

Biometrische Untersuchungen zum Geschlechtsdimorphismus in der Flügelform von *Fringilla coelebs* (Passeriformes: Fringillidae)

Von Jiří Mlíkovský

1. Einleitung

Die Form des Vogelflügels ist ein wichtiges morphologisches Kennzeichen der Vögel, weil sie eine der wichtigsten Determinanten der Flugeigenschaften ist. Trotzdem gibt es bisher noch keine eingehenden Studien zu diesem Thema, was offensichtlich darauf beruht, daß bisher keine Methode entwickelt wurde, die Flügelform befriedigend zu beschreiben. Die Versuche von KIPP (1959), HOLYŃSKI (1965), BUSSE (1967) und PARTRIDGE (1976) ergaben keine annehmbaren Ergebnisse.

Nachdem ich in einer vorhergehenden Arbeit (MLÍKOVSKÝ 1978) die entsprechende Methodik entwickelt habe, hoffe ich, daß diese Lücke sowohl in der deskriptiven als auch in der funktionellen Morphologie der Vögel bald geschlossen werden wird.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der intraspezifischen Variabilität der Flügelform vom Buchfink (*Fringilla coelebs*), die in Hinblick auf einen Geschlechtsdimorphismus untersucht wird.

Den Herren Ing. K. BUŃIČ (Praha), J. GRŮZ (Prosečné), Dr. P. MILES (Vrchlabí) und Ing. H. WEBER (Serrahn) möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung ihrer eigenen Daten, bzw. für die Aktion Baltic danken. Meinem Vater, Ing. J. MLÍKOVSKÝ, CSc. (Praha) gehört mein Dank für die Vorbereitung eines Rechenprogramms für den TI-58. Einen besonderen Dank möchte ich Herrn Dr. B. LEISLER (Radolfzell) aussprechen, dessen Ratschläge mir in mancher Hinsicht bei der Fertigstellung der Arbeit geholfen haben.

2. Material und Methodik

Die Untersuchung beschränkt sich auf den Buchfinken, von dem genügend Material zu beschaffen war. Die Vögel wurden in den Jahren 1973—1978 an verschiedenen Lokalitäten Böhmens, meist jedoch im Riesengebirge (Krkonoše) während der Aktion Baltic gefangen und gemessen. Berücksichtigt wurden nur adulte Vögel mit bekanntem Geschlecht. Insgesamt lagen folgende Anzahlen vermessener Vögel vor (nach Monaten aufgeschlüsselt):

ad ♂: I(1), II(3), III(2), IV(3), V(8), VI(13),
VII(7), XII(1), insgesamt 38

ad ♀: II(2), III(1), IV(3), V(8), VI(14), VII(5),
VIII(3), insgesamt 36.

Das Material ist also recht heterogen, was jedoch, wie sich weiter zeigen wird, die unternommene Analyse keineswegs stört.

Gemessen wurden die Flügellänge und die Flügelformel, beides mit der Methodik der Aktion Baltic (siehe z. B. BUSSE & GROMADZKI 1968, BUSSE & KANIA 1970, ZÁRUBA 1975, 1977). Die Flügelformeln wurden dann nach der Methode von MLÍKOVSKÝ (1978) protokolliert und statistisch ausgewertet nach den folgenden Formeln¹⁾ (Näheres zur Methode siehe MLÍKOVSKÝ 1978):

$$P = \frac{\sum (n_i - \bar{n})^4 \cdot x_i}{s^4} \quad (1) \quad \bar{n} = \frac{\sum n_i x_i}{\sum x_i} \quad (4)$$

$$S = \frac{\sum (n_i - \bar{n})^3 \cdot x_i}{s^3} \quad (2) \quad s^2 = \frac{\sum (n_i - \bar{n})^2 \cdot x_i}{\sum x_i} \quad (5)$$

$$x_i = W - d_i \quad (3) \quad x_i^* = \frac{x_i}{\sum x_i} \quad (6)$$

Hierbei bedeuten:

P = Spitzheit des Flügels

S = Symmetrie der Flügelspitze

n_i = Nummer der i-ten Handschwinge minus eins (die Handschwinge sind proximal nummeriert)

W = Flügellänge

d_i = Entfernung der Spitze der i-ten Handschwinge von der Flügelspitze

¹⁾ In den bei MLÍKOVSKÝ (1978) aufgeführten Formeln 10, 11, 13 und 14 gibt es einige Ungenauigkeiten.

3. Ergebnisse

Signifikante Unterschiede zwischen ♂ und ♀ des Buchfinken wurden in der Flügelänge ($\chi^2 = 39.09$, $f = 6$), der Symmetrie der Flügelspitze ($\chi^2 = 18.52$, $f = 9$) sowie der Spitzheit des Flügels ($\chi^2 = 25.11$, $f = 8$) festgestellt (χ^2 -Test, bei $p = 0.05$), s. Tab. 1 und 2. Innerhalb der Geschlechter wurden dabei weder zwischen der Flügelänge und der Symmetrie des Flügels ($r \text{ ♂} = +0.2588$, $r \text{ ♀} = +0.1813$), noch zwischen der Flügelänge und der Spitzheit des Flügels ($r \text{ ♂} = +0.2763$, $r \text{ ♀} = +0.0275$) statistisch signifikante (bei $p = 0.05$) Korrelationen gefunden.

Tab. 1: Die Flügelänge und Flügelformel von *Fringilla coelebs* ♂, $n = 38$.

| | W | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. HS | S | P |
|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|---------|
| \bar{x} | 89.00 | 02.66 | 00.05 | 00.05 | 00.79 | 07.21 | 15.39 | 18.89 | 00.0991 | 01.8131 |
| s | 02.92 | 01.05 | 00.23 | 00.23 | 00.84 | 01.17 | 01.65 | 01.62 | 00.0092 | 00.0076 |
| v | 03.28 | 39.39 | 426.42 | 426.42 | 106.84 | 16.17 | 10.74 | 08.60 | 09.28 | 00.42 |
| min. | 84 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 7 | 00.080 | 01.799 |
| max. | 96 | 7 | 2 | 1 | 1 | 6 | 10 | 12 | 00.117 | 01.828 |

Tab. 2: Die Flügelänge und Flügelformel von *Fringilla coelebs* ♀, $n = 36$.

| | W | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. HS | S | P |
|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|---------|
| \bar{x} | 84.03 | 02.14 | 00.11 | 00.03 | 00.61 | 06.36 | 13.47 | 16.69 | 00.0925 | 01.8079 |
| s | 02.47 | 00.90 | 00.32 | 00.17 | 00.65 | 01.31 | 01.13 | 02.23 | 00.0080 | 00.0051 |
| v | 02.94 | 42.03 | 287.39 | 596.41 | 105.56 | 20.64 | 08.42 | 13.34 | 08.61 | 00.28 |
| min. | 80 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 12 | 14 | 00.078 | 01.799 |
| max. | 91 | 5 | 1 | 1 | 2 | 11 | 15 | 20 | 00.111 | 01.821 |

4. Diskussion

Abgesehen von RENSCH's Flügelspitzenkurven (1934) und der Arbeit von NITECKI (1969), der die Flügelformel mit Hilfe der von HOLYŃSKI (1965) und BUSSE (1967) ausgearbeiteten Methoden zu bearbeiten versuchte (was nicht zu ganz befriedigenden Ergebnissen führte), ist die vorliegende Arbeit der erste Versuch, die intraspezifische Variabilität der Form des Vogelflügels (ausgedrückt durch Symmetrie- und Spitzheitsindex) zu untersuchen.

4.1. Symmetrie der Flügelspitze

Der Variationskoeffizient des Symmetrieindex ist bei *Fringilla coelebs* recht hoch (8.61 für ♀ bzw. 9.28% für ♂), verglichen mit den Variationskoeffizienten verschiedenster morphologischer Strukturen (bei vergleichbarer Stichprobengröße gewöhnlich 2–5%). Da die bearbeiteten Stichproben in Bezug auf das Alter der Vögel ziemlich einheitlich sind und nur nichtdiesjährige Vögel betreffen, kommen als wahrscheinliche Ursachen dieser ungewöhnlich hohen Variationskoeffizienten nur folgende zwei Faktoren in Betracht: (a) große geographische Variabilität bei einer normalen Variabilität innerhalb einer Population und (b) hohe Variabilität innerhalb einer Population unabhängig von einer geographischen Variabilität.

Wäre der erste Fall (a) richtig, würden die Hoffnungen mancher Ornithologen (z.B. BUSSE & GROMADZKI 1968 für die ganze Aktion Baltic), daß es möglich wird, nach der Flügelformel die geographische Herkunft ziehender Vögel erkennen zu können, erfüllt.

Im zweiten Fall (b) käme dies kaum in Frage. Die Präsenz einer so hohen Variabilität innerhalb einer Population würde dabei bedeuten, daß der Selektionsdruck auf die Symmetrie

der Flügelspitze ziemlich niedrig ist (vgl. dagegen aber die Spitzheit des Flügels!). Dabei ist allerdings zu bedenken, daß hier auch die zirkannuale Variabilität einen Einfluß haben kann, da sich der Flügel des Buchfinken im Verlauf des Jahres deutlich verändern kann (MORITZ mdl.).

Zwischen den beiden eben genannten Alternativen können allerdings erst weitere Untersuchungen entscheiden.

4.2. Spitzheit des Flügels

Im Gegensatz zur Symmetrie der Flügelspitze ist die Spitzheit des Flügels in beiden untersuchten Stichproben sehr wenig variabel ($v = 0.28$ bzw. 0.42), wobei der Spitzheitsindex weder mit dem Symmetrie-Index, noch mit der Flügellänge korreliert ist. Die geringe Variabilität des Spitzheitsindex indiziert höchstwahrscheinlich einen sehr hohen Selektionsdruck auf die Spitzheit des Flügels, dem man wahrscheinlich eine große Bedeutung in der Flugmechanik zuschreiben muß. Es ist allerdings zuerst experimentell nachzuprüfen, ob ein bzw. was für ein Zusammenhang zwischen energetischen Flugkosten und den Flugeigenschaften einerseits und der Spitzheit des Flügels andererseits auf der intrapopularen Ebene besteht.

4.3. Geschlechtsdimorphismus

Da bisher die Bedeutung der geringen Unterschiede in der Flügelform für die Flugmechanik und für die Lebensweise der Vögel unbekannt ist, können die gefundenen Unterschiede der Flügelform der Geschlechter kaum interpretiert werden.

Bei *Fringilla coelebs* wurde ein Geschlechtsdimorphismus in allen drei untersuchten Parametern (W, P, S) gefunden (Tab. 1 und 2). Der Flügel des ♂ ist länger ($W♂:W♀ = 89.00:84.03 = 1.06$), spitzer ($P♂:P♀ = 1.8131:1.8079 = 1.0029$) und seine Spitze ist mehr asymmetrisch ($S♂:S♀ = 0.0991:0.0925 = 1.0714$) als beim ♀. Es ist demzufolge zu erwarten, daß die Flugeigenschaften der Geschlechter unterschiedlich sind, was wahrscheinlich ökologisch interpretierbar wird. Die dafür notwendigen Beobachtungen fehlen allerdings meines Wissens bisher.

5. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt den ersten Versuch dar, die innerartliche Variabilität der Form des Vogelflügels rechnerisch faßbar zu machen, was mit Hilfe von P- und S-Indices (sensu Mlíkovský 1978) geschieht. Es scheint, daß diese Indices für solche Analysen geeignet sind.

Bei den untersuchten *Fringilla coelebs* wurde in allen drei verfolgten Parametern (Flügellänge, Spitzheit des Flügels und Symmetrie der Flügelspitze) ein Geschlechtsdimorphismus gefunden. Die Befunde werden diskutiert, wobei klargestellt wird, daß — solange funktionelle Analysen der winzigen intraspezifischen Unterschiede in der Flügelform fehlen — keine Schlußfolgerungen gezogen werden können.

6. Summary

The present paper represents the first effort to study intraspecific variability of the wing shape with the P and S indices (sensu Mlíkovský 1978). It appears that those indices are suitable for such analyses.

In the studied *Fringilla coelebs*, the sexual dimorphism was found in all parameters under study (wing length, pointness of the wing, and symmetry of the wingtop). The findings are discussed and it is explained that before attempting thorough analyses of the functional meaning of the minute differences in the wing shape occurring at the intraspecific level, no conclusions can be drawn.

7. Literatur

- Busse, P. (1967): Zastosowanie liczbowych współczynników kształtu skrzydła. Notatki orn. 8: 1—8. ● Busse, P., & M. Gromadzki (1968): Die Aktion Baltic. Untersuchungen des Vogelzuges an der polnischen Ostseeküste. Orn. Rundbrief Mecklenburgs N. F. 8: 7—17. ● Busse, P., & W. Kania (1970): Akcja Bałtycka 1961—1967. Metody pracy. Notatki orn. 12: 229—267. ● Holyński, R. (1965): Metody analizy zmienności formuły skrzydła ptaków. Notatki orn. 6: 21—25. ● Kipp, F. A. (1959): Der Handflügelindex als flugbiologisches Maß. Vogelwarte 20: 77—86. ● Mlíkovský, J. (1978): Die Flügelformel der Vögel und ihre Auswertung. Vogelwarte 29: 268—272. ● Nitecki, C. (1969): Zmienność formuły skrzydła płocharza pokrzywnicy. Notatki orn. 10: 1—8. ● Patridge, L. (1976): Some aspects of the morphology of Blue Tits (*Parus caeruleus*) and Coal Tits (*Parus ater*) in relation to

their behaviour. J. Zool. 179: 121—133. ● Rensch, B. (1934): Einwirkung des Klimas bei der Ausprägung von Vogelrassen mit besonderer Berücksichtigung der Flügelform und der Eizahl. Proc. int. orn. Congr. 8: 285—311. ● Záruba, M. (1975): Metodika kroužkování a získávání některých dat v ornitologii. Praha. ● Ders. (1977): Methodische Hinweise für Vogelberinger, Neubrandenburg und Serrahn.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Biol. Jiří Mlíkovský, Department of Evolutionary Biology, ČSAV, 12000 Praha 2, Na Folimance 5, Czechoslovakia.