

KORELAČNÍ ZÁVISLOST PARAMETRŮ PTAČÍCH VAJEC NA PŘÍKLADU SNÁŠEK KACHNY DIVOKÉ A BAŽANTA OBECNÉHO

CORRELATION OF BIRD EGG PARAMETERS EXAMPLIFIED BY CLUTCHES OF MALLARD AND RING-NECKED PHEASANT

VÁCLAV TLAPÁK
MZLU Brno

ABSTRACT

This article presents determination of oomorphological parameters necessary for better understanding of developmental regularities of the microevolutionary process in natural populations of birds. Except the introductory review of literature a photographic method, used by the author, is described for measuring and reporting of measured data and their complex application. Eggs of mallard and ring-necked pheasant were investigated and values gained investigated. Further research related to computer processing is recommended.

Klíčová slova: morfologické parametry, měření, ptačí populace, sběr dat

Keywords: morphological parameters, measurement, bird population, data storage

ÚVOD

Pro účely myslivosti se ptačí vejce jeví jako vhodný model pro výzkum závislosti morfologických rozdílů u vyšších obratlovců – ptáků. Dosud bylo shromážděno různými autory velké množství dat. Hodnoty měření byly použity pro různé charakteristiky morfologických parametrů ptačích vajec. Některé důležité údaje byly také zpracovány a výsledky dále publikovány. Mnohé, dosud běžně používané způsoby získávání vzorků a materiálů k výzkumu jsou ve srovnání s možnostmi moderní techniky již zastaralé a je třeba kriticky přiznat, že byly jedinečné ve své době, ale nyní je třeba navázat na jejich principy a s využitím kvalitnějších metod zefektivnit získávání a zpracování dat. A navíc chybí v současnosti v oomorfologii jednoznačné metody a standardní způsoby prezentování údajů. Proto je také velmi složité porovnávat výsledky různých autorů.

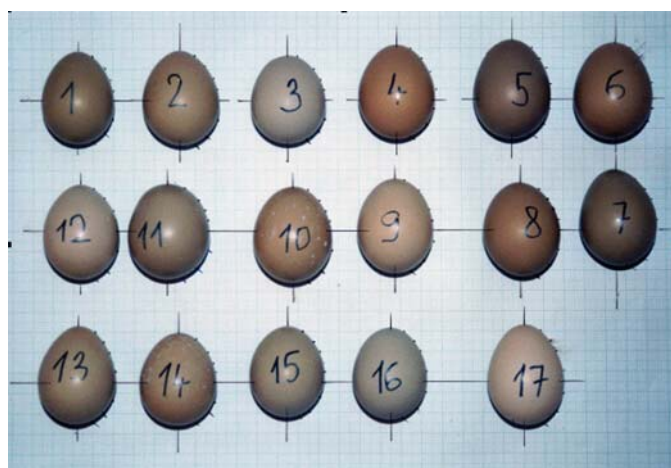
CÍL PRÁCE

Cílem práce je vytvořit metodiku měření ptačích vajec a matematické vyjádření tvarové závislosti ptačích vajec na příkladu kachny divoké a bažanta obecného. Hledání matematického modelu pro jednoznačné určení tvarů ptačích vajec a prokázání takovéto zákonitosti může přinést zásadní posun při určování ptačích druhů na základě vyhodnocení jejich vajec ve snůškách.

Některé ptačí rody a druhy mají vizuálně odlišné tvary vajec. Správná metodika měření hodnocení morfologických znaků ptačích vajec je nezbytným předpokladem pro následná porovnání tvarů

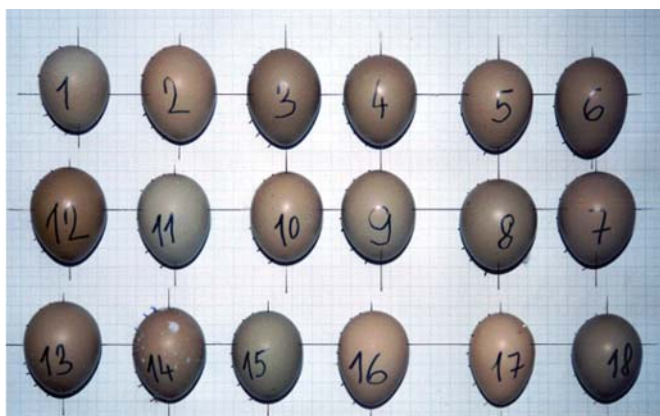
vajec a vyhodnocení jejich případné tvarové odlišnosti. Na základě takto zjištěných morfologických odlišností lze některé ptačí rody oologicky setřídít.

Z pohledu myslivecké praxe je požadavek dále využít těchto poznatků ke kontrole snůšek vajec a získávání hodnot měření vaječných násad u populací volně žijících ptáků, a to zejména druhů ohrožených, při minimálním narušení zkoumaných vzorků.



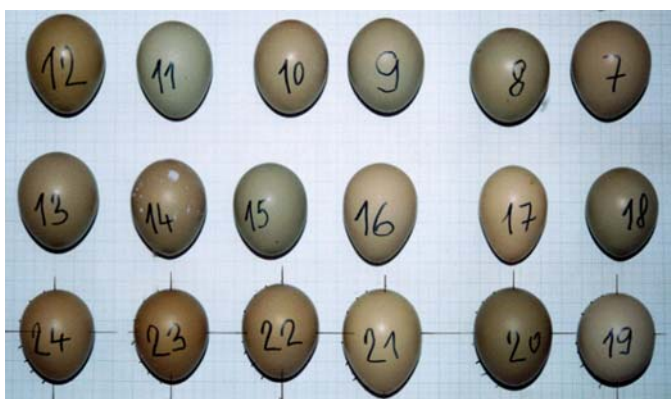
Obr. 1a.

Snáška bažanta obecného na podkladě milimetrového papíru
Ring-necked pheasant clutch on bottom of standardized measurement net



Obr. 1b.

Snáška bažanta obecného na podkladě milimetrového papíru
Ring-necked pheasant clutch on bottom of standardized measurement net



Obr. 1c.

Snáška bažanta obecného na podkladě milimetrového papíru
Ring-necked pheasant clutch on bottom of standardized measurement net

LITERÁRNÍ PŘEHLED

Poměr mezi velikostí vajec a těla kolísá u většiny ptáků mezi 1 : 9 až 1 : 15, Existují však značné odchylky od této normy. Uvnitř čeledí a rodů platí zhruba zákonitost, že formy větší mají poměrně menší vejce (HUDEC et al. 1972, 1977, 1983, TARASOV 1977).

HARRISON (1987) uvádí, že oologická měření jsou po dlouhá léta uváděna v milimetrech. Nejprve je uváděna délka vajíčka a jako druhá největší šířka vajíčka. Veškerá měření jsou shrnuta do průměrné hodnoty měření charakterizující daný druh. Autor se dále zmiňuje o tom, že tvar vajec se neliší pouze druh od druhu, ale že se velice často vyskytují rozdíly v tvaru u jednotlivců daného druhu a dokonce mohou být navíc rozdílné v té samé snášce!

Podle MAKATSCHÉ (1976) a SERGEJEVA a SERGEJEVOVÉ (1966) nejsou důvody rozdílnosti křivek ptačích vajec vždy jasné, ale dedukcí pravděpodobnosti to může mít mnoho příčin. Mošští ptáci snášejí své jedno vejce hruškovitého tvaru na skalnatých útesech. Tento tvar jim dozajista zabezpečuje, aby se vejce neskutálelo. Naproti tomu

sovy kladou svá vejce do chráněných dutin stromů, kde vejce nepotřebují takovou ochranu. To je pravděpodobně důvod, proč sovy snášejí víceméně kulatá vajíčka.

Tvar vajec může být kulovitě oválný (dravci, holubi, aj.), protáhlé oválný (potáplice) nebo hruškovitý (bahňáci). Kuželovitý tvar vajec se vyskytuje u některých ptáků hnízdících na skalních římsách. Tento tvar má svůj význam, neboť vejce takto uvedená do pohybu nárazem ptáka se nekutálejí přímočaře, nýbrž se točí kolem špičatého konce víceméně na místě (HANZÁK, HUDEC 1974).

Ptačí vejce mají i u různých skupin rozdílný tvar. Sovy, ledňáček a turakové kladou vejce kulovitěho tvaru, rychle létající ptáci, jako jsou rořýsi, vlaštovky a kolibříci, mají vejce protáhlá, eliptická. Pozoruhodný kuželovitý tvar vajec mají alkouni, kteří hnízdí na úzkých skalních římsách. Tento tvar způsobuje, že se vejce při nárazu kutálí jen kolem své osy a nezřítí se dolů. Velmi štíhlá a protáhlá vejce mají potápky a potáplice. Největší část ptáků snáší vejce typicky vejčitého tvaru (VESELOVSKÝ 2001).

Za rozměrově nejmenší vajíčka jsou považována vajíčka kolibříků – *Calypte costae* (průměr 12,1 x 8,3 mm) a *Stellula calliope*. (průměr 12,4 x 8,2 mm); naproti tomu největší vajíčka z létavých ptáků snáší labuť – *Olor buccinator* (průměr 110,9 x 72,4 mm) a kalifornský kondor – *Gymnogyps californianus* (průměr. 110,2 x 66,7 mm) (HARRISON 1978).

Za účelem bezprostředního měření objemu vajec sestavili různá zařízení HANSON (1954). Hlavním nedostatkem používaných přístrojů se jeví jejich neforemnost a špatná manipulovatelnost vzhledem k malým vajíčkům. Také jejich instalace v polních podmínkách je poměrně časově náročná.

Americký pozorovatel PRESTON (1953, 1968) již v 50. letech 20. století vytvořil geometrické osnovy všestranného popisu tvaru vejce a sestavil zařízení na stabilizaci vejce na podkladovém papíře. Toto zařízení lze nazvat „profile-copying machine“. Bohužel jím předložené metody nenašly praktické uplatnění v ornitologii. Příčina je v tom, že ruční měření zobrazeného vejce tímto způsobem se vyznačuje přílišnou pomalostí a nepřesností, přičemž je tato procedura nevyhovující pro výzkum vnitrodruhové proměnlivosti tvaru, nazývané profile-transfer. Kromě toho je „profile-transfer“ nevhodný k získávání prvotních údajů o malých vejcích.

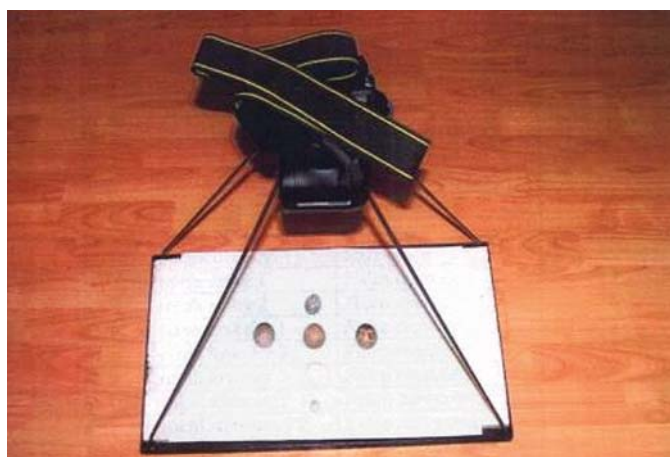
Ve věci unifikace oomorfologických měření a při jedinečnosti popisu tvaru vejce učinil některé kroky i KOSTIN (1977). Ale ani jeho návrhy nenašly široké uplatnění při výzkumu vnitrodruhové proměnlivosti vajec, pravděpodobně kvůli technickým příčinám.

MATERIÁL A METODY

Odběr vzorků způsobem měření přímo v terénu je vzhledem k dostupnosti ptačích hnízd ve volné přírodě značně problematický a náročný a to z důvodu nedostupnosti hnízd, nezbytnosti minimalizace rušivých vlivů při hnízdění, roztroušenosti hnízdních lokalit a ojedinelého výskytu hnízd vzhledem k vzácným nebo chráněným druhům ptáků a také proto, že některé druhy ptáků snášející tvarově zajímavá vejce se na našem území buď vůbec nevyskytují nebo u nás nehnízdí. Proto jsem zvolil za základ pro odběr vzorků vejce bažanta obecného a kachny divoké, jejichž vejce lze získat k měření i z voliérovy chovů. K měření jsem použil posuvného měřidla s etalonem měření s přesností na mm. Tímto způsobem je tedy možné sledovat snůšky běžných, ptačích druhů, navíc lehce dostupných i tím, že někteří hnízdí na zemi.



v demontovaném stavu/splitted in the pieces



sestavený v pracovní pozici/assembled

Obr. 2.

Přenosný stativ s fotoaparátem

Portable copy-profile machine with camcorder

Metod zaznamenávání a zpracování dat v moderním pojetí, za účelem měření a hodnocení morfologických znaků nejenom ptáků myslivecky obhospodařovaných, lze využít pro zjištění parametrů, k nimž patří:

1. Lineární rozměry, tj. maximální délka vejce (L) a maximální výška vejce (V). Tyto veličiny jsem měřil za pomoci posuvného měřítka se stupnicí s přesností měření na 1 mm.
2. Objem (P) se vypočítá podle rovnice: $P = 0,51 \times L \times V^2$, kde délka i průměr jsou dány v mm a objem v mm^3 . Použitá konstanta je převzata z výpočtu CHJUTSONA (1971), který nepripouští větší odchylku než 20 % ani u jednoho rodu ptáků.
3. Hmotnost (m). Zjišťuje se hmotnost čerstvého vajíčka. Pro analýzu bylo použito údajů z měření snášky čejky obecné. Pro vyjádření hmotnosti bylo použito empirického vztahu: $m = 0,843L + 2,4V - 98,5$, kde délka a průměr jsou dány v mm a hmotnost v gramech; 98,5 je konstanta, jíž lze použít pro sledování populace čejky obecné (MJAND 1985).
4. Index tvaru (It). Pro stanovení vlastností indexu tvaru jsem využil vztahu mezi maximálním průměrem a maximální délkou. V následujícím vyjádření jsem index tvaru (It) vyjádřil vztahem: $It = V_{\text{max}} : L_{\text{max}} \times 100$.
5. Tloušťka skořápky. Pro měření tloušťky skořápky u čejky obecné v roce 1979 bylo vyšetřeno celkem 309 vajec. Skořápky byly pečlivě omyty od blanitých zbytků a následně vysušeny. Poté byl ze skořápek oddělen zkoumaný vzorek, podle možnosti co nejmenší, jehož tloušťka byla změřena pomocí speciálně upraveného mikrometru se stupnicí s přesností měření na 0,01 mm. Veškerá měření byla provedena na equatoriální části skořápky. Každá skořápka byla měřena na několika místech, aby se vyloučily negativní vlivy některých faktorů, jako jsou zlomky a vaječné zbytky, znečištěná místa po nedostatečném omytí skořápek, aj. (MJAND 1983).
6. Kresba skořápky. Např. u čejky obecné byla určena v letech 1979 – 1980 vizuálně. Za základní kresbu skořápek jejich vajec byl zvolen následující popis: a) normální, b) čárkovaná, c) prstencovitá, d) čárkovaně-prstencovitá (MJAND 1988). Kresbu čárkova-

nou, prstencovitou a čárkovaně-prstencovitou můžeme označit za „úchylku v kresbě“ oproti normálu. Analogickou klasifikaci použili JABLOKOV a VALECKIJ (1972).

7. Odstín skořápky. Ten byl stanoven podobně jako u kresby skořápek, tzn. vizuálně a pro porovnání barevných odstínů byly určeny dva typy vajec: a) normální a b) tmavé (MANNING 1978).

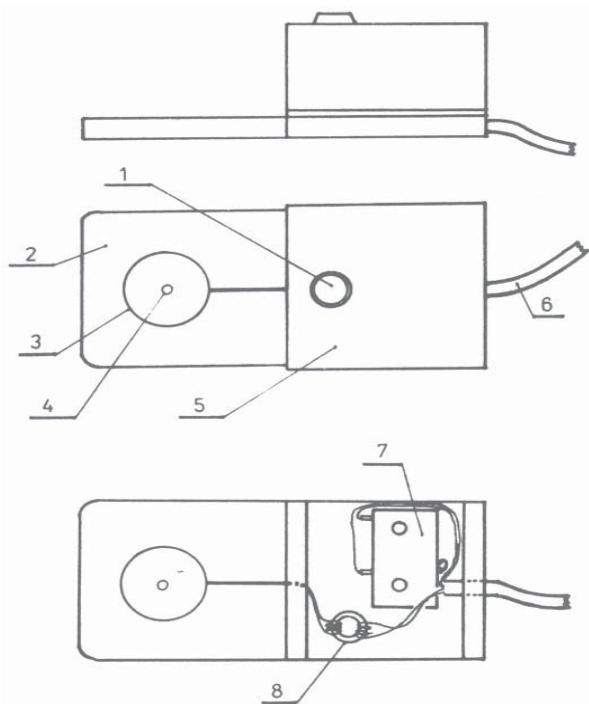
Bez ohledu na skutečnost, že výše popsaných metod využívá praktická ornitologie, mají řadu vážných nedostatků, z nichž vynikají zejména následující:

- a) nepřesnost měření v případě zjišťování rozměrů malých vajec
- b) nepřesnost při vyčíslování objemu a hmotnosti na základě lineárních rozměrů, nakolik se zde bere v úvahu souvislost tvaru každého jednotlivého vejce spolu s jeho objemem
- c) při stanoveném tvaru vejce není možné podle základních lineárních rozměrů popsat odpovídajícím způsobem zbývající aspekty tvaru, těchto rozměrů lze použít jen jako doplňkového parametru
- d) subjektivita vizuálních hodnocení kresby a barevných odstínů na skořápce; při takovémto hodnocení je zanedbáno sledované množství vzorků

Předchozí pozorovatelé se na tyto nedostatky zaměřili a učinili některé kroky k jejich odstranění. Já jsem se v této práci zaměřil na způsob měření vajec a vyhodnocení lineárních rozměrů.

Sestavením nové metodiky jsem vytvořil principiálně novou metodu prostou nedostatky, s nimiž se setkáváme v dřívějších metodikách. Nový princip spočívá ve fotografování vajec a následném měření získaných zobrazení vajec pomocí posuvného měřítka, případně mikrometru. Při měření vajec se osvědčilo využívat odpichovadlo nebo posuvné měřidlo. Vhodným nástrojem k měření je také milimetrové pravítko, stejně tak i přepočtové měřidlo. Přesnost při měření je nutností, zejména při měření malých vajec, u nichž jsou velikostní rozdíly minimální. Uchování prvotních dat ve fotografii poskytuje řadu předností:

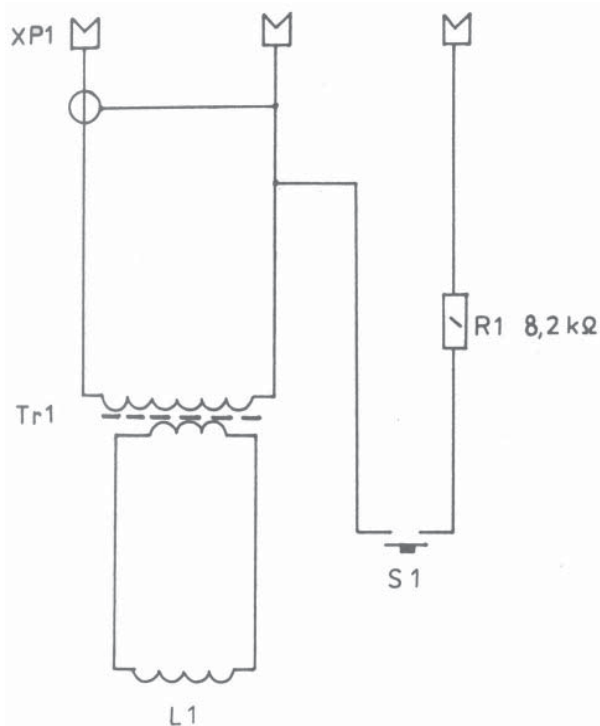
- a) podstatně zkracuje čas nezbytně potřebný k rozlišení vajec mimo hnízdo. Spolu s tím se do jisté míry eliminuje rušivý vliv, což je velmi důležité v případě ptačích druhů citlivých na bezprostřední přítomnost člověka.

**Obr. 3.**

Mechanické schéma číslicového převodníku

Mechanical scheme of numeral transferer

Legenda/Legend: 1 - knoflík spínače/circuit button, 2 - rám/frame, 3 - cívka/spool, 4 - průzor/levelling diopter, 5 - kryt přístroje/apparatus housing, 6 - kabel/cable, 7 - spínač/button, 8 - transformátor/transformer

**Obr. 4.**

Elektrické schéma číslicového převodníku

Electrical scheme of numeral transferer

b) umožňuje posbírat za srovnatelně stejnou dobu mnohem více prvotních informací. Navíc je možno na jeden snímek umístit celou snášku najednou. Je to výhodou zejména u těch druhů ptáků, kteří kladou objemné snášky, viz obr. 1.

c) fotografie umožnily libovolně zvětšit zobrazení sledovaného objektu, v tomto případě ptačího vejce. Tím tato metoda získává nesporný význam pro sledování a zkoumání malých vajíček.

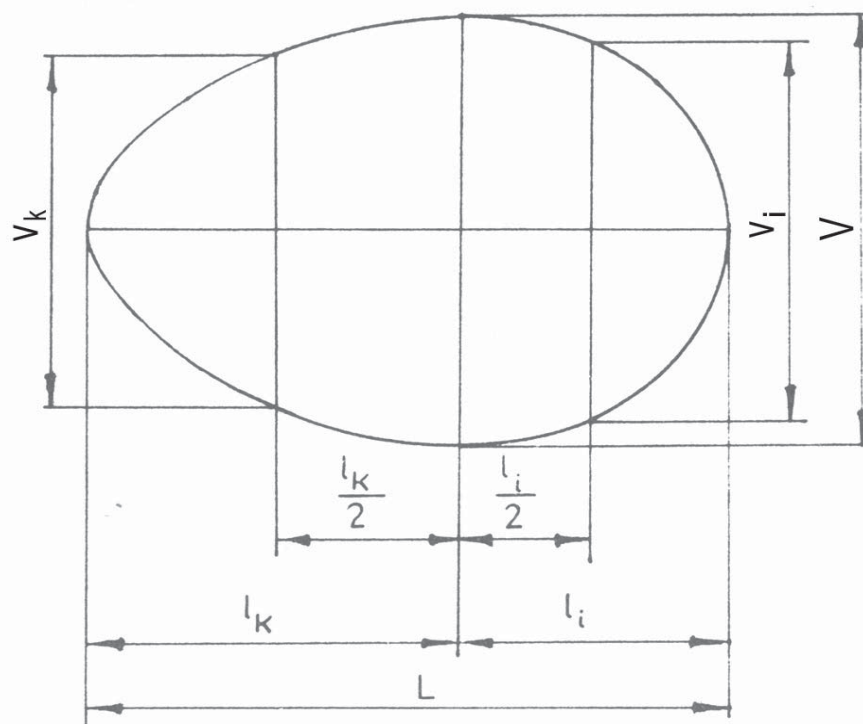
d) fotografie poskytuje možnost v případě potřeby měřit později nové parametry, případně přehodnocovat a kontrolovat již dříve provedená měření

Za účelem fotografování jsem využil stojánku sestavenou na principu stativu, který je i jeho součástí. Jednotlivé díly stojánku tvoří speciální podstavec, fotoaparát a vlastní stativ, přizpůsobený danému účelu. Podle dostupnosti je možné použít buď klasický fotoaparát nebo fotoaparát digitální. Podstavec jsem vyrobil z pěnového polystyrenu ohraničeného lemem. Tento lem zabraňuje skutálení vajíček z podložky podstavce. Uprostřed podložky jsem vytvořil 17 důlků pro vajíčka. Zvláštní počet důlků a jejich rozmístění po podložce vytváří podmínky pro rovnoměrné uložení celé snášky (pro uložení celé snášky je většinou dostačující počet důlků do 20) na co nejmenší ploše tak, aby se vajíčka vzájemně nedotýkala. To umožnilo snížit na minimum chybu měření, způsobenou z rozložení vajec pod různým úhlem od osy objektivu. Hloubka důlku byla 1,5 mm. Kalibrované měřítko představoval milimetrový papír, který jsem umístil na polystyrenovou podložku o tloušťce cca 5 mm. Tím byla osa měřítka přibližně ve stejné ose jako osa vajec. Důležité je boční nasvícení ze všech stran tak, aby se vyloučil podružný světelný efekt při odrazu paprsků blesku. Tím lze také eliminovat stín, který by vytvořilo samo vajíčko.

K podstavci jsem dále připevnil bílou clonu, která ve chvíli fotografování odclonila fotografovaná vejce od slunečních paprsků a způsobila roztroušené světlo. Použití clony při každém jednotlivém snímkování záviselo na konkrétních světelných podmínkách. Použití clony je nezbytné při zvýšeném požadavku na kontrastní stíny, které by zvýraznily zobrazení pro výslednou analýzu.

Vlastní fotoaparát byl osazen v sedle vytvarovaném pro daný typ přístroje. Tímto sedlem byly protaženy čtyři rohové kovové tyčky. Sedlo jsem zaaretoval tak, aby vzdálenost objektivu fotoaparátu od snášky byla co nejbližší a mohl jsem zachytit celou snášku v co největším detailu. Viz obr. 2.

Výše popsaná konstrukce je velmi lehká a skladná. Lze ji lehce a rychle rozebrat a sbalit do malého balíčku. Tyto výhody jsou velkým přínosem zejména při fotografování vajec lesních ptáků, a to zejména tehdy, když je potřeba projít mnoho kilometrů v terénu. Na fotografování jedné snášky je potřeba kalkulovat s dobou od 5 do 8 min. Tím je možno v průběhu dne úspěšně zaznamenat až 40 ptačích snášek. Z kinofilmu 35 mm, který je nejčastěji používaným médiem pro záznam, lze provést dostatečně velké a užitřebitelné zvětšení. Použití digitálního fotoaparátu a jeho technické možnosti poskytují oproti klasickému fotoaparátu mnoho dalších výhod a proto jej doporučuji využívat pro takovýto odběr materiálu. Využití této konstrukce je jedna z možností a přitom je velmi vhodná pro záznam snášek malých ptáků, zejména pěvců. V závislosti na nezbytnosti pozorování lze využít jakýkoliv jiný fotografický stativ nebo Prestonův „profile-copying machine“. Bez přístroje vstupních dat tímto způsobem by nebylo možno provést následnou analýzu zobrazení vajec.

**Obr. 5.**

Osy vejce pro odečet lineárních a morfologických parametrů
Egg axes for counting linear and morphological parameters

Legenda/Legend: V – výška vejce/egg height, L – délka vejce/egg length, l_k – dílčí délka vejce od užšího konce po největší výšku/partial length of egg from the narrower end up to the upper height, l_i – dílčí délka vejce od největší výšky po širší konec vejce/partial length of egg from the upper height to the widest end of egg, v_k – dílčí výška v polovině l_k /partial height in half of l_k , v_i – dílčí výška v polovině l_i /partial height in half of l_i

Při analýze zobrazení vajec lze použít mikrometru EVM „APPLE II“ společně s analogickým grafickým měřidlem „APPLE GRAPHICS TABLE“. K tomuto účelu bylo (MANNING 1978) sestaveno zvláštní programové schéma nazvané „OMELLETE“. Program pracuje pod operačním systémem „SR/M“. Způsob práce při analýze jedné konkrétní snášky vajec je vcelku jednoduchý:

- snímek se připevní ke grafickému měřítku pomocí sponek
- kalibrace je určena výše popsanou stupnicí
- obrys vejce se označí pomocí speciálního číslicového převodníku, který zkonstruoval Sejn (MJAND 1988).

Schéma principu číslicového převodníku je na obrázcích 3 a 4. Dále je třeba podotknout, že pečlivost při kalibraci obrysu vajec má prvořadý význam. V dalším kroku program vybírá body obrysu (pravidlem bývá 130 – 150 bodů na jeden obrys) a vykreslí jej na papír, současně umožňuje kontrolu správnosti kalibrace. Získané výsledky jsou zaznamenávány na záznamové médium.

Další zlepšení vyobrazení a vyčíslení parametrů se provádí na EVM automaticky. Podle toho se nejdříve zobrazuje hlavní podélná osa vejce. Potom následuje aproximace náležitých obrysových křivek druhého řádu, která se stanoví pomocí metody nejmenších čtverců s parametry L, V, l_i , l_k , v_i a v_k – viz obr. 5. Objem i povrch vejce se vyčíslí způsobem lichoběžníkového integrování.

Po výběru reprezentativních vzorků se vypočítává střední aritmetický průměr, střední kvadratická chyba, průkazný interval podle naměřeného průměru, standardní odklon a koeficient variance:

$$c. v. = 100 \times \frac{6 \times X_{\text{stf}}}{\dots}$$

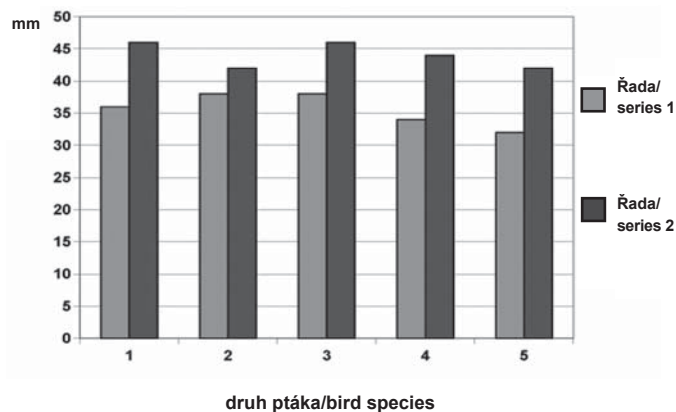
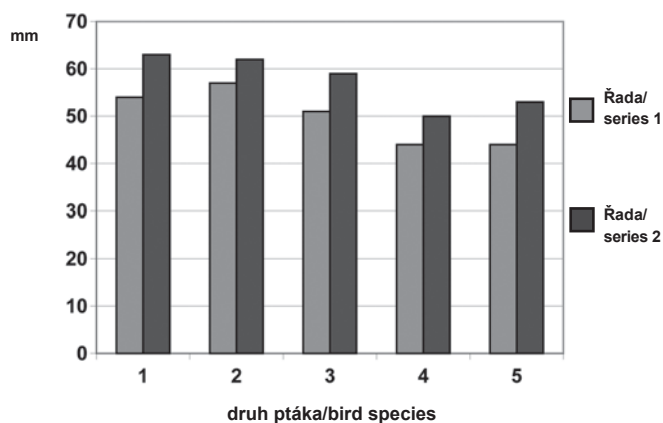
- c. v. – koeficient variance
6 – standardní odchylka
 X_{stf} – střední aritmetický průměr

Pro sledování vzájemných vztahů mezi proměnnými se využívá dvousměrných lineárních metod (koeficient lineární korelace, koeficient četnosti korelace, koeficient lineární regrese). Pro charakteristiku vazeb mezi křivkami bylo využito seskupování významů argumentů a vyčísleny střední ukazatelé skupin. Při sledování a výzkumu změny morfologických příznaků ptačích vajec byly vzaty za výchozí údaje ze středních aritmetických průměrů různých snůšek, přičemž při vyčíslování středního aritmetického průměru z každé snůšky nebyly brány v potaz vejce s největší extrémní makrostrukturou, tzv. „monstra“. Výběr „monster“ byl určen z fotodokumentace zobrazeném na rastr měřítka na plexiskle.

S cílem zhodnocení vlivu každého konkrétního ekologického faktoru na variabilitu strukturních parametrů vajec byla provedena jednofaktorová disperzní analýza (CHJUTSON 1971).

Na snůšku, která sestává z 10 vajec, jsem potřeboval na zpracování dobu okolo 10 min. Osy, využívané při vyčíslování lineárních a tvarových parametrů vejce, jsou zobrazeny na obrázku 4. V dalších bodech sledování jsem použil následující parametry:

- Objem (P)
- Lineární rozměry
 - délku vejce (L)
 - výšku vejce (V)

**Graf 1.**

Korelační závislost minimální a maximální délky vajec kachny (1 - 3) a bažanta (4 - 5)

Correlation dependence of minimal and maximal egg length of mallard eggs (1 - 3) and ring-necked pheasant eggs (4 - 5)

Legenda/Legend: řada 1 (modrá barva) – minimální délky a šířky vajec/row 1 (blue colour – minimal length and width of eggs, řada 2 (červená barva) – maximální délky a šířky vajec/ row 2 (red colour) maximal length and width of eggs

Graf 2.

Korelační závislost minimální a maximální šířky vajec kachny (1 - 3) a bažanta (4 - 5)

Correlation dependence of minimal and maximal egg width of mallard eggs (1 - 3) and ring-necked pheasant eggs (4 - 5)

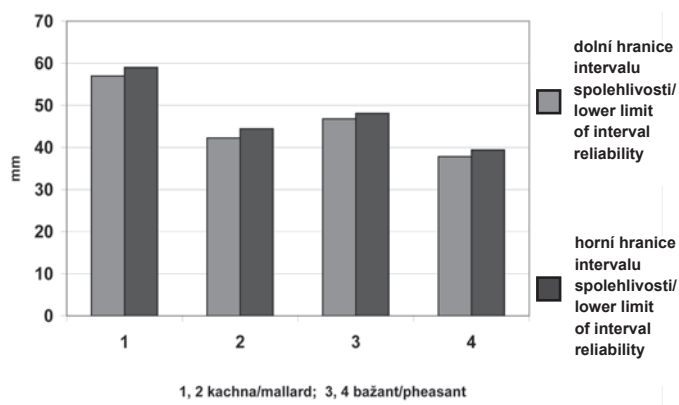
Legenda/Legend: řada 1 (modrá barva) – minimální délky a šířky vajec/row 1 (blue colour – minimal length and width of eggs, řada 2 (červená barva) – maximální délky a šířky vajec/ row 2 (red colour) maximal length and width of eggs

Tab. 1.

Statistické vyhodnocení výsledků měření

Measurement of statistical results

	Délka vejce kachny/ Egg length of mallard	Výška vejce kachny/ Egg height of mallard	Délka vejce bažanta/ Egg length of pheasant	Výška vejce bažanta/ Egg height of pheasant
Střední hodnota/ Mean value	58	43,35	47,46	38,63
Chyba střední hodnoty/ Error of mean value	0,49	0,53	0,32	0,39
Směrodatná odchylka/ Standard deviation	2,78	2,98	2,07	2,54
Rozptyl výběru/ Selection distribution	7,73	8,9	4,3	6,48
Počet/Number	31	31	41	41
Hladina spolehlivosti/ Level of reliability (95.0%)	1,02	1,09	0,65	0,8
Dolní hranice intervalu spolehlivosti/Lower limit of interval reliability	56,98	42,26	46,81	37,83
Horní hranice intervalu spolehlivosti/Upper limit of interval reliability	59,02	44,44	48,11	39,43



Graf 3.

Horní a spodní hranice intervalu spolehlivosti délky a šířky vajec kachny (1 - 2) a bažanta (3 - 4)

Egg size length and width of tolerance field of Mallard eggs (1, 2) and ring-necked pheasant (3, 4)

III. Parametry tvarů:

- index tvaru (It) $I_t = V_{\max} : L_{\max} \times 100$
- index ovality (OV) $OV = (L-l_1) : l_1$
- index hruškovitosti (Psh) $Psh = 100 \times (V_i - V_k) : V_i$

Za parametry tvarů byly převzaty indexy předložené LOFTINEM a BOWMANEM (1978) a THOMASEM a LUMSDENEM (1981).

VÝSLEDKY

Měřil jsem vejce kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) a bažanta obecného (*Phasianus colchicus*). U kachny divoké jsem měřil tři rozdílné snášky, v nichž bylo postupně měřeno 11 vajec v první snášce, 8 vajec ve druhé snášce a 12 vajec ve třetí snášce. U bažanta obecného jsem měřil dvě rozdílné snášky s počtem 17 vajec v první snášce a 24 vajec ve druhé snášce.

Získané údaje jsem uložil na záznamové médium a zařadil do souboru dat, které je dále možné využít prostřednictvím systému řízení uložených parametrů. Toto zálohování dat umožní kdykoliv v budoucnosti kombinovat získané údaje o vejcích s mnohými jinými stávajícími nebo nově zjištěnými parametry (například s ukazateli hnízdní biologie populace, s morfologickými příznaky dospělých ptáků a ptáčat atd.) a k provedení statistické analýzy. Z provedených měření jsem odvodil, že při zvýšeném počtu měření musí pozorovatel dodržet následující pravidla:

- podélná osa vejce musí být paralelní s plochou podkladového rastru
- zobrazení vajec na fotografii musí být co nejvíce kontrastní
- chyba měření je tím menší, čím větší je stupeň zvětšení objektu (vajec) na fotografii
- je velmi důležité správně nasvítit fotografovaný objekt, aby nedošlo k nežádoucímu vystínování objektu
- přenesení naměřených hodnot obrysu vejce na záznamové médium musí být provedeno velmi pečlivě. Při manipulaci s vejci je nezbytné si počínat zvlášť opatrně, aby nedošlo k jejich mechanickému poškození a současně jejich analýzu omezit na nezbytně nutnou dobu, aby bylo hnízdění narušeno co nejméně.

ZÁVĚR

Ze statistického vyhodnocení výsledků měření lze konstatovat, že maximální délka vejce bažanta obecného (graf 1, sloupec 5) přesahuje minimální délku vejce kachny divoké (graf 1, sloupec 3). Obdobná situace nastala také při porovnání šířky vejce, kdy maximální šířka vejce bažanta obecného (graf 2, sloupec 4 a 5) přesahuje minimální šířku vejce kachny divoké (graf 2, sloupec 1, 2 a 3). Korelační závislosti vajec kachny divoké a bažanta obecného byly stanoveny tak, že nelze jednoznačně určit rozdíl velikostí vajec vyšetřovaných druhů v závislosti na jejich délce a šířce.

Cílem předkládané práce bylo vytvořit metodiku měření ptačích vajec a matematické vyjádření závislosti v tvarech ptačích vajec u bažanta obecného a kachny divoké. V obou vyšetřovaných případech, ať již mezidruhově nebo uvnitř druhu vlastního, je výsledkem matematického řešení překrývání křivek zjištěných tvarů vajec v oblasti geometrického průběhu ooidu a tím dochází ke shodnosti tvarů vajec u vyšetřovaných druhů ptáků i přesto, že je u nich tvarová odlišnost předpokládána.

Metodika fotografování vajec na podkladovém milimetrovém papíru za účelem získání výchozích údajů o jejich rozměrech má minimální negativní dopad na snášku, odstraňuje odchylky od reálných hodnot popisované v metodice získávání vzorků z obrazových publikací a monografií s vyobrazením ptačích vajec a umožňuje pracovat se zvětšeným obrazem při současném zachování skutečných rozměrů.

Avšak i výše zmíněná metoda předpokládá nedostatky a je nutné některé kroky přehodnocovat. Je třeba dále propracovat překrytí pravoúhlého měřidla (milimetrového papíru) vajíčkem tak, aby se imaginární osy vejce překrývaly s hlavními osami měřidla. Také výběr samotného etalonu nabízí pouze rozměr stupnice v milimetrech, což pro přesnější měření malých vajec je nedostačující a bylo by zapotřebí zvolit jemnější měřítka stupnice. K určitému zkrácení skutečné velikosti vejce dochází také díky úhlu pohledu čočky fotoaparátu. I přes tento nedostatek je však stále zachován poměr velikosti vejce a charakteristika tvaru vejce není ovlivněna. Následné přehodnocování stupnice měření vede k nárůstu chyby měření a nepřesnostem v závěrečném hodnocení. Jednoznačně však vede tento způsob k přesnějšímu, jednoduššímu a rychlejšímu procesu vyhodnocování získaných údajů.

Vedle dalších používaných postupů pro získávání rozměrů ptačích vajec hodnotím metodu fotografování průmětu obrysu vejce na etalon jako jednoznačně výhodnější. Výrazný rozdíl je v použití přístrojů, které jsou dnes výkonnější, citlivější a přesnější. Je předpoklad, že kvalitativní trend se bude neustále stupňovat. Předpokládám, že kvalifikace měřících metod a přístrojů bude záviset přímo úměrně na finančních vstupech investovaných do další vědecké činnosti.

Vzhledem k náročnosti na moderní technické vybavení použitelné k oologickým měřením je třeba zvážit jeho další efektivní využití s ohledem na ekonomickou stránku. Finanční dostupnost byla také důvodem, proč jsem podobného zařízení nevyužil. Nelze vyloučit, že by se dalo použít i některého již existujícího měřícího přístroje s přímým propojením na počítač a následným vyhodnocením přes programové vybavení. Během tohoto výzkumu jsem se však s podobným, v praxi používaným zařízením, nesetkal. Z toho usuzuji, že je v této oblasti i nadále prostor pro hledání dalších technologických řešení.

DISKUSE

Dlouhodobě jsem hodnotil využití metody fotografování vajec na podklad milimetrového papíru a měření vajec ptáků různých druhů. PRESTON (1968) sice sestavil zařízení na stabilizaci vajec při fotografování, které se nazývá „profile-copying machine“, ale tyto metody v ornitologii nenašly praktické uplatnění. Mnou použitá metoda, založená na principu fotografování vajec na podkladu milimetrového papíru, vykazuje na rozdíl od Prestonovy metody mnohem vyšší přesnost. Pozorováním libovolně velkého souboru jsem dosáhl při použití této metody ve skupině dat dostatečně dobrých výsledků při sledování biologické změny parametrů tvaru vajec. Zkoumal jsem také možné zdroje chyb. Obdobných metod použili i další vědci, např. KOSTIN (1977), ale ani jeho návrhy nenašly širší uplatnění.

Pro analýzu obrysu vajíčka doporučuji využít pravouhlé sítě milimetrového papíru. Bylo důležité, aby byl rastr hladký a těsně přiléhá k podložce, jinak dochází ke zkreslení obrysu vejce a následnému zvýšení směrodatné odchylky a chyby měření.

Analogový převodník nebyl k dispozici, ale je předpoklad nahrazení digitálním měřicím zařízením, kterým by bylo možné získané měření provádět s větší přesností. Při použití digitálního fotoaparátu lze se získaným obrazem pracovat přímo přes počítač a dalším zpracováním metodikou porovnávat obrysy vajec ať již v rámci snášky jednoho druhu nebo snášky mezi jinými druhy ptáků (mezidruhově). Při tomto porovnávání je nutné setříděná vejce porovnávat v relativní velikosti jednotkového systému.

MATTAS (1999, 2001) se zabýval výpočtem objemu vajec a plochy povrchu skořápky z rozměrů vajec a dále určováním tvarů ptačích vajec. Na rozdíl od jeho posledně zmiňované práce, kde MATTAS odkazuje na dostatečnost slovního popisu tvaru vejce podle HOECKERA (1973), hodnotím ve své práci matematický vztah regresní závislosti tvaru ptačího vejce v jeho grafickém průběhu. Použitým matematicko-statistickým metodám náleží určitá hodnota spolehlivosti. Tím na rozdíl od MATTASE a HOECKERA popisují tvar vejce matematickou metodou.

Předcházející autoři, např. JIRSÍK (1944) a dále BEKLOVÁ, HANÁK a PIKULA (1987) se při svých měřeních a při hodnocení tvaru vajec zabývali faktickým konstatováním o zjištěných rozměrech parametru délky a šířky sledovaných vajec různých druhů ptáků. Lze jen stěží srovnávat jejich závěry měření se závěry, ke kterým dospívám ve své práci, protože ve svých pracích většinou vyhodnocují dosud nejdostupnější metodikou měření vyhodnocováním poměru délky a šířky. Při stanovení matematického tvaru vejce jsem metodikou poměru délky a šířky vejce vyhodnocoval jen jako doplňkové měření a není tedy žádného ekvivalentního výsledku, který by bylo možné srovnat s jejich výsledky. Metodika porovnání délky a šířky, na rozdíl od náročnějšího stanovení matematické rovnice tvaru vejce, umožňuje jednoduchým způsobem získat srovnávací veličinu pro stanovení velikosti mezi jednotlivými vejci

Americký badatel F. PRESTON již v 50. letech 20. století vytvořil geometrické osnovy všestranného popisu tvaru vejce a sestavil zařízení na stabilizaci vejce na podkladovém papíře. Toto zařízení lze nazvat „profile-copying machine“ (PRESTON 1953, 1968). Bohužel jím předložené metody nenašly praktické uplatnění v ornitologii. Příčina je v tom, že ruční měření zobrazeného vejce tímto způsobem se vyznačuje přílišnou pomalostí a nepřesností, přičemž je tato procedura nevhovující pro výzkum vnitrodruhové proměnlivosti tvaru (Profile-transfer). Kromě toho je „Profile-transfer“ nevhodný k získávání prvotních údajů o malých vejcích.

Mé vlastní měření bylo prováděno po vyvolání filmových záběrů planimetrováním z rastru milimetrového papíru v ose x (délka vajíčka) a v ose y (tloušťka vajíčka). Podobnou metodu odběru vzorků použil pro své zkoumání i estonský autor MJAND (1982), který navázal na předcházející autory LOFTINA a BOWMANNA (1978). Předpokládám, že použitím přístrojů a zařízení o vyšší technologické kvalitě umožnilo získat přesnější údaje o měřených vejcích.

Zjištěné a zaznamenané údaje byly zpracovány s využitím výpočetní techniky statistickou metodou ANOVA a programu Matlab a Maple. Grafy byly zpracovávány statistickým programem Statistika 6. K obdobnému způsobu zpracování získaných pokladů pro vyhodnocení měření dospěl i MJAND (1985).

Pozorováním libovolně velkého souboru lze dosáhnout při použití metody fotografování vajec na podklad milimetrového papíru ve skupině dat dostatečně dobrých výsledků při sledování změny parametrů tvaru vajec. Zkoumal jsem také možné zdroje chyb. Zjistil jsem, podobně jako MJAND (1988), že při zvýšeném počtu měření musí pozorovatel dodržet následující pravidla:

- podélná osa vejce musí být podle možnosti paralelně s plochou
- fotografování vajec musí být co nejvíce kontrastní s důrazem na dobré nasvícení s eliminováním bočních stínů
- chyba je tím menší, čím větší je stupeň zvětšení obrazu na fotografii
- vložení údajů o obrysu vejce do počítače musí být provedeno velmi přesně

Navíc pro analýzu obrysu vajíčka bylo využito pravouhlé sítě milimetrového papíru. Zjistil jsem, že je důležité, aby byl rastr hladký a těsně přiléhá k podložce. Jinak dochází ke zkreslení obrysu vejce a následnému zvýšení směrodatné odchylky a chyby měření.

Doporučuji pokračovat v řešení započatého výzkumu a zejména zvážit vypsání grantu, který by umožnil pořídit finančně náročnou technologii na oologická měření. Současně navrhuji použít i některých ze stávajících měřicích přístrojů, ovšem s přímým napojením na počítač a následným vyhodnocením přes programový software, který je třeba nejdříve vytvořit. V současné výzkumné praxi žádné podobné zařízení dosud neexistuje, a proto je i v této oblasti nadále prostor pro hledání technologického řešení využitelného ke kvantitativnímu vyhodnocování morfologických znaků ptačích vajec a k jeho dalšímu využití například v systematice.

LITERATURA

- BEKLOVÁ, M., HANÁK, V., PIKULA, J. The body weight of individuals of a breeding stock of *Phasianus colchicus*. *Folia Zool.*, 1987, vol. 36, no. 2, s. 121-136.
- HANSON, H. C. Apparatus for the study of incubated bird eggs. *J. Wildl. Manage.*, 1954, vol. 18, s. 191-198.
- HANZÁK, J., HUDEC, K. Světem zvířat II. Ptáci 1 + 2. Praha: Albatros, 1974. 900 s.
- HARRISON, C. A. Field Guide to the Nests, Eggs and Nestlings of North American Birds. Glasgow, Great Britain, William Collins Sons & Co. Ltd., 1978.
- HARRISON, H. H. Western Bird's Nest. XXVII. New York, Library of Congress Publishing, 1987, s. 279-282.
- HOECKER, G. Birds of the world. Leipzig 1973.
- HUDEC, K., ČERNÝ, W. et al. Ptáci 1, 2, 3/I, 3/II. Praha: Academia, 1972, 1977, 1983.
- CHJUTSON, A. Disperzní analýza. – M. England, 1971. 221 s.

- JABLOKOV, A. V., VALECKIJ, A. V. Izmenčivost' struktur pera i okraski jajc u nekotorych ptic. 2. vydání. Zoologický život, 1972, 324 s.
- JIRŠÍK, J. Naše sovy. Praha: Česká grafická unie, a. s., 1944.
- KOSTIN, J. V. O metodike oomorfologičeskich isledovanij i unifikacii opisaniu oologiičeskich parametrov. In Metodiki isledovanija produktivnosti i strukturi vidov ptic v predělach ich arealov. Vilnius: 1977. 166 s.
- LOFTIN, R. W., BOWMAN, R. D. A device for measuring egg volumes. Aukland, 1978, vol. 95, s. 190-192.
- MAKATSCH, W. Die Eier der Vogel Europas. Band 1-2. Leipzig – Radebeul, GDR, Neumann Verlag, 1976.
- MANNING, T. H. Measurements and weights of eggs of the Canada goose, *Branta Canadensis*, analysed and compared with those of other species. Can. J. Zool., 1978, vol. 56, s. 676-687.
- MATTAS, M. Výpočet objemu vajec a plochy povrchu skořápky z rozměrů. Sylvia, 1999, vol. 35, s. 83-91.
- MJAND, R. A. Svaz risunka skorlupy jajc s ich pazmerami i porjadkom otkladivanija u čajkovich. In Ekologiičeskije isledovanija i ochrana ptic Pribaltiskich republik. Tez. Dokl. Pribalt. Konf. Molodych ornitologov. Kaunas, 1982, s. 92-94.
- MJAND, R. A.: Svjaz rosta i viživaemosti ptencov s razmerami jajc u nekotorych čajkovich. AN SSR Biologie, Estonsko, 1985, vol. 34, no. 1, 182 s.
- MJAND, R. A. Vnutri-populjacionnaja izmenčivost' ptičnych jajc. Tallinn: Valgus, 1988. 193 s.
- PRESTON, F. W. The shapes of birds' eggs. Aukland, 1953, vol. 70, s. 160-182.
- PRESTON, F. W. The shapes of birds' eggs: mathematical aspects. Aukland, 1968, vol. 85, s. 182.
- SERGEJEV, V., SERGEJEVOVÁ, V. Edinica hafa – odin iz osnovnyh pokazatělej kačestva jajc. Pticevodstvo, 1966, no. 12, 60 s.
- TARASOV, V. A. Primenenije pokazatělej objema i plotnosti jajc kak morfofiziologiičeskich indikatorov dlja izučenija ekologii gnězdovanija koloniálnych ptic. In VII, Vsesojuzn. Ornitol. Konf.: Tez. Dokl. – Kiev, 1977, no. 1, s. 170-171.
- THOMAS, V. G., LUMSDEN, H. G. An apparatus for determining the volume of eggs. Ibis, 1981, vol. 123, s. 333-336.
- VESELOVSKÝ, Z. Obecná ornitologie. Praha: Academia, 2001. 357 s.

CORRELATION OF BIRD EGG PARAMETERS EXAMPLIFIED BY CLUTCHES OF MALLARD AND RING-NECKED PHEASANT

SUMMARY

To improve the understanding of regularities of development of the microevolutionary process in natural populations, it is absolutely necessary to observe and investigate them. To determine the oomorphological parameters, it is necessary – with regard to further research in the area of oology – to establish uniform methods and standard ways of measuring and reporting of measured data and their complex application. Advanced devices and computer technology including software applications should be employed for sampling and rating.

Obviously, mutual invariable regularities apply between morphological parameters of eggs of individual bird species. Environmental factors, which may affect the morphological parameters of not only the eggs within single bird species, but also the eggs across bird species, are very important as well. In this respect, closer cooperation between ecology and morphology as scientific disciplines is missing. Bird eggs are the most suitable model for research of relations of morphologically different correlations in higher order animal populations.

The objective of the method of egg measurement and morphological parameter description is to bring forward the impact of various environmental factors upon bird populations, interspecific variance of morphotype parameters of bird eggs and egg formation manners in populations of single species. Ornithology can be subject to detailed testing based on results of study of several methodological aspects in observation of population-morphological parameters.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Václav Tlapák, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická universita
Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika
tel.: 777 852 721; e-mail: vtlapak@preparace.cz