



UNIwersytet Gdański



Ilona Krawczyk

Kierunek studiów: **Biologia**

Specjalność: Ekologia zwierząt

Numer albumu: 196522

Porównanie pierzenia lotek cierniówki (*Sylvia communis*) i gajówki (*Sylvia borin*) z populacji gniazdujących i wędrujących przez Polskę oraz zimujących w południowej Afryce.

Praca magisterska
wykonana
w Stacji Badania Wędrówek Ptaków
pod kierunkiem
dr hab. Magdaleny Remisiewicz

Gdańsk (2016)

OŚWIADCZENIE

Oświadczam, że praca dyplomowa pt. Porównanie pierzenia lotek cierniówki (*Sylvia communis*) i gajówki (*Sylvia borin*) z populacji gniazdujących i wędrujących przez Polskę oraz zimujących w południowej Afryce wykonana pod okiem dr hab. Magdaleny Remisiewicz przedstawiona w formie elektronicznej wydrukowanej jest identyczna.

.....

Miejscowość, data

.....

Podpis Studenta

OŚWIADCZENIE

Ja, niżej podpisana(y) oświadczam, iż przedłożona praca dyplomowa została wykonana przeze mnie samodzielnie, nie narusza praw autorskich, interesów prawnych i materialnych innych osób .

.....

Miejscowość, data

.....

Podpis Studenta

Przede wszystkim pragnę podziękować wszystkim tym, którzy od początku wierzyli we mnie i mocno wspierali w trakcie pisania pracy magisterskiej. Z całego serca dziękuję również Pani dr hab. Magdalenie Remisiewicz – promotorce mojej pracy, która zawsze służyła mi pomocą, cennymi wskazówkami merytorycznymi.

Spis treści

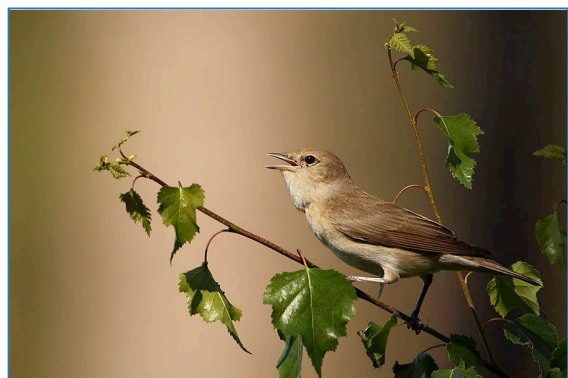
1 WSTĘP	6
2 MATERIAŁY I METODY	12
2.1 TEREN BADAŃ	12
2.2 METODY PRACY TERENOWEJ	14
2.3 METODY ANALIZY DANYCH	16
3 WYNIKI	22
3.1 TYPY PIERZENIA	22
3.2 PIERZENIE ZAWIESZONE	23
3.3 WZGLĘDNE MASY KOLEJNYCH LOTEK	25
3.4 TERMINY I SEKWENCJA PIERZENIA POSZCZEGÓLNYCH LOTEK	30
4 DYSKUSJA	37
4.1 NIEZGODNOŚĆ WYNIKÓW UZYSKANYCH RÓŻNYMI METODAMI	37
4.2 PIERZENIE ZAWIESZONE	37
4.3 RÓŻNICE W TERMINACH PIERZENIA CIĄGŁEGO MIĘDZY POPULACJAMI CIERNIÓWKI	39
4.4 SEKWENCJA PIERZENIA KOLEJNYCH PARTII LOTEK	40
4.5 TEMPO PRODUKCJI MATERIAŁU LOTEK W TRAKCIE SEZONU	41
4.6 PORÓWNIANIE STRATEGII PIERZENIA CIERNIÓWKI I GAJÓWKI	42
5 WNIOSKI	44
6 LITERATURA	45

1 Wstęp

Przedmiotem mojej pracy jest porównanie pierzenia populacji gniazdujących w Polsce oraz zimujących w Południowej Afryce (pochodzących z bardziej wschodnich lęgówisk) cierniówki *Sylvia communis* i gajówki *Sylvia borin*. Oba gatunki należą do rodziny pokrzewkowatych (Sylviidae). Ptaki należące do tych dwu gatunków są niewielkie, długość ich ciała wynosi 13- 15 cm. Podstawę ich diety stanowią drobne bezkręgowce, owoce leśne i nasiona. Cierniówka (ryc.1) jest liczny ptakiem lęgowym w naszym kraju. W Polsce spotykana jest od kwietnia do września. Jako jedyna pokrzewka zasiedla bezdrzewne pola i łąki, wykorzystując najmniejsze krzewy (Kruszewicz 2006). Gajówka (ryc.2.) również należy do ptaków odbywających lęgi w Polsce, jednak jest to gatunek średnio liczny. W Polsce spotykany jest od maja do września. Zamieszkuje lasy łęgowe i olsy, także inne lasy liściaste. i mieszane (Kruszewicz 2006).



Ryc.1. Cierniówka.



Ryc.2. Gajówka.

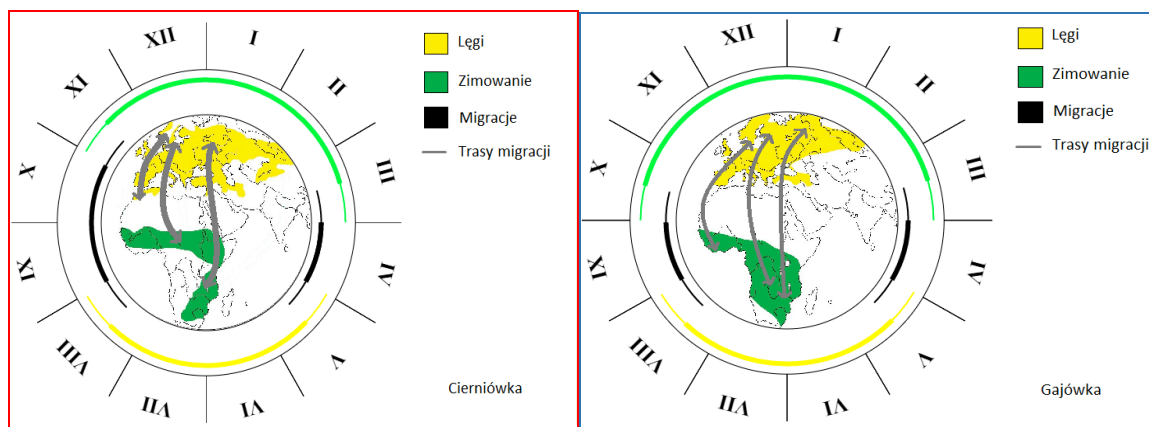
Zarówno cierniówka jak i gajówka są ptakami wędrownymi. W zależności od pochodzenia populacji różni się dystans ich wędrówki. Populacje cierniówek z Europy Środkowej i rejonu Bałtyku wybierają południowo-zachodnie i południowo-wschodnie trasy migracji i docierają na zimowiska do Afryki Zachodniej, Północnej i Środkowej. Potwierdzają to stwierdzenia w Polsce cierniówek zaobrazkowanych najdalej w Nigerii i Libii (Stacja Ornitologiczna MliZ PAN, dane niepublikowane) osobniki zaobrazkowane w Czechach, które schwytano najdalej w Libii i w Algierii (Cepak i in. 2008), oraz ptaki szwedzkie, które schwytano ponownie w Czadzie (Fransson, Hall-Karlsson 2008). Tak więc te populacje

składają się głównie z migrantów średniodystansowych, a niektóre ptaki są migrantami dalekodystansowymi docierającymi na południe od Sahary.

Populacje gajówki gniazdujące w Europie Środkowej i w rejonie Bałtyku, w tym w Polsce, były chwypane na zimowiskach w Hiszpanii i Włoszech, ale mogą też docierać do Afryki Zachodniej (np. do Maroko, Nigerii, Ghany i Kamerunu) (Cepak i in. 2008), a także do Afryki Środkowej (Kongo) i Południowej (Zambia) (Valkama i in. 2014). Tak więc wśród tych populacji gajówek część stanowią migranty krótko- i średniodystansowe, a część migranty dalekodystansowe docierające nawet do południowej Afryki.

Cierniówki chwypane w południowej Afryce to w całości migranty dalekodystansowe, które docierają do tych zimowisk w listopadzie i grudniu (Ryc. 3). Należą one głównie do podgatunku *Sylvia communis icterops* i pochodzą głównie z Europy Wschodniej (z terenów Rosji) i zachodniej Azji. Mniejszy procent cierniówek należy do podgatunku *Sylvia communis communis*, i pochodzi z lęgówisk na pozostałym obszarze Europy (Earle 2012).

Wśród gajówek zimujących w południowej Afryce, które docierają tam od połowy września, a licznie w październiku i listopadzie, większość należy do podgatunku *Sylvia borin borin* i pochodzi prawdopodobnie ze środkowej i wschodniej Europy po Ural, być może również z Polski. Mniejszy procent stanowią ptaki z podgatunku *Sylvia borin woodwardi* z bardziej wschodnich lęgówisk, prawdopodobnie ze środkowej Syberii (Ryc. 3) (Earle 2012). Dystans i długość trwania wędrówki ma znaczenie w doborze odpowiedniej strategii pierzenia i rozłożenia jej w cyklu życiowym względem migracji.

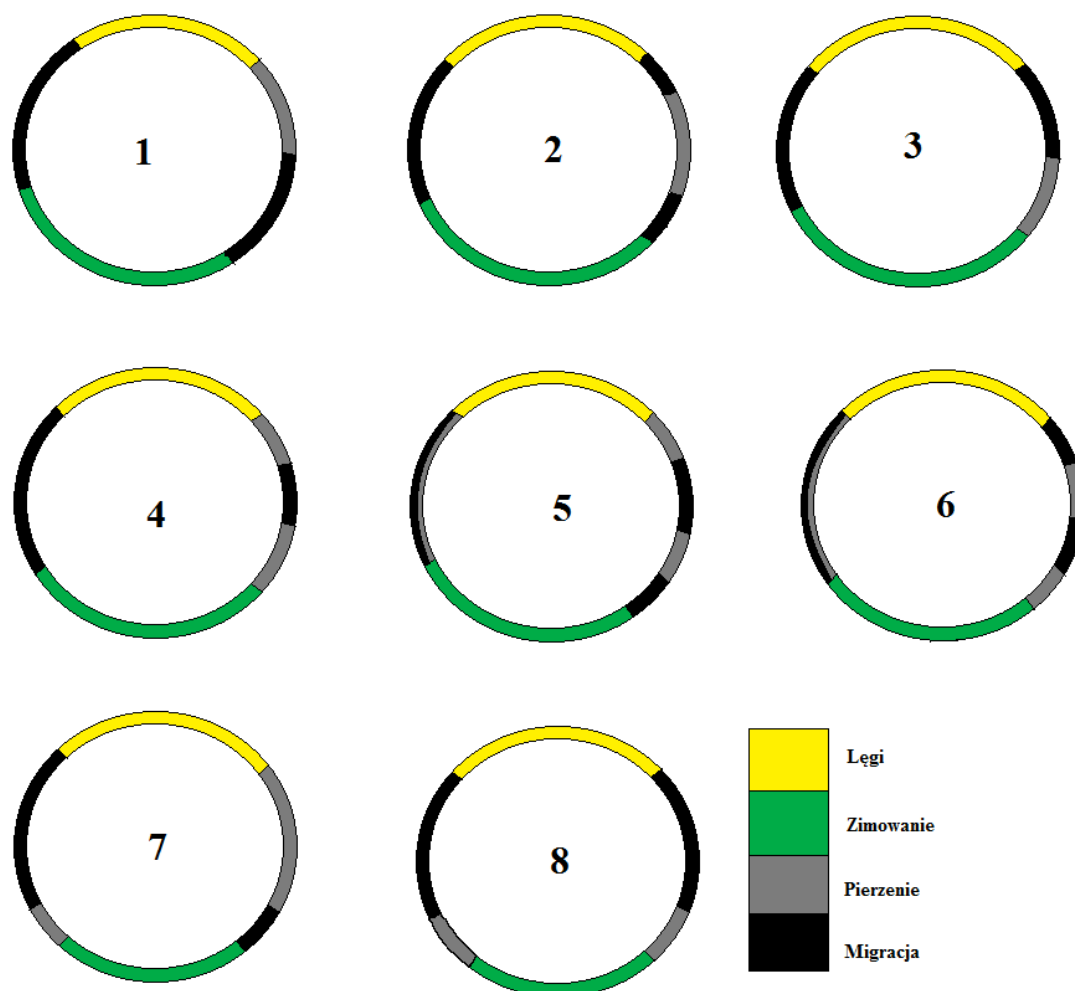


Ryc.3. Cykl roczny cierniówek (po lewej) i gajówek (po prawej) z uwzględnieniem zasięgu i czasu spędzonego na lęgowskich i zimowiskach oraz czas i trasy migracji (według Herremans 1997; Cramp & Simmons (1977), mapa z www.hbw.com, zmodyfikowano). Czas migracji jest oznaczony dla populacji występujących na terenie Polski.

Aby migracje na tak duże odległości kończyły się sukcesem ważna dla ptaka jest dbałość o pióra, które spełniają wiele ważnych funkcji. Pióra ciała chronią ptaki przed wpływem niekorzystnych warunków atmosferycznych takich jak deszcz czy wiatr, pomagają utrzymać stałą temperaturę ciała oraz nadają opływowy kształt ciała, który zmniejsza współczynnik tarcia i tym samym zmniejsza wydatek energetyczny na lot (Jenni i Winkler 1994). Pióra lotne (lotki i sterówki) stanowią powierzchnię nośną aparatu lotnego, jednak ulegają one zużyciu. Muszą więc zostać wymienione na nowe zanim będą zupełnie zniszczone w stopniu uniemożliwiającym lot. Proces, który polega na cyklicznej wymianie zniszczonych piór na nowe nazywamy pierzeniem. Jest to niezwykle ważny etap w życiu ptaków. Kompletne i zadbane pióra zapewniają mniejszy wydatek energetyczny podczas lotu niż pióra zniszczone, dzięki redukcji wirów powietrza opływającego skrzydło (Newton 2009). Niweluje to zakłócenia ruchu powietrza i zwiększa prędkość lotu, i tym samym zwiększa szansę ptaka na ucieczkę przed drapieżnikiem. Oszczędność energii podczas lotu ma kluczowe znaczenie dla ptaków odbywających sezonowe wędrówki. Do przyczyn zużywania się piór należą m.in.: ekspozycja na promieniowanie słoneczne, wiatr, otarcia, urazy mechaniczne, pasożyty zewnętrzne czy też niedobory pokarmowe podczas fazy wzrostu piór (Ginn i Melville 1983).

Pierzenie to proces kosztowny energetycznie, wymaga zatem zwiększonego pobierania pokarmu (Murphy i King 1992). Kosztowne energetycznie również są lęgi i

wychowywanie piskląt oraz migracja, dlatego ptaki zazwyczaj rozdzielają te etapy życia, ale pierzenie może być różnie umieszczone w ich cyklu rocznym w stosunku do rozrodu i wędrówki (Newton 2009). Na podstawie wieloletnich badań i obserwacji różnych gatunków ptaków wyodrębniono kilka strategii wymiany piór (Ryc. 4).



Ryc.4. Strategie pierzenia względem lęgów i migracji (Newton 2009, zmodyfikowano).

W zależności od gatunku, trybu życia czy zwyczajów godowych ptaków przypisuje się im następujące strategie pierzeń:

- I. Ptaki osiadłe i migranty krótkodystansowe zazwyczaj pierzą się latem po lęgach (rys.4.1).
- II. Długodystansowi migranci mogą przechodzić pierzenie następująco:
 - a) późnym latem na lęgowisku (rys.4.1), jesienią na przystankach podczas migracji (rys.4.2) lub na zimowiskach (rys.4.3),

- b) proces pierzenia może być podzielony między lęgowisko a zimowisko, na czas migracji zostaje zawieszony (rys.4.4),
- c) niektóre gatunki przechodzą dwa oddzielne procesy pierzenia. Pierwsze pierzenie, najczęściej całkowite, występuje przed lub po jesiennej migracji (pierzenie połęgowe) (rys.4.7 i rys.4.8), a kolejne przed lub podczas wiosennej migracji (pierzenie przedlęgowe),
- d) rzadko stosowaną strategią jest połączenie pierzenia połégowego z jesienną migracją (pierzenie połęgowe), (rys.4.5 i rys.4.6) . W tej strategii pierzenie może zostać rozpoczęte późnym latem na lęgowisku i dokończone na postojach podczas migracji jesiennej, lub może rozpocząć się na postoju podczas jesiennej wędrówki i dokończyć po dotarciu na zimowisko (Newton 2009). Pierzenie przedlęgowe może być częściowe i połączone z wiosenną wędrówką.

Wpływ na rodzaj stosowanej przez daną populację strategii mają m.in.: wielkość i liczba lęgów wyprowadzonych podczas jednego sezonu, lokalizacja lęgowisk oraz zimowisk danego gatunku, oraz czas rozpoczęcia oraz długość wędrówki (Ginn i Melville 1983). Większość ptaków z rodziny pokrzewek Sylvidae, do której należą cierniówka i gajówka, przechodzi pierzenie raz w roku i zazwyczaj jest to pierzenie całkowite, w którym zostają kolejno wymienione wszystkie pióra. Część gatunków rozdziela pierzenie ciała i lotek pomiędzy lęgowisko a zimowisko. Tuż po odbyciu lęgów pierzą one pióra ciała, a po jesiennej migracji wymieniają lotki. Inne nie pierzą ciała i lotek w pobliżu terenów lęgowych, a dopiero po dotarciu na zimowiska np. zaganiacz. Inne gatunki z kolei pierzą na lęgowiskach pióra ciała, duże pokrywy oraz lotki trzeciorzędowe, a pióra lotne pierzą na zimowiskach. Do tej grupy zalicza się gajówki (Jenni i Winkler 1994). Pierzenie całkowite na zimowiskach występuje także u cierniówek, jednak część z nich wymienia kilka lotek na lęgowisku, wstrzymuje to pierzenie na czas jesiennej migracji i wznowia po dotarciu na zimowiska. Takie pierzenie może występować u podgatunku cierniówki *Sylvia communis communis*, który gniazduje m.in. w Polsce. Pierzenie to może zostać zawieszone w obrębie lotek pierwszo- lub drugorzędowych, i może dotyczyć lotek pierwszorzędowych u 3-8% populacji, oraz lotek drugorzędowych u 5-75% populacji (Herrera 1974, Mead i Watmough 1976, Swann i Baillie 1979, Hall i Fransson 2001). Z kolei cechą diagnostyczną dla podgatunku *Sylvia communis icterops*, zimującego w południowej Afryce, jest rozpoczęcie i przeprowadzenie całego pierzenia lotek na zimowiskach i zakończenie jeszcze przed wiosenną migracją. W literaturze są dostępne jedynie wyrywkowe dane dotyczące pierzenia niektórych populacji, jednak brak

szczegółowego opisu terminów, przebiegu i sekwencji pierzenia u obu analizowanych w niniejszej pracy gatunków.

Cele mojej pracy są następujące:

- określenie terminów i sekwencji pierzenia kolejnych partii lotek u gajówki i cierniówki,
- porównanie w obrębie każdego gatunku terminów i przebiegu pierzenia pomiędzy populacjami z lęgówisk w Polsce oraz zimowisk w południowej Afryce, pochodzącymi głównie z lęgówisk na wschód od Polski,
- porównanie strategii pierzenia pomiędzy gajówką i cierniówką na analogicznych obszarach.

2 Materiały i metody

2.1 Teren badań

Materiały wykorzystane w pracy pochodzą z Polski i z południowej Afryki. Dane z terenu Polski zbierano w 5 terenowych stacjach obrączkowania ptaków (Ryc. 5.):

1. Akcja Bałtycka, stacja Bukowo- Kopań (BK) ($54^{\circ}20'N$; $16^{\circ}14'E$) znajduje się w województwie zachodniopomorskim, na mierzei jeziora Bukowo, na południowy zachód od zabudowań Dąbkowic (Nowakowski i in. 2015).
2. Akcja Siemianówka ($52^{\circ}56'N$; $23^{\circ}51'E$) znajduje się w województwie podlaskim nad rzeką Narew (Płowucha 2014).
- 3, Akcja Bukówka obóz zlokalizowany Kotlinie Kamiennogórskiej, u stóp Karkonoszy, na brzegu zbiornika Bukówka.
4. Akcja Rakutowskie ($52^{\circ}32'N$; $19^{\circ}15'E$) położona w województwie kujawsko-pomorskim nad jeziorem Rakutowskim (Płowucha 2014).
5. Akcja Carpatica ($49^{\circ}31'N$; $21^{\circ}32'E$) znajduje się w województwie podkarpackim w granicach Magurskiego Parku Narodowego. Obóz zlokalizowany jest w dolinie rzeki Wisłoki porośniętej łożami (Kamecki 2014).

Materiał z południowej Afryki stanowią dane zebrane przez J.H.M. Raijmakersa i współpracowników w 11 lokalizacjach (Ryc. 6.): Boskoppie ($27^{\circ}33'S$; $28^{\circ}13'E$), Houtkop ($27^{\circ}35'S$; $28^{\circ}53'E$), Kuilfontein ($27^{\circ}26'S$; $29^{\circ}28'E$), Maputo ($25^{\circ}51'S$; $32^{\circ}36'E$), Seldomseem ($19^{\circ}48'S$; $32^{\circ}52'E$), Magve ($17^{\circ}08'S$; $30^{\circ}28'E$), Boshbank ($19^{\circ}00'S$; $32^{\circ}59'E$), Holfontein ($27^{\circ}10'S$; $28^{\circ}26'E$), Klipnek ($25^{\circ}28'S$; $30^{\circ}34'E$) oraz Mufakose ($17^{\circ}51'S$; $32^{\circ}55'E$). Dodatkowo korzystałam z danych zebranych podczas ekspedycji do rezerwatu Barbespan Bird Sanctuary ($26^{\circ}33'S$, $25^{\circ}35'E$) w RPA przez ekipę Stacji Badania Wędrówek Ptaków UG. Wszystkie wymienione wyżej lokalizacje obejmują tereny zakrzewione znajdujące się w pobliżu zbiorników wodnych.



Ryc.5. Położenie polskich terenowych stacji obrączkowania ptaków. BK- Bukowo, AR- Akcja Rakutowska, AS- Akcja Siemianówka, AC- Akcja Carpatica, BU - Bukówka.



Ryc.6. Położenie miejscowości w południowej Afryce, skąd pochodzą wykorzystane dane dotyczące pierzenia dorosłych gajówek i cierniówek. Miejscowości, gdzie schwytano najwięcej dorosłych gajówek i cierniówek (Tab. 1.): 1- Houtkop, 2- Holfonteinn, 3- Boskoppie, 4- Barbespan, 5- obszar obejmujący kilkadziesiąt miejscowości, w których chwymano pojedyncze gajówki, z których wykorzystano dane dotyczące pierzenia lotek pierwszorzędowych z lewego skrzydła.

Tabela.1. Terminy pracy terenowych stacji obrączkowania ptaków w Polsce i w południowej Afryce, oraz liczebności ptaków (N) schwytanych w tych stacjach wykorzystanych w pracy.

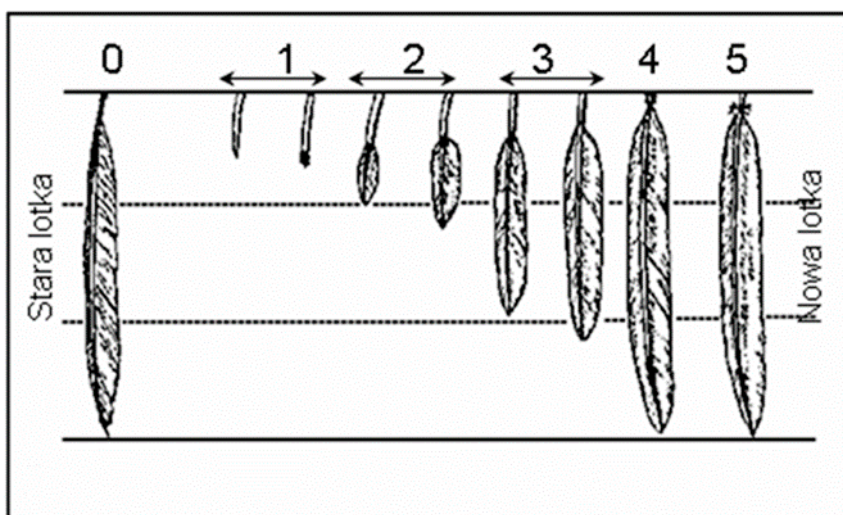
*** – materiał pochodzący z obszaru obejmującego kilkadziesiąt miejscowości, z których pochodziły analizowane dane pierzenia lotek pierwszorzędowych lewego skrzydła.**

Miejsce obrączkowania ptaków	Terminy pracy stacji w roku 2013	Terminy pracy stacji w roku 2014	N cierniówki	N gajówki
Polska				
Bukowo- Kopań	4.08-3.11	7.11-1.09	1	1
Akcja Siemianówka	16.07 - 12.10		55	57
Akcja Rakutowskie	17.07 - 7.11		19	0
Bukówka	21.08-22.09	20.08-15.10	18	0
Akcja Carpatica	27.07 - 03.11	1.08-2.11	32	2
Łącznie Polska			125	60
południowa Afryka				
Barberspan	18.11-05.12		0	4
Houtkop			28	18
Boskoppie			25	35
Holfonteinn			0	10
Inne miejsca			4	17
Inne miejsca*	8.01.2000r. -14-03.2015r		0	511
Łącznie Płd. Afryka			57	595

2.2 Metody pracy terenowej

We wszystkich opisanych wcześniej stacjach terenowych procedury obrączkowania ptaków było podobne, począwszy od sposobu chwytania ptaków, poprzez obrączkowanie do zapisywania danych. Ptaki były chwyte w sieci ornitologiczne. Kontrola sieci odbywała się co godzinę, od świtu do zmierzchu. W dni deszczowe i upalne kontrole odbywały się częściej, nawet co 30 minut. W polskich stacjach terenowych chwytanie trwało nieprzerwanie przez cały okres trwania obozu. W południowej Afryce, podobnie w regularny sposób ptaki były chwyte w rezerwacie Barberspan przez ekipę SBWP. Natomiast w pozostałych lokalizacjach w południowej Afryce dane były zbierane przez J.H.M. Raijmakersa i

współpracowników w trakcie nieregularnych wyjazdów terenowych. Ptaki były obrączkowane przez ornitologów posiadających zezwolenie wydawane w Polsce przez Krajową Centralę Obrączkowania Ptaków na podstawie pełnomocnictwa Ministerstwa Środowiska (Busse i in. 2012), a w południowej Afryce przez Centralę SAFRING. Zakładane obrączki posiadają indywidualny numer dla każdego osobnika, dla którego przy obrączkowaniu określano gatunek, wiek i płeć. Następnie mierzono zapisywano dane biometryczne takie jak np. ciężar ciała, stopień otluszczenia (w skali 0-8 wg. skali Busse 2000), długość skoku, długość dzioba, długość skrzydła, długość poszczególnych piór lotnych (formuła skrzydła), długość ogona. Podczas obrączkowania zapisywano również stan pierzenia każdego osobnika, notując zaawansowanie wzrostu piór dla każdej lotki oddzielnie (ryc.8) . W tym celu wykorzystywano skalę 0-1 wg. Ashmole (1962) (ryc.7).



Ryc.7. Skala wzrostu piór według Ashmole (1962). 0 - pióro stare; 1 - brak pióra lub pałka; 2 - nowe pióro; do 1/3 właściwej długości; 3 - nowe pióro, od 1/3 do 2/3 właściwej długości; 4 - nowe pióro powyżej 2/3 właściwej długości oraz w aktywnej fazie wzrostu; 5 - nowe pióro pełnej długości, wzrost zakończony.

Species code SY COM	Species SY COM	Sex ♂	Age α	Ring number K2N 2366	Retrap no. ☒ yes ☐	Ringer AAF																									
Day, month, year 20.08.15	Locality BU	Coordinates		Country, district																											
Feather length	Weight	Fat score	Pneumatization Score: ☐ or: ☐ ☐	Comments																											
Left wing Alula: 5-5 Carpal covert: 5 Marginal coverts: %old ☐ %new 100 %growing ☐ Median coverts: %old ☐ %new 60 %growing 20 Greater Coverts: 5 Primary Coverts: 0 5 5 Primaries: 0 5 5 Secondaries: 0 5 5 Tertials: 0 5 5 Right wing Alula: 5-5 Carpal covert: 5 Marginal coverts: %old ☐ %new 100 %growing ☐ Median coverts: %old ☐ %new 50 %growing 40 Greater Coverts: 5 Primary Coverts: 5 5 0 Primaries: 5 4 0 Secondaries: 5 5 0 Tertials: 5 5 0 Comments: HP. 218 Tail feathers: 0 0 Moult of body feathers: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>% old</th> <th>% new</th> <th>% growing</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Head</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Upper parts</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Under parts</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tail coverts</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								% old	% new	% growing	%	Head					Upper parts					Under parts					Tail coverts				
	% old	% new	% growing	%																											
Head																															
Upper parts																															
Under parts																															
Tail coverts																															

Ryc.8. Przykładowa karta pierzenia dla cierniówki ze stacji Bukowo. W lewym skrzydle widoczny jest zapis pierzenia zawieszono po wymianie lotki pierwszorzędowej P5.

2.3 Metody analizy danych

W analizach wykorzystano opisy pierzenia pochodzące od 58-60 dorosłych gajówek schwytych na terenie Polski i 84-511 dorosłych osobników z południowej Afryki, oraz 118-125 dorosłych cierniówek schwytych w Polsce i 57 dorosłych osobników schwytych w południowej Afryce (Tabela.2). Różnice w liczbie osobników wynikają z różnej liczby dostępnych zapisów pierzenia dla każdej z partii lotek, oraz wykluczenia osobników, których dane nie były kompletne ze względu na brak pióra czy brak określenia etapu wzrostu pióra w danej partii upierzenia. Ze względu na małe próby (poza danymi o pierzeniu lotek pierwszorzędowych gajówek w południowej Afryce) do analiz włączono również zapisy pierzenia retrapów, czyli ptaków schwytych ponownie w miejscu ich zaobraczkowania (Tab.2).

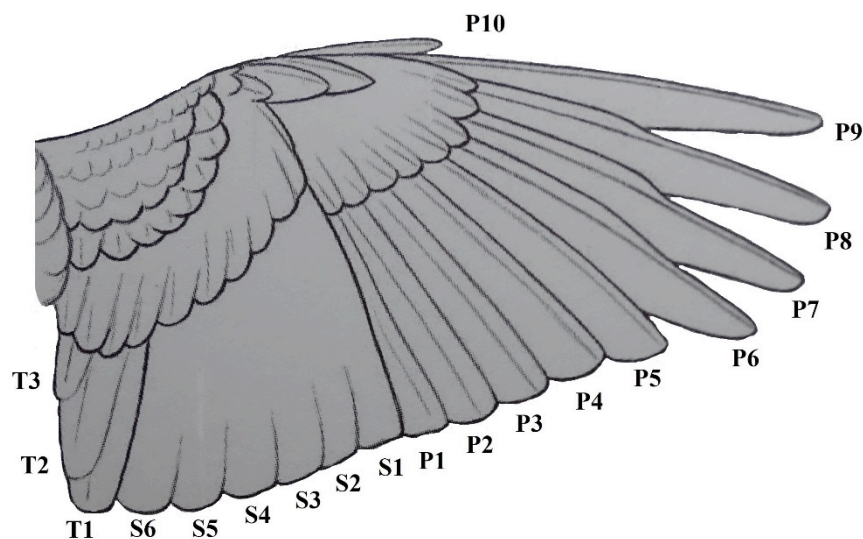
W większości analiz dla obu porównywanych gatunków brano pod uwagę pierzenie prawego skrzydła, z którego było więcej opisów pierzenia niż z lewego. Wyjątkiem były gajówki w południowej Afryce, u których analizowałam pierzenie lotek pierwszorzędowych w lewym skrzydle, ze względu na większą próbę (511 osobników) niż ze skrzydła prawego. Jednak próba ta nie obejmowała żadnej innej partii lotek.

Tabela.2. Zestawienie wielkości prób z uwzględnieniem gatunku, miejsca pochodzenia, partii upierzenia oraz statusu (obrzączkowane, retrapy). Dane dotyczą ptaków dorosłych chwytych w latach 2013-2014.

	Lotki pierwszorzędowe					
	Polska			południowa Afryka		
	Obrączkowane	Retrapy	Suma	Obrączkowane	Retrapy	Suma
Gajówka	56	2	58	511	0	511
Cierniówka	92	33	125	52	5	57
	Lotki drugorzędowe					
	Polska			południowa Afryka		
	Obrączkowane	Retrapy	Suma	Obrączkowane	Retrapy	Suma
Gajówka	58	2	60	79	5	84
Cierniówka	87	31	118	52	5	57
	Lotki trzeciorzędowe					
	Polska			południowa Afryka		
	Obrączkowane	Retrapy	Suma	Obrączkowane	Retrapy	Suma
Gajówka	57	2	59	79	5	84
Cierniówka	92	32	124	52	5	57

Dane z kart pierzenia wprowadziłam do arkuszy kalkulacyjnych Microsoft Office Excel 2016. Przebieg pierzenia opisywałam dla każdej partii upierzenia aparatu lotnego ptaków osobno (ryc.8.):

- lotki pierwszorzędowe (Primaries) oznaczone P1- P10 (w arkuszu kalkulacyjnym był to ciąg 10 cyfr)
- lotki drugorzędowe (Secondaries) oznaczone S1-S6 (w arkuszu kalkulacyjnym był to ciąg 6 cyfr)
- lotki trzeciorzędowe (Tertials) oznaczone T1-T3 (w arkuszu kalkulacyjnym był to ciąg 3 cyfr)



Ryc.9. Numeracja oraz sposób opisu piór lotnych w skrzydle ptaka z rzędu wróblowych stosowany w pracy. Lotki pierwszorzędowe (Primaries) oznaczone P1- P10, lotki drugorzędowe (Secondaries) oznaczone S1-S6, lotki trzeciorzędowe (Tertials) oznaczone T1-T3 (za Jenni i Winkler 1994, zmodyfikowane).

Następnie każdy ciąg cyfr rozbiłam tak, aby każda cyfra była w osobnej kolumnie.

Z tak przygotowanych baz danych każdemu osobnikowi przypisałam status / typ pierzenia osobno dla każdej partii lotek.

Pierzenie nierozpoczęte - ciągi cyfr, gdzie wszystkie piórami zostały oznaczone jako stare np. dla lotek trzeciorzędowych 000

Pierzenie ciągłe - ciąg cyfr wskazujących, że przynajmniej jedna z lotek, była w fazie aktywnego wzrostu, np. dla lotek drugorzędowych 555431

Pierzenie zawieszone - ciąg cyfr gdzie występowały obok siebie lotki oznaczone jako stare i nowe np. dla lotek pierwszorzędowych 55555000

Pierzenie zakończone - ciąg cyfr z wszystkimi piórami oznaczonymi jako nowe np. dla piór trzeciorzędowych 555.

Analizując pierzenie zawieszone określałam, w której partii zostało pierzenie zawieszone, które lotki zostały wymienione oraz po którym wymienionym piórze zostało pierzenie zawieszone.

W celu przeprowadzenia analiz pierzenia ciągłego, następnym krokiem była zamiana skali wzrostu piór z 0-5 na skalę w przedziale 0-1. Krok ten był niezbędny do zastosowania modeli pierzenia ciągłego U-Z, które wymagają danych w skali 0-1 (Underhill i Zucchini 1989).

Tabela.3. Sposób przeliczenia skali wzrostu piór 0-5 (Ashmole 1962) na wartości w skali 0-1 wymagane do modeli pierzenia U-Z (Z (Underhill i Zucchini 1989).

Stopnie w skali 0-5	0	1	2	3	4	5
Odpowiadające stopnie w skali 0-1	0	0,125	0,375	0,625	0,875	1

Kolejnym krokiem było uzyskanie średniej procentowej masy pojedynczej lotki w stosunku do masy wszystkich lotek. W tym celu użyłam pary skrzydeł pochodzącej od jednego osobnika dorosłej cierniówki (ptak został znaleziony martwy przy jezdni). Skrzydła te dostałam od pracowników Stacji Badania Wędrówek Ptaków Uniwersytetu Gdańskiego. Spreparowałam pojedyncze lotki, umieściłam w białej kartce papieru A4 i opisałam zgodnie z ich umiejscowieniem w skrzydle (ryc.10.)



Ryc.10. Wypreparowane lotki z prawego skrzydła dorosłej cierniówki, przygotowane do suszenia.

Tak przygotowane pióra przez 4 godziny suszyły się w suszarce w temperaturze 60°C. Celem suszenia było pozbycie się wilgoci, która mogłaby mieć wpływ na błąd w ważeniu.

Każda pojedyncza lotka była ważona z dokładnością do 0,01 mg. Pióra nie były dotykane dłońmi aby zniwelować błąd związany z zanieczyszczeniami. Uzyskane średnie procentowe masy pojedynczej lotki w stosunku do masy wszystkich lotek posłużyły mi do wyliczenia , dla każdego osobnika wskaźnika zaawansowania pierzenia (PFMG Proportion of Feather Mass Grown) (Underhill i Zucchini 1989) dla danej partii lotek, lub dla wszystkich lotek łącznie, ze wzoru:

$$\text{PFMG} = \sum \text{stadium wzrostu danej lotki} * \text{względna (\%) masa tej lotki}$$

Wartość 0 oznaczała osobnika, który nie rozpoczął pierzenia danej partii lotek, wartość 1 osobnika, który zakończył pierzenie danej partii lotek. Wartości pośrednie oznaczały ptaki w trakcie pierzenia.

Tak przygotowane bazy danych podzieliłam na cztery grupy, dla których wyniki ze sobą porównywałam:

Cierniówki w pobliżu lęgówisk w Polsce

Cierniówki na zimowiskach w południowej Afryce

Gajówki w pobliżu lęgówisk w Polsce

Gajówki na zimowiskach w południowej Afryce

Tak podzielone dane, zapisane w formacie .csv były gotowe do użycia modeli pierzenia ciągłego U-Z (Underhill i Zucchini 1989, Underhill i in. 1990) w środowisku R (wersja i386 3.2.5) za pomocą pakietu „moult” do analiz przebiegu pierzenia. Do analiz stosowałam głównie model 2 (Underhill i Zucchini 1989) ponieważ wśród większości materiałów, które posiadałam były reprezentowane trzy grupy ptaków na różnym etapie pierzenia danej partii lotek: ptaki które nie rozpoczęły pierzenia, były w trakcie pierzenia ciągłego, zakończyły pierzenie. W przypadku kiedy w analizowanej grupie nie było ptaków które nie rozpoczęły pierzenia, a były tylko osobniki w trakcie pierzenia ciągłego i takie, które pierzenie zakończyły, używałam modelu 4 (Underhill i Zucchini 1989, Underhill i in. 1990) . Modele pierzenia U-Z stosowałam do analiz przebiegu pierzenia: 1) każdej partii lotek łącznie (Tabela. 7.), 2) wszystkich lotek łącznie, oraz 3) każdej lotki z osobna (Tabela. 8.).

Modele U-Z pozwoliły na oszacowanie: średniej daty początku pierzenia, jej odchylenia standardowego (SD) oraz średniego czas trwania pierzenia, dla każdego z tych

parametrów został obliczony błąd standardowy (SE). Otrzymane wyniki zestawiałam w tabelach, które w następnym kroku umożliwiły mi stworzenie wykresów obrazujących sekwencje pierzenia.

Krzywe kumulacyjne przyrostu masy lotek otrzymałam rozpisując proporcję wyliczonego dziennego przyrostu masy każdego pióra (dla pojedynczej lotki w stosunku do 100% wszystkich wyrośniętych lotek) na dni pierzenia każdej poszczególnej lotki, sumując te wartości dla każdego dnia okresu pierzenia, a następnie kumulując te dzienne sumy w kolejnych dniach okresu pierzenia, podobnie jak Remisiewicz i inni (2009).

3 Wyniki

3.1 Typy pierzenia

Dla każdego osobnika określiłam status i typ pierzenia danej partii lotek (Tab. 4) . W obrębie lotek pierwszo i drugorzędowych u cierniówek chwytych w Polsce pierzenia nie rozpoczęło 2,4 % osobników natomiast w południowej Afryce był to dwukrotnie wyższy odsetek. Wśród gajówek chwytych w Polsce 95% osobników nie rozpoczęło pierzenia (Tab. 4) .W przypadku gajówek chwytych w południowej Afryce tylko 7,8% populacji nie rozpoczęło pierzenia. U obu gatunków, niezależnie od pochodzenia danych, najczęstszym typem pierzenia we wszystkich partiach lotek było pierzenie ciągłe: w lotkach pierwszorzędowych około 70% osobników, w lotkach drugorzędowych 61%, a dla lotek trzeciorzędowych 36%. U obu gatunków pierzenie zawieszał niewielki procent osobników (Tab. 4) . W obrębie lotek pierwszorzędowych pierzenie zawieszały gajówka i cierniówka w pobliżu terenów lęgowych w Polsce, oraz gajówki na zimowiskach w południowej Afryce. W obrębie lotek drugorzędowych jedynie cierniówki w Polsce lęgowisk zawieszały pierzenie (tabela. 4.). W obrębie lotek trzeciorzędowych nie występowało pierzenie zawieszone.

Tabela.4. Procentowe zestawienie statusu i typów pierzenia z uwzględnieniem gatunku, miejsca pochodzenia próby oraz partii upierzenia. „N” oznacza wielkość danej próby.

	Lotki pierwszorzędowe			
	Polska		Południowa Afryka	
Status/ typ pierzenia	Gajówka N=60	Cierniówka N=127	Gajówka N=518	Cierniówka N=59
Nierozpoczęte	95,0%	2,4%	7,8%	5,1%
Ciągłe	0,0%	68,5%	70,6%	69,5%
Zawieszone	5,0%	1,6%	7,8%	0,0%
Zakończone	0,0%	27,6%	13,7%	25,4%
	Lotki drugorzędowe			
	Polska		Południowa Afryka	
Status/ typ pierzenia	Gajówka N=60	Cierniówka N=118	Gajówka N=93	Cierniówka N=57
Nierozpoczęte	100,0%	13,2%	26,2%	26,3%
Ciągłe	0,0%	66,5%	61,9%	54,4%
Zawieszone	0,0%	7,2%	0,0%	0,0%
Zakończone	0,0%	13,1%	11,9%	19,3%
	Lotki trzeciorzędowe			
	Polska		Południowa Afryka	
Status/ typ pierzenia	Gajówka N=59	Cierniówka N=125	Gajówka N=82	Cierniówka N=37
Nierozpoczęte	84,7%	4,8%	19,5%	29,7%
Ciągłe	11,9%	25,6%	40,2%	43,2%
Zawieszone	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Zakończone	3,4%	69,6%	40,2%	27,0%

3.2 Pierzenie zawieszone

Cierniówki zimujące w południowej Afryce nie zawieszały pierzenia (Tabela. 4-5). Natomiast cierniówki gniazdujące na terenie Polski zawieszały pierzenie lotek

pierwszorzędowych (po lotce P3 lub P8) oraz lotek drugorzędowych najczęściej po lotce S2, rzadziej po lotce S1 lub S3 (Tabela. 5). Numery lotek S1-S5 oznaczają wymienione lotki od środka skrzydła w kierunku tułowia ptaka. U dwóch ptaków zapis S4-S5 oznacza pierzenie zawieszone po wymianie dwóch wewnętrznych lotek drugorzędowych. W obrębie lotek trzeciorzędowych nie zaobserwowano pierzenia zawieszonego.

Wśród gajówek chwytych na terenie Polski 5% rozpoczęło pierzenie ale je zawiesiło. U gajówek w Polsce zaobserwowano pierzenie zawieszone po wymianie lotek P2 lub P3. Natomiast gajówki w południowej Afryce najczęściej wstrzymywały pierzenie po lotce P5, rzadziej po lotce P3, a pojedyncze osobniki po lotkach P1, P4 i P8 (Tabela. 5). Nie zaobserwowano pierzenia zawieszonego u gajówek w obrębie lotek drugo- i trzeciorzędowych.

Tabela.5. Procentowy udział osobników, które wstrzymały pierzenie po wymianie określonych lotek pierwszorzędowych lub drugorzędowych.

Wymienione lotki	Lotki pierwszorzędowe			
	Polska		Południowa Afryka	
	Gajówka N=3	Cierniówka N=2	Gajówka N=8	Cierniówka N=0
P1-P2	66,7%	-	12,5%	-
P1-P3	33,3%	50,0%	25,0%	-
P1-P4	-	-	12,5%	-
P1-P5	-	-	37,5%	-
P1-P8	-	50,0%	12,5%	-
Wymienione lotki	Lotki drugorzędowe			
	Polska		Południowa Afryka	
	Gajówka N=0	Cierniówka N=9	Gajówka N=0	Cierniówka N=0
S1	-	22%	-	-
S1-S2	-	44%	-	-
S1-S3	-	11%	-	-
S4-S5	-	22%	-	-
S5	-	-	-	-

3.3 Względne masy kolejnych lotek

Niezbędnym krokiem do wyliczenia modeli terminów pierzenia było wyliczenie średniego % ciężaru danej lotki w stosunku do 100% masy lotek (Tab. 6 i 7). Ponieważ poważone wcześniej pióra pochodziły od jednego osobnika cierniówki, oba skrzydła traktowałam jako dwie osobne próby. Otrzymane wyniki użyłam do wyliczenia średniej względnej masy poszczególnych piór w stosunku do 100% masy danej partii lotek (Tab. 6) oraz w stosunku do 100% masy wszystkich lotek (Tab. 8), które były stosowane do innych rodzajów dalszych obliczeń. Względnych mas piór uzyskanych dla cierniówek użyłam dla obu gatunków, ponieważ komplet lotek dla gajówek nie był dostępny. Różnice pomiędzy osobnikami oraz między blisko spokrewnionymi gatunkami w proporcjach masy poszczególnych piór są nieistotne statystycznie, a zastosowanie masy innego spokrewnionego gatunku powoduje minimalny błąd w ostatecznych wynikach (Underhill i Joubert 1995).

Tabela.6. Średnie względne masy poszczególnych lotek u cierniówek wyrażone w procentach, w stosunku do sumy mas piór z danej partii lotek (100%), n=2 skrzydła z jednego osobnika.

jeanego osobnika:

Lotki pierwszorzędowe	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Średnia względna masa [%]	8,7	9,1	9,5	10,2	10,8	11,8	12,7	12,9	14,2
Lotki drugorzędowe	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
Średnia względna masa [%]	21,3	19,6	18,4	17,4	16,2	7,1			
Lotki trzeciorzędowe	T1	T2	T3						
Średnia względna masa [%]	46,5	34,9	18,6						

Tabela.7. Średnie względne masy poszczególnych lotek u cierniówek wyrażone w procentach, w stosunku do sumy mas piór ze wszystkich partii lotek łącznie (100%), n=2 skrzydła z jednego osobnika

Lotki pierwszorzędowe	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Średnia względna masa [%]	5,7	6,0	6,2	6,9	7,1	7,7	8,2	8,6	9,3
Lotki drugorzędowe	S1	S2	S3	S4	S5	S6			
Średnia względna masa [%]	5,0	4,6	4,3	4,1	3,8	3,6			
Lotki trzeciorzędowe	T1	T2	T3						
Średnia względna masa [%]	4,1	3,1	1,6						

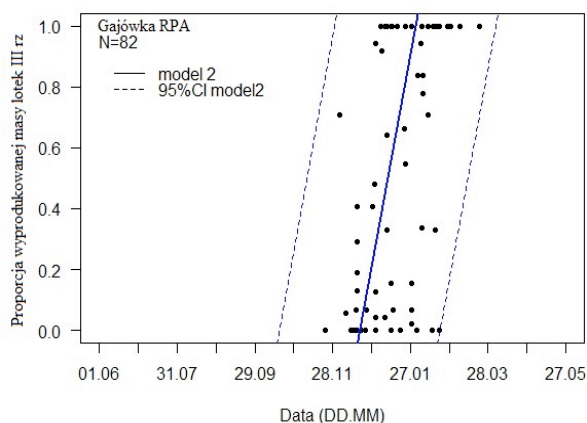
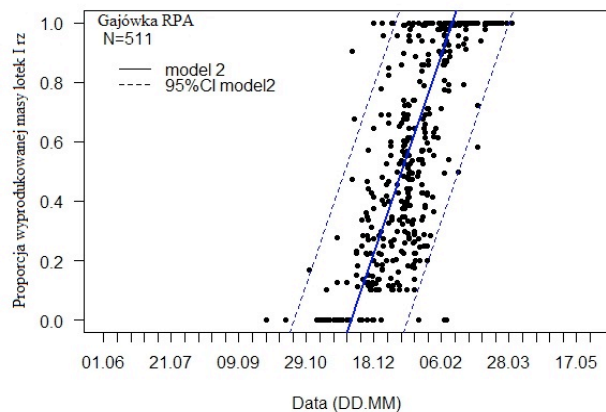
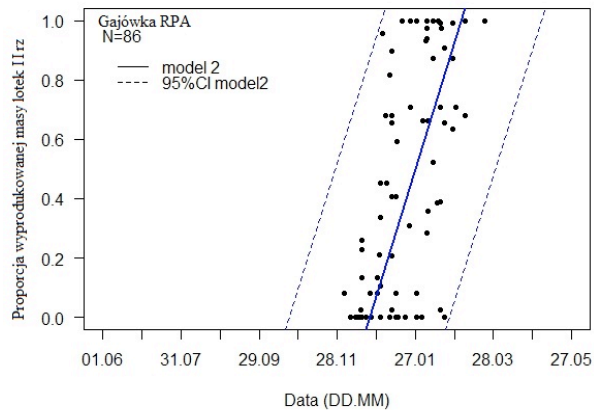
Długość pierzenia u cierniówek chwytych w pobliżu lęgów w Polsce wynosiła średnio 69 dni i przypada na okres 28.06-30.08 (Tab. 8). U cierniówek zimujących w południowej Afryce czas pierzenia był dłuższy (111 dni) i przypada na okres 25.11-16.03 (Tab. 8). Czas trwania pierzenia gajówek na zimowiskach wynosił średnio 101 dni i trwa 23.11-4.03 (Tab. 8). Co ciekawe mimo zbliżonej długości trwania pierzenia gajówek i cierniówek w południowej Afryce, gajówki zaczynają pierzenie średnio o 2 dni wcześniej i średnio o 13 dni wcześniej kończą od cierniówek.

Średni czas trwania pierzenia ciągłego dla cierniówki był około 1.5 razy dłuższy na zimowiskach niż na lęgach dla każdej partii piór (Tab. 8). W związku z tym dzienny przyrost masy dla każdej partii lotek (%PFMG/dzień) był odpowiednio wolniejszy na zimowiskach (Tab. 8).

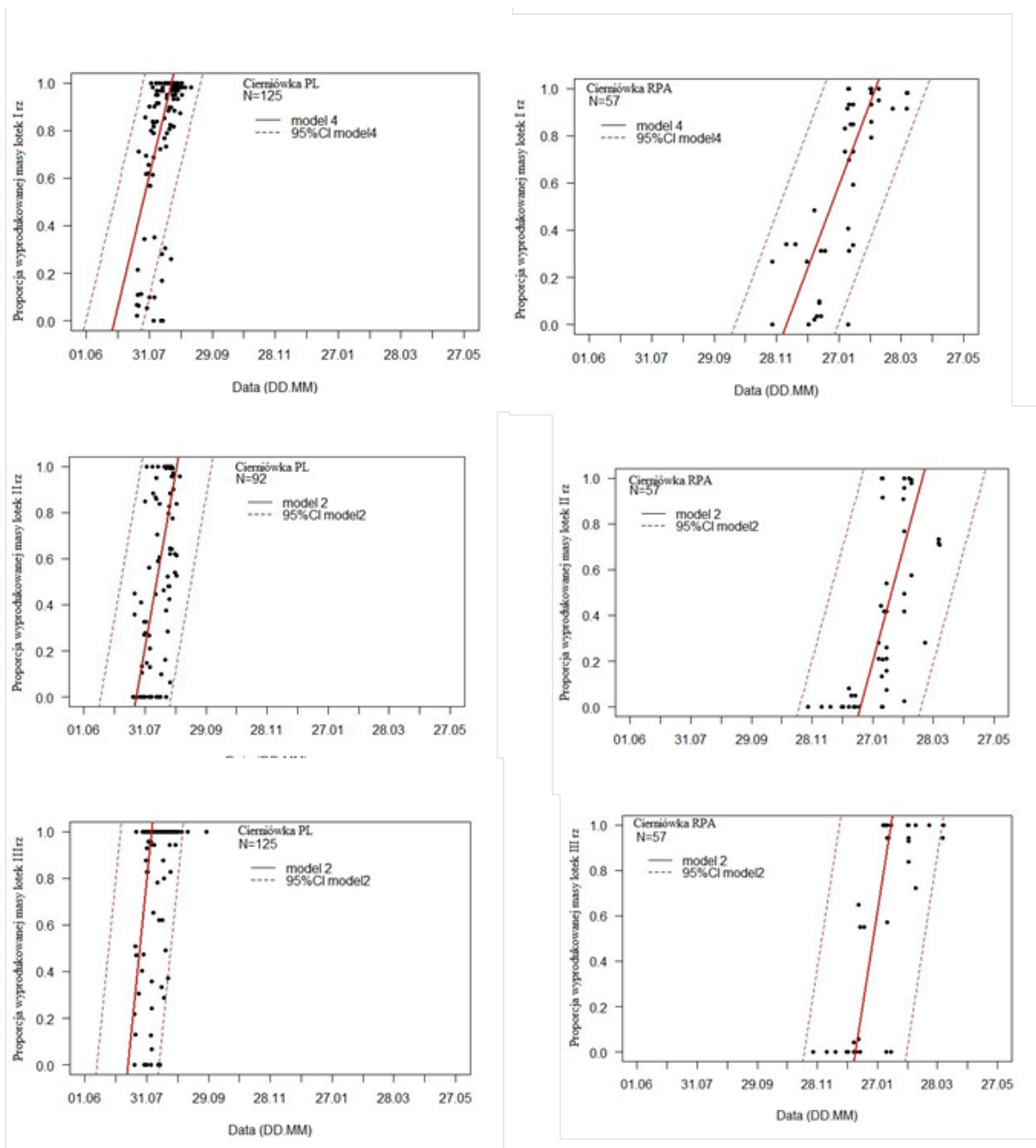
Tabela.8. Parametry pierzenia lotek pierwszorzędowych (P1-P9), drugorzędowych (S1-S6) i trzeciorzędowych (T1-T3) kolejno dla: gajówki na zimowiskach w południowej Afryce cierniówki w Polsce i na w południowej Afryce. Oznaczenia: (SE) - błąd standardowy oszacowania każdego z parametrów, 95% PU – przedział ufności dla średniej daty rozpoczęcia pierzenia, %PFMG - proporcja wyprodukowanej masy lotek na dzień .

Cierniówka Polska								
					N osobników			
Lotki	Średnia data rozpoczęcia (SE)	Czas trwania w dniach (SE)	95% PU	Data zakończenia (SE)	Przed pierzeniem	W trakcie pierzenia	pierzenie zakończone	%PFMG/dzień
P1- P9	28.06 (5,7)	54,28 (6,3)	16-06 -09-07	21.08 (6,3)	5	91	35	1,84
S1-S6	22.07 (4,4)	39,64 (6,6)	13.07 -30.07	30.08 (6,6)	17	112	0	2,52
T1-T3	12.07 (5,1)	22,85 (4,4)	02.07 -21.07	03.08 (4,4)	6	36	87	4,38
Cierniówka Południowa Afryka								
Lotki	Średnia data rozpoczęcia (SE)	Czas trwania w dniach (SE)	95% PU	Data zakończenia (SE)	Przed pierzeniem	W trakcie pierzenia	pierzenie zakończone	%PFMG/dzień
P1- P9	07.12 (11,9)	85,2 (14,5)	13.11 -30.12	02.03 (14,5)	3	42	15	1,17
S1-S6	14.01 (7,1)	61,18 (11,9)	31.12 -27.01	16.03 (11,9)	14	46	0	1,63
T1-T3	05.01 (7,3)	35,22 (7,7)	21.12 -19-01	09.02 (7,7)	19	11	30	2,84
Gajówka Południowa Afryka								
Lotki	Średnia data rozpoczęcia (SE)	Czas trwania w dniach (SE)	95% PU	Data zakończenia (SE)	Przed pierzeniem	W trakcie pierzenia	pierzenie zakończone	%PFMG/dzień
P1- P9	30.11 (2,2)	74,77 (3,2)	25.11 -04.12	13.02 (3,2)	0	377	147	1,34
S1-S6	23.12 (5,8)	70,38 (11,0)	11.12 -03.01	03.03 (11,0)	23	72	0	1,42
T1-T3	19.12 (6,4)	42,88 (8,4)	06.12 -31-12	30.01 (8,4)	16	36	33	2,33

Poniższe ryciny przedstawiają dane zebrane w tabeli 8. We wszystkich przypadkach kolejność rozpoczęcia pierzenia była taka sama: lotki pierwszorzędowe, trzeciorzędowe i drugorzędowe. Największy przedział ufności, wskazujący na najmniejszy rozrzut wartości PFMG dla różnych osobników, jest widoczny u cierniówek w Polsce, a największy u cierniówek na zimowiskach w południowej Afryce.



Ryc.11. Rozrzut wskaźników pierzenia (PFMG) w sezonie dla lotek pierwszorzędowych, drugorzędowych i trzeciorzędowych u dorosłych gajówek schwytanych na zimowiskach w południowej Afryce (oznaczonych skrótem RPA) w latach 2013- 2014. Linia ciągła oznacza średni przebieg pierzenia, linie przerywane oznaczają 95% przedział ufności dla średniej daty rozpoczęcia pierzenia.



Ryc.12. Rozrzut wskaźników pierzenia (PFMG) w sezonie dla lotek pierwszorzędowych, drugorzędowych i trzeciorzędowych u dorosłych ciemiówek schwytanych w Polsce (PL) i w południowej Afryce (RPA) w latach 2013- 2014. Linia ciągła oznacza średni przebieg pierzenia, linie przerywane oznaczają 95% przedział ufności dla średniej daty rozpoczęcia pierzenia.

3.4 Terminy i sekwencja pierzenia poszczególnych lotek

U cierniówek w Polsce wzrost lotki pierwszorzędowej P1 zaczynał się średnio 05.07 a koniec wzrostu lotki P9 przypadał 48 dni później tj. 22.08. Wzrost kolejnych lotek pierwszorzędowych rozpoczynał się średnio co 1-6 dni, drugorzędowych co 1-12 dni, a trzeciorzędowych co 2-4 dni. Współczynnik wzrostu piór (%PFMG/dzień) był najwyższy dla lotek pierwszorzędowych P3-P5. Najszybciej rosnącym piórem była lotka trzeciorzędowa T3 (tabela 9.).

Tabela.9. Parametry pierzenia lotek pierwszorzędowych, drugorzędowych oraz trzeciorzędowych u dorosłych gajówek na zimowisku chwytych w latach 2013-2014. Oznaczenia: (SE) - błąd standardowy oszacowania każdego z parametrów, 95% PU – przedział ufności dla średniej daty rozpoczęcia pierzenia, %PFMG/dzień - proporcja wyprodukowanej masy lotek na dzień.

Cierniówka Polska								
Lotki	Średnia data rozpoczęcia (SE)	Czas trwania w dniach (SE)	95% PU	Data zakończenia (SE)	Przed pierzeniem	W trakcie pierzenia	pierzenie zakończone	%PFMG/dzień
pierwszorzędowe								
P1	05.07 (10,2)	10,96 (4,7)	15-06 -24-07	15.07 (4,7)	5	10	114	9,12
P2	13.07 (5,7)	10,47 (3,5)	01-07 -24-07	23.07 (3,5)	6	13	110	9,55
P3	18.07 (4,8)	7,714 (2,7)	08-07 -27-07	25.07 (2,7)	9	11	109	12,96
P4	22.07 (3,6)	8,012 (2,4)	14-07 -29-07	30.07 (2,4)	13	14	102	12,48
P5	25.07 (2,9)	9,36 (2,3)	19-07 -30-07	03.08 (2,3)	15	19	95	10,68
P6	24.07 (2,7)	13,72 (2,6)	18-07 -29-07	06.08 (2,6)	16	28	85	7,29
P7	26.07 (2,5)	18,23 (2,7)	21-07 -30-07	13.08 (2,7)	19	42	68	5,49
P8	26.07 (2,7)	22,47 (3,1)	20-07 -31-07	17.08 (3,1)	20	54	55	4,45
P9	24.07 (2,9)	29,74 (3,8)	18-07 -29-07	22.08 (3,8)	21	73	35	3,36
P1- P9	28.06 (5,7)	54,28 (6,3)	16-06 -09-07	21.08 (6,3)	5	91	35	1,84
drugorzędowe								
S1	24.07 (4,4)	15,93 (3,8)	15.07 -01.08	08.08 (3,8)	25	30	74	6,28
S2	30.07 (4,0)	18,78 (4,6)	22.07 -06.08	17.08 (4,6)	35	36	59	5,32
S3	11.08 (4,4)	22,26 (8,5)	02.08 -19.08	02.09 (8,5)	65	28	36	4,49
S4	10.08 (3,7)	25,6 (7,8)	02.08 -17.08	04.09 (7,8)	65	37	27	3,91
S5	04.08 (3,0)	20,92 (4,3)	29.07 -09.08	24.08 (4,3)	49	46	34	4,78
S6	03.08 (2,4)	17,85 (3,1)	29.07 -07.08	20.08 (3,1)	41	45	43	5,60
S1-S6	22.07 (4,4)	39,64 (6,6)	13.07 -30.07	30.08 (6,6)	17	112	0	2,52
trzeciorzędowe								
T1	19.07 (4,7)	12,52 (3,2)	09.07 -28.07	31.07 (3,2)	13	21	95	7,99
T2	15.07 (4,9)	15,22 (3,6)	05.07 -24.07	30.07 (3,6)	7	25	97	6,57
T3	21.07 (4,0)	8,915 (2,5)	13.07 -28.07	29.07 (2,5)	11	17	101	11,22
T1-T3	12.07 (5,1)	22,85 (4,4)	02.07 -21.07	03.08 (4,4)	6	36	87	4,38

U cierniówek w południowej Afryce wzrost lotki pierwszorzędowej P1 zaczynał się średnio 25.11 a koniec wzrostu lotki P9 przypadał 111 dni później tj. 11.03. Wzrost kolejnych lotek pierwszorzędowych rozpoczynał się średnio co 1-18 dni, drugorzędowych co 1-12 dni i trzeciorzędowych co 6-11 dni. Współczynnik wzrostu piór (%PFMG/dzień) był najwyższy dla

lotki pierwszorzędowej P6. Najszybciej rosnącym piórem była lotka trzeciorzędowa T3 (tabela 10.).

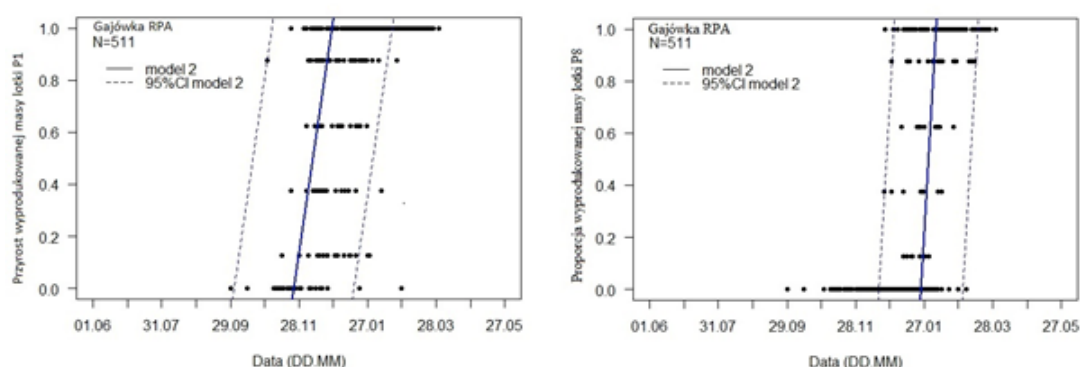
Tabela.10. Parametry pierzenia lotek pierwszorzędowych, drugorzędowych oraz trzeciorzędowych u dorosłych cierniówek na zimowisku chwytych w latach 2013-2014. Oznaczenia: (SE) - błąd standardowy oszacowania każdego z parametrów, 95% PU – przedział ufności dla średniej daty rozpoczęcia pierzenia, PFMG - proporcja wyprodukowanej masy lotek na dobę

Cierniówka Południowa Afryka								
Lotki	Średnia data rozpoczęcia (SE)	Czas trwania w dniach (SE)	95% PU	Data zakończenia (SE)	Przed pierzeniem	W trakcie pierzenia	pierzenie zakończone	%PFMG/dzień
pierwszorzędowe								
P1	25.11 (15,8)	27,15 (10,9)	25.10 -25.12	22.12 (10,9)	3	8	49	3,68
P2	26.11 (16,2)	31,91 (11,7)	25.10 -27.12	27.12 (11,7)	4	12	44	3,13
P3	03.12 (12,9)	36,51 (10,9)	07.11 -28.12	08.01 (10,9)	5	15	40	2,74
P4	13.12 (10,5)	28,83 (8,9)	22.11 -02.01	10.01 (8,9)	7	13	40	3,47
P5	26.12 (8,4)	25,38 (7,5)	09.12 -11.01	20.01 (7,5)	11	13	36	3,94
P6	14.01 (5,9)	14,1 (5,0)	02.01 -25.01	28.01 (5,0)	18	8	33	7,09
P7	13.01 (7,5)	30,61 (7,9)	29.12 -27.01	12.02 (7,9)	20	15	25	3,27
P8	18.01 (7,4)	35,8 (9,0)	03.01 -01.02	22.02 (9,0)	23	18	19	2,79
P9	22.01 (9,0)	48,63 (13,8)	04.01 -08.02	11.03 (13,8)	25	20	15	2,06
P1- P9	07.12 (11,9)	85,2 (14,5)	13.11 -30.12	02.03 (14,5)	3	42	15	1,17
drugorzędowe								
S1	15.01 (5,3)	27,01 (5,9)	04.01 -25.01	11.02 (5,9)	15	19	26	3,70
S2	24.01 (4,9)	26,99 (6,2)	14.01 -02.02	19.02 (6,2)	18	21	21	3,71
S3	05.02 (6,1)	33,92 (9,2)	23.01 -17.02	10.03 (9,2)	26	20	14	2,95
S4	13.02 (7,2)	31,98 (11,1)	29.01 -27.02	16.03 (11,1)	30	17	13	3,13
S5	14.02 (6,5)	21,38 (7,6)	01.02 -26.02	07.03 (7,6)	31	17	16	4,68
S6	06.02 (6,3)	28,89 (8,4)	24.01 -18.02	06.03 (8,4)	26	17	16	3,46
S1-S6	14.01 (7,1)	61,18 (11,9)	31.12 -27.01	16.03 (11,9)	14	46	0	1,63
trzeciorzędowe								
T1	19.12 (14,8)	39,39 (12,9)	19.11 -17-01	27.01 (12,9)	12	16	32	2,54
T2	25.12 (11,4)	13,99 (6,6)	02.12 -16-01	07.01 (6,6)	12	8	40	7,15
T3	05.01 (9,1)	12,27 (5,6)	18.12 -22-01	17.01 (5,6)	12	8	39	8,15
T1-T3	05.01 (7,3)	35,22 (7,7)	21.12 -19-01	09.02 (7,7)	19	11	30	2,84

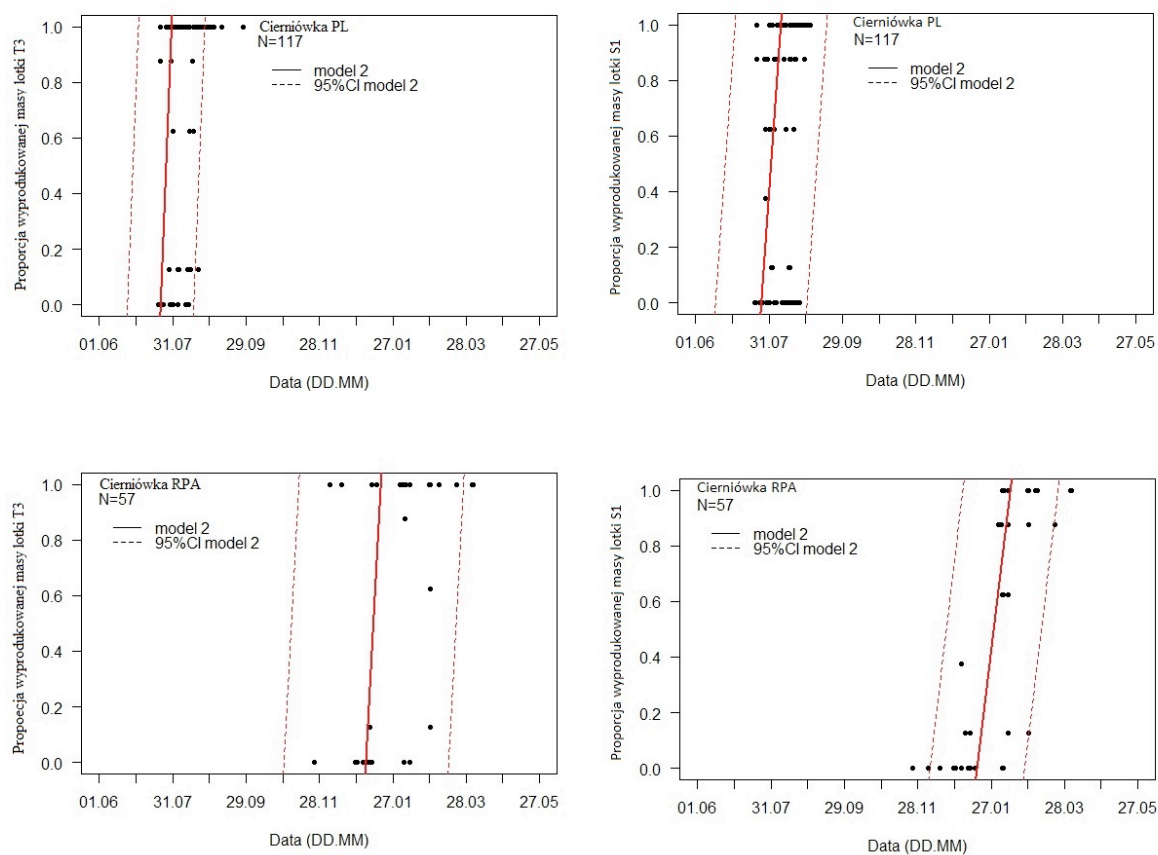
U gajówek w południowej Afryce wzrost lotki pierwszorzędowej P1 zaczynał się średnio 23.11 a koniec wzrostu lotki P9 przypadał 80 dni później tj. 11.02. Wzrost kolejnych lotek pierwszorzędowych rozpoczynał się średnio co 6-11 dni, drugorzędowych co 6-16 dni i trzeciorzędowych co 6-7 dni. Współczynnik przyrostu masy piór (%PFMG/dzień) był najwyższy dla lotek pierwszorzędowych P6-P9. Najszybciej rosnącym piórem była lotka P8 (tabela 11.).

Tabela.11. Parametry pierzenia lotek pierwszorzędowych, drugorzędowych oraz trzeciorzędowych u dorosłych gajówek na zimowisku chwytych w latach 2013-2014. Oznaczenia: (SE) - błąd standardowy oszacowania każdego z parametrów, 95% PU – przedział ufności dla średniej daty rozpoczęcia pierzenia, PFMG - proporcja wyprodukowanej masy lotek na dobę.

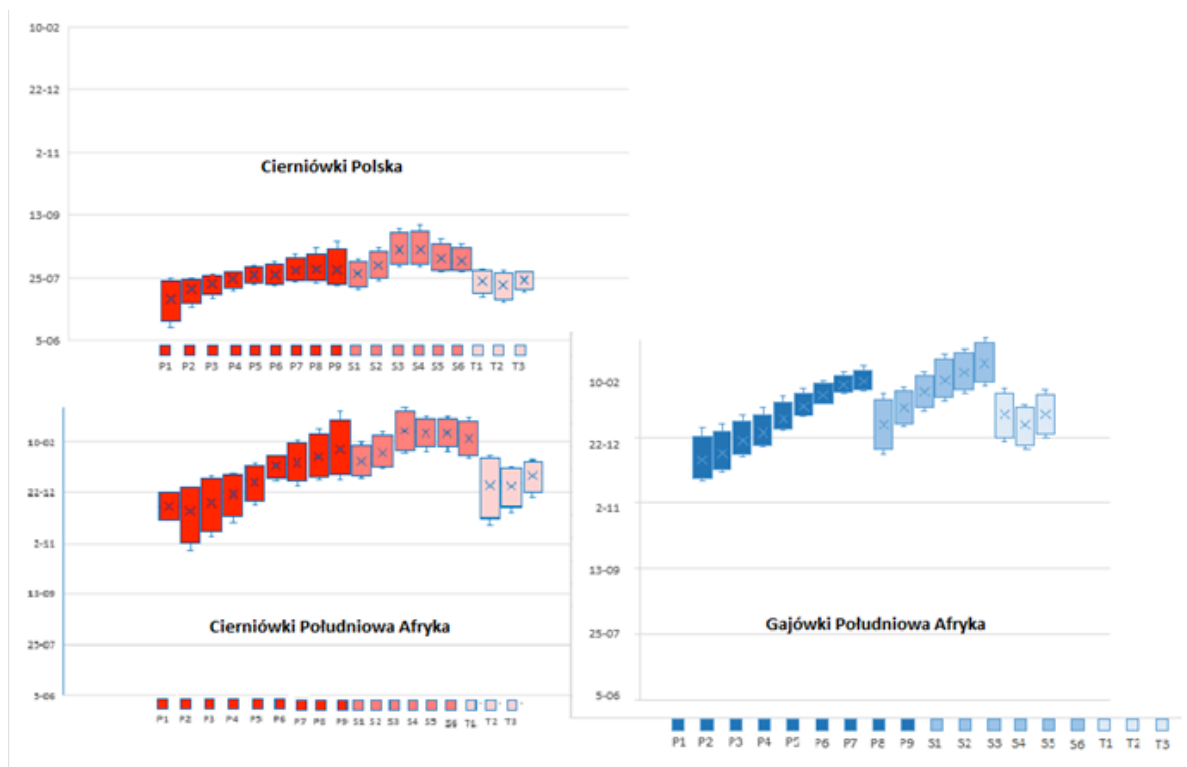
Gajówka Południowa Afryka								
liczba osobników								
Lotki	Średnia data rozpoczęcia (SE)	Czas trwania w dniach (SE)	95% PU	Data zakończenia (SE)	Przed pierzeniem	W trakcie pierzenia	pierzenie zakończone	%PFMG/dzień
pierwszorzędowe								
P1	23.11 (3,7)	33,18 (3,3)	15.11 -30.11	26.12 (3,3)	28	100	396	3,01
P2	29.11 (3,3)	29,61 (2,9)	22.11 -05.12	29.12 (2,9)	30	100	389	3,38
P3	09.12 (2,5)	26,9 (2,4)	04.12 -13.12	05.01 (2,4)	59	112	353	3,72
P4	16.12 (2,1)	24,53 (2,2)	11.12 -20.12	10.01 (2,2)	79	115	330	4,08
P5	27.12 (1,7)	23,14 (1,9)	23.12 -30.12	19.01 (1,9)	124	124	276	4,32
P6	06.01 (1,5)	18,49 (1,7)	03.01 -08.01	25.01 (1,7)	104	178	242	5,41
P7	16.01 (1,4)	14,45 (1,5)	13.01 -18.01	31.01 (1,5)	234	80	210	6,92
P8	24.01 (1,4)	13 (1,4)	21.01 -26.01	06.02 (1,4)	277	70	179	7,69
P9	26.01 (1,4)	16,27 (1,6)	23.01 -28.01	11.02 (1,6)	291	83	150	6,15
P1- P9	30.11 (2,2)	74,77 (3,2)	25.11 -04.12	13.02 (3,2)	0	377	147	1,34
drugorzędowe								
S1	20.12 (7,4)	32,6 (8,0)	05.12 -03.01	21.01 (8,0)	22	32	41	3,07
S2	05.01 (4,4)	20,6 (4,9)	27.12 -13.01	26.01 (4,9)	32	27	36	4,85
S3	17.01 (4,6)	20,34 (5,2)	07.01 -26.01	06.02 (5,2)	41	25	29	4,92
S4	24.01 (4,3)	27,21 (6,1)	15.01 -01.02	20.02 (6,1)	47	31	17	3,68
S5	31.01 (4,7)	23,34 (6,2)	21.01 -09.02	24.02 (6,2)	52	26	17	4,28
S6	06.02 (5,2)	26,32 (7,2)	26.01 -16.02	04.03 (7,2)	57	25	13	3,80
S1-S6	23.12 (5,8)	70,38 (11,0)	11.12 -03.01	03.03 (11,0)	23	72	0	1,42
trzeciorzędowe								
T1	29.12 (7,1)	27,24 (7,8)	15.12 -11-01	25.01 (7,8)	30	29	36	3,67
T2	23.12 (7,1)	20,27 (6,1)	09.12 -05-01	12.01 (6,1)	22	25	48	4,93
T3	30.12 (6,0)	24,67 (6,6)	18.12 -10-01	24.01 (6,6)	27	30	38	4,05
T1-T3	19.12 (6,4)	42,88 (8,4)	06.12 -31-12	30.01 (8,4)	16	36	33	2,33



Ryc. 13. Przykładowy rozkład wskaźników pierzenia PFMG w sezonie dla najwolniej rosnącej lotki P1 (po lewej stronie) i dla najszybciej rosnącej lotki P8 (po prawej stronie) u dorosłych gajówek w południowej Afryce



Ryc. 14. Przykładowy rozkład wskaźników pierzenia PFMG w sezonie dla najszybciej rosnącej lotki T3 (po lewej stronie) u dorosłych cierniówek w Polsce (PL) i w południowej Afryce (RPA) oraz przykładowy rozkład wskaźników pierzenia dla lotki S1 (po prawej) w obu rejonach.



Ryc. 15. Sekwencja pierzenia poszczególnych lotek u cierniówek na lęgowskich w Polsce i zimowiskach w południowej Afryce oraz gajówek na zimowiskach w południowej Afryce. Oznaczenia: x - średnia, ramka - średnie daty rozpoczęcia i zakończenia pierzenia, wąsy - wartości minimalne i maksymalne, P1-P9 lotki pierwszorzędowe, S1-S6 lotki drugorzędowe, T1- T3 lotki trzeciorzędowe.

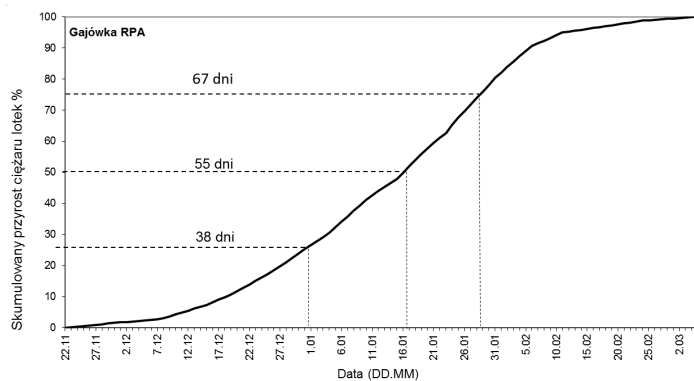
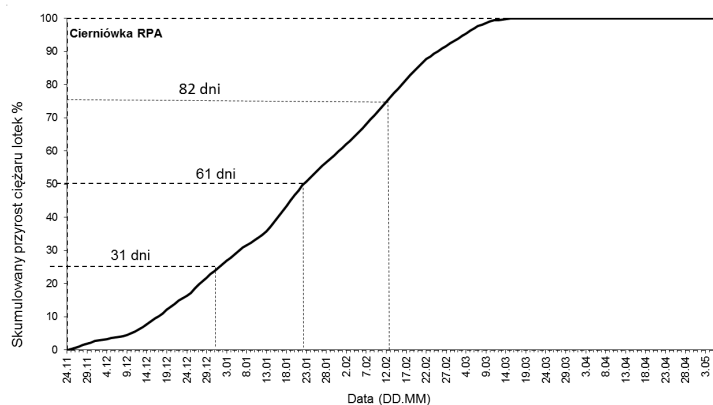
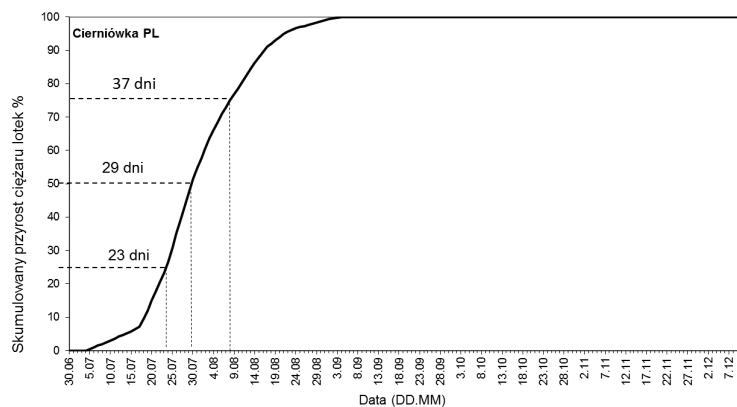
Zarówno u cierniówek na lęgowskich i na zimowiskach, jak i u gajówek na zimowiskach sekwencja pierzenia kolejnych partii lotek była podobna. Pierzenie rozpoczynało się od lotek pierwszorzędowych, następnie zaczynała się wymiana lotek trzeciorzędowych, a pierzenie kończyły lotki drugorzędowe.

Różnice polegały jedynie w etapach na jakich do procesu pierzenia dołączały się kolejne partie lotek. U cierniówek na lęgowskich lotki trzeciorzędowe rozpoczynały wzrost, kiedy były wymieniane lotki pierwszorzędowe P1- P3. Wzrost lotek drugorzędowych rozpoczynał się kiedy zarówno pierwszo- jak i drugorzędowe lotki były mniej więcej w połowie zaawansowania wzrostu. U cierniówek na zimowiskach sytuacja wyglądała podobnie, jednak wymiana lotek trzeciorzędowych włączała się na etapie kiedy były wymieniane lotki pierwszorzędowe P1-P4, a lotki drugorzędowe rozpoczynały pierzenie kiedy P1-P5 zostały wymienione, a lotki trzeciorzędowe kończyły wzrost.

Gajówki zimująca w południowej Afryce zaczynały pierzenie lotek trzeciorzędowych prawie jednocześnie z lotkami drugorzędowymi, w momencie kiedy wśród lotek pierwszorzędowych są wymienione lotki P1-P2.

U cierniówki tempo wzrostu poszczególnych lotek na zimowiskach było wolniejsze niż na lęgowisku. Większość lotek cierniówek w południowej Afryce rosła 1,2-4,7 razy wolniej niż odpowiadające lotki cierniówek w Polsce, poza pojedynczymi lotkami P6, S5 i T2 dla których tempo wzrostu było jednakowe (por. Tab. 9 i 10). Przekłada się to na dłuższy o 58 dni okres pierzenia na zimowiskach. Dłuższy okres wymiany piór na zimowiskach wynika także z mniejszej intensywności pierzenia –jednocześnie rośnie mniej lotek, niż na lęgowiskach. U cierniówek w Polsce rośnie jednocześnie do 10 lotek, u cierniówek na zimowiskach do 8 lotek, a dla gajówek na zimowiskach jest to maksymalnie 8 piór (Ryc. 15).

Tempo produkcji materiału lotek jest jednostajnie tylko w przypadku cierniówek zimujących w południowej Afryce (Ryc. 16) . Cierniówki przechodzące pierzenie w Polsce do uzyskania 25% masy lotek potrzebują 23 dni, a kolejne 25% masy lotek wytwarzają 4 razy szybciej. Na osiągnięcie kolejnych 25% już tylko 1,3 razy więcej czasu niż w przypadku pierwszych 25% (Ryc. 16) . Gajówki na zimowiskach do osiągnięcia pierwszych 25% potrzebują 38 dni, ale kolejne 25% masy lotek produkują 2 razy szybciej. Przy kolejnych 25% masy lotek tempo spada i jest szybsze od pierwszej części tylko 1,2 razy (Ryc. 16).



Ryc. 16. Krzywe kumulacyjne przedstawiające tempo wzrostu masy wyprodukowanych piór w ciągu doby dla wszystkich partii upierzenia zsumowanych do 100%. Linie przerywane wskazują terminy do kiedy zostało wyprodukowane 25%, 50% i 75% masy wszystkich lotek.

4 Dyskusja

4.1 Niezgodność wyników uzyskanych różnymi metodami

Wykonywane przeze mnie analizy pierzenia były wykonywane dwiema metodami. Pierwsza metoda pozwalała na oszacowanie terminów pierzenia dla cierniówek i gajówek dla danej partii lotek przy pomocy modelu pierzenia U-Z, zakładając że dzienne tempo przyrostu masy lotek jest stałe w sezonie (Underhill i Zucchini 1989). Druga metoda traktowała każdą lotkę osobno i pozwalała na oszacowanie terminów pierzenia dla każdej lotki, zakładając stałe dzienne tempo przyrostu masy tej lotki (Remisiewicz i in. 2009) . Dało to możliwość wyliczenia różnic w dziennym przyroście masy na przykład pomiędzy odpowiadającymi sobie lotkami u cierniówek z różnych populacji. Mogły wystąpić niezgodności między datami początku i końca pierzenia uzyskanymi tymi dwoma metodami, jak np. dla cierniówek w Polsce czas trwania pierzenia wszystkich partii lotek oszacowany metodą pierwszą to 28.06-30.08, a metodą drugą 05.07-30.08. Niezgodności te mogły wynikać z nierównomiernego tempa przyrostu masy lotek w ciągu sezonu, a więc pewnego odstępstwa od założenia pierwszej metody. W takich przypadkach terminy pierzenia uzyskane dla poszczególnych lotek były dokładniejsze.

Ginn i Melville (1983) opisują, że pierzenie lotek pierwszorzędowych w Europie trwa u cierniówek 40-45 dni, zaś lotek drugorzędowych 30 dni. Moje wyniki wskazują, że u cierniówek chwypanych w Polsce pierzenie było dłuższe o 9 dni dla lotek pierwszorzędowych, i podobnie, o 9 dni dla lotek drugorzędowych. Dla gajówek na zimowiskach według literatury pierzenie lotek pierwszorzędowych trwa 65-70 dni (Ginn i Melville 1983), ja uzyskałam odpowiednio 75 dni. Rozbieżności te mogą wynikać z różnicy zastosowanych metod, ponieważ Ginn i Melville (1983) zastosowali regresję liniową, a ja dokładniejsze modele pierzenia U-Z (Underhill-Zucchini 1989).

4.2 Pierzenie zawieszone

Zawieszenie pierzenia na lęgowiskach, jeśli występuje, to jest zależne od czasu, który został od zakończenia lęgów do rozpoczęcia migracji (Alerstam i Lindström 1990) oraz od odległości pomiędzy lęgowiskiem a zimowiskiem. Im dłuższy dystans wędrówki tym pióra

powinny być lepszej jakości ponieważ od nich zależy powodzenie migracji. Pióra wyprodukowane szybko, w krótkim czasie, są gorszej jakości niż te które rosną powoli (Serra 2001), dlatego dla migrantów dalekodystansowych zawieszenie pierzenia może być lepszym rozwiązaniem niż pośpieszne dokańczanie go na lęgowskach. Wyniki mojej pracy wskazują, że pierzenie zawieszone wystąpiło u niewielkiej części populacji i może one zdarzać się wśród lotek pierwszorzędowych, tak jak u gajówki na lęgowskach i zimowiskach oraz cierniówki na lęgowskach, lub lotek drugorzędowych, jak u cierniówki na lęgowskach. U cierniówek w Polsce 1,6% ptaków zawieszało pierzenie w lotkach pierwszorzędowych (po P3 lub P8), a 7,2% w lotkach drugorzędowych. Literatura podaje podobne proporcje występowania zawieszonego pierzenia w lotkach pierwszorzędowych dla cierniówek chwytych na Półwyspie Iberyjskim - 2,7% (Mead i Watmough 1976), jednak w innych rejonach Europy było ich więcej: Szwecja 6,6% (Hall i Fransson 2001) i Kreta 8,2% (Swann i Baillie 1979). Natomiast dla lotek drugorzędowych jest już duża rozbieżność co do proporcji ptaków z zawieszonym pierzeniem: Półwysep Iberyjski 2,7% (Mead i Watmough 1976), Hiszpania 25-45% (Herrera 1974, Pimm 1973), Szwecja 70,5% (Hall i Fransson 2001) oraz Kreta 74,5% (Swann i Baillie 1979). Rozbieżności te mogą wynikać z różnic w pochodzeniu tych populacji, i związanych z tym różnych odległości jaką muszą ptaki przebyć między lęgowskami a zimowiskami, lub też z odmiennymi pokarmowymi na lęgowskach kiedy ptaki rozpoczynają pierzenie.

Populacje cierniówek gniazdujące w Polsce są w znacznym stopniu migrantami krótko- i średniodystansowymi (Cepak i in. 2008, Fransson, Hall-Karlsson 2008, Stacja Ornitologiczna MliZ PAN, dane niepublikowane). Pierzące się cierniówki były chwytych na terenie Polski do 2 września a więc przed lub na samym początku okresu wędrówki, która w Polsce rozpoczyna się we wrześniu (Tomiałojć, Stawarczyk 2003), co sugeruje że były to ptaki miejscowe lub gniazdujące w pobliżu stacji obrączkowania. Ptaki te mogą zaczynać pierzenie lotek po odbytych lęgach i zawieszać je na czas jesiennej migracji. Wśród lotek drugorzędowych, które są pierzone jako ostatnie, częściej zawieszają pierzenie migranty dalekodystansowe (np. populacje szwedzkie) prawdopodobnie ze względu na dłuższy czas niezbędny do przebycia wędrówki. Krótkodystansowi migranci, tak jak ptaki chwytych w Hiszpanii (Herrera 1974, Pimm 1973), mają więcej czasu na dokończenie pierzenia na lęgowsku przed jesienną migracją ponieważ mogą później rozpocząć wędrówkę. Skoro mają one więcej czasu na dokończenie pierzenia, a mimo to je zawieszają, może to być

spowodowane okresowo zmniejszoną dostępnością pokarmu pochodzenia zwierzęcego, co kolei może być wynikiem niskiej rocznej ilości opadów i mniejsza obfitością owadów. Cierniówki zimujące w południowej Afryce nie zawieszają pierzenia, prawdopodobnie dlatego, że są migrantami dalekodystansowymi i należą głównie do podgatunku *Sylvia communis icterops* (Earle 2012).

Gajówki w pobliżu lęgówisk w Polsce, jeśli rozpoczęły pierzenie (5% ptaków) to zawieszały je w obrębie lotek pierwszorzędowych P1-P4. Natomiast nie zaobserwowano pierzenia zawieszonego w obrębie lotek drugorzędowych ani w populacji schwytanych w Polsce ani zimujących w południowej Afryce. Dane te są zgodne z pracą Jenniego i Winklera (1994), którzy podają że 2% ptaków zaobrazkowanych w Szwajcarii zawieszało pierzenie lotek pierwszorzędowych w obrębie lotek P1-P4, a 2,7% osobników z Hiszpanii zawieszało pierzenie po P1. Z moich badań wynika, iż gajówki zimujące w południowej Afryce zawieszają pierzenie w 7,8% w obrębie lotek pierwszorzędowych. Mogą być to ptaki, które przylatują z lęgówisk w Europie i Azji z zawieszonym pierzeniem, i wznawiają je na zimowiskach.

Porównując pierzenie zawieszone u cierniówki i gajówki w Polsce obserwujemy, iż cierniówki mogą zawieszać pierzenie na późniejszym etapie. Najprawdopodobniej związane jest to z tym, że cierniówki pokonują krótsze dystanse podczas migracji niż gajówki oraz opuszczają lęgówiska później o około 30 dni (Tomiałojć i Stawarczyk 2003r.).

4.3 Różnice w terminach pierzenia ciągłego między populacjami cierniówki

U cierniówek chwytych w Polsce pierzenie trwało średnio 48 dni dla lotek pierwszorzędowych, 52 dla lotek drugorzędowych, a wszystkich lotek łącznie 63 dni. Natomiast u cierniówek zimujących w południowej Afryce długość trwania pierzenia wynosi średnio 103 dni dla lotek pierwszorzędowych i 60 dla drugorzędowych, łącznie dla wszystkich lotek 111 dni, a więc około 1.2 raza dłużej niż na lęgówiskach (Tab. 9). Wydłużenie pierzenia cierniówek na zimowiskach wynika z wolniejszego tempa produkcji masy lotek, oraz z faktu, że mniej lotek rośnie jednocześnie, a odstęp pomiędzy początkiem wzrostu jednej lotki a kolejnej jest dłuższy średnio o 7 dni niż na lęgówiskach (Tab. 10).

Różnice w długości trwania pierzenia dla półkuli północnej i południowej wynikają ze sposobu spędzania czasu w tych miejscach przez ptaki i długości okresu wysokich temperatur i obfitości pokarmu. Zarówno pierzenie, jak i zbieranie zapasów energii przed wędrówką wymaga zwiększonego pobierania pokarmu, jednak w obu wymienionych etapach ptaki decydują się na różne źródło energii. Przed wędrówką zjadają więcej owoców bogatych w cukier i węglowodany które pomagają odłożyć zapas w postaci tłuszczu. Jednak podczas pierzenia skupiają się na łapaniu owadów, które głównie składają się z białka (od 46% u larw drewnojada do 76% u karaczana tureckiego) , tłuszczu, błonnika i związków mineralnych (http://www.blog.jezpigmejski.pl/2013_08_01_archive.html). Duża zawartość białka pobierana z owadami jest niezbędna do wytwarzania keratyny potrzebnej do budowy piór (Berthold 1996). Na lęgowisku ptaki zajęte są wyborem partnera, budową gniazda i wyprowadzeniem lęgów, a dopiero po nich mogą podjąć wymianę piór. Jednak czas na pierzenie jest krótki, ograniczony przez termin odlotu z zimowisk i nadchodzące jesienne chłody i związany z nimi spadek ilości pokarmu. Dlatego pierzenie lotek na półkuli południowej jeśli jest całkowite to jest szybkie, lub też może być zawieszane przed wędrówką. Natomiast na zimowiskach na półkuli południowej ptaki nie zajmują się rozrodem i korzystają z ponad pół roku wiosny i lata kiedy pokarmu jest obfity, i dlatego pierzenie mogą rozłożyć w czasie, nie spiesząc się.

4.4 Sekwencja pierzenia kolejnych partii lotek

Zarówno u cierniówek na lęgowiskach i na zimowiskach, jak i u gajówek na zimowiskach sekwencja pierzenia kolejnych partii lotek była podobna. Pierzenie rozpoczynało się od lotek pierwszorzędowych, następnie zaczynała się wymiana lotek trzeciorzędowych, a pierzenie kończyły lotki drugorzędowe. Różnice były jedynie w etapach na jakich do procesu pierzenia dołączały się kolejne partie lotek. U cierniówek na lęgowiskach lotki trzeciorzędowe rozpoczynały wzrost, kiedy były wymienione lotki pierwszorzędowe P1-P3. Wzrost lotek drugorzędowych rozpoczynał się kiedy zarówno pierwszo- jak i drugorzędowe lotki były mniej więcej w połowie zaawansowania wzrostu, podobnie jak podają Ginn i Melville (1983) dla innych europejskich populacji cierniówek. U cierniówek na zimowiskach sytuacja wyglądała podobnie, jednak wymiana lotek trzeciorzędowych włączała się na etapie kiedy były wymienione lotki pierwszorzędowe P1-

P4, a lotki drugorzędowe rozpoczynały pierzenie kiedy P1-P5 zostały wymienione, a lotki trzeciorzędowe kończyły wzrost.

Gajówki zimujące w południowej Afryce zaczynały pierzenie lotek trzeciorzędowych prawie jednocześnie z lotkami drugorzędownymi, kiedy wśród lotek pierwszorzędowych są wymienione lotki P1-P2 a lotki drugorzędowe zaczynają, kiedy lotki pierwszorzędowe są na etapie wymiany P1-P3. Jest to nieco wcześniej niż u gajówek pierzących się w Ugandzie, której rozpoczynały wymianę lotek drugorzędowych mniej więcej w połowie pierzenia lotek pierwszorzędowych (Ginn i Melville 1983).

Sekwencja pierzenia u gajówek zimujących w południowej Afryce jest równomierna (Ryc. 15). Pomimo, że cierniówki zimujące w południowej Afryce nie zawieszają pierzenia, jego sekwencja staje się nierównomierna na etapie pierzenia środkowych lotek P6-P9 i S3-S6 (Ryc. 15) . Może to świadczyć o tym, iż pewien procent populacji przylatuje na zimowiska z pierzeniem zawieszonym i wznowia je.

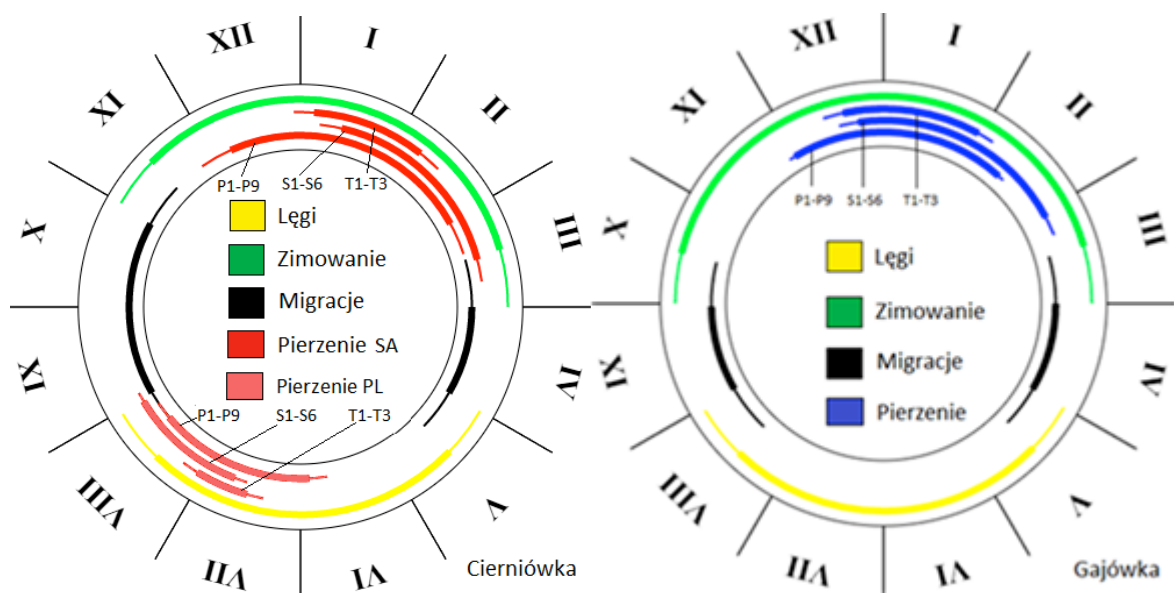
4.5 Tempo produkcji materiału lotek w trakcie sezonu

Sekwencja pierzenia kolejnych lotek determinuje tempo produkcji masy lotek na dobę, wyrażone współczynnikiem %PFMG/dobę. Im pierzenie jest intensywniejsze, a więc większa liczba pór rośnie w jednym czasie, tym ten współczynnik jest wyższy. Mimo iż stosując modele U-Z zakładamy, że tempo wzrostu danej lotki jest stałe przez cały okres jej wymiany, to krzywe kumulacyjne przedstawiające tempo przyrostu masy wyprodukowanych piór w ciągu doby (dla wszystkich partii upierzenia zsumowanych do 100%) były różne i zależały od liczby piór rosnących jednocześnie i tempa ich wzrostu. Zarówno cierniówki na lęgówiskach, jak i gajówki na zimowiskach mają powolny start pierzenia i wolne tempo przyrostu pierwszych 25% masy lotek, później tempo to znacznie przyspiesza, i znów zwalnia w trakcie produkcji ostatnich 25% masy lotek. Tempo wzrasta kiedy do pierzenia dołączają pióra z kolejnych partii, a zwalnia pod koniec pierzenia kiedy spada liczba piór rosnących jednocześnie i rosną jedynie ostatnie lotki drugorzędowe (ryc. 16.) Podobne prawidłowości wystąpiły u kapturek pierzących się na terenie Polski (Miształ 2015). Tempo produkcji materiału lotek było równomierne w sezonie tylko w przypadku cierniówki zimującej w

południowej Afryce (ryc. 16.) Wynika to z dość powolnego tempa wzrostu poszczególnych lotek oraz ze stałych odstępów między początkami pierzenia każdej kolejnej lotki (6-7 dni).

4.6 Porównanie strategii pierzenia cierniówki i gajówki

Na lęgowiskach większość gajówek nie pierzą lotek, jedynie nieliczne osobniki rozpoczynają i zawieszają pierzenie lotek pierwszorzędowych. Gajówki przechodzą natomiast pierzenie całkowite lotek na zimowiskach w południowej Afryce, które trwa średnio 101 dni w okresie 23.11-4.03 (Tab. 11) . Większość cierniówek na lęgowiskach przechodzi pierzenie ciągłe trwające średnio 63 dni, w okresie 5.07-04.09, tuż przed odlotem z zimowisk (ryc. 17). Cierniówki zimujące w południowej Afryce przechodzą pierzenie ciągłe, trwające średnio 111 dni, dłuższej niż u gajówek, w okresie 25.11-16.03 (Tab. 11.). Gajówki na zimowiskach w południowej Afryce rozpoczynały pierzenie ciągłe o dwa dni wcześniej niż cierniówki. Jest to niewielka różnica, szczególnie uwzględniając fakt, że gajówki przylatują do południowej Afryki od połowy września, a większość w październiku i listopadzie (ryc.17.), a cierniówki od początku listopada, a większość w listopadzie i grudniu (ryc.17.) (Earle 2012). Początek pierzenia obu gatunków w podobnym czasie może być determinowany ich zbliżonymi wymaganiami pokarmowymi i wystąpieniem sprzyjających warunków. Pierzenie obu gatunków przypada w okresie ciepłych deszczy sprzyjających masowym wyrojom owadów, które w tej części południowej Afryki, gdzie zimują oba gatunki rozpoczyna się między połową listopada a początkiem grudnia (Remisiewicz 2011). Być może gajówki, które przyleciały na zimowiska wcześniej, czekają z rozpoczęciem pierzenia do końca listopada, kiedy wystąpią deszcze i obfitość owadów. Z kolei jesienne deszcze występują na tym obszarze w marcu-kwietniu (Remisiewicz 2011). Pierzenie obu gatunków przypada więc na okres, kiedy mają dostęp do wystarczającej ilości pokarmu mimo bardzo dużej konkurencji ze strony ptaków miejscowych oraz wszystkich gatunków, które spędzają tam okres zimy. Dodatkowo, pierzenie oraz przygotowanie się do wiosennej wędrówki są jedynymi kosztownymi energetycznie zadaniami gajówek i cierniówek. Zakończenie pierzenia obu gatunków w marcu najprawdopodobniej jest związane faktem, że obydwa gatunki opuszczają zimowiska i rozpoczynają migrację wiosenną w podobnym czasie (marzec/kwiecień) (Ryc. 17)



Ryc. 17. Cykl roczny cierniówek (po lewej) i gajówek (po prawej) z uwzględnieniem czasu spędzonego na lęgowiskach i zimowiskach oraz terminów migracji (według Herremans 1997; Cramp & Simmons, 1977), oraz terminy i pierzenia populacji polskiej (PL) oraz zimującej w południowej Afryce (SA).

5 WNIOSKI

1. Większość gajówek nie pierzy lotek na lęgowskich, nieliczne rozpoczynają i zawieszają pierzenie lotek pierwszorzędowych, natomiast przechodzą pierzenie całkowite lotek na zimowiskach. Większość cierniówek na lęgowskich, jak i tych zimujących w południowej Afryce przechodzi pierzenie ciągłe, nieliczne zawieszają pierzenie. Powodem różnic między gatunkami jest prawdopodobnie większy dystans migracji z lęgowskich części gajówek niż cierniówek.
2. Na lęgowskich cierniówki zawieszają pierzenie na późniejszym etapie niż gajówki. Prawdopodobnie jest to związane z tym, że cierniówki pokonują krótsze dystanse podczas migracji niż gajówki, oraz opuszczają lęgowskie o około 30 dni później.
3. U cierniówek na lęgowskich i na zimowiskach, jak i u gajówek na zimowiskach pierzenie rozpoczynało się od lotek pierwszorzędowych, następnie zaczynała się wymiana lotek trzeciorzędowych, a pierzenie kończyły ostatnie lotki drugorzędowe.
4. Tempo produkcji materiału lotek było równomierne tylko dla cierniówek zimujących w południowej Afryce. U cierniówek na lęgowskich i gajówek na zimowiskach tempo produkcji pierwszych i ostatnich 25% masy lotek było wolniejsze niż na etapie wzrostu 25-75% masy lotek, kiedy rośnie do 10 piór jednocześnie.
5. Dłuższe pierzenie ciągłe cierniówek na zimowiskach (średnio 111 dni) niż na lęgowskich (średnio 63 dni) jest efektem wolniejszego tempa produkcji masy lotek, jednoczesnego wzrostu mniejszej liczby lotek, i dłuższych odstępów między początkiem wzrostu kolejnych lotek. Różnice te wynikają prawdopodobnie z dłuższego okresu wysokich temperatur i obfitości pokarmu na zimowiskach.
6. Pierzenie ciągłe lotek na zimowiskach w południowej Afryce u gajówek trwa średnio 101 dni (23.11-4.03), u cierniówek o 10 dni dłużej (25.11-16.03), mimo że gajówki przylatują do południowej Afryki od połowy września, a cierniówki od początku listopada. Wymiana lotek obu gatunków w podobnym czasie może wynikać z ich zbliżonych wymagań pokarmowych i okresu sprzyjających warunków.

6 Literatura

1. Ginn H. B., Melville D. S. 1983. Moults in Birds. BTO Guide 19. British Trust for Ornithology, Tring, UK.
2. Newton I. 2009. Moults and plumage. Ringing and Migration 24, 3: 220-226.
3. Murphy M. E., King J. R. 1992. Energy and nutrient use during moults by Whitecrowned Sparrows *Zonotrichia leucophrys gambelii*. Ornis Scand. 23: 304-313.
4. Kruszcwicz A. 2006. Ptaki Polski. Tom 2. Multico, Warszawa.
5. Nowakowski J.K., Muś K., Stępniewski K., Manikowska-Ślepówrońska B., Szulc J. 2012. Internetowa Baza Danych Programu Badawczego „Akcja Bałtycka” Wersja 1.01. Gdańsk: Uniwersytet Gdański. <http://akbalt.ug.edu.pl/stacje/bukowo>, dostęp 23.04.2016
6. Pimm S. L., 1973, The moults of the European Whitethroat, Condor 75: 386-391.
7. Hall K. S. S., Fransson T., 2001, Wing moults in relation to autumn migration in adult Common Whitethroats *Sylvia communis communis*, Ibis 143: 580–586.
8. Fransson T., Hall-Karlsson S., 2008, Svensk ringmärkningsatlas, Vol. 3, Stockholm.
9. Jenni L., Winkler R., 1994, Moults and Ageing of European Passerines, Academic Press, London.
10. Lindström Ä., Pearson D. J., Hasselquist D., Hedenström A., Bensch S., Åkesson S., 1993, The moults of Barred Warblers *Sylvia nisoria* in Kenya-evidence for a split wing-moults pattern initiated during the birds first winter, Ibis 135: 403-409.
11. Cramp S., Simmons K.E.L. 1992. The birds of the Western Palearctic. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Tom VI: 496–515. Oxford Univ. Press, Oxford.
12. Erni B., Bonnevie B.T., Oschadleus H.-D., Altwegg R., Underhill L.G. 2013. Moults: An R-package to analyze moults in birds. J. Stat. Software 52: 1–23.
13. Płowucha A. 2014. Pierzenie zawieszane u pokrzewki cierniówki *Sylvia communis*. Praca magisterska wykonana na Wydziale Biologiczno-Chemicznym, Uniwersytet w Białymstoku.

14. Misztal M. 2015. Płciowe zróżnicowanie wymiany piór lotnych u dorosłych kapturek *Sylvia atricapilla* w latach 2013-2014 na terenie Polski Praca magisterska na Wydziale Biologii Uniwersytet Gdański.
15. Remisiewicz M., Tree A.J., Underhill L.G., Gustowska A., Taylor P.B. 2009. Extended primary moult as an adaptation of adult Wood Sandpipers *Tringa glareola* to their freshwater habitats in southern Africa. *Ardea* 97, 3: 271–280
16. Swann R. L., Baillie S. R., 1979, The suspension of moult by trans-Saharan migrants in Crete, *Bird Study* 26: 55-58.
17. Mead C. J., B.R., Watmough, 1976, Suspended moult of trans-Saharan migrants in Iberia, *Bird Study* 23: 187-196.
18. Herrera C. M., 1974, El paso otoñal de *Sylvia borin* y *Sylvia communis* en la Reserva de Dofiana, *Acta Vert.* 1(1): 83-119.
19. Berthold P. 1996. Control of bird migration. Chapman & Hall, London.
20. Underhill L.G., Zucchini W., Summers R.W. 1990. A model for avian primary moult data types based on migration strategies and an example using Redshank *Tringa totanus*. *Ibis* 132: 118–123.
21. Underhill L.G., Zucchini W. 1988. A model for avian primary moult. *Ibis* 130: 358–372.
22. Busse P., Kania W., Ożarowska A., Stępniewska K. 2012. Obrączkowanie ptaków. Fundacja Wspierania Inicjatyw Ekologicznych, Kraków. Gdańsk
23. Kamecki H. 2014. Internetowa Baza Danych Programu Badawczego „Stowarzyszenie Carpatica” Buków: <http://www.carpatica.org/index.php/ac/aktualnosci/18-ac/aktualnosci/142-sprawozdanie-z-prac-terenowych-jesien-2014>, [aktualizacja 2015], dostęp- 2016-05-20.
24. Remisiewicz M. 2011 The flexibility of primary moult in relation to migration in Palearctic waders- an overview *Wader Study Group Bul* 118(3) 163-174.
25. Herremans, M 1997. Great Reed Warbler. *Ornithological Observations*, Vol 6: 16-18