,22 %	6,59 %	7,92 %
2020/2021	9,67 %	8,54 %	7,29 %	8,81 %	11,34 %

Tabulka 10: Množství vajec s porušenou skořápkou během čtyř let.

%	Průměr	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
2017/2018	5,43	2,92	8,84	5,92	0,08
2018/2019	6,24	5,43	7,72	2,29	0,008
219/2020	5,13	3,22	7,92	4,70	0,04
2020/2021	9,13	7,29	11,34	4,05	0,02

Tabulka 11: Porovnání vajec s porušenou skořápkou během čtyř let.

V tabulce 10 jsou vypočítány průměry z množství vajec s porušenou skořápkou ve snášce u všech linií v daném roce. Podle statistického výstupu v tabulce 11, nejnižší průměrná hodnota je v předposledním roce, ale nejvyšší počty těchto vajec jsou v roce 2020/2021. Nejvíce podobné hodnoty měly mezi sebou linie množství v roce 2018/2019

%	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
BPR A	6,00	5,12	4,08	9,67	5,59	0,07
BPR B	5,09	4,46	2,92	8,54	5,62	0,06
BPR C	4,88	4,57	3,11	7,29	4,18	0,04
RIR A	7,49	7,39	6,35	8,81	2,46	0,01
RIR B	8,96	8,38	7,72	11,34	3,62	0,03

Tabulka 12: Porovnání množství vajec s porušenou skořápkou u všech linií.

V průměru nejvíce těchto vajec měla linie RIR B a nejméně linie BPR C. Největší rozptyl hodnot měla linie BPR A a nepodobnější data linie RIR.

5.6 Množství vajec bez skořáčky

Rok	BPR A	BPR B	BPR C	RIR A	RIR B
2017/2018	5,91 %	6,43 %	4,81 %	7,53 %	6,50 %
2018/2019	6,36 %	1,83 %	2,10 %	1,04 %	4,89 %
2019/2020	6,81 %	4,55 %	3,93 %	4,24 %	4,92 %
2020/2021	8,26 %	4,86 %	3,90 %	4,38 %	5,50 %

Tabulka 13: Srovnání vajec bez skořáčky u všech linií v průběhu čtyř let.

%	Průměr	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
2017/2018	6,24	4,81	7,53	2,72	0,01
2018/2019	3,24	1,04	6,36	5,32	0,05
2019/2020	4,89	3,93	6,81	2,88	0,01
2020/2021	5,38	3,90	8,26	4,36	0,03

Tabulka 14: Vyhodnocení množství vajec bez skořáčky.

V tabulce 13 je vypočítán průměr ze všech celkových množství blan u všech linií. Podle výstupu z programu statistika (tabulka 14) víme, že nejvíce vajec bez skořáčky

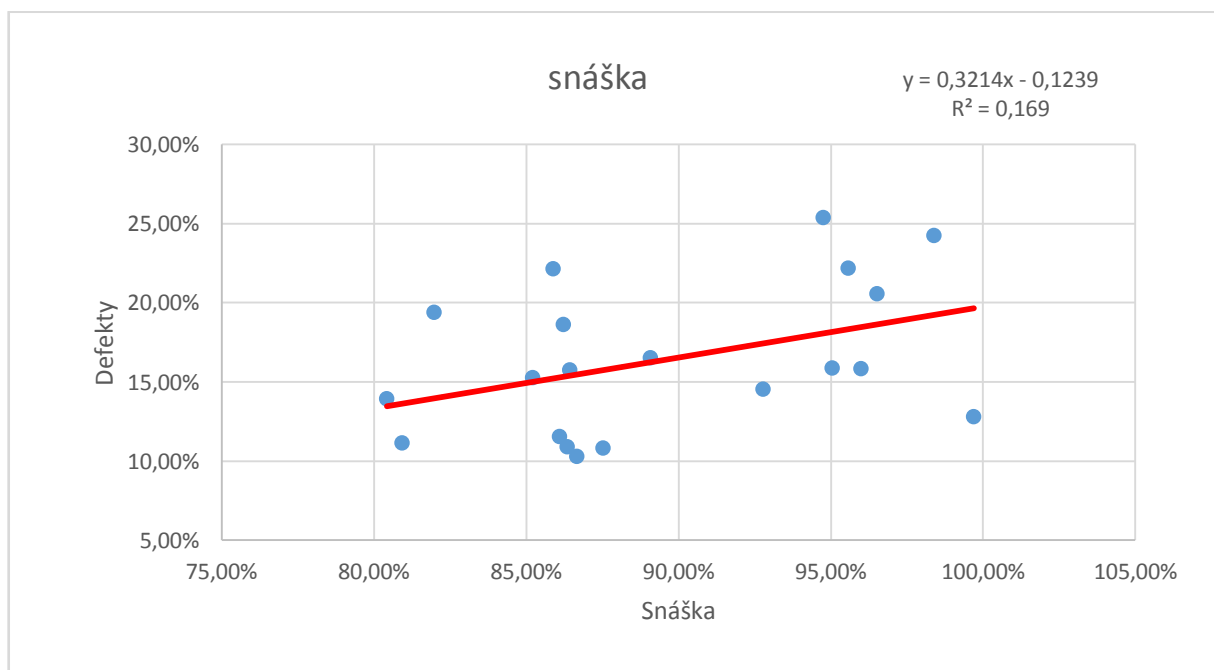
bylo v prvním roce. Následně se toto množství snížilo a od té doby postupně opět stoupá, ale ne úplně na původní hodnotu. Rozptyl v počtech mezi liniemi má nejvíce první rok a nejlepší vyrovnanost má zástav 2019/2020.

%	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Rozpětí	Rozptyl
BPR A	6,84	6,59	5,91	8,26	2,35	0,01
BPR B	4,42	4,71	1,83	6,43	4,60	0,03
BPR C	3,69	3,92	2,10	4,81	2,71	0,01
RIR A	4,30	4,31	1,04	7,53	6,49	0,07
RIR B	5,45	5,21	4,89	6,50	1,61	0,01

Tabulka 15: Vyhodnocení linií v množství blan ve snášce.

Nejnižší průměrné množství vajec bez skořápky ve snášce bylo zaznamenáno u linie BPR C naopak nejvyšší hodnota průměru u linie BPR A. Nejméně podobná množství byly u linie RIR A a nejmenší rozptyl byl u linie BPR A.

5.7 Korelační a regresní analýza



Graf 3: Porovnání snášky a defektů vajec.

Podle koeficientu determinace můžeme říct, že je poměrně nízký a proto jen ze 16,9 % defektní vejce ovlivňují celkovou snášku.

	snáška	defekty	dvoužl. vej.	poruš. skoř.	blany
snáška	1				
defekty	0,411118	1			
dvoužl vej.	0,667383	0,80195	1		
poruš. skoř	0,180978	0,726813	0,5040665	1	
blany	0,049613	0,683297	0,4452838	0,197125	1

Tabulka 16: Korelační analýza $P > 0,05$.

Na základě korelační analýzy vidíme vysokou závislost mezi množstvím dvoužloutkových vajec a defekty; mezi množstvím defektů a vejci s porušenou skořápkou. Středně silná závislost je u dvoužloutkových vajec a vejci s porušenou skořápkou; mezi množstvím defektů a vejci bez skořáčky; mezi množstvím celkové snášky a vejci s dvěma žloutky. U ostatních kombinací je slabá závislost.

N=20	Výsledky regrese se závislou proměnou: snáška R=0,6673867; R ² =0,44539963 F(1,18)=14,456; p<0,00134; směr. Chyba odhadu 0,04571					
	b	Sm. Chyba z b	b	Sm. Chyba z b	t(18)	p-hodn.
Absol. člen			0,759883	0,037181	20,43758	0,000000
dvoužl. vej.	0,667383	0,175531	2,897707	0,762138	3,80208	0,001305

Tabulka 17: Porovnání závislosti mezi dvoužloutkovými vejci a celkovou snáškou.

Podle regresní analýzy mezi snáškou a množstvím dvoužloutkových vajec je závislost, protože hodnota $p=0,00135 < 0,05$.

Statist.	Statistické shrnutí ZP: snáška
	hodnota
Vícenásobné R	0,66738267
Vícenásobné R2	0,445399628
Upravené R2	0,414588496
F (1,18)	14,4558022
p	0,00130532973
Sm. chyba odhadu	0,0457118043

Tabulka 18: Regresní analýza snášky a dvoužloutkových vajec.

Model porovnání celkové snášky a dvoužloutkových vajec je statisticky významný $p < 0,05$. Korelační koeficient R udává středně silnou závislost. Koeficient determinace nám říká, že ze 44,5 % je množství dvoužloutkových vajec ovlivněno celkovou snáškou. Nepřesnost v tomto měření mohla nastat ze 4, 5 %.

N=20	Výsledky regrese se závislou proměnou: defekty					
	R=0,96193443; R2=0,92531786 F(3,16)=66,080; $p < 0,00000$; směr. Chyba odhadu 0,01391					
	b	Sm. Chyba z b	b	Sm. Chyba z b	t(16)	p-hodn.
Absol. člen			-0,006276	0,012580	-0,498879	0,624654
dvoužl. vej.	0,388194	0,086668	1,317821	0,294215	4,479115	0,000380
poruš. skoř.	0,447923	0,079154	0,862832	0,152474	5,658860	0,000036
blany	0,422144	0,76350	1,064621	0,192550	5,52073	0,000046

Tabulka 19: Porovnání mezi celkovým množstvím defektů a druhy defektů.

Množství defektů je závislé na druhu defektů. Nejsilnější závislost na množství defektních vajec je u vajec s porušenou skořápkou, dále na vejcích bez skořáčky a poslední v řadě na dvoužloutkových vejcích. Pravděpodobnost chyby v odhadu je 1,39 %.

N=20	Výsledky regrese se závislou proměnou: dvoužloutková vejce R=0,50406648; R2=0,25408302 F(1,18)=6,1314; p<0,02344; směr. Chyba odhadu 0,01221					
	b	Sm. Chyba z b	b	Sm. Chyba z b	t(18)	p-hodn.
Absol. člen			0,028363	0,007970	3,558693	0,02244
poškoz. sk.	0,50466	0,203568	0,286024	0,115511	2,476161	0,023440

Tabulka 20: Porovnání dvoužloutkových vajec a vajec s poškozenou skořápkou.

Můžeme vidět kladnou závislost mezi dvoužloutkovými vejci a vejci s poškozenou skořápkou.

Statist.	Statistické shrnutí ZP: dvoužloutková vej.
	hodnota
Vícenásobné R	0,504066482
Vícenásobné R ²	0,254083018
Upravené R ²	0,212643186
F (1,18)	6,13137178
p	0,0234396253
Sm. chyba odhadu	0,0122096702

Tabulka 21: Regresní analýza mezi dvoužloutkovými vejci a vejci s poškozenou skořápkou.

Model tohoto porovnání celkového množství dvoužloutkových vajec a rozbitých vajec je statisticky významný $P < 0,05$. Korelační koeficient R udává středně silnou závislost. Koeficient determinace nám říká, že z 25,4 % je množství dvoužloutkových vajec ovlivněno množstvím vajec bez skořáčky. Směrodatná chyba odhadu ukazuje, že během metody mohla nastat chyba v 1,22 %.

6 Diskuze

Z výsledků jsou patrné průkazné rozdíly mezi liniemi a sledovanými roky u všech hodnocených ukazatelů. U podílu defektních vajec a vajec bez skořápky byly zjištěny interakce linie a věku. Významné je, že všechny sledované ukazatele byly průkazně ovlivněny sledovanou linií. Tyto výsledky jsou v souladu se studií Máchal et al. (2004), které naznačují, že mezi liniemi existují rozdíly ve frekvenci poškození vajec, dvoužloutkovými vejci s a vejci bez skořápky, ale nejsou statisticky významné. Korelace mezi počtem snesených vajec a četností dvoužloutkových vajec byla statisticky vysoce významná. Na druhé straně korelace mezi počtem vajec a četností vajec s poškozenou skořápkou a mezi počtem vajec a frekvencí vajec bez skořápky byly negativní a statisticky vysoce významné. Četnost abnormálních vajec se zvyšovala se zvyšující se hmotností vajec, zejména dvoužloutkových vajec. Vztahy mezi jednotlivými typy abnormálních vajec byly pozitivní. Byly objeveny statisticky vysoce významné korelace mezi frekvencí dvoužloutkových vajec a vajec s poškozenou skořápkou a také mezi dvoužloutkovými vejci a vejci bez skořápky. Tyto statisticky významné korelace umožňují jejich použití při výběru u původních linií nosnic.

Četnost defektů vajec byla u komerčních hybridů v posledních desetiletích významně snížena v důsledku intenzivního výběru čistých linií, dobře zavedených schémat křížení, kontroly osvětlení a zlepšení výživy (Wolc et al. 2012).

Výskyt vajec snížené kvality však stále představuje důležitý zdroj ekonomických ztrát pro vaječný průmysl v důsledku ztráty produktu a potřeby dalšího zpracování. Vady čistých linií jsou stále přítomné a očekává se, že selekce proti výskytu vadných vajec v čistých liniích bude mít žádoucí účinek na výkonnost komerčních hybridů (Wolc et al. 2012).

I přes některé nepravidelnosti je z výsledků patrné, že množství všech typů defektních vajec se zvyšuje. Vzhledem k tlaku na zlepšení snášky a tedy i snížení počtu defektních vajec, je důležité se zaměřit na selekci snáškových rodin během výběru do dalších let.

Ideální výběr zvířat do chovu představuje, že nemají nebo mají nižší procento špatných skořápek během snášky (Bell et al. 2002).

Úspěšný populační model musí zohledňovat rozdíly mezi genotypy a prostředím, aby mohl realisticky simulovat výkon hejna nosnic (Johnston & Gous 2007)

Graf 1 vyobrazuje podobnost křivky mezi vývojem snášky v průběhu let u všech linií kromě linie BPR C. Linie BPR C má nejnížší proměnlivost v celkovém množství snesených vajec za poslední čtyři roky. Nejvyšší průměrnou snášku v každém roce má linie RIR A a to 96,94 %, a naopak nejnížší mají střídavě linie BPR B a BPR C. U BPR B (83,77 %) vychází průměrná procentuální celková snáška během sledovaných let nižší než u BPR C (86,09 %). Také Máchal et al. (2004) vysledovali, že slepice linie RIR C snášely nejvyšší počet vajec před 150 dnem věku a také snášely nejvyšší počet vajec v období pozorování do věku 240 dnů. Vzhledem k vývoji křivky můžeme soudit, že celková snáška byla v průběhu let něčím ovlivněna, ať už geneticky nebo působením dalších okolních vlivů. Wolc et al. (2012) uvádějí podstatné genetické variace pro přítomnost defektů skořápky a produkci dvoužloutkových vajec. Množství defektů bylo potvrzeno jako dobrý indikátor kvality skořápky. Slepice s vysokou produkcí měly nižší genetickou odpovědnost za snášení vadných vajec. Vysoká hmotnost vajec byla geneticky spojena se zvýšeným výskytem dvoužloutkových vajec a v menší míře s vadami v kvalitě skořápky. Každý typ defektu, s výjimkou krvavých vajec, která byla málo dědičná, byla geneticky korelována s alespoň jedním znakem produkce nebo kvality.

Vývoj snášky a celkové množství všech defektních vajec má mezi sebou slabou závislost a ovlivňuje celkovou snášku pouze ze 16,9 %. Na základě toho se domnívám, že tato množství jsou velmi ovlivněna geneticky a dalšími vnějšími vlivy. Z výsledků dvouparametrové analýzy vyšla průkazná závislost vlivů linie slepic na snášku a defektní vejce a všech jejich druhů.

Negativní fenotypové korelace byly stanoveny mezi počtem vajec snesených do 150 dnů věku, počtem vajec snesených mezi dny 151 a 165 a vejci snesenými během období sledování do roku a frekvence poškození vaječné skořápky. Negativní fenotypové korelace byly vypočteny mezi počtem vajec snesených během období pozorování do věku 240 dnů a výskytem vajec s porušenou skořápkou. Korelační vztahy objevené u linií RIR C, RIR B, BPR A a RIR A byly statisticky vysoce významné ($P < 0,01$) a nepotvrdily závěry, které uvádějí, že na základě vypočítaných korelací byla vysoká produkce vajec spojena s nízkou kvalitou skořápky (Máchal et al. 2004). Tůmová

& Ebeid (2005), zjistili, že nejvyšší výskyt nestandardních vajec (dvoužloutková vejce, malá, špičatá, kulovitá, podlouhlá a prstencovitá) byla u snesených ráno (9:00 - 11:00 h), tedy v době kdy slepice nejvíce snášejí.

Podíl snesených defektních vajec ve snášce se pohyboval od 10,93 % - 25,38%. Nejnižší množství bylo v zástavu 2018/2019 u linie BPR C a nejvyšší v zástavu 2020/2021 u linie BPR A. Průměrné množství během čtyř let bylo nejnižší u linie BPR C (12,02 %) a nejvyšší u linie BPR A (20,03 %).

Fenotypové korelace mezi počtem vajec snesených před 150 dnem věku, počtem vajec snesených mezi 151 a 165 dnem věku a vejci snesenými během období sledování do 240 dnů věku a četností dvoužloutkových vajec není záporná. Korelace u linií BPR A, RIR C, RIR B a BPR B byly statisticky vysoce významné ($P < 0,01$) (Máchal et al 2004).

Množství dvoužloutkových vajec ve snášce se pohyboval mezi 2,93 % - 7,45 %. Nejnižší hodnota byla u linie BPR C v roce 2018/2019 a u linie RIR B v roce 2019/2020 a nejvyšší hodnota u linie BPR A v roce 2020/2021. Nejvyšší průměrné množství v průběhu let bylo u linie RIR A (6,09 %) a nejnižší u linie BPR C (3,47 %).

Johnston & Gous (2007) uvádějí, že slepice, kterým se ve 12. týdnu prodloužila délka dne, snesly více než dvakrát tolik dvoužloutkových vajec. Po nich následovaly většinou pravidelné snáškové sekvence, ale někdy nepravidelnosti jako vejce bez skořápky nebo pauza ve snáškovém cyklu. Většina dvoužloutkových vajec byla tedy jednoduše způsobena jednorázovou dvojitou ovulací.

Výsledky ukázaly středně silnou závislost mezi množstvím snesených vajec a počtem dvoužloutkových vajec. Koeficient determinace nám říká, že množství dvoužloutkových vajec je ovlivněno celkovou snáškou ze 44,5 %. Nepřesnost v tomto měření mohla nastat ze 4,5 %. Z grafů víme, že nejvíce dvoužloutkových vajec je u všech linií, v posledním zástavu, tj. 2020/2021.

Fenotypové korelace mezi tělesnou hmotností slepic a frekvencí poškození skořápky, dvoužloutkovým vejcem a vejcem bez skořápky byly vypočítány v rozmezí $rP = -0,56$ a $rP = 0,53$ a mezi tělesnou hmotností slepic a frekvencí poškození v rozmezí mezi $rP = -0,30$ a $rP = 0,13$. Argument, že existuje pozitivní korelace mezi tělesnou hmotností slepice a frekvencí vajec s poškozenou skořápkou nebyla potvrzena. Ačkoli korelace mezi tělesnou hmotností a četností dvoužloutkových vajec u slepic linie BPR A

byla statisticky vysoce významná, nemůžeme potvrdit zjištění, že podíl dvoužloutkových vajec snesených těžšími slepicemi byl vyšší než u lehčích slepic. Souvislosti mezi tělesnou hmotností slepice a frekvencí vajec bez skořápky uváděné u linií RIR A a BPR A byly statisticky vysoce významné (Máchal et al. 2004).

Podíl vajec s porušenou skořápkou byl od 2,92 % - 11,34 %. Nejmenší množství bylo v roce 2017/2018 u linie BPR B a největší v roce 2020/2021 u linie RIR B. Průměrné množství během čtyř let bylo nejnižší u linie BPR C 4,88 % a nejvyšší u linie RIR B 8,96 %. Ve studii Máchala et al. (2004) slepice RIR C snášely nejnižší množství poškozených vajec a slepice RIR B nejvyšší (2,5%, respektive 4,4%). Během let od srovnání zůstalo nejvyšší množství vajec s poškozenou skořápkou u linie RIR B, ale počet se více než zdvojnásobil.

Korelace mezi hmotností vajec ve věku 180 – 190 dnů a frekvencí prasklin byly většinou pozitivní. Toto zjištění je v souladu se závěry, že korelace mezi hmotností vajec slepic ve věku od 180 do 190 dnů a četností dvoužloutkových vajec byly statisticky významné a pozitivní u všech liniích (Máchal et al. 2004).

Mezi dvoužloutkovými vejci a vejci s porušenou skořápkou je středně silná závislost. Koeficient determinace nám říká, že z 25,4 % je počet dvoužloutkových vajec ovlivněn počtem vajec bez skořápky. Nejnižší průměrné množství vajec bez skořápky ve snášce bylo zaznamenáno u linie BPR C naopak nejvyšší hodnota průměru u linie BPR A. Z grafů vyplývá, že u všech linií (kromě BPR A) se množství blan v průběhu let snížilo, ale nyní opět stoupá. Naopak u linie BPR A se množství lineárně zvyšuje. Z toho vyplývá, že existuje úměra mezi nárůstem množství těchto vajec. Což potvrzuje Patterson et al. (2001), že přítomnost dvoužloutkových vajec byla častější u slepic, které produkovaly více vajec s defekty skořápky.

Vajec bez skořápky bylo nejméně v 2018/ 2019 u linie RIR A (1,04 %) a nejvíce v roce 2020/2021 u linie BPR A (8,26 %). Během sledovaného období byl nejmenší podíl ve snášce u linie BPR C (3,69 %) a největší u linie BPR A (6,84 %). Máchal et al. (2004) uvádí, že nejnižší procento vajec bez skořápky snášely slepice z linie BPR A (2,0%) a nejvyšší slepice z linie BPR B (2,7%).

Většina vajec s měkkou skořápkou byla výsledkem jediné ovulace, pravděpodobně předchozího dne, zatímco některá se objevila jako dvě vejce bez skořápky snesená ve stejný den nebo jako jedno vejce s měkkou skořápkou

v kombinaci s normálním vejcem. Z 82 % byly vejce sneseny s druhými vejci bez skořápky (Johnston & Gous 2007).

Nevybíratelná vejce jsou definována jako vejce rozbitá. Odhaduje se, že mohou představovat až 6% produkce. Obecně platí, že asi polovina všech těchto vajec je bez skořápky (Nys & Guyot 2011). Výsledky analýzy prokázaly, že množství defektů je závislé na druhu defektů. Nejsilnější závislost na množství defektních vajec je u vajec s porušenou skořápkou, dále na vejcích bez skořápky a poslední v řadě na dvoužloutkových vejcích. Pravděpodobnost chyby v odhadu je 1,39 %.

Je známo, že kvalita skořápky u starších slepic je horší a poškození skořápky se zvyšuje (Wilson et al. 2017).

U interakce mezi rokem a celkovou snáškou a všemi defektními vejci byla nalezena také vysoká závislost. Interakce mezi linií a rokem byla statisticky významná pouze u celkového množství defektních vajec a u vajec bez skořápky.

Z tabulky 2 známe vzájemné působení mezi liniemi. Intenzity snášky mají vzájemné interakce, kromě snášky linie BPR C a RIR B kde jsou neprůkazné rozdíly. Defektní vejce mají vzájemně neprůkazné rozdíly u linií BPR B a BPR C; u linií RIR A a RIR B. Poškozená skořápka nemá vzájemné působení u linií BPR B a BPR C. Vejce bez skořápky nemá žádné vlivy mezi BPR C a RIR A. Dvoužloutková vejce nemají vzájemné interakce mezi linií BPR A a RIR A; BPR B a RIR B. Hodnota průkaznosti vyšla nižší než stanovená hodnota 0,05, což potvrzuje vzájemnou závislost mezi liniemi.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit zvýšení nebo snížení množství defektních vajec u pěti výchozích linií kura domácího za poslední čtyři zástavy.

Z výsledků je patrné, že množství defektních vajec ve snášce se zvyšuje u všech linií kromě linie RIR A. Množství vajec s defektem u této linie kolísá v průběhu let.

V zástavu 2020/2021 je nejvyšší množství dvoužloutkových vajec a vajec s porušenou skořápkou. Kdežto počty vajec bez skořáčky nejdříve klesly oproti prvnímu zástavu (2017/2018), ale poté postupně nabývají zpět. Pouze u linie BPR A se množství lineárně zvyšuje každým rokem. Na základě korelační analýzy, víme, že je vysoká závislost mezi těmito typy defektů.

Nárůst celkové snášky koreluje s nárůstem množství dvoužloutkových vajec. Celkové množství defektních vajec má vysokou interakci s množstvím dvoužloutkových vajec a vajec s porušenou skořápkou. Další závislosti jsou mezi množstvím dvoužloutkovými vejci a vejci s porušenou skořápkou; mezi celkovým počtem defektních vajec a vejci bez skořáčky.

Na základě výsledků je možné zamítnout hypotézu 1, že se celková snáška zvyšuje v následujících letech šlechtění.

Hypotézu 2, že počet defektních vajec se zvyšuje při rostoucí snášce, nemůžeme potvrdit, protože jejich největší množství bylo v posledním posuzovaném zástavu, ale celková snáška se snížila oproti zástavu 2018/2019. Množství defektních vajec ovlivňuje celkovou snášku pouze ze 16,9 %.

Získané statisticky významné výsledky jsou důležité k výběru slepic v následujícím šlechtění. Na základě výsledků diplomové práce doporučuji, dále se zaměřit na eliminaci snáškových rodin s vysokým procentem defektních vajec během následujícího šlechtění.

8 Literatura

- Anton M. 2007. Composition and Structure of Hen Egg Yolk. Pages 1-6 in Huopalahti R, López-Fandiño, Anton M, Schade R., editors. Bioactive Egg Compounds. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bain, MM, Nys Y, Dunn IC. 2016. Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles. What are the challenges? *British Poultry Science* **57**(3), 330–338.
- Bell DD, Weaver, WD, North MO. 2002. Commercial chicken meat and egg production. Kluwer Academic Publishers. ISBN 079237200.
- Đukić - Stojčić M, Peric L, Bjedov S, Milošević N. 2008. The quality of table eggs produced in different housing systems. *Biotechnology in Animal Husbandry* **25**(6):1103-1108.
- Dvořák P, Suchý P, Straková E, Doležalová J. (2010). Variation in Egg Yolk Colour in Different Systems of Rearing Laying Hens. *Acta Veterinaria Brno* **79**:13-19.
- Englmaierová M, Tůmová E, Charvátová V, Skřivan M. 2014. Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics, and egg microbial contamination. *Czech Journal of Animal Science* **59**(8):345–352.
- Harms RH, Sloan DR, Butcher GD. 1999. Changes in the Laying Cycle as a Result of a Phosphorus Deficiency¹. *The Journal of Applied Poultry Research* **8**(2):191–194.
- Johnston SA, Gous R. 2007. Extent of variation within a laying flock: Attainment of sexual maturity, double-yolked and soft-shelled eggs, sequence lengths and consistency of lay. *British poultry science* **48**:609-16.
- Kaya H, Kaya A, Macit MS, Çelebi S, Kaynar Ö. 2017. Effects of dietary copper supplementation on performance, egg quality parameters, yolk cholesterol and fatty acid profiles in laying hens. *Indian Journal of Animal Research* **52**:1623-1627.

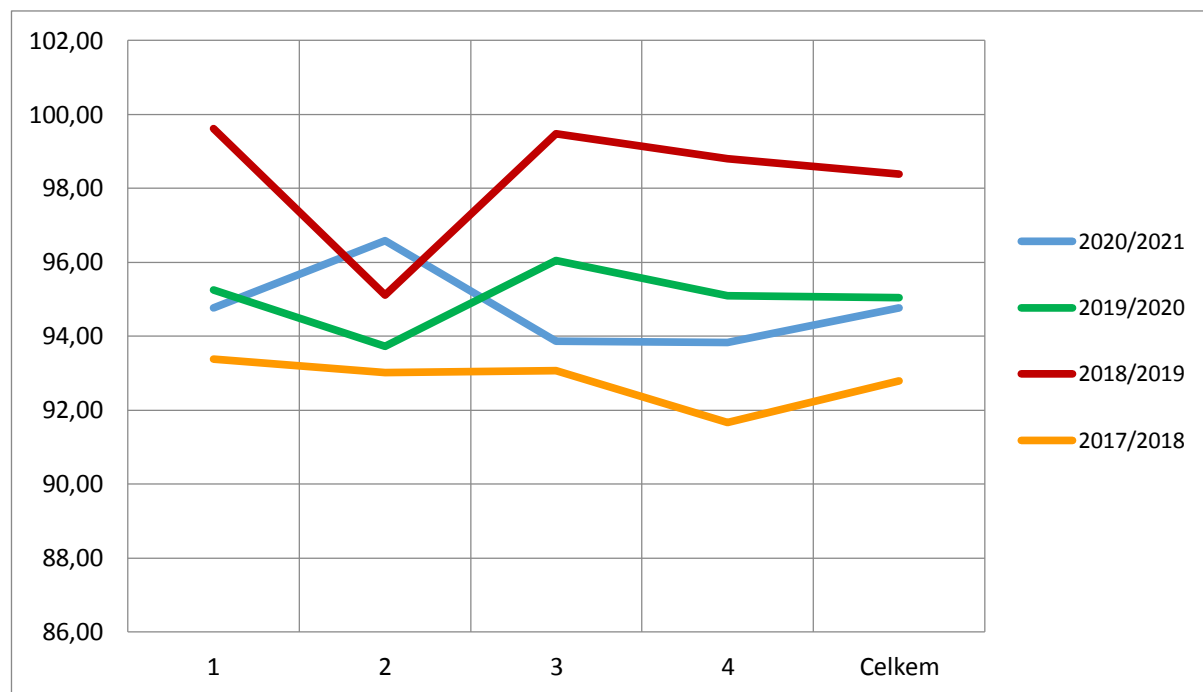
- Ketta M, Tůmová E. 2016. Eggshell structure, measurements, and quality – affecting factors in laying hens: areview. *Czech Journal of Animal Science* **61**(7):299-309.
- Lichovníková M, Zeman L. 2008. Effect of housing system on the calcium requirement of laying hens and on eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science* **53**(4):162-168.
- Máchal L, Jeřábek S, Zatloukal M, Straková E. 2004. Defective eggs and their relationship to egg yield, egg and body weight in hens of five original laying lines. *Czech Journal of Animal. Science* **49**:51-57.
- Marie P, Labas V, Brionne A, Harichaux G, Hennequet-Antier C, Nys Y, Gautron J. 2015. Quantitative proteomics and bioinformatic analysis provide new insight into protein function during avian eggshell biomineralization. *Journal of Proteomics* **113**:178-193.
- Mikšík I, Ergang P, Pácha J. 2014. Proteomic analysis of chicken eggshell cuticle membrane layer. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **406**(29): 7633–7640.
- Mine Y, Zhang H. 2013. Egg Components in Food Systems. Pages 215-241 in Eskin MNA, Shahidi F, editors. *Biochemistry of Foods* third edition.
- Nys Y, Guyot N. 2011. Egg formation and chemistry. Pages 83-132 in Nys Y, Bain M, Van Immerseel F, editors. *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*. Woodhead Publishing Limited; Cambridge UK.
- Oguike MA, Igboeli G, Ibe SN, Ironkwe MO. 2005. Physiological and endocrinological mechanisms associated with ovulatory cycle and induced-moulting in the domestic chicken – a Review. *World's Poultry Science Journal* **61**(4):625–632.
- Parsons AH. 1982. Structure of the eggshell. *Poultry science* **61**(10):2013–2021.
- Patterson PH, Koelkebeck KW, Bell DD, Carey JB, Anderson KE, Darre MJ. 2001. Egg Marketing in National Supermarkets: Specialty Eggs-Part 2. *Poultry Science*: **80**(4), 390–395. doi:10.1093/ps/80.4.390

- Pavlík A, Lichovnicková M, Jelínek P. 2009. Blood Plasma Mineral Profile and Qualitative Indicators of the Eggshell in Laying Hens in Different Housing Systems. *Acta Veterinaria Brno* **78**(3):419–429.
- Pavlovski Z, Škrbić Z, Lukic M, Vitorovic D, Slobodan L, Petricevic V. 2012. Shell quality - everlasting problem in the today poultry science. *Biotechnology in Animal Husbandry* **28**(3):393-404.
- Roberts JR. 2004. Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. *The Journal of Poultry Science* **41**(3):161–177.
- Samiullah S, Roberts JR, Chousalkar K. 2015. Eggshell color in brown-egg laying hens — a review. *Poultry Science Association* **94**(10):2566-2575.
- Sekeroglu A, Sarica M, Demir E, Ulutas Z, Tilki M, Saatci M, Omed H. 2010. Effects of different housing systems on some performance traits and egg qualities of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances* **9**(12):1739-1744.
- Shi L, Sun Y, Xu H, Liu Y, Li Y, Huang Z, Ni A, Chen C., Li D, Wang P, Fan J, Ma H, Chen J. 2020. Effect of age at photostimulation on sexual maturation and egg-laying performance of layer breeders. *Poultry Science* **99**(2):812–819.
- Silversides FG, Korver DR, Budgell KL. 2006. Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. *Poultry Science* **85**(7):1136–1144.
- Tůmová E, Ebeid T. 2005. Effect of time of oviposition on egg quality characteristics in cages and in a litter housing systém. *Czech Journal of. Animal Science* **50**(3):129–134.
- Wilson PW, Suther CS, Bain MM, Icken W, Jones A, Quinlan-Pluck F, Olori V, Gautron J, Dunn IC. 2017. Understanding avian egg cuticle formation in the oviduct: a study of its origin and deposition. *Biology of Reproduction* **97**(1): 39–49.
- Wistedt, A., Ridderstråle, Y., Wall, H., & Holm, L. (2014). Exogenous estradiol improves shell strength in laying hens at the end of the laying period. *Acta Veterinaria Scandinavica* **56**(1):34-45.

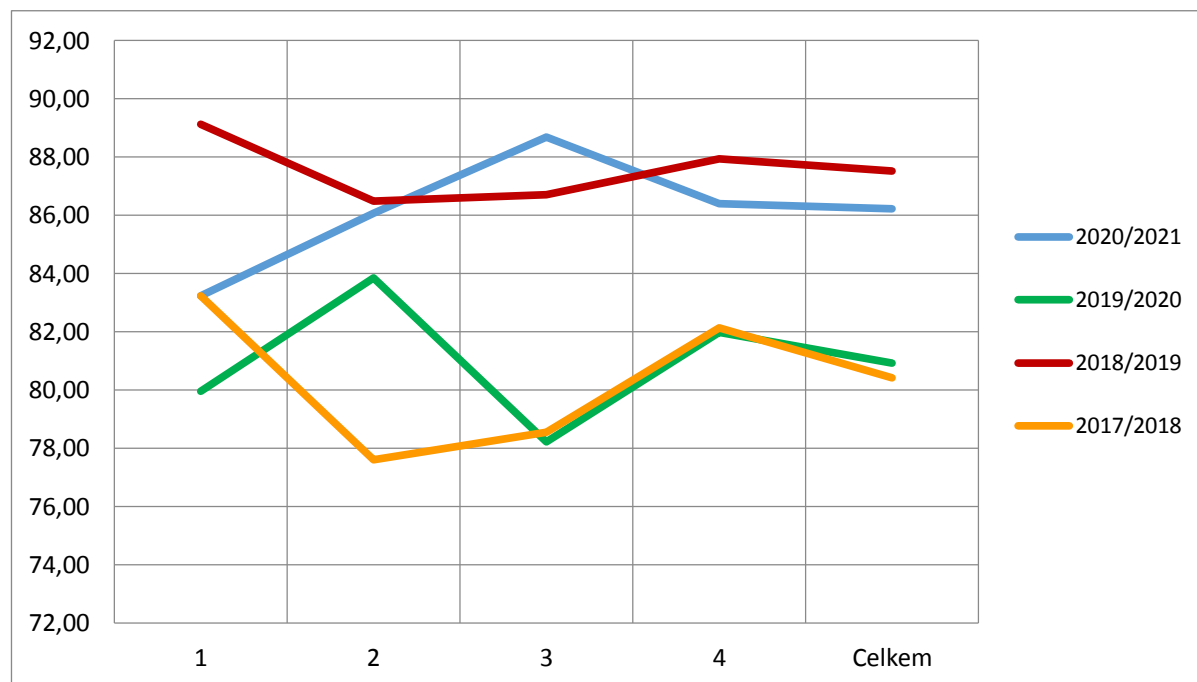
Wolc A, Arango J, Settar P, O'Sullivan NP, Olori VE, White IMS, Dekkers JCM. 2012.
Genetic parameters of egg defects and egg quality in layer chickens. Poultry
Science **91**(6):1292–1298.

9 Ostatní přílohy

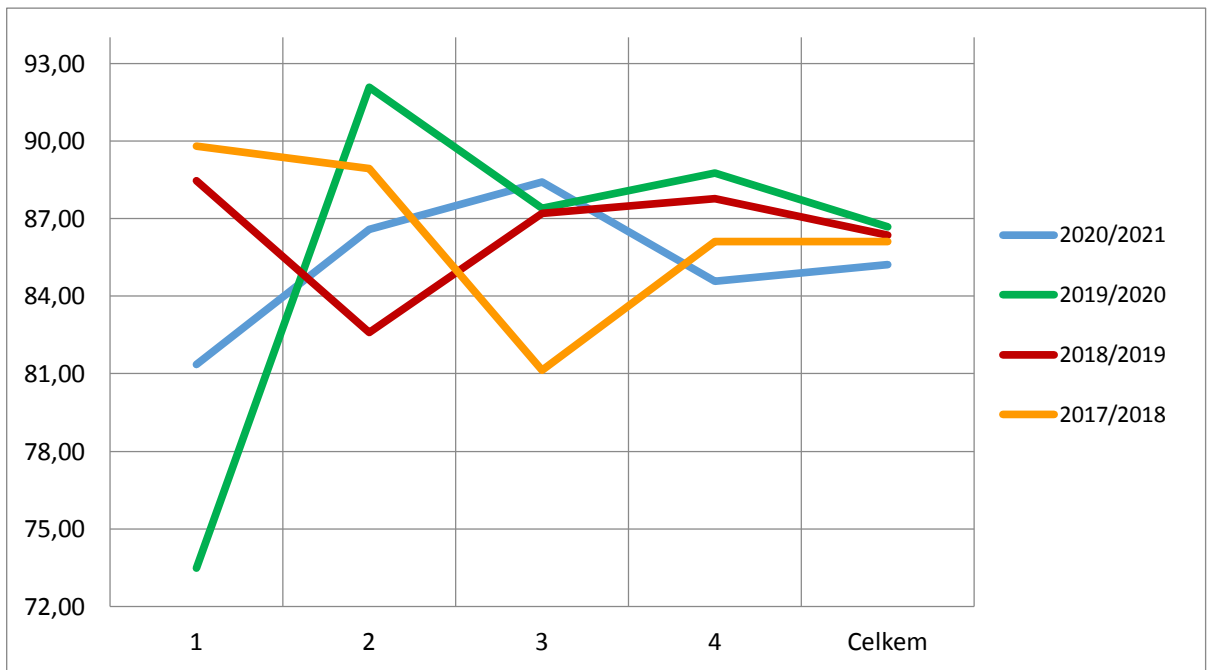
Celková snáška



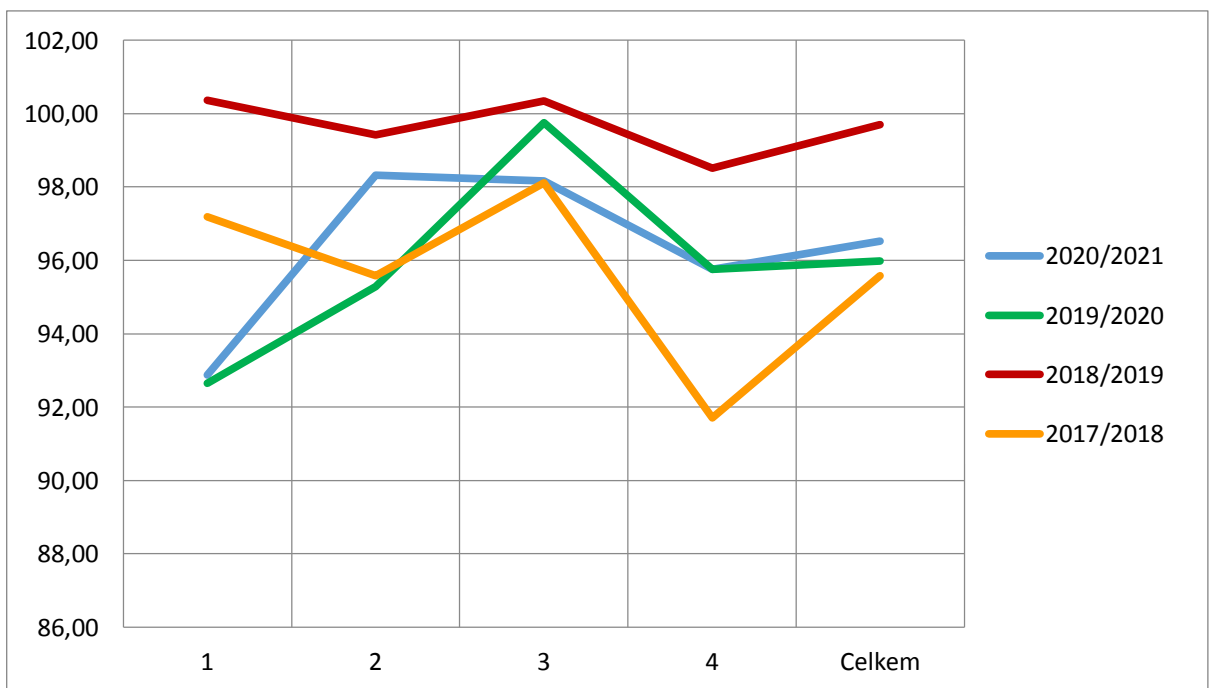
Graf 1: Porovnání sublinií i linie BPR A.



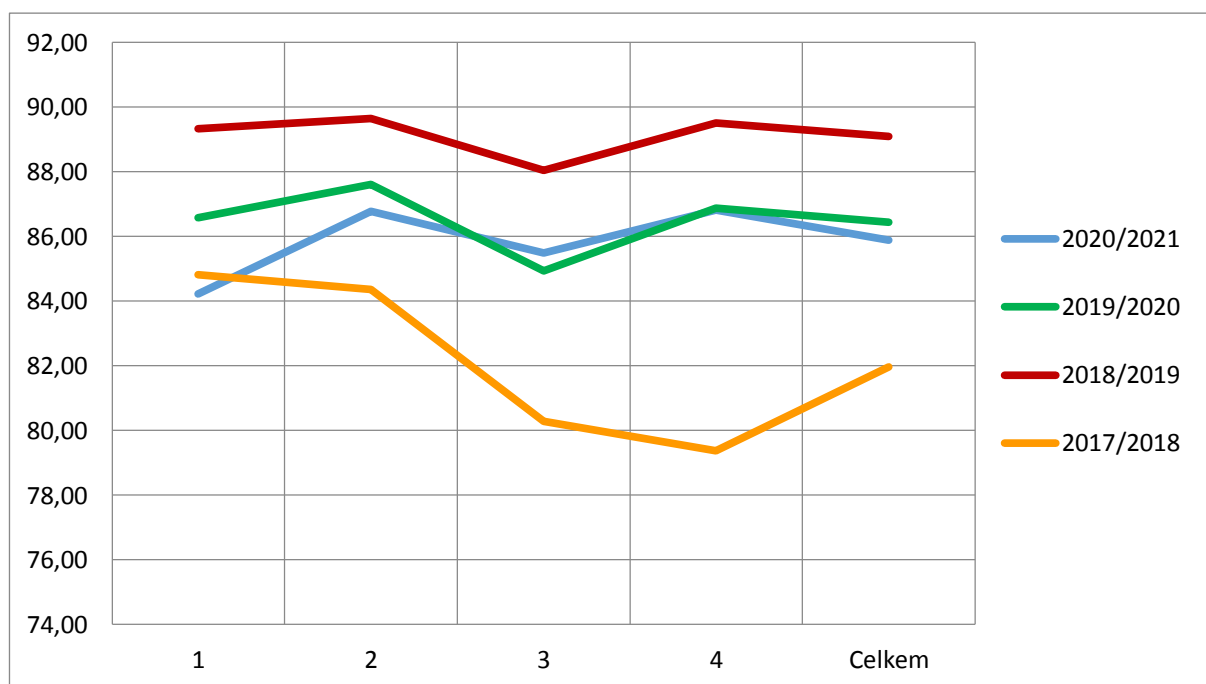
Graf 2: Porovnání sublinií i linie BPR B.



Graf 3 Porovnání sublinií i linie BPR C.

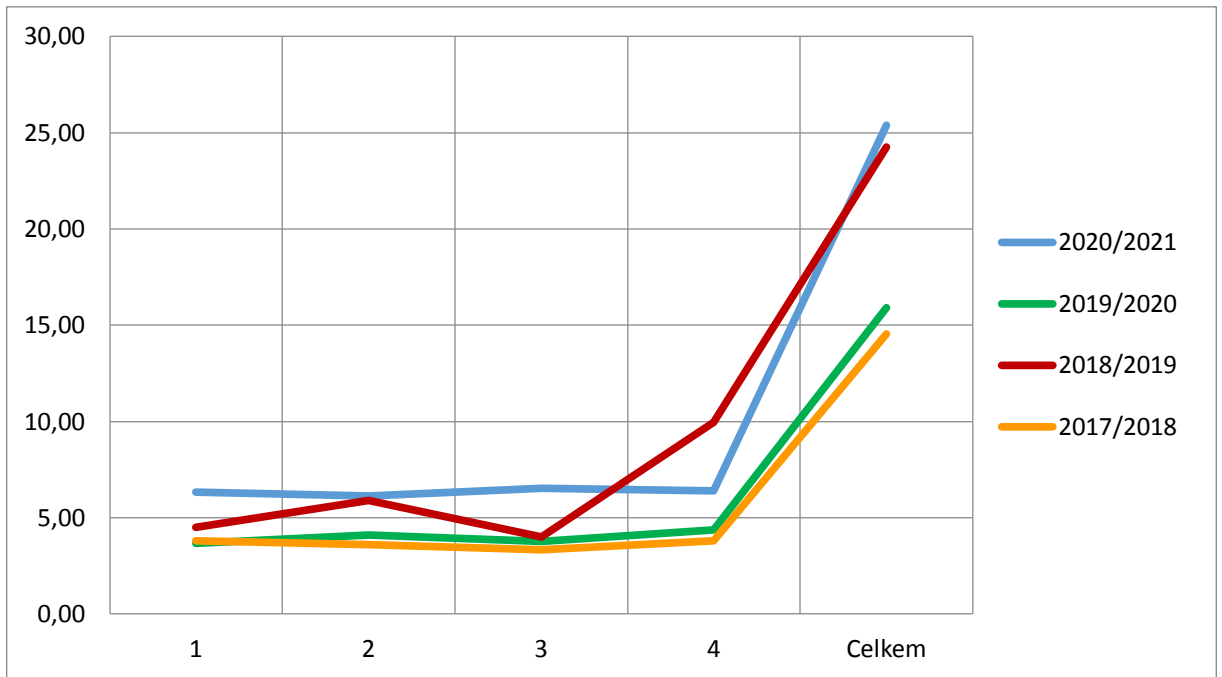


Graf 4: Porovnání sublinií i linie RIR A.

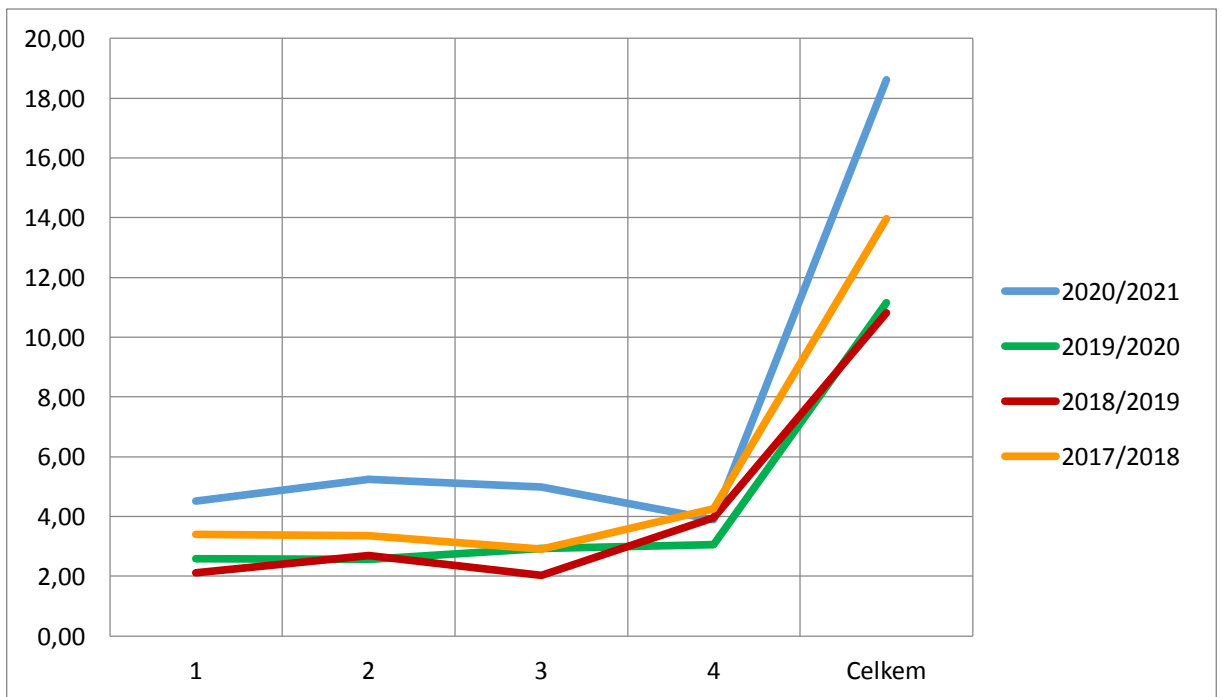


Graf 5: Porovnání sublinií i linie RIR B.

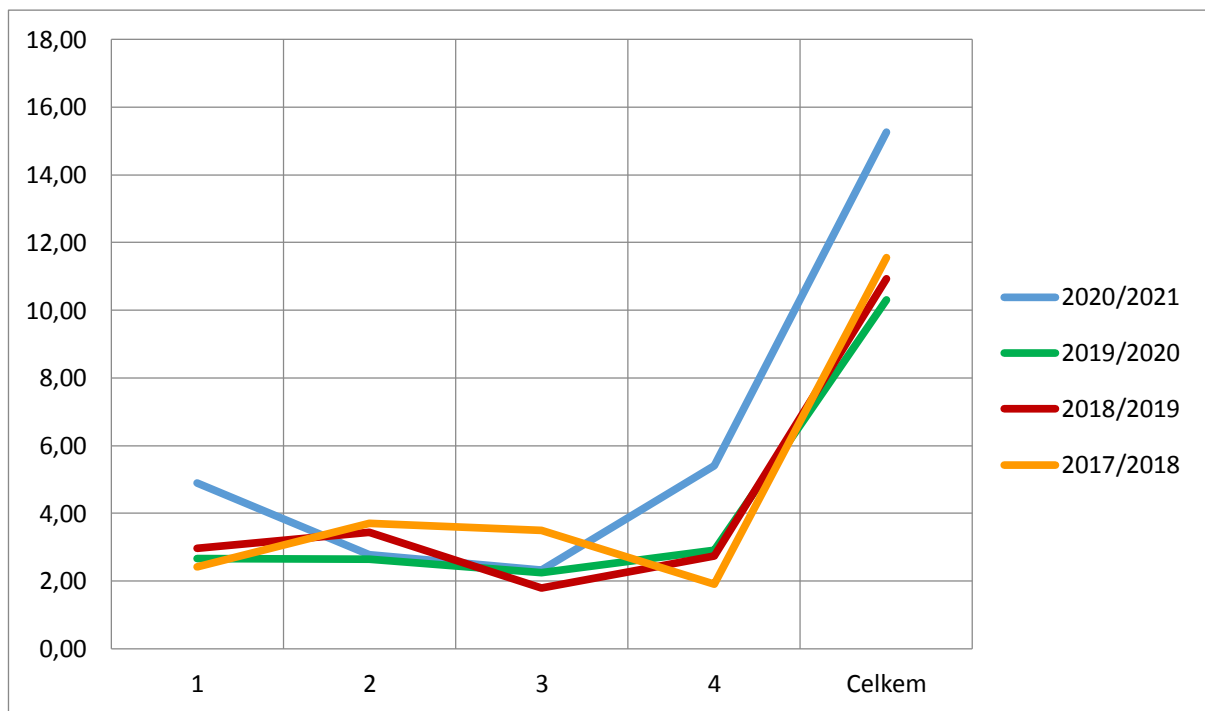
Celkové množství defektních vajec



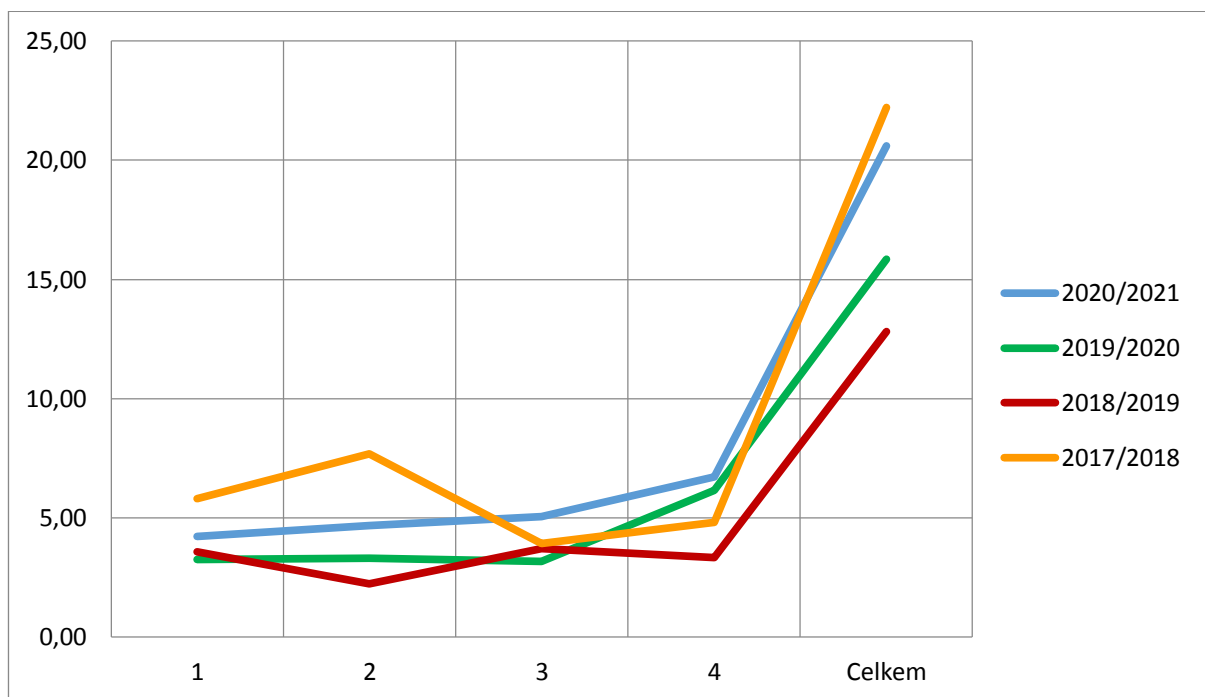
Graf 6: Porovnání sublinií i linie BPR A.



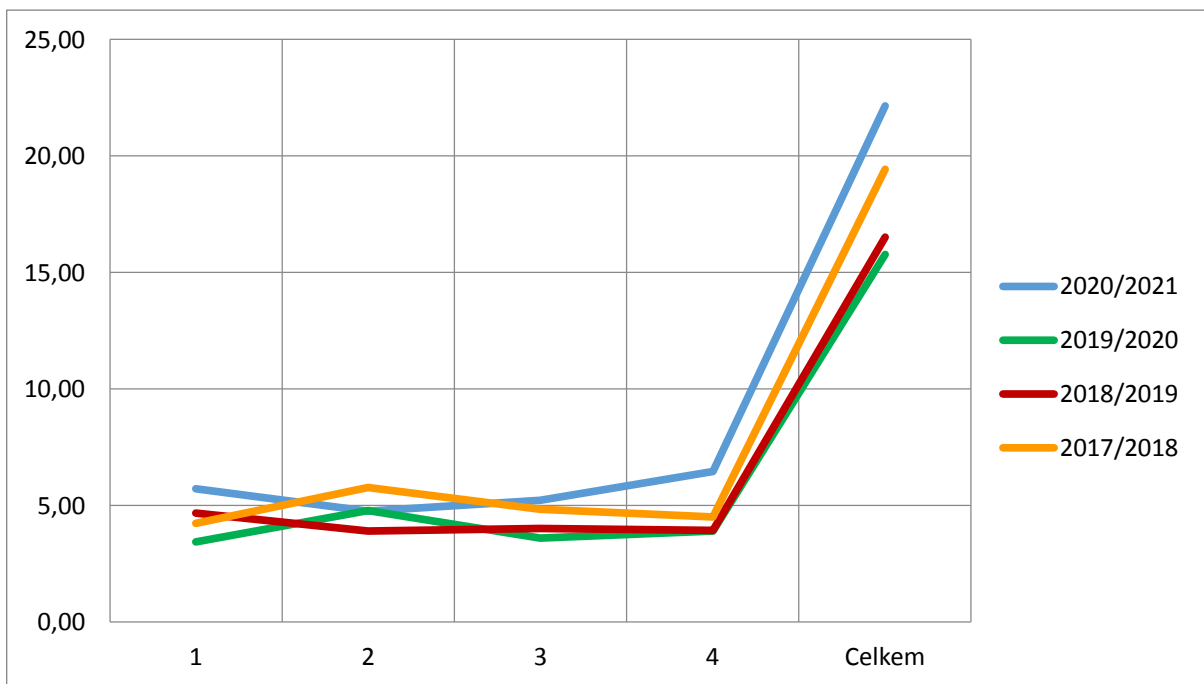
Graf 7: Porovnání sublinií i linie BPR B.



Graf 2: Porovnání sublinií i linie BPR C.

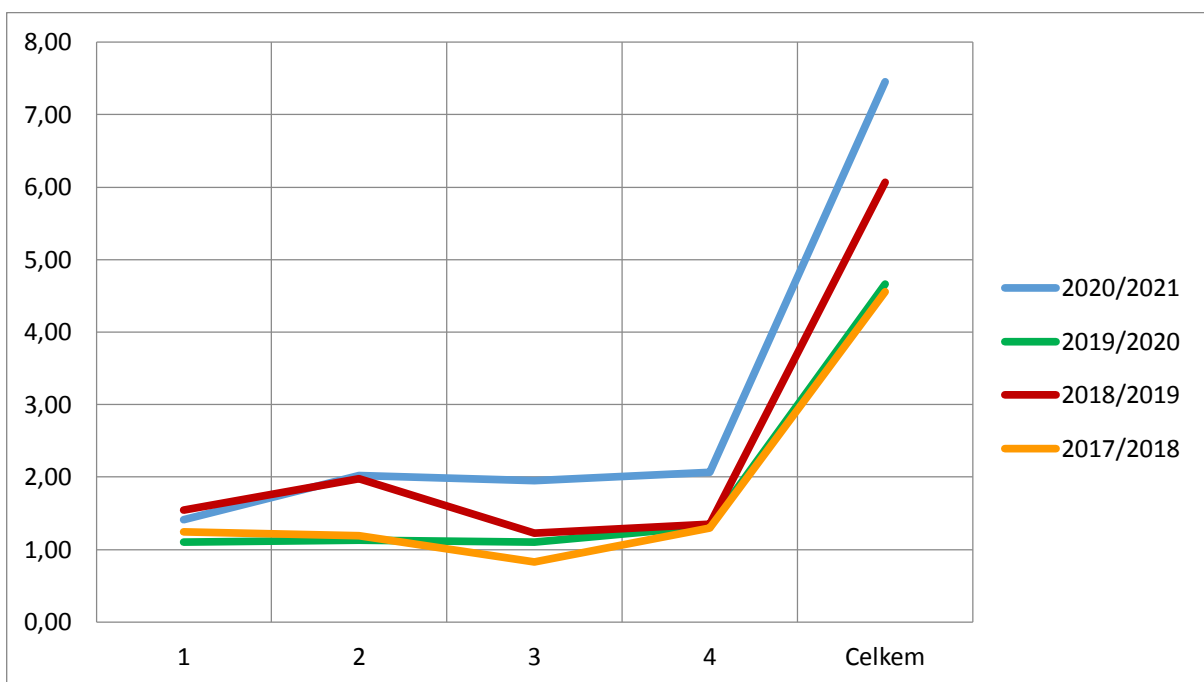


Graf 9: Porovnání sublinií i linie RIR A.

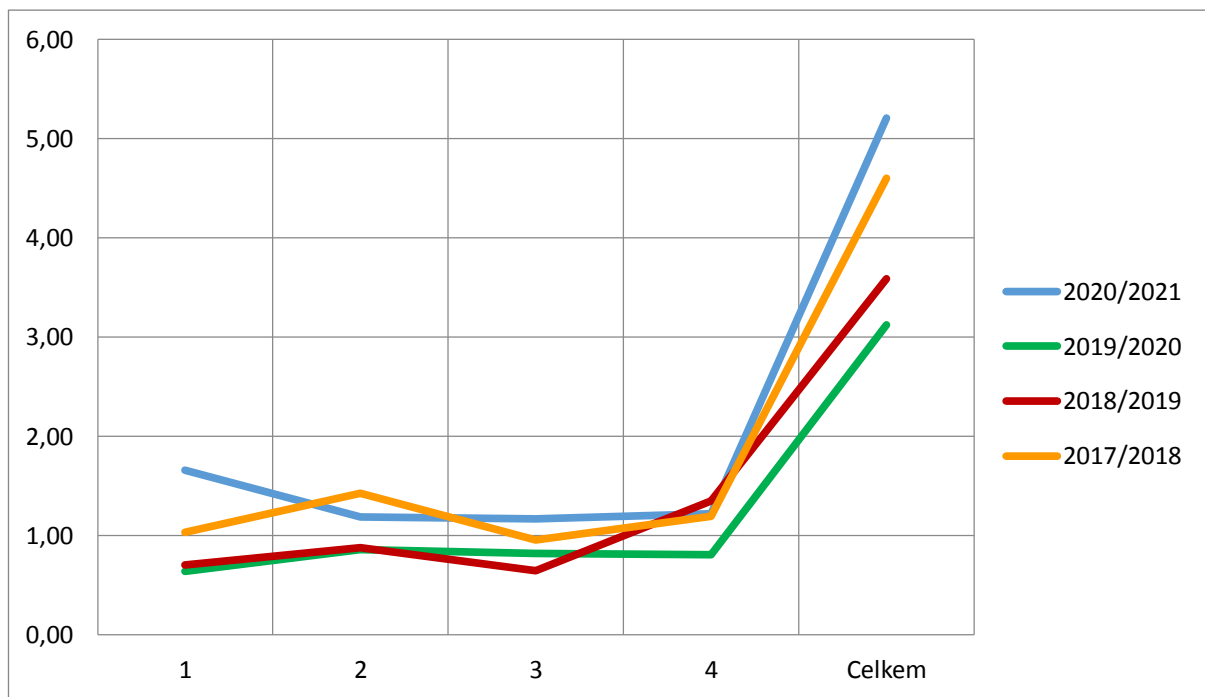


Graf 30: Porovnání sublinií i linie RIR B.

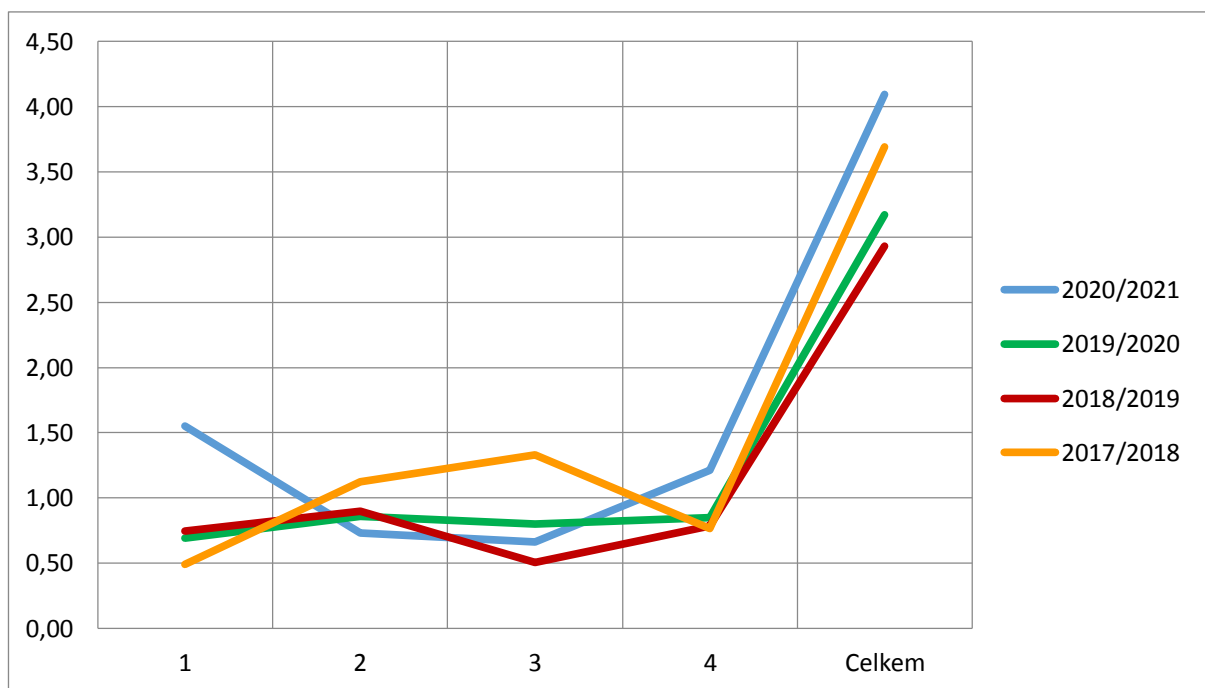
Množství vajec se dvěma žloutky



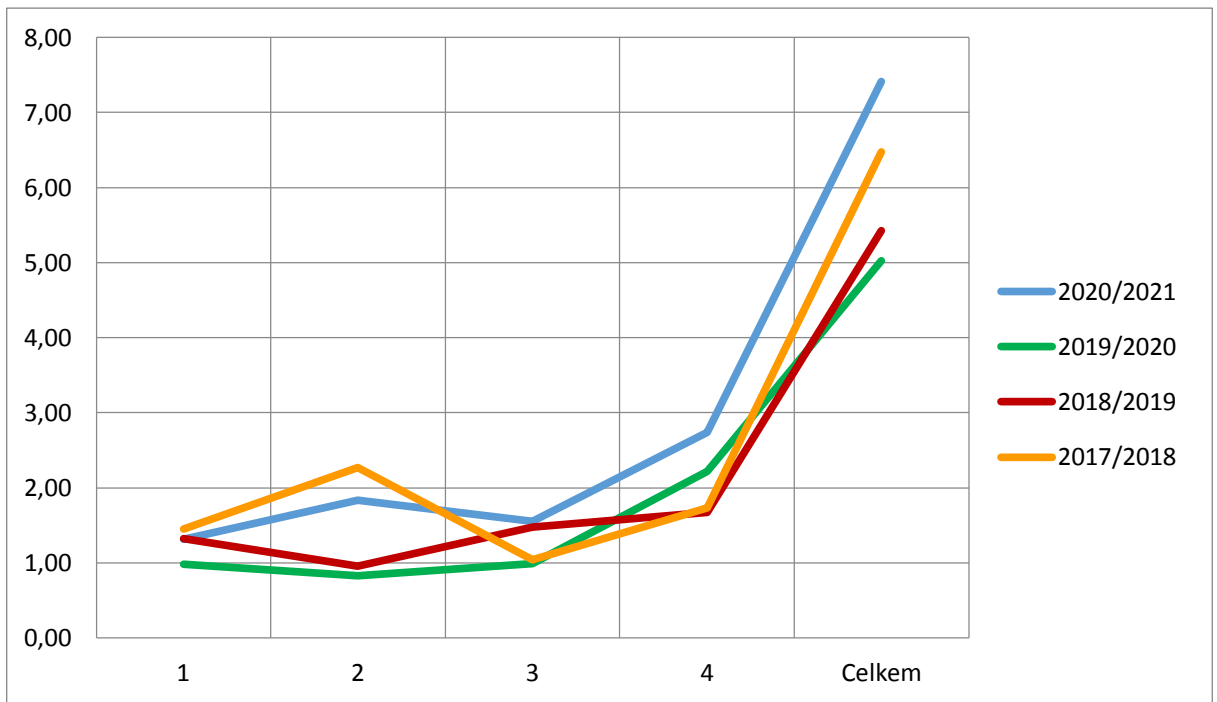
Graf 41: Porovnání sublinií i linie BPR A.



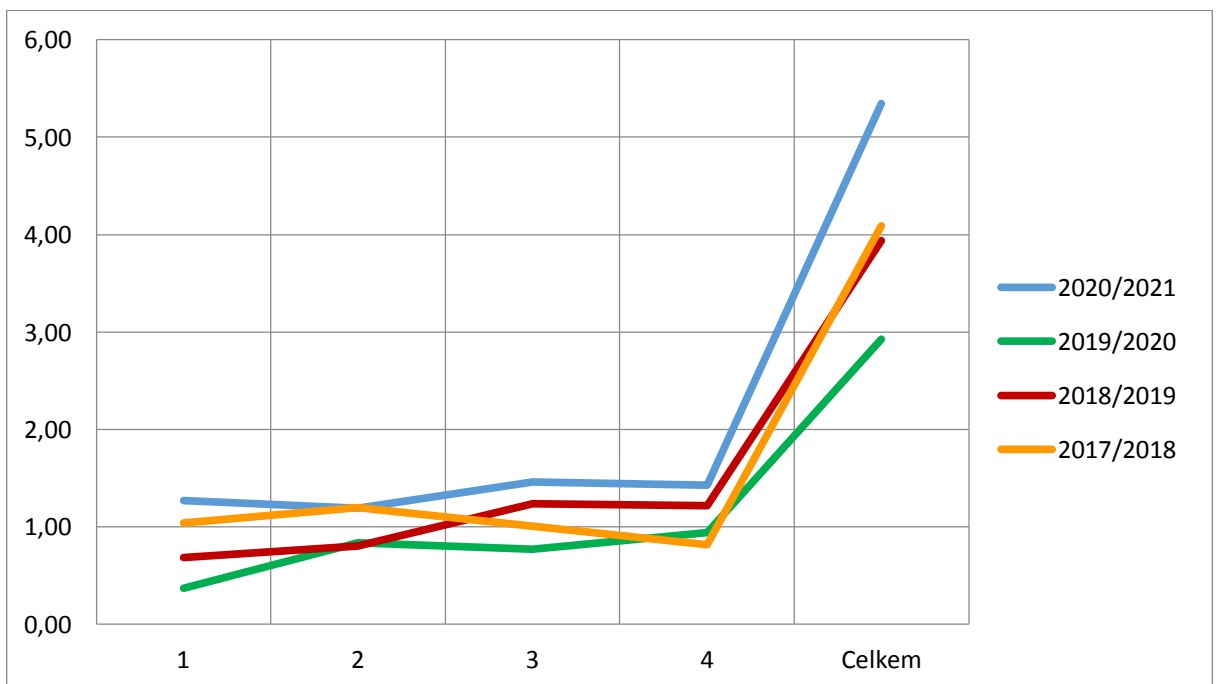
Graf 12: Porovnání sublinií i linie BPR B.



Graf 13: Porovnání sublinií i linie BPR C.

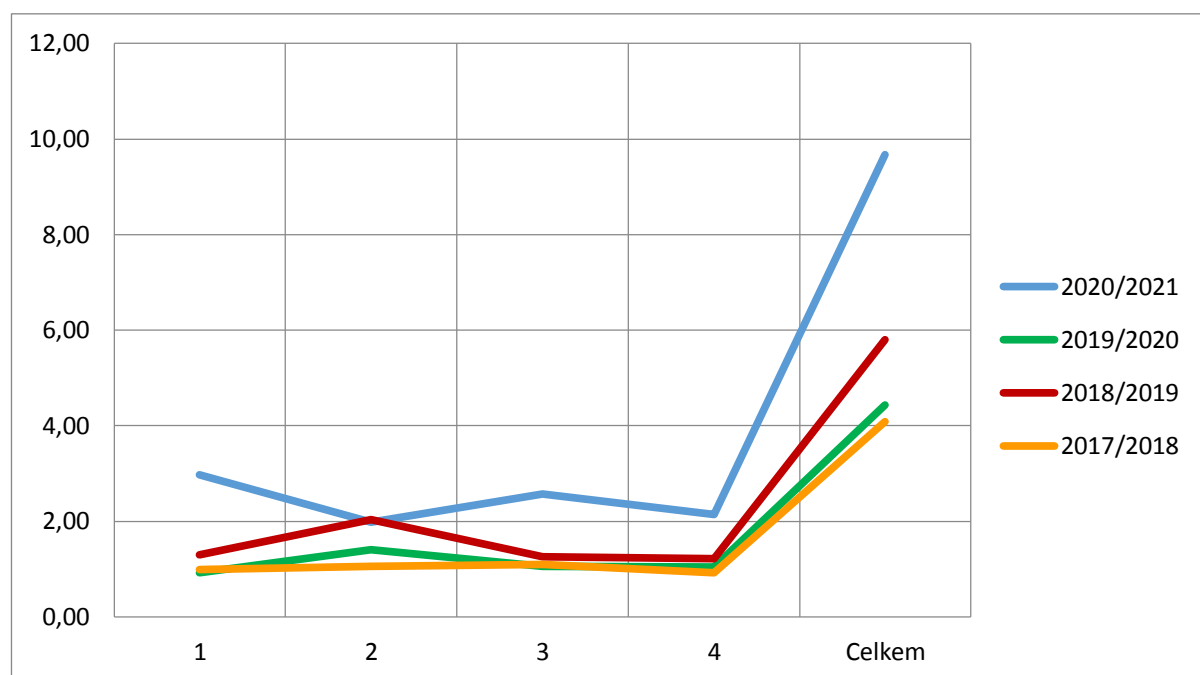


Graf 54: Porovnání sublinií i linie RIR A.

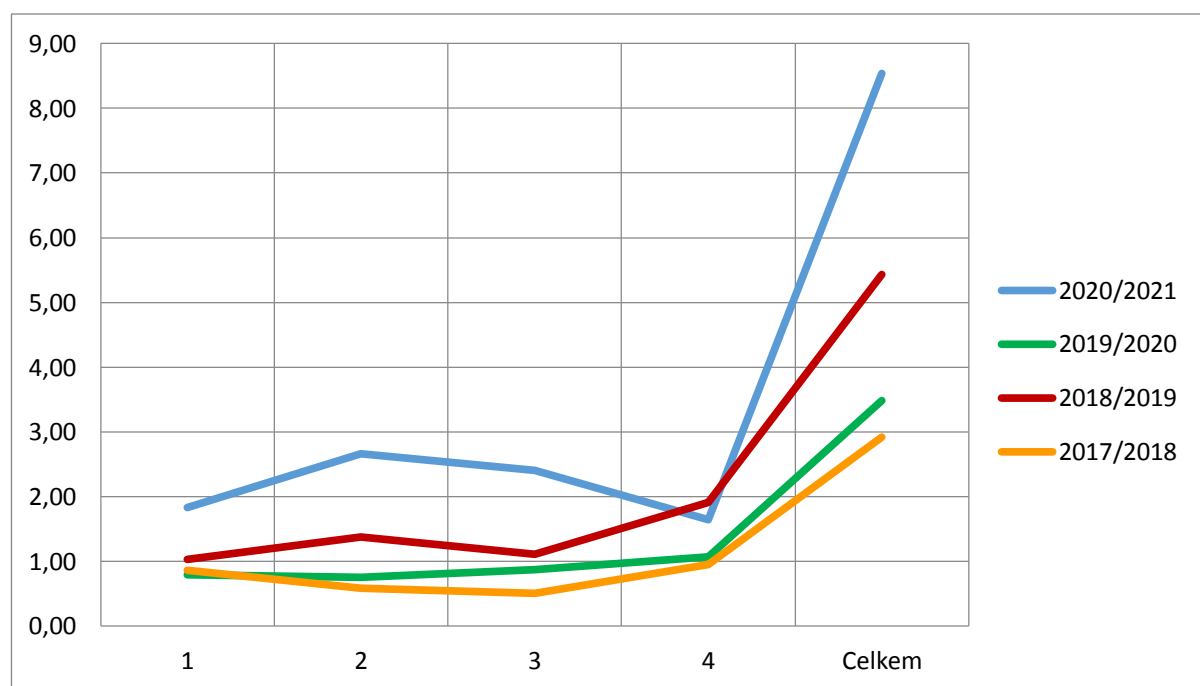


Graf 15: Porovnání sublinií i linie RIR B.

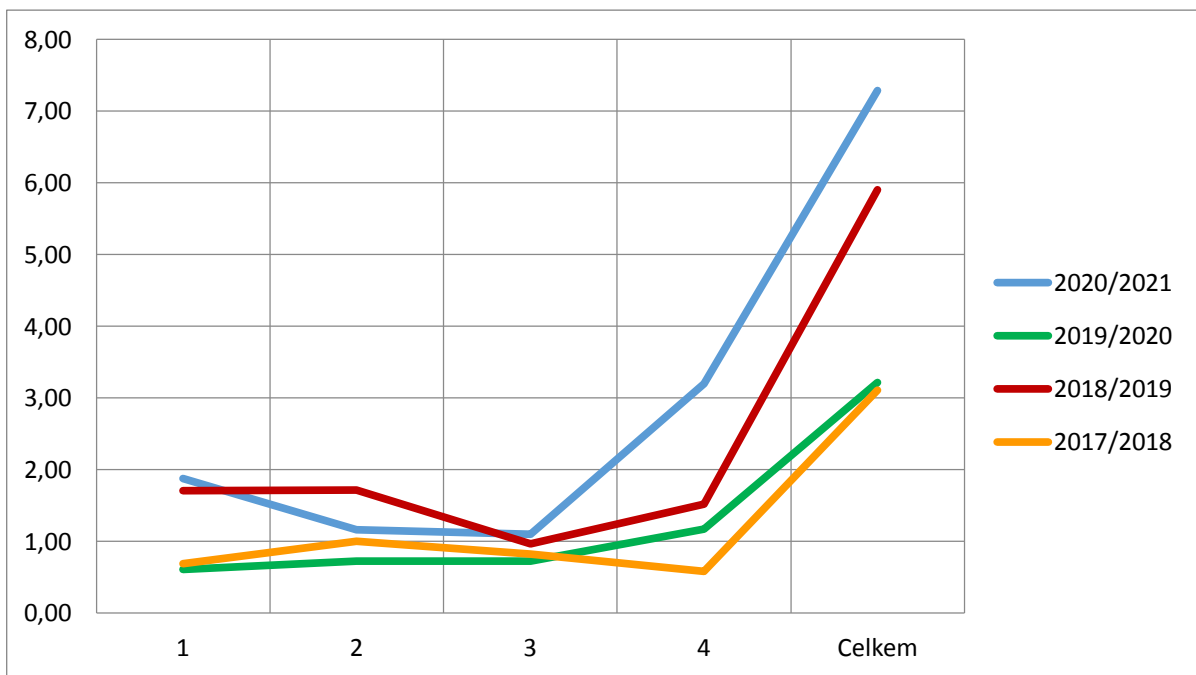
Množství vajec s porušenou skořápkou



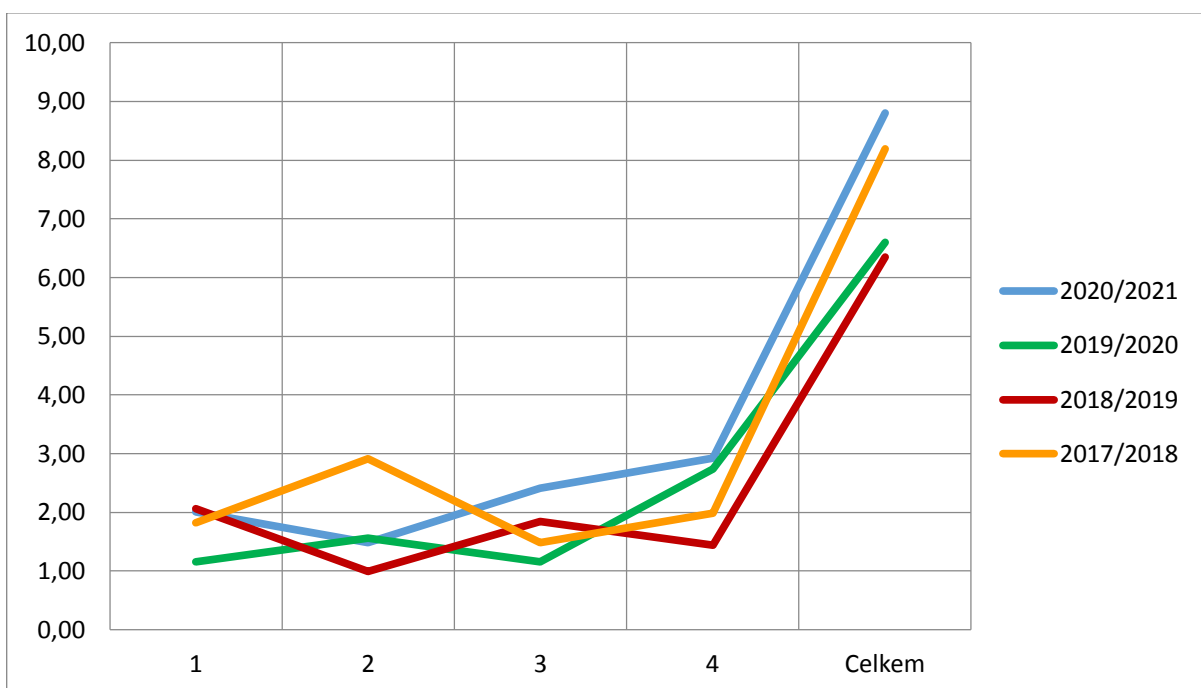
Graf 16: Porovnání sublinií i linie BPR A.



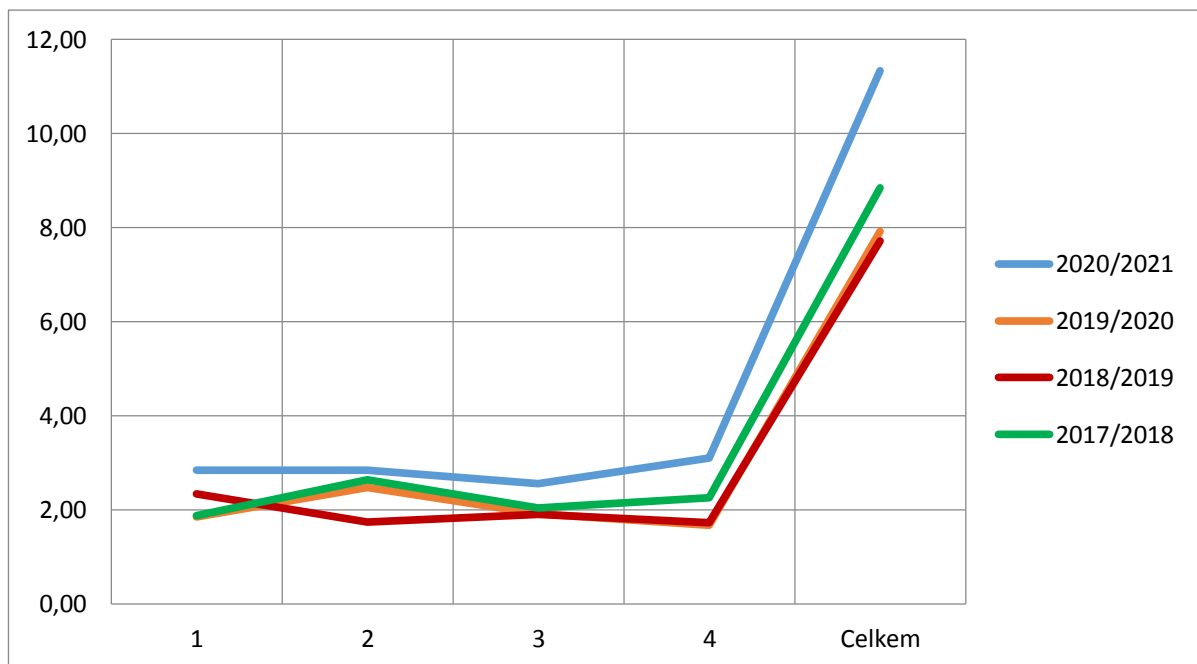
Graf 17: Porovnání sublinií i linie BPR B.



Graf 186: Porovnání sublinií i linie BPR C.

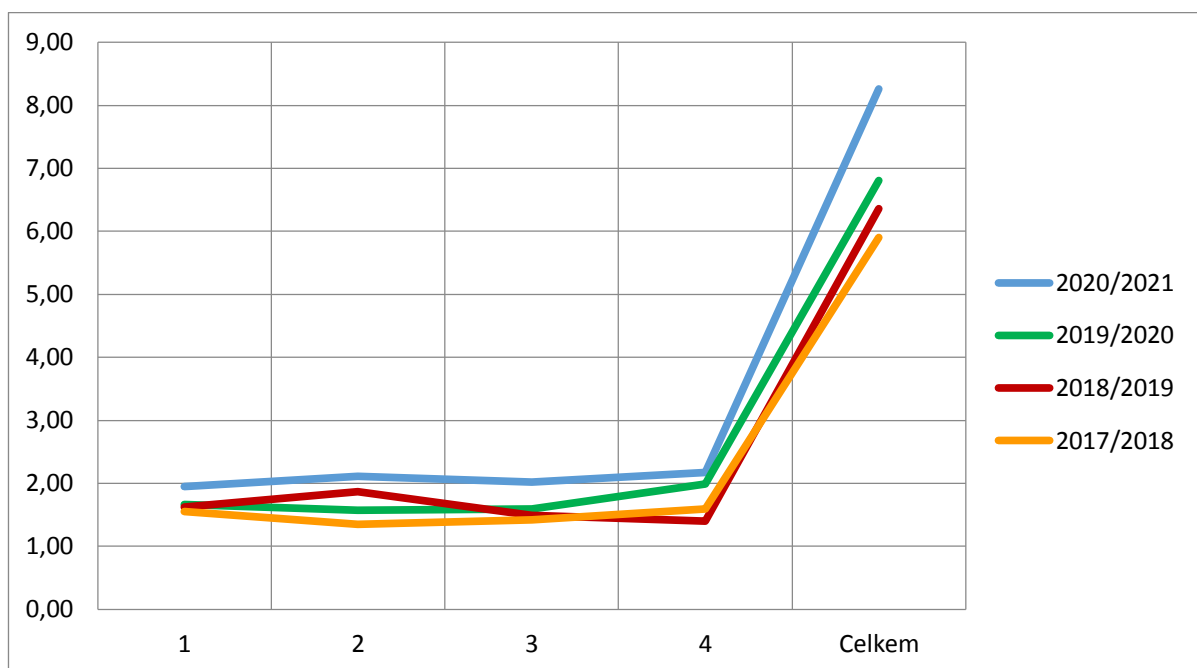


Graf 7: Porovnání sublinií i linie RIR A.

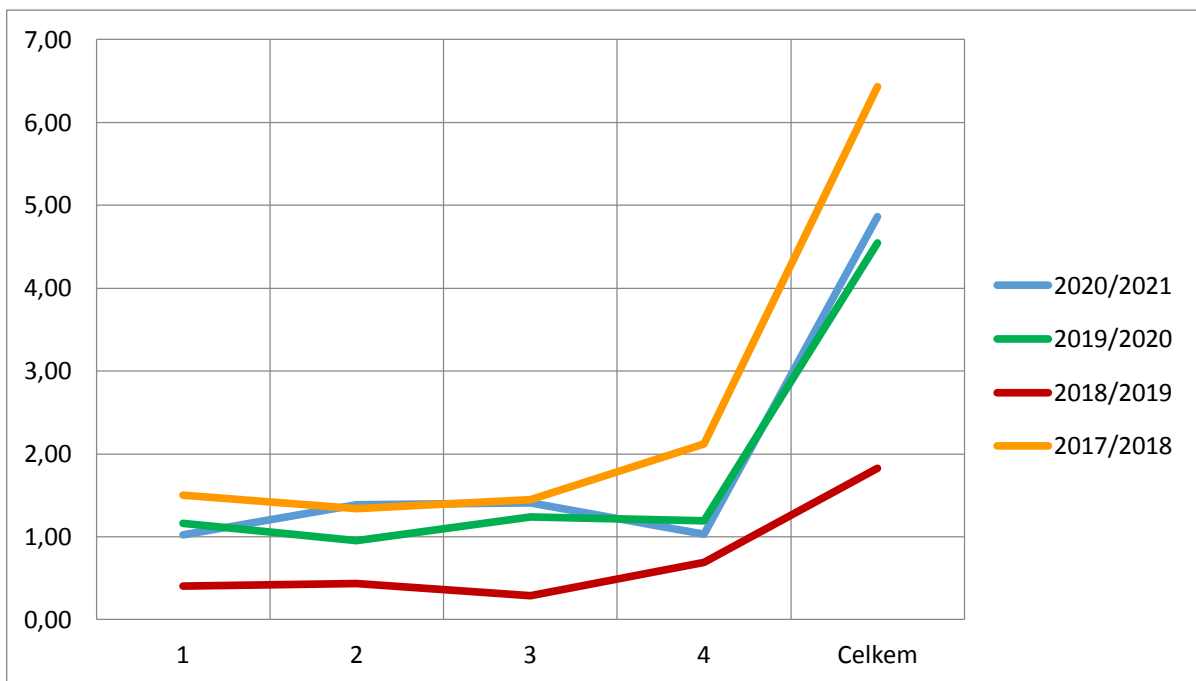


Graf 80: Porovnání sublinií i linie RIR B.

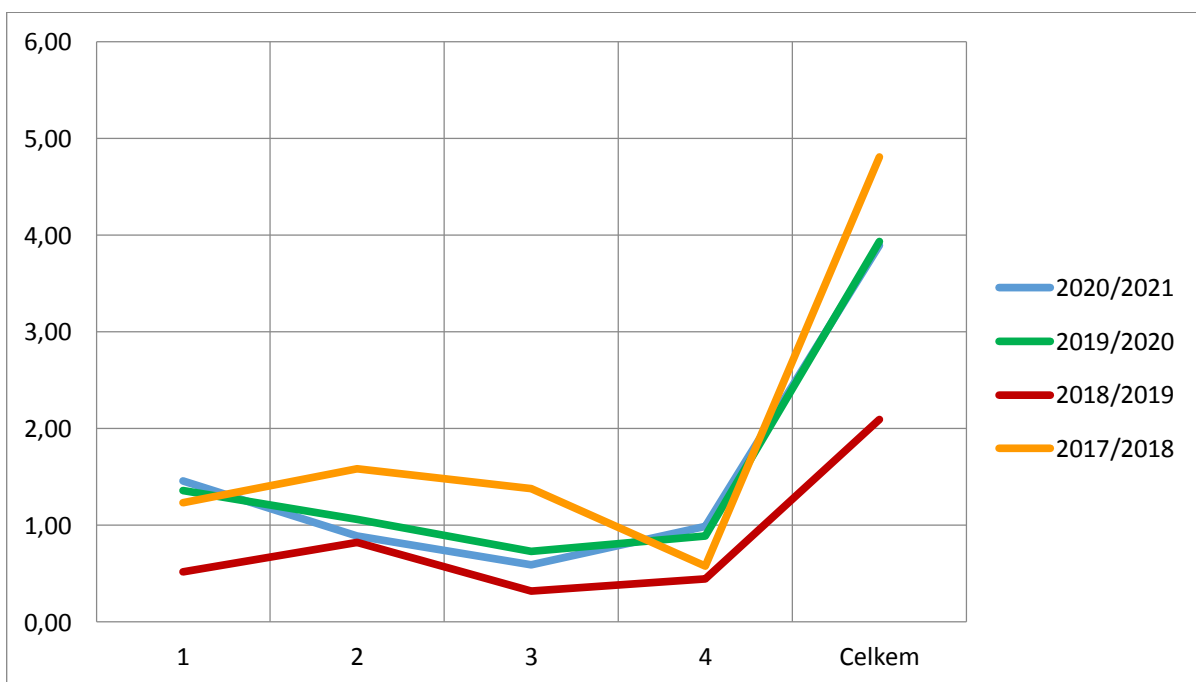
Množství vajec bez skořápky



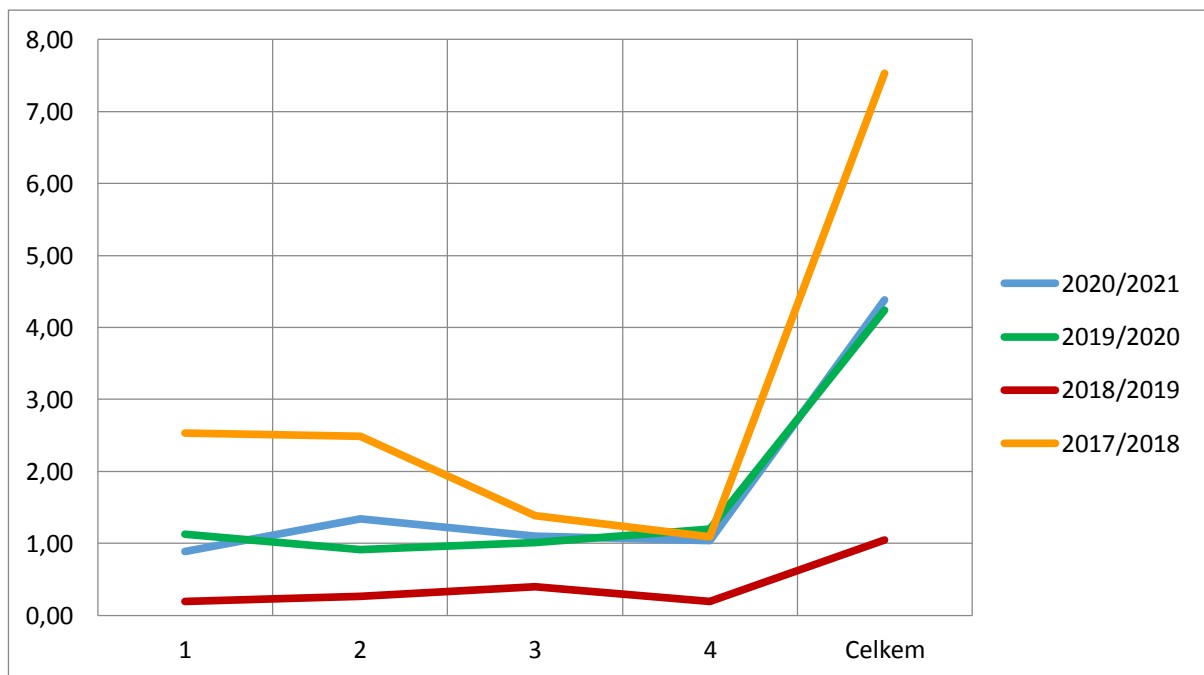
Graf 91: Porovnání sublinií i linie BPR A.



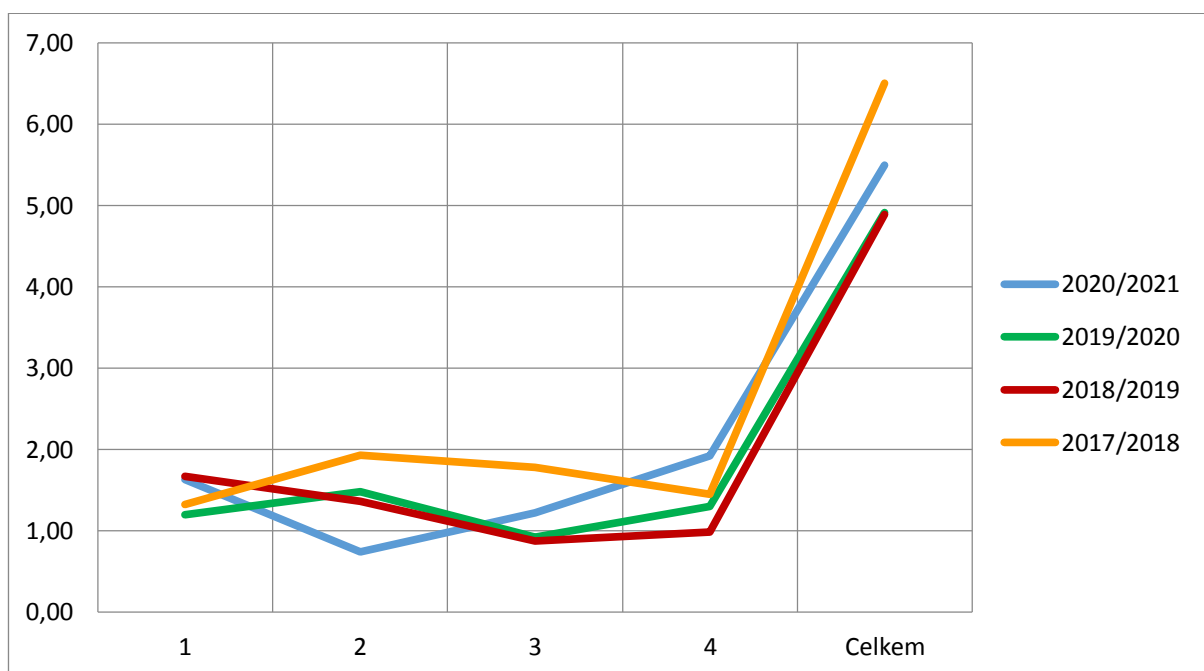
Graf 22: Porovnání sublinií i linie BPR B.



Graf 103: Porovnání sublinií i linie BPR C.



Graf 114: Porovnání sublinií i linie RIR A.



Graf 25: Porovnání sublinií i linie RIR B.