

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Potravní ekologie řádů Struthioniformes, Casuariiformes
a Rheiformes**

Bakalářská práce

Miriam Poradová

Zootechnika speciální chovy

Ing. Petra Bolechová, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Potravní ekologie řádů Struthioniformes, Casuariiformes a Rheiformes" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 03. 05. 2021

Poděkování

Rád(a) bych touto cestou poděkovala vedoucí práce Ing. Petře Bolechové, Ph.D. za vedení práce, trpělivý a vstřícní přístup. Dále bych ráda poděkovala manželovi za pomoc a podporu při studiu.

Potravní ekologie řádů Struthioniformes, Casuariiformes a Rheiformes

Souhrn

Tato práce shrnuje aktuální poznatky o potravní ekologii řádů Struthioniformes, Casuariiformes a Rheiformes. Práce popisuje jednotlivé druhy těchto řádů a jejich habitat. Práce se dále zabývá trávící soustavou, porovnává krmení ve volné přírodě a v lidské péči. Tato práce dále rozebírá potenciál těchto ptáků jako rozšiřovači semen rostlin. V současné době je biodiverzita velmi důležité téma a zvířata řádů Struthioniformes, Casuariiformes, Rheiformes ji pomáhají udržovat.

Klíčová slova: Struthioniformes, Casuariiformes, Rheiformes, ekologie, potrava, trávící soustava

Feeding ecology of orders Struthioniformes, Casuariiformes and Rheiformes

Summary

This work summarizes current knowledge about the food ecology of the orders Struthioniformes, Casuariiformes and Rheiformes. The work describes the various types of these orders and their habitat. The work also deals with the digestive system, compares feeding in the wild and in human care. This work further analyses the potential of these birds as plant seed dispersals. Currently, biodiversity is a very important topic and animals of the orders Struthioniformes, Casuariiformes, Rheiformes help to maintain it.

Keywords: Struthioniformes, Casuariiformes, Rheiformes, ecology, feeding, digestive system

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce	8
3	Literární rešerše	9
3.1	Běžci	9
3.1.1	Struthioniformes (Pštrosovití)	10
3.1.2	Casuariiformes (Kasuárovití).....	12
3.1.3	Rheiformes (Nanduové).....	15
3.2	Potravní ekologie běžců	17
3.2.1	Trávicí trakt	17
3.2.2	Výživa běžců ve volné přírodě	22
3.2.3	Výživa běžců v lidské péči	24
3.2.4	Výběh pro běžce	28
3.3	Denní aktivity běžců	29
3.4	Vliv běžců na životní prostředí	31
4	Závěr	35
5	Literatura	37

1 Úvod

Zástupci řádů Struthioniformes, Casuariiformes a Rheiformes, známí i jako běžci jsou důležitými druhy ptáků na Zemi. Tato práce se pokusí poukázat nejen na to, že jsou zajímaví tím, že se jedná o nelétavé ptáky. Jejich důležitost roste tím, že výzkumy poukazují na to, že tyto řády mají vysoký potenciál jako rozšiřovači semen rostlin a stromů. Běžci ve volné přírodě totiž většinu dne tráví sháněním potravy a současně pohybem. Běžci jsou tak přirozenými tvůrci teď tolik zdůrazňované biodiverzity. Bohužel stavy těchto zvířat ve volné přírodě zvětší míry klesají, a to z důvodů ničení jejich přirozeného habitatu, rozšiřováním zemědělství nebo z důvodů politických (války, nepokoje apod.). Jejich úbytkem se i nepřímou snižuje biodiverzita v dané oblasti.

2 Cíl práce

Cílem práce je shrnutí poznatků o potravní ekologii běžců s ohledem na environmentální faktory. Dále práce zahrnuje informace o fyziologii trávení jednotlivých řádů s přihlédnutím na případnou potravní specializaci. Současně jsou zahrnuty informace o aplikaci výše uvedených poznatků do praktického chovu a výživy těchto ptáků.

3 Literární rešerše

3.1 Běžci

Běžci nejsou striktní taxonomický termín, používá se k označení ptáků, kteří nelétají. Obecně běžce zařazujeme do jedné podtřídy Palaeognathae s řády s odlišným geografickým rozložením:

1. Pštrosi (Struthioniformes) s endemické na Africkém kontinentu, mimo zavedené populace v Austrálii,
2. Nandu (Rheiformes) v Jižní Americe,
3. Kasuáři (Casuariiformes) v Austrálii a na Nové Guineji,
4. Kiviovití (Apterygiformes) na Novém Zélandu (Del Hoyo, 1992).

Mezi běžce se řadí i tinamy, které obývají nížiny v Jižní Americe (Gaisler, 2018).

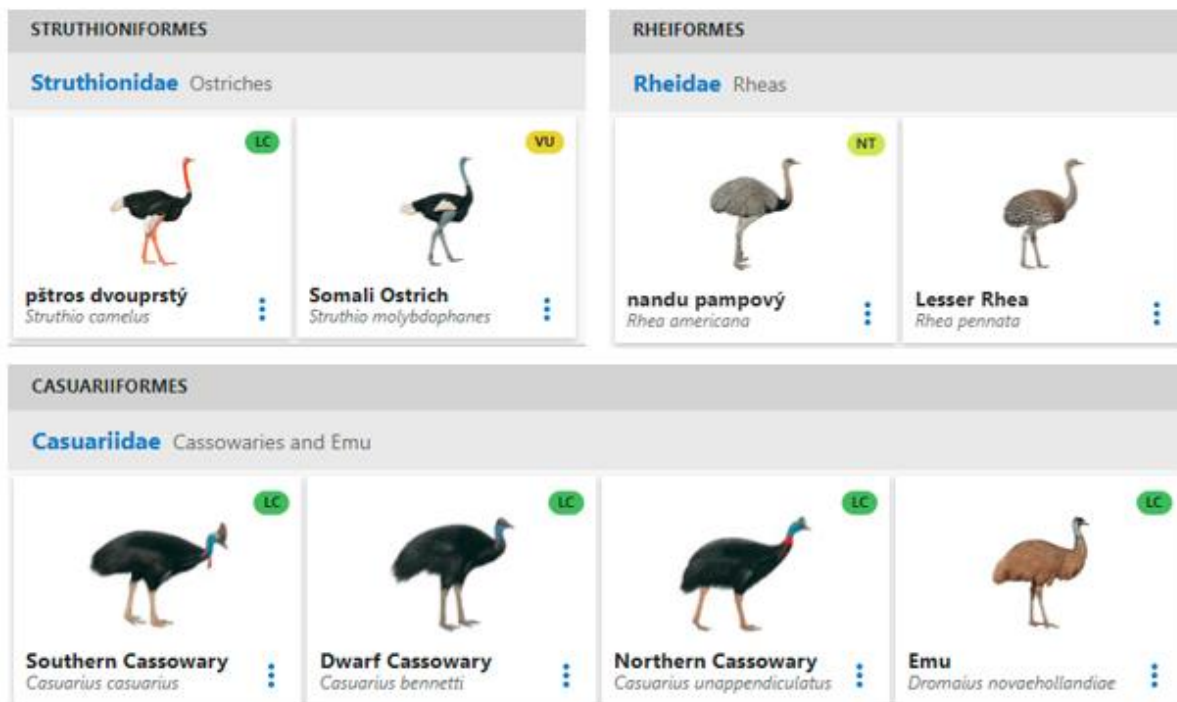
Pštrosovití jsou ptáci s lebeční bází paleognátního typu (kost radliční je se zadním koncem spojena s kostmi křídlatými (os pterygoideum)). Sdílenými znaky těchto ptáků jsou např. pravidelné rozmístění opeření na těle, redukovaný jazyk, stavba pánve a průdušnice, přítomnost penisu a způsob hnízdění. O vejce a mláďata často pečuje samec, mláďata jsou vždy nidifugní (takzvaná nekrmivá mláďata. Ihned po vylíhnutí opouštějí hnízdo a sami si obstarávají potravu) a pohlavní chromozomy nejsou morfologicky rozlišené (Gaisler, 2018).

Mimo Kivi a Tinami jsou běžci největší ptáci na světě. V tabulce 1 jsou morfologické a reprodukční znaky jednotlivých běžců.

Tabulka 1: Morfologické a reprodukční znaky běžců (Del Hoyo, 1992)

Morphologic and Reproductive Aspects of Ratites					
	Ostrich	Emu	Rhea	Cassowary	Kiwi
Size (m)	2.5–3.0	1.5–1.8	1.5–1.7 (Common> Darwin's)	1.7–2.0	0.3–0.6
Max. weight (kilogram [kg])	120–160	38–55	25	60–85	1–4
Gender size	M > F	F > M	M > F	F > M	F > M
Breeding strategy	Polygamous	Paired for breeding	Polygamous	Paired for breeding	Paired for life
Eggs No/female/year	<100	7–20	10–15	3–6	1–3
Color	cream	dark green granular	yellow- greenish	light, bright green	white
Weight	1–2 kg	500–700 grams (g)	400–600 g	600–700 g	400–500 g
Incubation (days)	39–44	56–61	39–42	60	71–78 (-92)
Incubating partner	M (night), F (day)	M	M	M	M
Parental care	M (+F), 1 year	M	M, 4–6 months	M	M (+ F)

Základní přehled řádů Struthioniformes, Casuariiformes a Rheiformes je možné vidět na obrázku číslo jeden.



Obrázek 1: přehled řádů Struthioniformes, Casuariiformes a Rheiformes (Folch, 2020)

3.1.1 Struthioniformes (Pštrosovití)

Taxonomie:

Říše: Animalia Haeckel, 1874

Kmen: Chordata Bateson, 1885

Třída: Aves Linné, 1758

Podtřída: Palaeognathae Pycraft, 1900

Řád Struthioniformes Latham, 1790

Čeleď Struthionidae Vigors, 1825

Rod *Struthio* Linné, 1758 (Del Hoyo, 2014)

Jsou to největší žijící ptáci, neschopní letu, ale s poměrně velkými křídly a zachovanými letkami. U pštrosů pokročila adaptace k rychlému běhu nejdál ze všech ptáků. Na hrudní kosti nemají hřeben, chybí jim klíční kost, mají velké slepé střevo, moč a trus odstraňují z těla samostatně. Samec má velký penis, hnízdní skupiny se skládají z teritoriálního samce, hlavní samice a několika vedlejších samic. Všechny samice kladou vejce do jednoho hnízda. Samec je vylodává v noci a hlavní samice ve dne (Gaisler, 2018).

Habitatem pštrosů je suchá otevřená savana v Africe. Taktéž křoviska, písčité pláně až poušť. Velmi přizpůsobivý druh, ve východní Africe se vyskytuje v nadmořské výšce až 3000 metrů nad mořem na strmých skalnatých svazích. Vyskytuje se ve velkých skupinách čítajících až 680 ptáků, avšak se stále zřetelnými jednotlivými hejny (Noble, 1991).

Pštros dvouprstý (*Struthio camelus*)

Je největším žijícím ptákem světa, který pochází z oblasti subsaharské Afriky. Samci váží až 150 kg a samice 110 kg. Výška těla dosahuje až 270 cm. Je jediný pták na světě, který má

končetiny zakončeny dvěma prsty. Vnitřní prst je mnohem delší než prst vnější a jsou ozbrojeny dlouhými drápy. Pomocí silných nohou dokáže běžet až rychlostí 70 km/hod a zároveň se jimi i bránit před případnými nepřáteli. Pštros má největší oči ze všech suchozemských obratlovců, jeho jedno oko je větší jak mozek. Samec se od samice liší nejen výškou ale i sytě černým perím s bílým zbarvením křídel a ocasních per. Pštrosi se dožívají až 60 let (Divilková, 2018).

Dle UICN Red List je LC – Least Concern (Nejméně dotčený).



Obrázek 2: habitat pštrosa Dvouprstého (Folch, 2020)

U pštrosa dvouprstého rozlišujeme tři základní poddruhy:

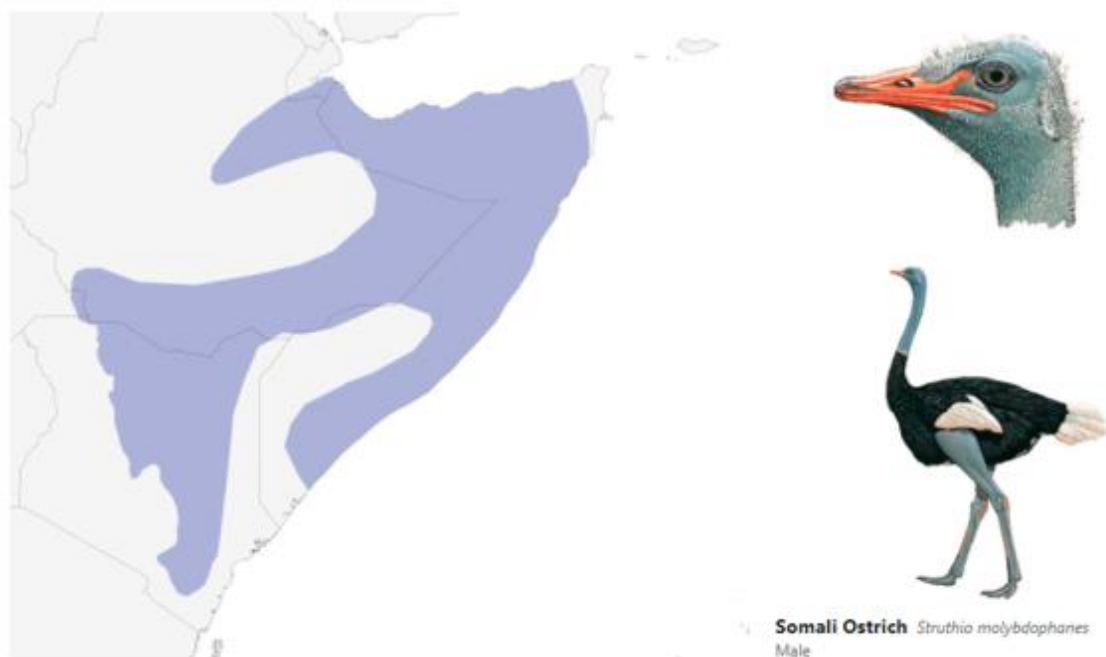
1. Severoafrický pštros (*Struthio camelus camelus*) s habitatem na západní a jižní Sahaře, a Sahelu, od Mauritánie a východního Súdánu, v Eritrei a Ugandě,
2. masajský pštros (*Struthio camelus massaicus*) s habitatem na jihu Keni v Tanzanii,
3. jihoafrický pštros (*Struthio camelus australis*) s habitatem v jižní a východní Angole, v Zimbabwe, na jihu Mosambiku a v Jižní Africe (Folch, 2020).

Velké množství na farmách chovaných populací pštrosů jsou různé variace těchto poddruhů, a chov v zajetí můžeme považovat za úspěšný. Co se týče populace ve volné přírodě tak velkou populaci pštrosů můžeme najít v jižní a východní Africe. Naopak v severní a západní Africe je populace pštrosů ohrožená (Del Hoyo, 1992).

Pštros somálský (*Struthio molybdophanes*)

Dlouho považován za poddruh pštrosa dvouprstého, ale od přelomu století byl stanovený druhový status, a tento názor se přijímal na základě silného šedo-modrého vs růžového zbarvení, načervenalého nebo růžovo-šedého krku a nohou, hlubšího černého perí a absencí bílého opeření na krku. Genetická studie z roku 1993 taktéž podpořila toto odčlenění. Rozšíření Somálského pštrose je na obrázku číslo čtyři (Del Hoyo, 2020).

Dle UICN Red list je tento druh VU (Vulnerable) a teda zraniteľný, hlavne pro politickou nestabilitu regionu.



Obrázek 3: habitat pštrosa somálského (Del Hoyo, 2020)

3.1.2 Casuariiformes (Kasuárovití)

Taxonomie kasuáři:

Říše: Animalia Haeckel, 1874

Kmen: Chordata Bateson, 1885

Třída: Aves Linné, 1758

Podtřída: Palaeognathae Pycraft, 1900

Řád Casuariiformes Sclater, 1880

Čeleď Casuariidae Kaup, 1847

Rod *Casuaris* Brisson, 1760 (Del Hoyo, 2014)

Taxonomie emu:

Říše: Animalia Haeckel, 1874

Kmen: Chordata Bateson, 1885

Třída: Aves Linné, 1758

Podtřída: Palaeognathae Pycraft, 1900

Řád: Casuariiformes Sclater, 1880

Čeleď: Casuariidae Kaup, 1847

Rod: *Dromaius* Latham, 1790 (Del Hoyo, 2014)

Úzký genetický vztah mezi rodinami Dromaiidae (Emu) a Casuariidae (Kasuáři) uznává společný řád Casuariiformes. Emu se skládají z jednoho jediného druhu (*Dromaius*

novaeollandiae) a vyskytují se ve stabilních populacích v Austrálii. Kasuáři tvoří tři jasně odlišitelné druhy:

1. Kasuář přilbový (*Casuarius casuarius*)
2. Kasuář trpasličí (*Casuarius bennetti*)
3. Kasuář severní (*Casuarious unappendiculatus*)

Všechny tři druhy se vyskytují na výškově oddělených lokacích na Nové Guineji a Kasuář přilbový se vyskytuje také v severních částech Austrálie. Vzhledem ke kácení jimi obývaných deštných pralesů jsou Kasuáři považováni za ohrožený druh (Del Hoyo, 1992).

Kasuáři jsou velcí nelétaví ptáci s velmi redukovanou křídelní kostrou, téměř bez letek a úplně bez rýdovacích per. Opeření je měkké, většina krycích per má osten a stejně dlouhý paosten, čím vzniká dvojité pero. Mají mohutné nohy se třemi prsty, kosti jsou velmi slabě pneumatizovány, střevo mají krátké a silné a samci mají velký penis. Ve volné přírodě se vyskytují v Austrálii, v Nové Guineji a na přilehlých ostrovech. O vejce a mláďata pečuje výhradně samec, který je o trochu menší a nenápadněji zbarven než samice (Gaisler, 2018).

Habitatem kasuára jsou tropické deštné pralesy. Také lesy do nadmořské výšky 3000 m. Žijí samotářsky a pár formují pouze během chovu. Malá hejna jsou soustředěná kolem ovocných stromů (Noble, 1991).

Kasuář Přilbový (*Casuarius casuarius*)

Po pštrosovi je to druhý největší pták na světě. Váží až 70 kilogramů a dosahuje výšky až 170 cm. Charakteristickým znakem je kostěný výrůstek na hlavě. Slouží nejen jako ochrana hlavy, ale pomáhá i při hledání potravy. Samice jsou větší a barevnější než samci. Drápy na prstech kasuára dosahují délky až 12 cm, což z nich dělá velmi nebezpečné zvíře. Kasuář výborně plave a dokáže přeplavat i řeku (Divilková, 2018).

Dle UICN Red List je LC – Least Concern (Nejméně dotčený) avšak jeho populace má klesající trend.



Obrázek 4: habitat kasuáře přilbového (Folch, 2020)

Kasuár trpasličí (*Casuarus bennetti*)

S výškou až 110 cm je nejmenší ze všech druhů kasuárů. Oproti kazuárovi přilbovému má i méně výrazný výrůstek trojúhelníkového tvaru na hlavě. Obývá lesy ve výšce až 3600 metrů na mořem (Folch, 2020).

Dle UICN Red List je LC – Least Concern (Nejméně dotčený) a populace stabilní.



Obrázek 5: habitat kasuáře trpasličího (Folch, 2020)

Kasuár severní (*Casuarious unappendiculatus*)

Se svojí výškou až 150 cm je téměř podobně vysoký jako je kasuár přilbový. Na rozdíl od něj má méně výrazný nazelenalý výrůstek na hlavě. Od ostatních druhů se liší v tom, že má velkou žlutou nebo červenou oblast na krku, také v tom, že má na hlavě narůžovělé nebo rohové podélné pruhy a vyboulení na stranách je obvykle mnohem větší než u kasuára přilbového (Folch, 2020).

Dle UICN Red List je LC – Least Concern (Nejméně dotčený) avšak jeho populace má klesající trend.



Obrázek 6: habitat kasuáře severního (Folch, 2020)

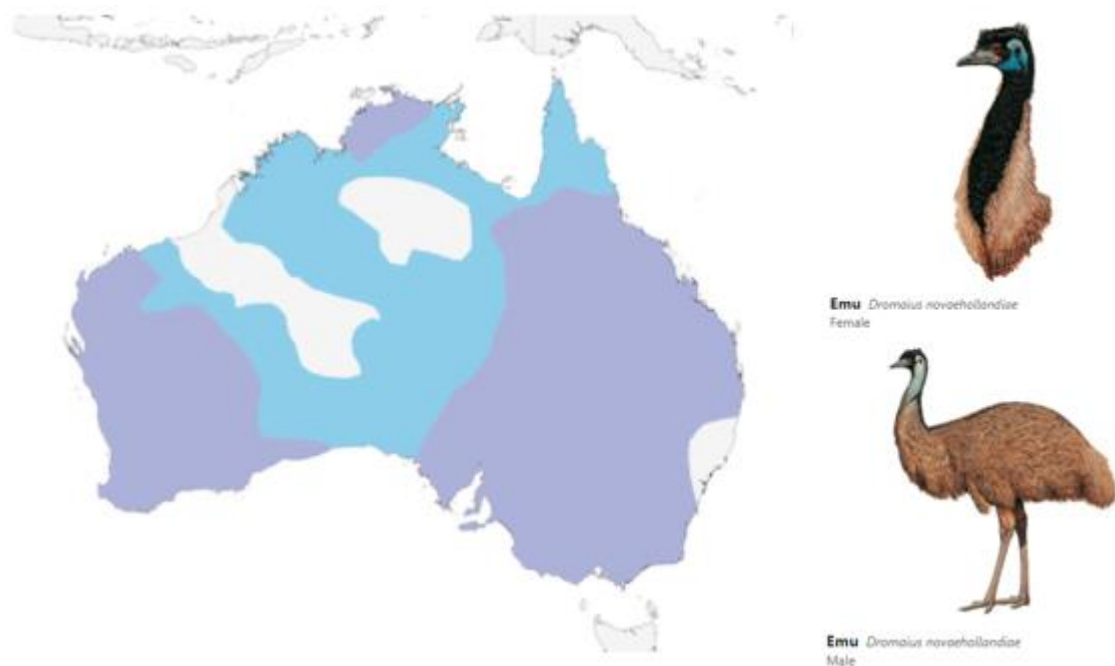
Emu hnědý (*Dromaius novaehollandiae*)

Emu, je velký nelétavý běžec. Váží až 50 kg a dosahuje výšky až 190 cm. Má dlouhé, mohutné nohy a dlouhý, většinou tlustý a zčásti neopeřený krk, na kterém se kůže barví do modra. Zakrnělá křídla jsou téměř neviditelná. Masivní tělo protáhlého tvaru je porostlé chundelatým peřím šedohnědé až načernalé barvy. Pohybuje se rychlým klusem a při ohrožení

dosahuje velkých rychlostí. Samice je větší než samce a dá se rozeznat podle specifického zvukového projevu podobnému tlukotu bubnu (Divilková, 2018).

Habitatem Emu jsou louky a pastviny se savanami polosuché Austrálie. Osamělé nebo chovné páry po většinu roku. Kromě případů, kdy se živí specifickou stravou, kdy tito ptáci mohou tvořit velká hejna až do počtu 80 jedinců (Noble, 1991).

Dle UICN Red List je LC – Least Concern (Nejméně dotčený) a jeho populace je stabilní.



Obrázek 7: habitat Emu hnědého (Folch, 2020)

3.1.3 Rheiformes (Nanduové)

Taxonomie:

Říše: Animalia Haeckel, 1874

Kmen: Chordata Bateson, 1885

Třída: Aves Linné, 1758

Podtřída: Palaeognathae Pycraft, 1900

Řád: Rheiformes Forbes, 1884

Čeleď: Rheidae Bonaparte, 1849

Rod: *Rhea* Brisson, 1760 (Del Hoyo, 2014)

Rheidae, jediná rodina na podřádu Rheae, je endemická v Neotropické oblasti a zahrnuje dva druhy: větší Nandu Pampový (*Rhea americana*) a menší Nandu Darwinův (*Rhea pennata*). Ačkoli žádný z těchto druhů není v bezprostředním ohrožení, oba jsou uvedeny jako téměř ohrožené a jejich počet ve volné přírodě klesá (Del Hoyo, 1992).

Nandu je menší než pštros, ale stále poměrně velký nelétavý pták s dobře zachovanými křídly s letkami bez ocasních rýdovacích per. Na nohách má tři prsty. Hřeben hrudní kosti chybí, ale pneumatizace kostí je zachována. Nandu je polygynní, ale samec obstarává většinu péče o vejce i o mláďata (Gaisler, 2018).

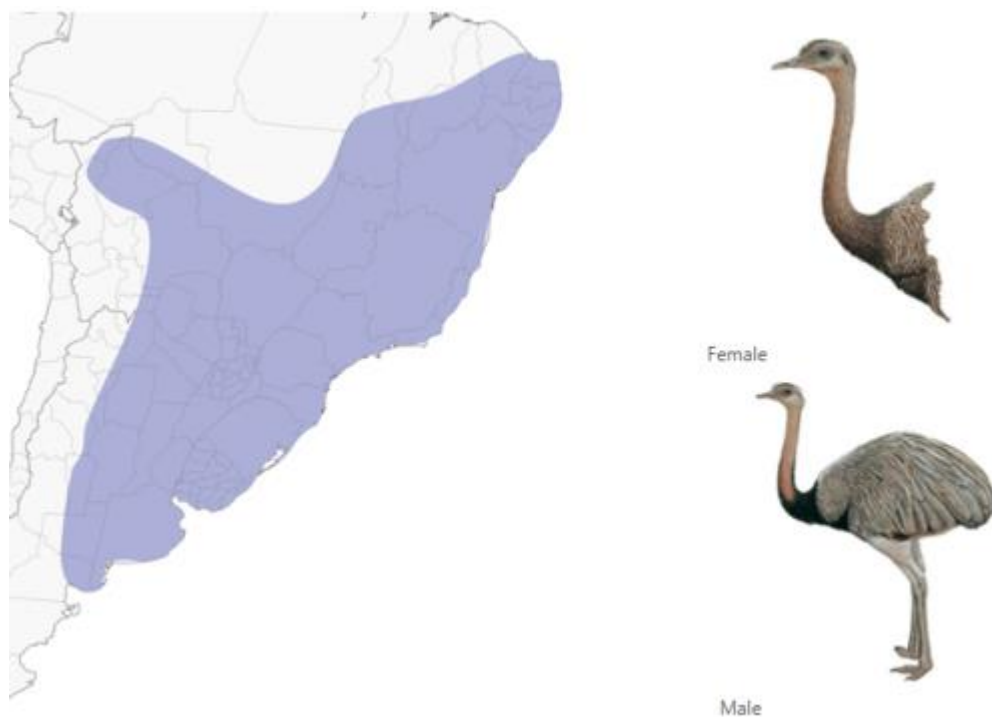
Podobně jako většina běžců má malou hlavu i zobák, ale má dlouhé nohy a krk. Oproti jiným běžcům má Nandu relativně velká křídla, která jim pomáhají při útěku před predátory. Dokážou vyvinout rychlost až 60 km/hod. Ostré drápy podobně jako u pštrosa slouží na obranu. Nandu překvapivě dobře plave (Divilková, 2018).

Habitatem nandu jsou travní stepi jihoamerických nížin a náhorních planin ve výšce až 4 000 m v Andách. Volná hejna až 50 samic během období rozmnožování (Noble, 1991).

Nandu Pampový (*Rhea americana*)

Tento druh obývá oblast rozlehlých pamp v Jižní Americe, konkrétně v Brazílii, Bolívii, Uruguayi, Paraguayi a na severu Argentiny. Dosahuje výšky 1,5 m a váhy více než 25 kg. K hnízdění vyhledává močálovitě oblasti, protože se rád koupe, a dokonce i plave. Žije v menších skupinách a sdružuje se například i s domácím skotem (Divilková, 2018).

Dle UICN red list je NT – Near Threatened (téměř ohrožený) s klesající populací.



Obrázek 8: habitat nandu pampového (Hodes, 2020)

Nandu Darwinův (*Rhea pennata*)

Na rozdíl od Nandu Pampového je menšího vzrůstu a má výrazné bílé skvrnky na jinak šedavém peří. Ve volné přírodě se vyskytuje v horských oblastech zvaných puna (až do výšky 4500 m n. m.) v Argentině a v Chile. Nandu Darwinův dosahuje výšky jednoho metru a hmotnost mezi 15 až 25 kg (Divilková, 2018).

Rozlišujeme dva podruhy Lesser Rhea a to Lesser Rhea (Puna) a Lesser Rhea (Darwins) s minimálními rozdíly ve vzhledu. Oba obývají jiný habitat jak je možné vidět na obrázku deset. Puna obývá planinu Altiplano ve výšce až 4000 m nad mořem. Zatímco Darwinův obývá výšku od hladiny mora až po 2000 metrů nad mořem v Patagonií (Folch, 2020).

Rhea pennata tarapacensis (puna) je dle UICN Red list NT – Near Threatened (téměř ohrožený) s klesající populací a *Rhea pennata pennata* (Darwins) je LC – Least Concern (Nejméně dotčený) avšak jeho populace má klesající trend.



Obrázek 9: habitat nandu darwinův (Folch, 2020)

3.2 Potravní ekologie běžců

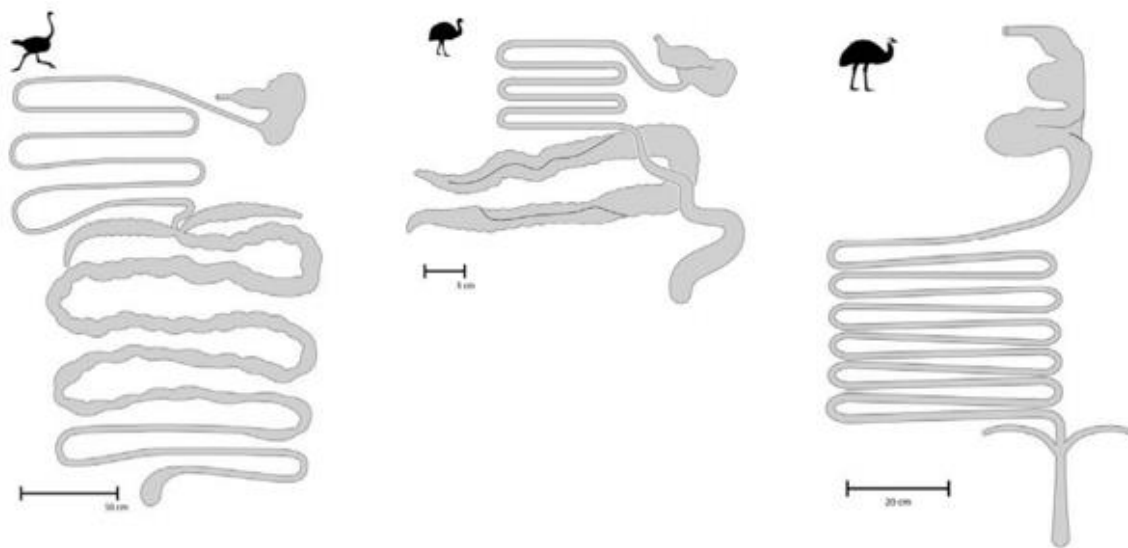
Poté, co se ptáci nadřádu běžci vyvinuli z létajících předků, sdílejí s jinými ptáky řadu vlastností. Ptáci nadřádu běžci jsou precociální ptáci, a tak jejich mláďata jsou schopná pohybu a shánění potravy během prvních 48 hodin po vylíhnutí. Vejce pštrosů a nandu se líhnou v průměru 42 dní, zatímco vejce emu se líhnou v průměru 52 dní. Zbytkový žloutek je u pštrosů přítomen až 12-14 dní. Navzdory podobnosti s jinými ptáky si běžci vyvinuli jedinečné vlastnosti, aby přežili ve svém přirozeném prostředí. Z hlediska výživy jsou zajímavé úpravy v gastrointestinálním traktu a funkční vlastnosti, které tyto změny umožňují (Angel, 1996).

Nelétavost má také důsledky pro fyziologii trávení těchto ptáku. Důkladné mikrobiální trávení rostlinného materiálu, které vyžaduje objemné střevo s dlouhými retenčními časy trávení, je obvykle považováno za nekompatibilní s anatomickými úpravami pro let. Ptačí býložravci, kteří se silně spoléhají na mikrobiální fermentaci rostlinných vláken, jsou proto považováni za nelétavé. Hoacin chocholatý (*Opisthocomus hoazin*), jediný známý fermentor střeva u ptáků, je údajně také velmi špatným letcem (Frei, 2015).

3.2.1 Trávicí trakt

Mnohočetný původ nelétavosti ptáků nadřádu běžci mohla vysvětlit i zřetelná variace jejich zažívacího traktu. I přes další obecné morfologické podobnosti se pštrosi, nandu a emu výrazně liší v anatomii trávicího traktu, jak je možno vidět na obrázku č. 10. Pštrosi mají dobře vyvinuté a velké slepé střevo, a zvláště dlouhé a částečně oboustranné tlusté střevo. Naproti

tomu u nandu se vyvinula obzvláště velká spárovaná vakovitá slepá střeva bez výrazného tlustého střeva a u emu se nevykazuje ani výrazné slepé střevo, ani prominentní tlusté střevo (Frei, 2015).



Obrázek 10: porovnání délky trávicího traktu (Frei, 2015)

Tvary **jazyka** a **mandlí** se liší pro každou z čeledí ptáků nadřádu běžci. Pštrosí mandle a jazyk jsou hladké, tupé a ve tvaru písmene U. Nandu má jazyk se špičatou špičkou ve tvaru písmene V a jednoduché mandle. Mandle u emu jsou podobné nandu, ale mají malou boční chlopeň. Na rozdíl od nandu a pštrosa má emu jazyk se zoubkovaným okrajem (Cho, 1984).

V trávicím traktu ptáků nadřádu běžci existují některé jedinečné vlastnosti, stejně jako některé klíčové rozdíly. Ptáci nadřádu běžci nemají vole, který je orgánem uchovávajícím krmivo u jiných ptačích druhů. Místo toho mají jako úložiště proventikulus a ventrikulus u pštrosa a velmi velký ventrikulus u nandu. Vysoké hladiny těkavých mastných kyselin nalezené v proventrikulu (158,8 mM) a ventrikulu (139,3 mM) pštrosa naznačují, že dochází k určité fermentaci předního střeva. Tlusté střevo u pštrosů tvoří 57 % délky střeva a proximální tlusté střevo se jeví jako oblast, kde probíhá převážná část fermentace vláken. Nandu má velké slepé střevo, které dosahuje 22 % délky střeva oproti 7 % a 3 % u pštrosa a emu, jak je možné vidět na obrázku číslo 12. Trávicí trakt emu má zvětšené a vakuované distální ileum, které slouží jako fermentační orgán, vzhledem k tomu, že slepé střevo a tlusté střevo u tohoto ptáka jsou relativně malé (Angel, 1996).

I Fowler konstatuje, že vole chybí u všech ptáků nadřádu běžci. Jícen vstupuje do proventrikulu v hrudní dutině. Proventrikulus pštrosa je velká, rozšířená, tenkostěnná struktura. Na rozdíl od většiny ostatních ptáků, u nichž celý vnitřní povrch proventrikulu vylučuje trávicí enzymy, je funkce enzymů u ptáků nadřádu běžci omezena na oblast nacházející se na velkém zakřivení, které je možné vidět v tabulce 2. Distální konec pštrosího proventrikulu prochází dorzálně do ventrikulu (žaludku) a ústí do komory v kaudálním aspektu. Otvor mezi proventrikulem a ventrikulem je velký, což umožňuje extrahovat ventrikulární cizí tělesa pomocí incize provedené v proventrikulu (Fowler, 1991).

Tabulka 2: porovnání délky trávicích orgánů běžců (Fowler, 1991)

Table 4. Comparative measurements (cm) of the gastrointestinal tract of three ratite species.

Organ	Ostrich ^a	Rhea ^b	Emu ^c
Stomach			
Proventriculus	14 × 32	4 × 4 × 8	2.5 × 5.5 × 7.5
Major gland area	1 × 4–7 × 24	5 × 5 × 6	entire surface
Ventriculus	12 × 16	9 × 9 × 17	4.5 × 6.5 × 10
Small intestine			
Duodenum	640	140	287
Jejunum	80	NA ^d	NA
Ileum	160	NA	NA
	400	2 × 54	NA
Large intestine			
Cecum	1–8 × 94	3 × 48	1.5 × 8.6
Rectum	6 × 800	3 × 40	2.5 × 25
Cloaca			
Coprodeum	10 × 15	7	NA
Urodeum	5	3	NA
Proctodeum	2–3	3	NA
Liver wt (kg)	2.2	NA	NA
Gallbladder	absent	1 × 5	1–2 × 8

Table 5. Comparative lengths of the intestine of three ratite species.

	Ostrich			Emu				Rhea		
	Length adult female (cm) ^a	% of total length		Length at 35 days old (cm)	% of total length			Length adult male (cm)	% of total length	
		Adult female ^a	30 days old ^b		35 days old	100 days old ^b	300 days old ^b		Adult male	40 days old ^b
Small intestine	512	36	37	243	94	91	90	140	61	53
Cecum	94	7	6	6	2	2	3	48	21	28
Colon	800	57	57	9	4	7	7	40	17	19

Ventriculus u pštrosa je hrubostěnná struktura podobná ventriculu ptáků živících se semeny. Ventriculus se nachází mírně nalevo od středové čáry na kaudální hranici hrudní kosti. Tmavá houževnatá výstelka (koilin) ventrikulu a proventrikulu ptáků je tvořena bílkoviny vylučovanými ze žláz v kombinaci se zachycenými odloučenými buňkami a buněčnými úlomky. U nandu je proventriculus malá rozšířená struktura lebeční k ventriculus. Sekreční oblast je omezena na zesílenou dorzálně umístěnou skvrnu. Žaludek je podlouhlý. Koilin pokrývá povrch proventrikulu i ventrikulu. Žaludek nandu je umístěn mírně nalevo od středové čáry, hřbetně k zářezu hrudní kosti, ale více kaudálně k hrudní kosti než u pštrosa. U emu a kasuára je proventriculus velký a vřetenovitý a ventriculus je o něco větší a méně silně osvalený. V žaludku kasuára chybí koilinová membrána. Otvor do tenkého střeva z komory je u všech jmenovaných ptáků na pravé straně (Fowler, 1991).

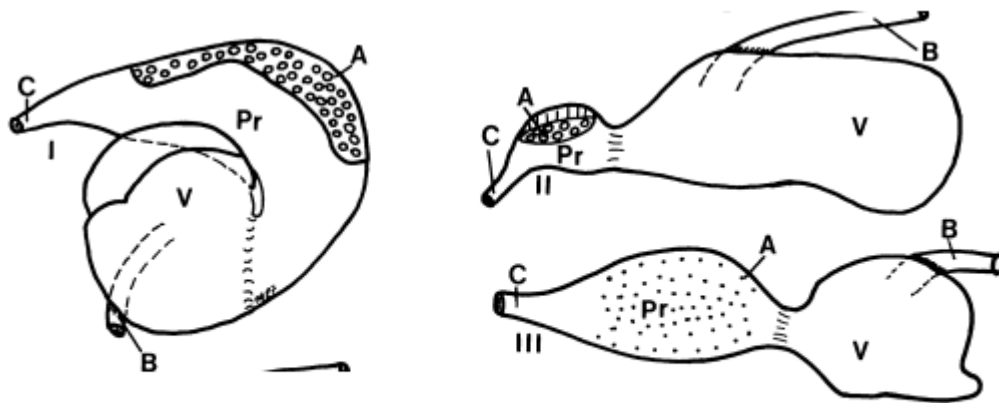


Figure 11. Stomachs of ratites. I, Ostrich; II, rhea; III, emu and cassowary. A, glandular area of the proventriculus; B, duodenum; C, esophagus; Pr, proventriculus; V, ventriculus.

Obrázek 11: porovnání žaludků běžců (Fowler, 1991)

První část tenkého střeva u ptáků nadřádu běžci tvoří smyčku kolem slinivky břišní, která se vrací do oblasti žaludku a poté pokračuje kaudálně. Membrány připevňují pankreas na obě strany duodenální smyčky. U pštrosů krátká část smyčky (přibližně 20 % její délky) vychází z okraje slinivky břišní a vytváří sekundární smyčku. Délka slepého a tlustého střeva vzhledem k celkové délce střeva se velmi liší mezi emu, nandu a pštrosem (tabulka 2). Nandu má nejdelší slepé střevo, pštros má nejdelší tlusté střevo a emu má kratší relativní délky jak slepého, tak tlustého střeva. Kasuár má ještě kratší slepé střevo a délku tlustého střeva než emu. Slepé střevo je u běžců v páru. U pštrosa a nandua je vakovité a relativně rozšířené a emu je trubkovité, pevně zúžené a má podélné rugae (Cho, 1984).

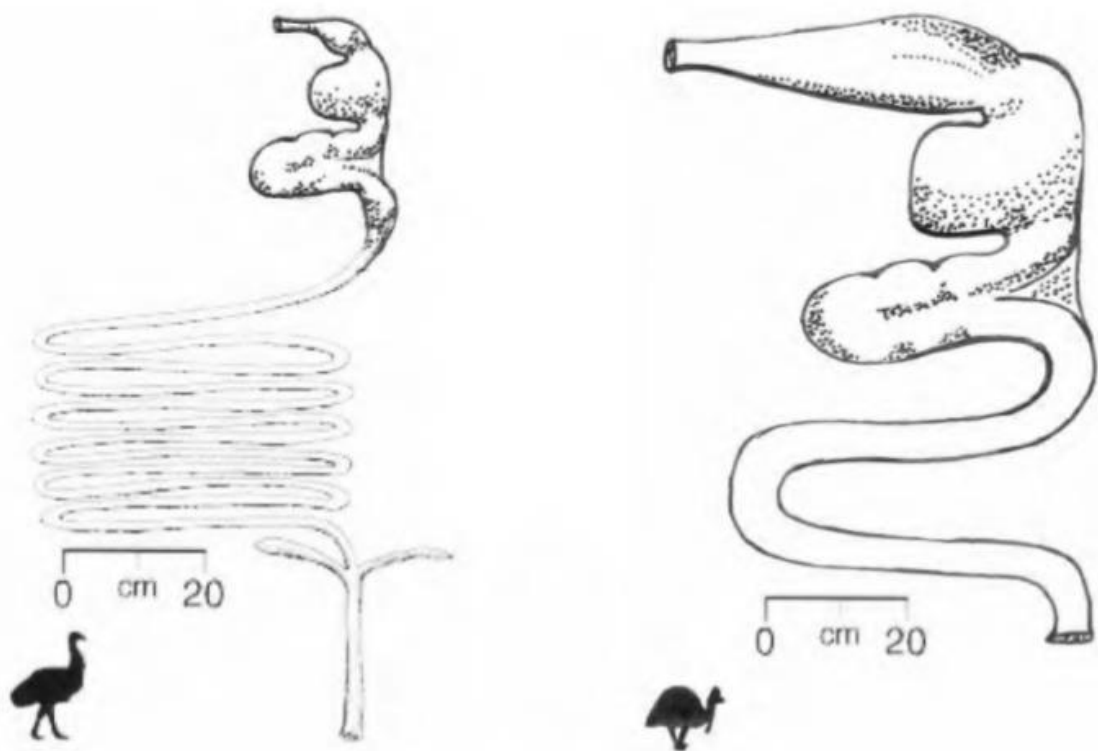
Konečník pštrosa je objemný a zaujímá kaudální pravé břicho. Takový dlouhý a velký konečník je nezbytný pro trávení objemných potravin a absorpci tekutin. Konečník vstupuje do kloaky rektálním vakem a poté vstupuje do coprodeu. Rektální vak je oddělen od coprodeu rektocoprodeálním záhybem. Coprodeum je velký rozšířený vak, který může být pokryt tmavou houževnatou membránou podobnou koilinu. Coprodeum a urodeum jsou částečně odděleny coprourodeálním záhybem. Urodeum je krátké, ale této části jsou otvory pro močovody, vejcovod ženy a chámovody mužského pohlaví. Uroproctodeal záhyb částečně odděluje urodeum od proctodeum, kterým všechno vylučování prochází ven. Játra jsou lebeční k ventrikulu a kaudální k příčné membráně (bránici). Žlučník u pštrosů chybí, ale je přítomen u nandu a emu (Fowler, 1991).

Specifika trávicí soustavy kasuára

U kasuára je uspořádání trávicích orgánů podobné jako u jiných ptáků nadřádu běžci, i když rozměry orgánů jsou výrazně odlišné. **Orofarynx** je velký a umožňuje kasuárům bez manipulace konzumovat značné množství jídla. Čelisti se vyznačují jemnými ozubením začínajícím pod nosními otvory a končícím se zaoblenou špičkou. Jazyk je stlačen do strany, má zoubkovaný okraj a spočívá na ventrálním aspektu v zadní části orofaryngu. **Velký jícen** prochází pravou stranou krku a je tvořen tenkou elastickou membránou jemných podélných svalů. Je vysoce pohyblivý a má výrazně rozšiřitelný průměr. Jícen vstupuje do proventrikulu před dosažením hrudní dutiny. Proventriculus je vřetenovitý otok obklopující centrální lumen

zažívacího traktu. Vole chybí, zdá se však, že tenkostěnný rozšířený proventriculus má i úložnou funkci. Velikost a tvar konzumovaných potravin lze zaznamenat, i když proventriculus zůstává neporušený. **Ventriculus** není silně svalový orgán a postrádá keratinovou výstelku, kterou nalézáme u emu. Skládá se z tenkého svalu (1,5 cm +/- 0,5 cm) obklopujícího další membránu odpovědnou za další vylučování trávicích enzymů (Biggs, 2013).

Na rozdíl od emu (obrázek 12) je průměr **tenkého střeva** velký (> 6 cm), což je pravděpodobně adaptace na velké konzumované potraviny a je podstatně kratší než u pštrosa. Céka je spárována s ptáky nadřádu běžci a u kasuárů je zakrnělá a nefunkční. **Tlusté střevo** je ve srovnání s emu relativně krátké a nabízí rychlou dobu průchodu konzumované potravy gastrointestinálním traktem. Vzhledem k jejich složení potravy není u kasuára vyžadována významná délka střeva. Asymetrická dvojlaločná **játra** jsou umístěna kraniálně do komory a ventrálně do srdce (Biggs, 2013).



Obrázek 12: trávicí trakt kasuár vs emu (Biggs, 2013)

Trávicí trakt běžců můžeme shrnout do následujících bodů:

1. Tvary mandlí, jazyka, proventrikulu a brzlíku se liší v každé z čeledi ptáků nadřádu běžci,
2. emu má jedinečnou šterbinu ve ventrální a kaudální oblasti průdušnice, která se používá k produkci „vzkvétající“ vokalizace,
3. nandu a pštrosi mají slezinu ve tvaru ledviny u emu je slezina dlouhá a válcovitá,
4. pštros má jedinečnou sekundární duodenální smyčku,
5. relativní podíl slepého a tlustého střeva na celé délce střeva je u pštrosů a nanduů delší než u emu a kasuárů,
6. fabriciova burza u pštrosa a emu má pravděpodobně primitivnější strukturu než u nandu,

7. barva pohlavních žláz je černá u emu a podobná opálení u kasuárů, pštrosů a nandu (Cho, 1984).

3.2.2 Výživa běžců ve volné přírodě

Pštrosi jedí sukulenty, semena, bobule, travu a listy stromů a keřů v jejich přirozeném prostředí, které se mění od suchého nebo polopouštního terénu až po pastviny a lze je popsat jako adaptabilní organismy. Požití kosti, vaječné skořápky a mořských mušlí jim pomáhá naplnit požadavky na vápník. Pštrosi taktéž dávají přednost čerstvé trávě, ročním rostlinám před dlouho rostoucí travou nebo keři. Mají tendenci vyhýbat se travám vyšším než 1 m a hustým lesům, ale nemají problém pohybovat se pouštním křovím vysokým až 3 m. Ačkoli byla hlášena hmyzožravost, pštrosi zřídka konzumovali živočišný materiál (Sales, 2006).

Při krmení dochází ke střídání prudkého vytrhávání vegetace v blízkosti úrovně terénu s náhlými změnami výšky hlavy a krku, které umožňují kontrolu okolí, zda nevykazuje známky nebezpečí. Pštrosi jsou téměř výlučně býložraví a jsou vysoce selektivní. Upřednostňují dvouděložné rostliny, ale sežerou všechny části bylin a travin. Jsou-li k dispozici, vybírají semenné hlavy trav, květiny Compositae, semenné lusky Aloe spp., květiny a semenné lusky akácie. Jedí také padlé fíky a trháním celých semen mohou poškodit pšeničná pole. Pštrosi mohou jíst kobylky, jsou-li k dispozici. V pouštích se, pokud je to možné, živí šťavnatými rostlinami, pravděpodobně částečně pro dodávanou vodu (Robinson, 1975).

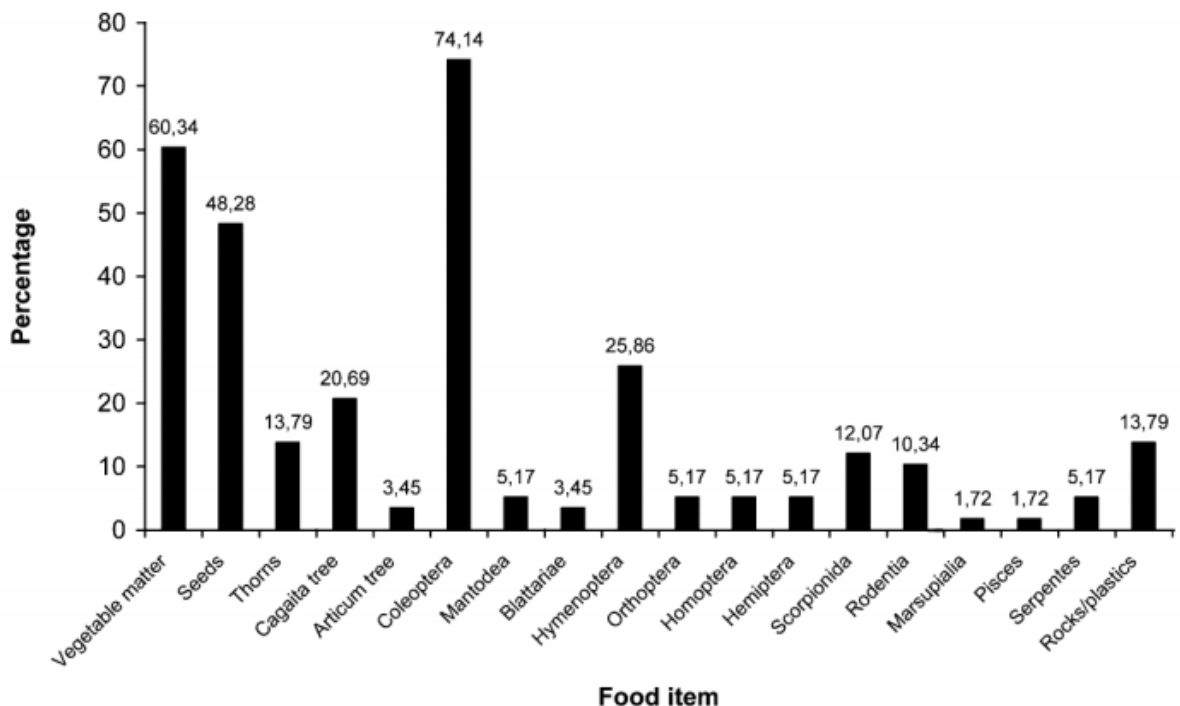
Emu je popisovaný jako oportunistický vyhledávač potravy v polosuchých a suchých oblastech Austrálie. Dává přednost vysoce kvalitním předmětům, jako je různé ovoce, semena, květiny, hmyz a byliny jednoletých či víceletých rostlin. Různé keře poskytují většinu jídla na jaře a na podzim a hmyz se sbírá, kdykoliv je ho hojně, obvykle na podzim a na jaře. Výběr nezahrnoval sušené byliny a travu ani zralé listy keřů, vybírali pouze zdroje bohaté na výživu. Keře poskytovaly v létě spolehlivý přísun potravin, letničky často na podzim produkovaly málo a emu bývají během zimního období často potýkáni s nedostatkem potravin (Davies, 1978).

Taktéž Dawson et al. konstatují, že emu upřednostňují vysoce kvalitní předměty, jako je zelený rostlinný materiál, semena, dozrávající ovoce, bobule a hmyz. V jejich stolici byla identifikována semena a listy až 30 druhů rostlin. Materiál nalezený v hojném množství ve stolici v různých obdobích studie zahrnoval *Solanum* spp (kalichy a plody), *Sonchus oleraceus* (listy), *Senecio lautus* (květy a listy), *Acacia* spp (semena), *Cassia* spp (semena a lusky), *Dichantheum sericeum* (hlavy semen) a hmyz (kobylky) (Dawson, 2016).

Dunstan et al. během čtyř ročních období shromáždili a analyzovali 221 vzorků výkalů Emu. Identifikovaná semena byla dominantním materiálem v 67 vzorcích výkalů (30,3 %). Dominantními materiály ve zbývajících vzorcích byly suché výhonky (34,8 %), tráva (26,7 %), kořeny (5,0 %) a listy (3,2 %). Celkem bylo v šupinách zaznamenáno 29 druhů rostlin včetně dvou, které nebylo možné identifikovat. 27 identifikovaných druhů zahrnovalo 17 rodin, z nichž 16 (59 %) bylo původních a 11 (41 %) exotických. Velký obsah semen dělá z Emu, druh vhodný na rozptýl semen v jeho habitatu (Dunstan, 2016).

Nandu má výběr přirozené stravy srovnatelný s výběrem přirozené stravy pštrosů, 90 % jeho stravy ve volné přírodě se skládá ze zeleného materiálu, následovaný semeny (9 %), ovocem a fragmenty bezobratlých a obratlovců. Ze zeleného materiálu nandu konzumuje převážně vojtěšku a divoké dvouleté rostliny, celkem spásá až 16 druhů rostlin. Fragmenty kostí malých neidentifikovaných obratlovců byly na jaře nalezeny ve výkalech nandu. Není však důkaz, že tyto kosti přítomné ve stolici pocházely ze živých zvířat nebo byly kosti požitá jako zdroj vápníku. Na jaře a v létě byly zaznamenány kousky tegumentu několika druhů hmyzu (Hemiptera, Orthoptera a Coleoptera). Ty byly téměř úplně stráveny, a proto představovaly malé množství suché hmotnosti výkalů (Martella, 1996).

V průzkumu z roku z roku 2006 zkoumali Azevedo et al. vzorky výkalů Nandu a přinesli zajímavé výsledky, které je možné vidět na obrázku 13. Mimo výše zmíněnou potravu tyto vzorky obsahovali i hady, ryby a bohužel byly zaznamenány už i plasty. O tom, že nandu občas jí hady se zmínilo několik výzkumů předtím. Avšak, že nandu jí ryby je novinkou. Jednalo se o to, že v oblasti byla přehrada, ve které v říjnu 2004 (v průběhu výzkumu) poklesla hladina vody o tři metry. Na původním dně přehrady vznikli kaluže, kde byli nalezeny mrtvé ryby, předpokládá se, že Nandu ryby našel v těchto kalužích (Azevedo, 2006).



Obrázek 13: procentuální zastoupení jednotlivých druhů potravy ve vzorcích výkalů Nandu pampového (Azevedo, 2006)

Kasuáři jsou ovoce-žraví ptáci, a tak jedí spadané ovoce a příležitostně ovoce z větví, které je na dosah, z více než 100 druhů, ale zejména z čeledi Lauraceae. Podobně jako emu hrají kasuáři kritickou ekologickou roli tím, že rozptylují semena. Tráví pouze ovoce bez semen, která se vylučují celá. Zdánlivě jemný zažívací mechanismus by mohl chránit kasuára před jedovatými složkami v semenech, například před kyanogenními rostlinami. Kasuár trpasličí na Nové Guineji jedí širokou škálu ovoce, ale vyhýbá se těm, které jsou malé a variabilní a dává přednost velkým výživným druhům. Při výběru ovoce barva není důležitá.

Mají rozmanitější stravu než jiné ovoce-žravá zvířata, pravděpodobně proto, že jsou nelétaví, a proto se nemusí vyhýbat nadváze. Kasuáři jedí také mrtvé krysy, ptáky, živé ještěřičky (Scincidae), plazy, a dokonce i houby, které by mohly najít na zemi (Sales, 2006).

3.2.3 Výživa běžců v lidské péči

Na výživu běžců v lidské péči se v převážné většině odborných článků dívá hlavně z produkčního pohledu, kdy se pštrosi nebo jiní běžci chovají na maso. Z těchto článků se však dá také odvodit, jak by měla správná výživa běžců vypadat, aby vedli spokojený život v zoologických zahradách.

Pštros má schopnost náležitě využívat velkou část vláknitých látek poskytovaných ve své stravě. Výzkum ukázal, že pštrosi mohou ve stravě strávit až 60 procent materiálu rostlinných buněčných stěn. Zjištění výzkumu týkající se trávení vlákniny emu byla smíšená, což ukazuje na téměř 0 až 45 procent trávení vlákniny, přičemž k největšímu trávení dochází při snižování množství spotřebované vlákniny. Zdá se, že pštrosi a emu mají také trávicí enzymy a absorpční schopnosti potřebné k účinnému využití bílkovin, tuků, minerálů a vitamínů ve stravě. Optimálního přírůstku hmotnosti a efektivního růstu nelze dosáhnout bez nutričně vyvážené dávky. Všechny základní živiny včetně energie, bílkovin, aminokyselin, vitamínů a minerálů musí být běžcům podávány v příjemné a stravitelné formě každý den jeho života (Scheideler, 1997).

Nepřesnost extrapolace specifikací požadavků na živiny pro drůbež na pštrosy vedla k různým problémům souvisejících s výživou, jako je obezita a problémy s nohama, s nimiž se setkávali komerční farmáři. Taktéž se vyskytují nutriční problémy spojené s obsahem minerálů. Tyto problémy vedly k vzniku tzv. Edinburského modelu ke stanovení požadavků na bílkoviny a aminokyseliny, který je založený na popisu růstu tělesného složení. Ptáci nadřádu běžci rostou výjimečně pomalým tempem. Ve srovnání s dospělou hmotností má kiwi nejpomalejší růst ze všech známých ptáků (Sales, 2006).

Edinburský model použili Cilliers et al. ke stanovení požadavků na aminokyseliny pro pěstování pštrosů a výsledky byly reprodukovány v mnoha recenzích o požadavcích na výživu pštrosů. O'Malley použil tento model na měření prováděná s rostoucím emu, zatímco Sales jej použil na datech pro kiwiho. O'Malley uvádí, že vzhledem k teoretickým předpokladům požadavků na údržbu a přeměnu bílkovin a aminokyselin ve stravě na tělesné bílkoviny a rozdílům ve vzorcích aminokyselin tělesných bílkovin v různých věkových obdobích by hodnoty odvozené prostřednictvím modelování měli být považovány za vodítko k možným požadavkům a měli by sloužit jako výchozí bod pro zkoušky přímé reakce. Podle tohoto modelu navíc ovocná strava běžně využívaná na krmení pro kasuáry v zajetí ani nesplňuje základní požadavky na udržení základních aminokyselin pro kasuáry. To však nepředstavuje důkaz, že ovocná strava je nedostatečná pro krmení kasuárů. Výživa kasuárů v zajetí je založena na ovoci a zelenině, které se velmi liší od toho, co by člověk považoval za stravu nejvíc podobnou jejich přirozenému prostředí, ve kterém je ovoce většinou suché, tvrdé, a ne úplně chutné. Kromě toho komerční krmné směsi formulované podle stravovacích požadavků jiných druhů ptáků nadřádu běžci, ptáků, psů a domácích všežravců, které jsou často nabízeny, dokládají, že výživa kasuárů

chovaných v zajetí závisí na dostupnosti potravin, praktických zkušenostech a extrapolaci znalostí získaných na jiných druzích ptáků nadřádu běžci (Sales, 2006).

V lidské péči se pštrosům běžně nabízejí komerční pelety, ale také se silně živí vojtěškami, jsou-li k dispozici. Příjem sušiny dospělých ptáků chovaných v zajetí je přibližně 3 kg denně. Malé kameny jsou konzumovány divokými pštrosy a předpokládá se, že slouží jako kukuřičné gastrolity v žaludku. Ptáci v zajetí mohou konzumovat kameny nebo jiné cizí předměty, z nichž některé mohou způsobit zranění. Mláďata v nepřítomnosti jejich rodičů, jsou zvědavá a naivní ohledně nebezpečí spojeného s konzumací určitých předmětů. Přístup k materiálům, které mohou být škodlivé, by měl být co nejvíce omezen (Ullrey, 1996).

Tabulka 3: Doporučená výživa Pštrosů, Emu a Nandu (Ullrey, 1996)

Nutrient	Concentration (90% DM basis)
Crude protein, g kg ⁻¹	220
Lysine, g kg ⁻¹	12
Arginine, g kg ⁻¹	13
Methionine, g kg ⁻¹	3.5
Methionine + cystine, g kg ⁻¹	7
Tryptophan, g kg ⁻¹	3
Crude fiber, g kg ⁻¹	100
Linoleic acid, g kg ⁻¹	10
Calcium, g kg ⁻¹	16 ^b
Phosphorus, total, g kg ⁻¹	10
Phosphorus, available, g kg ⁻¹	8
Sodium, g kg ⁻¹	2
Potassium, g kg ⁻¹	11
Magnesium, g kg ⁻¹	2
Iron, mg kg ⁻¹	150
Copper, mg kg ⁻¹	20
Zinc, mg kg ⁻¹	120
Manganese, mg kg ⁻¹	70
Iodine, mg kg ⁻¹	1
Selenium, mg kg ⁻¹	0.3
Thiamin, mg kg ⁻¹	7
Riboflavin, mg kg ⁻¹	9
Niacin, mg kg ⁻¹	70
Pantothenic acid, mg kg ⁻¹	30
Vitamin B ₆ , mg kg ⁻¹	5
Biotin, mg kg ⁻¹	0.3
Folacin, mg kg ⁻¹	1
Vitamin B ₁₂ , mg kg ⁻¹	0.03
Choline, mg kg ⁻¹	1,600
Vitamin A, IU kg ⁻¹	8,000
Vitamin D ₃ , IU kg ⁻¹	1,600
Vitamin E, IU kg ⁻¹	250
Vitamin K (menadione equivalent), mg kg ⁻¹	4

^a Provide in pelleted form ad libitum with water. Also provide space for exercise on a non-slip surface, e.g., an alfalfa pasture in season. Grit is optional.

^b This concentration of calcium should be adequate for production of a normal clutch. If eggs are removed to force increased egg production, provide granulated calcium carbonate or oyster shell ad libitum in a separate feeder.

Pokud by měla být formulována strava pro běžce, jako je tomu u domácí drůbeže, dalo by se očekávat, že bude mít tři druhy startovacích diet, výživu pro udržování dospělosti a dietu

pro chov slepic. Existují dva hlavní důvody, proč může být taková specifická neoprávněná. Za prvé, naše znalosti o požadavcích na živiny tohoto druhu jsou tak omezené, že je sotva dostatek informací k formulaci jediné racionální stravy. Za druhé, počty věkových skupin, které vlastní zoo nebo chovatel pštrosů, jsou obecně tak nízké, že je obtížné udržovat věkové třídy oddělené, skladovat několik diet a udržovat stravu čerstvou. Pro mnoho zoologických zahrad proto může být praktičtější používat jedinou stravu, která představuje kompromisní formulaci, ale která vyhovuje potřebám v kterékoli fázi životního cyklu. Specifikace takové stravy jsou uvedeny v tabulce 3. Tuto stravu lze peletovat a krmit ad libitum vodou na pastvinách nebo v suchých dávkách. Koncentrace bílkovin (esenciálních aminokyselin) a metabolizovatelné energie v této stravě mohou omezit nárůst tělesné hmotnosti poněkud pod maximum, ale jsou dostatečné pro podporu proporcionálního vývoje kostry bez nadměrné hmotnosti měkkých tkání u rostoucích ptáků (Ullrey, 1996).

Je nutné dávat pozor na rozdíl mezi doporučenou stravou a „průměrnou“ doporučenou stravou pro intenzivní produkční podmínky. Speciální pozornost je třeba věnovat na splnění požadavku na příjem proteinu (65% stravitelnost), lysin (při 83% stravitelnosti) a methionin (při 82% stravitelnosti) u emu a pštrosů. Přestože „průměrná“ produkční strava bude nedostatečně zásobovat aminokyseliny pštrosy asi do 300 dnů, lze tuto dietu doporučit, protože pštrosi v zoologických zahradách nejsou chováni pro maximální růst jako v komerční produkci. V zoologické zahradě, kde se vejce obvykle neodstraňují kvůli zvýšení produkce vajec, by měla být koncentrace vápníku v této stravě dostatečná pro produkci normální snůšky. Koncentrace vápníku by měla být také přiměřená, aby se zabránilo problémům s nohama, které se běžně vyskytují u rostoucích ptáků do čtyř měsíců věku. V podmínkách intenzivního zemědělství se problémy s nohama zřídka vyskytují u mladých ptáků krmených stravou s hladinami vápníku mezi 1,5 až 1,6 %. Ačkoli pštrosi přežijí ve volné přírodě po dlouhou dobu bez vody, budou pít velké množství, až bude voda k dispozici. Voda má přesto velký význam pro udržení příjmu potravy. Požadavky na vodu divokého dospělého emu se nezdají vysoké, ale příjem může být omezen velikostí střev, což vede k relativně vysoké frekvenci pití (Sales, 2002).

Specifika výživy kasuárů

James Sales dělal průzkum v jedenácti zoologických zahradách, které chovají kasuáry. Celkem tyto zoologické zahrady chovají 29 ptáků kasuára přílbového. Distribuce byla následující: 12 samců (4–30 let), 12 samic (1,3–30 let), tři mláďata neznámého pohlaví (1,2;2,2 roku) a dvě kuřata (3 měsíce). Byly poskytnuty omezené informace o tělesné hmotnosti a pohybovaly se od 12 do 55 kg u samců a 22 až 66 kg u samic (2006).

Zoologické zahrady poskytly informace o krmných složkách a harmonogramu krmení. Přestože se nabízí široká škála ovoce a zeleniny (tabulka 4), nejběžnějšími nabízenými potravinami jsou jablka, banány, hrozny, melouny a rajčata. Myši jsou nabízeny v osmi zoo. Mrkev se obvykle dodává ve vařené formě a banány a různé odrůdy melounu jsou oloupané. Šest zoologických zahrad dává denně ovoce společně s komerční stravou, zatímco pět se při každodenní stravě spoléhá pouze na ovoce. O skutečných úrovních příjmu nelze odvodit žádné informace. Množství nabízeného jídla se pohybovalo od 1,5 do 5 kg / pták, kde je dodáváno pouze ovoce denně, až po přibližně 1 kg, pokud je nabízena pouze komerční strava (Sales, 2006).

Tabulka 4: Nabízené položky a rozvržení krmení (Sales, 2006)

Table 2. Food items offered by zoos (n = 13) to cassowaries in captivity

Fruit	Zoos	Vegetables	Zoos	Animal products	Zoos	Commercial diets	Zoos	Supplements	Zoos
Apples	10	Beetroot	1	Cheese	2	Dog kibbles	2	Calcium powder	1
Bananas	8	Cabbage	2	Day old chickens	4	Duck pellets	1	Insect pate	1
Cherries	2	Carrots	5	Eggs	2	Omnivore pellets	4	Oyster shell	3
Grapes	8	Celery	2	Mice	8	Poultry pellets	2		
Kiwi fruit	3	Cucumber	3	Rats	2	Ratite pellets	1		
Mango	3	Lettuce	2						
Melons	8	Onions	1						
Oranges	1	Parsley	1						
Papayas	3	Peas	1						
Pears	7	Peppers	1						
Peaches	2	Potatoes	2						
Pineapples	1	Rice	3						
Plums	3	Spinach	1						
Strawberries	2	Tomatoes	9						

Table 3. Feeding schedule of cassowaries in zoos (n = 13) participating in diet survey

	Daily	Weekly
Fruit and vegetables	11	2
Animal products	2	6
Commercial diets	8	0
Commercial supplements	5	0

Vzhledem k nabízeným směsím ovoce a zeleniny, s neznámým podílem, sezónní nabídce různých položek, komerčních produktů s neznámým složením a týdenním dávkám živočišných produktů, výpočet nabízeného obsahu živin ve stravě nebyl proveden. Místo toho byla vytvořena strava skládající se z pěti nejoblíbenějších potravin (jablka, banány, hrozny, rajče a meloun) ve stejném poměru. Množství aminokyselin nabízené 4 kg vlhké hmotnosti této stravy (fruit) a aminokyselin dodávaných 1 kg komerční stravy pro všežravce (Omnivore), množství typicky nabízená zoologickými zahradami kasuárům a které složení aminokyselin je k dispozici, jsou porovnány s požadavky na udržení esenciálních aminokyselin u dospělého kasuára o hmotnosti 50 kg (tabulka 5) (Sales, 2006).

Tabulka 5: příjem Aminokyselin z krmení a požadavky na Aminokyseliny (Sales, 2006)

Table 4. Daily amounts of essential amino acids offered and maintenance amino acid requirements.

	Offered (g/d)		Requirement (g/d)
	Fruit	Omnivore	
Arginine	1.5	15.9	3.2
Cystine	0.3	3.3	0.9
Histidine	1.0	5.5	1.1
Leucine	1.1	16.5	3.6
Isoleucine	0.6	9.4	1.7
Lysine	1.4	13.2	3.0
Methionine	0.3	4.7	0.7
Phenylalanine	0.8	9.7	2.3
Threonine	0.8	8.5	2.0
Tyrosine	0.4	6.4	1.7
Valine	0.9	11.4	2.1

Zatímco vytvořená potrava ovoce a zeleniny nabízená v dávce 4 kg denně nesplňuje požadavky na údržbu jednotlivých esenciálních aminokyselin, komerční strava s hmotností 1 kg denně nabízí dostatečnou zásobu aminokyselin (Sales, 2006).

Studie Jamese Salese pokračuje diskusí, kde vysvětluje, že výše zjištěné poznatky neznamenají, že krmení pouze ovocem je nedostatečné, protože na to neexistují žádné důkazy.

Ale hlavně jím použitý model požadavků na aminokyseliny, v kterém vycházel z modelu pro domestikované všežravce a ptáky, ukazuje nedostatečnou použitelnost daného modelu pro divoké ptáky nadřádu běžci. Kasuáři v zajetí totiž nejsou krmeni jejich přirozenou potravou ze suchých oblastí, ale je snaha o co nejvýživnější náhradu této potravy. Zdá se, že zaživací trakt kasuárů toleruje tuto nepřirozenou náhradu (2006).

Dle manuálu Cairnské Zoo, je doporučené krmení dospělého kasuára před samotnou přípravou potřeba všechno ovoce pořádně umýt, aby se odstranily zbytky pesticidů. Při krájení ovoce měňte velikost od 1/8 jablka po kulečnickovou kouli. Je potřeba nakrájet dostatek ovoce, aby se naplnili dva kbelíky o objemu 10 l, podle libosti (obvyklé zvýšení od konce jara do léta). Dle tabulky číslo 6 a dle konkrétního dne je potřeba přidat další výživové doplňky. Kromě Lysinu, Meloun, protože má velmi malou nutriční hodnotu, avšak není vhodné ho přidávat do stravy ve velkém. Jeli k dispozici sbírejte původní (australské) ovoce a přidejte ho do stravy. Žádné ovoce mimo melounu není třeba oloupat. Vhodným doplněním stravy jsou původní australské ovocné stromy přímo ve výběhu (Biggs, 2013).

Tabulka 6: denní rozvrh doplňků potravy (Biggs, 2013)

Day	SUMMER	AUTUMN	WINTER	SPRING
SUN	sol + iv + 1 bs	sol + iv + 1 bs	sol + iv + 1 bs	sol + iv + 1 bs
MON	ivore + 1 mouse	ivore + 1 mouse	ivore + 2 mice	ivore + 2 mice
TUE	calc + 1 doc	calc + 1 doc	calc + 2 doc	calc + 2 doc
WED	sol + iv + 1 bs	sol + iv + 1 bs	sol + iv + 1 bs	sol + iv + 1 bs
THU	ivore + 1 mouse	ivore + 1 mouse	ivore + 2 mice	ivore + 2 mice
FRI	alf + prob	alf + prob	alf + prob	alf + prob
SAT	1 doc	1 doc	calc + 2 doc	calc + 2 doc

Sol = Soluvet

Iv = Insectivore

Calc = Calcivet (on fruit)+ Balanced Calcium (on DOC)

Prob = Probiotic

Alf = finely chopped alfalfa

BS = beef strip/per bird

DOC = Day old chick/per bird

3.2.4 Výběh pro běžce

Pštrosi a nandu lze chovat ve velkých skupinách, během období rozmnožování se však samci stávají teritoriálními, proto jsou vhodné harémové skupiny. Emuové jsou obvykle drženi v párech. V zoologických zahradách jsou pštrosi, nandu a emu běžně součástí více druhových výběhů s jinými býložravci. V divoké skupině pštrosů se pohybují a krmí stáda kopytníků, ale pštrosi mají tendenci vyhýbat se blízkému kontaktu s jinými zvířaty. Pokud jsou pštrosi překvapeni nebo napadeni, mohou reagovat panickými útekami, proto musí výběhy poskytovat dostatečný prostor a struktury umožňující vyhýbání se nebo letovému chování. Bariéry musí být snadno viditelné, protože pštrosi, emu a nandu mají tendenci se zaplézat a zachycovat v hromadách větví, drátů a suchých příkopů. Velcí ptáci nadřádu běžci se obvykle chovají v otevřených výbězích a na oplocených pastvinách. Krátkodobě snášejí chladné teploty, a dokonce i sníh, ale jsou citliví na chladné a mokré podmínky. Jelikož jejich hydroizolace je nemožná kvůli nedostatku prachového peří, ptáci nadřádu běžci jsou po dešti promočeni a pro

izolaci jim chybí peří. Vnitřní prostory s vyhřívanou nebo alespoň dobře izolovanou podlahou jsou pro mláďata bezpodmínečně nutné. Kasuáři mohou být také chováni ve dvojicích a mohou se navzájem tolerovat, ale je vhodné je udržovat oddělené pro inkubaci vajec a chov mláďat (Kummrow, 2015).

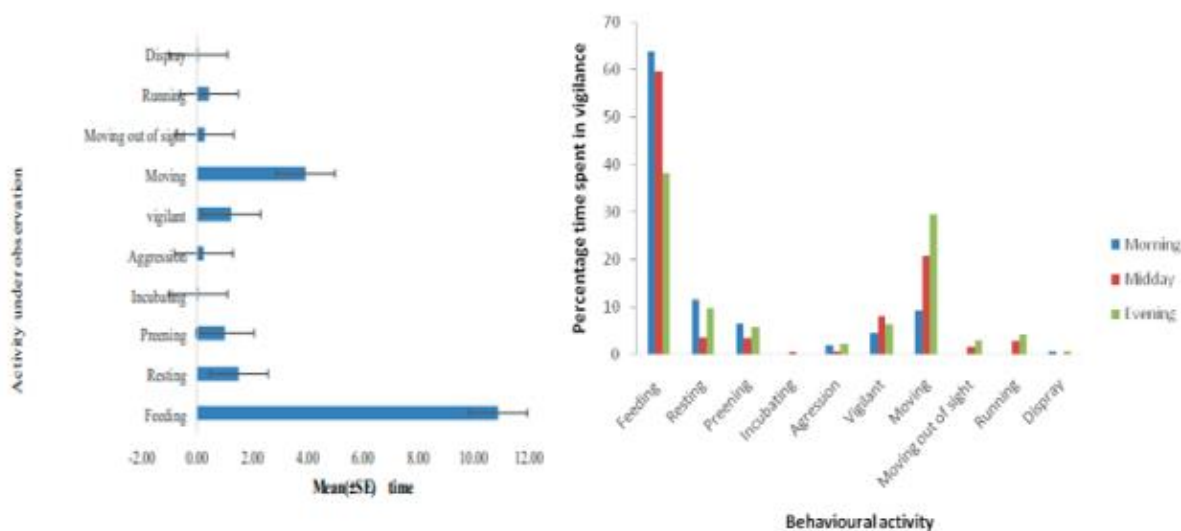
Enrichment kasuárů

Aby byli tyto enrichmentové techniky zcela účinné, měli by být uspořádány mimo dohled ptáků, teda v době, kdy ptáci nejsou ve výběhu. Doporučuje se i prodloužení doby shánění potravy, jejím rozprostřením po celém výběhu a co může zlepšit kondici a stimulovat duševní aktivitu. Vybrané enrichmentové techniky jsou použitelné i pro další druhy běžců.

- Školení a kondice
- Skrývaní jídla
- Zavěste jídlo, svazky nebo jednotlivé kousky (na větve, hroty, provázky)
- Zmenšení velikostí krmených potravin
- Podavač puzzle (v síti)
- Rozptýl krmiva
- Náhodný čas krmení
- Více stanic s vodou
- Různé umístění krmiva
- Různá frekvence pohybu
- Sezónně měnit typy krmiv
- Nabídka živých bezobratlých
- Nabídka různých zdrojů bílkovin
- Nabídněte hnojící kmeny s inverty
- Změny podkladu
- Systém sprinklerů a tvorba mlhy
- Přesuňte vybavení (Biggs, 2013)

3.3 Denní aktivity běžců

Mutiga et al. pozorovali pštrosa somálského v oblasti Samburu a přišli s podrobným seznamem jeho denních aktivit. Somálští pštrosi tráví většinu času krmením a pohybem. Bylo také zjištěno, že podstatnou část svého denního času trávili odpočinkem a jen zřídka se věnovali zbytku studovaných aktivit (obrázek 14). Obecně pštrosi trávili největší část svého času krmením během dne. Srovnatelně strávili větší část svého „rozpočtu na časovou aktivitu“ krmením během ranního období (64 %) než v poledních (60 %) a večerních hodinách (38 %). Bylo zjištěno, že podíl času stráveného krmením je různý ve vlhkým a suchým obdobích. Rozpočet denní aktivity na krmení klesl z průměru 61 % v období sucha na průměr 44 % v období dešťů. Druhou nejčastější celkovou aktivitou somálského pštrosa pozorovanou ve studované oblasti byl pohyb (20 %). Na rozdíl od vzorce přidělování času pro krmení se podíl času stráveného pohybem zvyšoval s denní dobou (ráno = 9 %, poledne = 21 % a večer = 29 %) (Mutiga, 2016).



Obrázek 14- časové rozložení aktivit pštrosa somálského (Mutiga, 2016)

Dawson et al pozorovali Emu ve Fowlers Gap během několika let. Emu pozorovaní na Fowlers Gap v zimě 1976 obecně zahájili svoji činnost 20–30 minut před východem slunce a v první hodiny dne se rozhýbávali, stáli a rozhlíželi se. Dalších pár hodin bylo stráveno aktivním krmením. Mezi 10 h a 14 h. měli tendenci se pohybovat směrem k vodě, přičemž více času strávili chůzí středním tempem, i když se stále krmili. Asi 10 minut strávili pitím a postáváním blízko vody. Při odchodu od vody se jejich aktivita nakonec vrátila k pomalejšímu sběru potravin a odpoledne se strávilo sběrem potravin až téměř do soumraku, kdy opět strávili více času čicháním, stáním a průzkumem okolí. Asi 20–40 minut po západu slunce dřepěli ptáci na zemi, aby si mohli odpočinout, většinu dne strávili aktivním sběrem potravy. Nezdálo se, že by existovalo jediné místo odpočinku, ale některé konkrétní oblasti byly využívány opakovaně, zřídka, přibližně jednou za 4–10 dní. Za velmi chladných nocí, kdy byl silný vítr, ptáci hledali úkryt za keři Cassia (Dawson, 2016).

V létě 1976–1977 lze také definovat typický vzorec denní aktivity Emu, ale vyskytly se odchylky, zejména ve velmi horkých dnech (více než 42 °C). Ptáci se nejčastěji utábořili přes noc západně od Fowlers Gap v keřích poblíž potoka. Asi v 8 h, se ptáci obvykle začali vydávat na vodu a v některých pozorovacích obdobích bylo více než 25 % času stráveno rychlou chůzí a málo času strávili shromažďováním potravy. Po pití se emu stejným rychlým tempem vrátil do tlustší vegetace poblíž potoka a cestou absolvovali málo krmení. Uprostřed dne, zvláště když bylo horko, strávili nějaký čas v úkrytě mezi stromy potoka. Ptáci však trávili značný čas chůzí na plném slunci. Ve velmi horkých dnech se opět někteří ptáci odpoledne vrátili na druhou návštěvu vody. Ptáci odpoledne se přiblížili a opustili koryto podobným způsobem jako ráno. Obecně bylo v blízkosti žlabu stráveno jen asi 15 až 20 minut, přičemž skutečná doba pití byla 5-10 minut. Většina odpoledního krmení byla také na západ od Fowlers Gap Creek. Přibližně 30-40 minut po západu slunce ptáci seděli a utábořili se na noc (Dawson, 2016).

Taktéž průzkum De Avezeta et al na nandu pampovém přinesl pohled do jeho denních aktivit. Nandu byly nalezeny většinou na pastvinách (90,3 % času) a pouze 9,7 % vzorků bylo nalezeno v eukalyptových lesích. Počet ptáků zaznamenaných v oblasti eukalyptu byl 14 a na pastvinách byl 150, rozdělených do skupin pohybujících se od dvou do devíti jedinců na

pastvinách a jednoho až tří jedinců v eukalyptových lesích. V eukalyptových lesích se často pohybovali nandu osaměle (86 % záznamů) na pastvinách to bylo jen méně než 10 %. Některé skupiny nandu (47 %) zaznamenané na pastvinách byly v blízkosti dobytka. Aktivitou nandu v eukalyptových lesích byla hlavně chůze (74,3 %), běh rovně (10,5 %), bdělost (8,3 %), inkubace vajec (3,5 %) a hledání potravy (3,5 %). Chůze byla nejvíce vyjádřeným chováním ve všech obdobích (brzy ráno, 96 %; pozdě ráno, 85 %; brzy odpoledne, 44 %; pozdě odpoledne, 72 %). Přímý běh byl pozorován v pozdních ranních hodinách (15 %) a brzy odpoledne (27 %) a hledání potravy bylo pozorováno pouze jednou v pozdních odpoledních hodinách (14 %), stejně jako inkubace vajec (14 %). Na pastvinách většinu aktivit nandu tvořilo hledání potravy (35 %), chůze (28,2 %), neaktivní (11,3 %), ostražitost (7,3 %) a čištění peří (4,1 %). Všechna ostatní chování se na tomto stanovišti vyskytovala méně než 1 % času. Pasení bylo většinou vyjádřeno brzy ráno (37 %), brzy odpoledne (36,6 %) a pozdě odpoledne (36,1 %); chůze byla nejvíce vyjádřena pozdě ráno (47,3 %) (De Azevedo, 2010).

3.4 Vliv běžců na životní prostředí

Velká zvířata živící se semeny uchovávají semena ve střevě déle času než malá zvířata. Ty, včetně mnoha na jednom místě zdržujících se ptáků, obvykle ukládají velkou část sněžených semen pod rodičovské stromy, kde jsou možnosti úspěchu založení nového stromu omezeny konkurencí a predací. Naopak, mnoho velkých zvířat živících se semeny rozptyluje semena na velké vzdálenosti, což zvyšuje možnost úspěchu vzniku nového stromu, snížením konkurence a predace (Pakeman, 2001).

Velcí ptáci, kteří se živí semeny, vždy hráli zásadní roli při šíření semen rostlin. Jeden zajímavý výzkum z roku 2012 dokázal, že běžci v minulosti pomáhali rozšiřovat sazenice rostlin po velkém území. Vyhynutý pták Moa (*Megalapteryx didinus*) šířil tímto způsobem sazenice rostlin před 6000 lety. Tento fascinující výzkum poskytuje pohled nejen na stravu těchto prastarých ptáků, ale také na změny, ke kterým v průběhu času došlo ve vegetační struktuře jeho prostoru. Autor pomocí staré DNA a radiokarbonového datování rekonstruuje stravu z koprolitů, včetně důkazů o jejich možné roli při šíření semen (Wood, 2012).

Naštěstí i v současné době existují ptáci podobní vyhynulému ptáku Moa. Různé studie prokázaly, že **Emu** distribuuje velké množství semen v oblasti severního pobřeží Nového Jižního Walesu. Mnoho z těchto semen nenaklíčí vůbec, ačkoli, i když klíčí jen malé procento semen rozptýlených ve výkalech (tabulka 7), může být Emu stále důležitým článkem při udržování vysoké biologické rozmanitosti regionu. Důležité je, že mnoho původních druhů rostlin může těžit z dálkových transportních schopností Emu. Těm druhům, které mají větší semena, by prospělo zejména toto rozptýlení semen. Emu má proto pravděpodobně ekologický význam při přirozené regeneraci oblastí po opakovaných poruchách, které vyčerpaly místní semennou banku, a při udržování genetické rozmanitosti ve stále fragmentovanějším prostředí (McGrath, 2016).

Tabulka 7: identifikovaná semena rostlin ve výkalech emu a procento zastoupení naklíčených semen (McGrath, 2016)

Table 1 Identified seeds and the quantity of each recorded from the 10 Emu faecal droppings analysed from Main Camp. Also including the percentage of germination of 20 seeds bodies from each species with the exception of *Phytolacca* sp. and *Petalostigma pubescens* which only had 12 and 1 seeds available respectively for the germination experiment.

Seed type or species	Total number of seeds per species	Total germination % after 70 days
<i>Melichrus adpressus</i>	3821	5
Large Nectar Heath (native)		
<i>Trochocarpa laurina</i>	184	15
Tree Heath (native)		
Sp. 3 unidentified (husk only)	317	0.0
<i>Phytolacca</i> sp.		
Ink weed (introduced)	13	8.3
Proteaceae sp. (native)	106	0.0
<i>Petalostigma pubescens</i>	2	0.0
Quinine Bush (native)		
<i>Sonchus oleraceus</i>	1328	0.0
Sow Thistle (introduced)		
<i>Richardia brasiliensis</i>	589	0.0
Mexican Clover (introduced)		
<i>Physalis minima</i>	836	15
Wild gooseberry (introduced)		
Sp. 10 Unidentified	87	0.0
Insect fragments	4	
Stones > 2mm	38	
Charcoal fragments > 2 mm	178	

I podle Dunstan et al. hrají Emu pravděpodobně důležitou roli jako rozšiřovatelé semen v polosuchých oblastech. Vzhledem k jejich velikosti (30–40 kg), hojnosti, zejména v polosuchých křovinách, jejich časté konzumaci semen různých druhů (tabulka 8), má emu schopnost rozptýlit velké množství semen a jejich dlouhá střeva s dlouhými retenčními časy a vysoká úroveň mobility, umožňují rozptýlení semen na velké vzdálenosti, což je zvláště důležité v roztržité krajině. Početnost Emu kontrastuje se stavem dalšího velkého ptáka, o kterém je také známo, že rozptyluje semena v polosuchých oblastech, dropa australského (*Ardeotis australis*). Dropi byli kdysi hojní ve vyprahlých a polosuchých oblastech, ale nyní jsou vzácní, takže jejich role rozšiřovače semen je dnes pravděpodobně zanedbatelná. Emu tak může hrát nedílnou roli v dynamice vegetace polosuché Austrálie (Dunstan, 2016).

Tabulka 8 - výskyt semen ve výkalech emu (*Dunstan, 2016*)

Table 1. Identified species of fruit recorded in Emu faecal material from Nanya, south-western NSW
Columns indicate the total number of seeds, the number of samples containing each species and the percentage of scats containing each species. Form and phenological cycles are taken from Davies (1976)

Species	Number of seeds	Number of samples	Percentage of occurrence	Form	Form and phenological cycle			
					Flowering	Fruiting	Seed-set	
Belah	<i>Casuarina pauper</i>	1199	51	23.1	Tree	Dec–Feb	Mar–May	May
Hard-head Saltbush	<i>Dissocarpus paradoxus</i>	125	43	19.5	Forb	Sep–Oct	Nov–Dec	Dec–Feb
Ruby Saltbush	<i>Enchylaena tomentosa</i>	1658	63	28.5	Shrub	Oct–Nov	Nov–Jan	mid-Feb
Common Emu-bush	<i>Eremophila glabra</i>	15 864	87	39.4	Shrub	Jun–Dec	Dec–Apr	Apr
Berrigan	<i>Eremophila longifolia</i>	300	18	8.1	Shrub	Oct–Dec	Jan–Mar	Mar
Nitre-bush	<i>Nitraria billardierei</i>	253	12	5.4	Shrub	Oct–Feb	Feb–Mar	Mar
Sweet Quandong	<i>Santalum acuminatum</i>	47	6	2.7	Tree	Sep–Oct	Oct–Nov	late Nov
Desert Spinach	<i>Tetragonia eremaea</i>	394	38	17.2	Forb	Oct–Feb	Feb–Mar	Mar
Total		19 840						

Průzkum Renison et al. naznačuje, že **Nandu Pampový** je rozptylovač semen stromů ve střední Argentíně, zejména luštěnin a stromů s velkými masitými plody. Nandu tak může být jedním z mála dochovaných původních rozptylovačů těchto semen s velkým tělem. Kromě toho může být nandu také dispergátorem některých druhů stromů s malými semeny a účinek na klíčení semen se může u různých nandu lišit (tabulka 9). Semena získaná po průchodu střevem nandu byla makroskopicky neporušená. Taktéž bylo zpozorováno, že získaná semena byla znovu konzumována stejným nebo jiným nandu (požití výkalů je často pozorované i u nandu v zajetí) (Renison, 2016).

Tabulka 9: druhy stromů rozšiřované nandu a procentuální zastoupení naklíčených semen (Renison, 2016)

Table 1. Brief description of the six species of tree and their fruits fed to Greater Rheas. Descriptions based on Haene and Aparicio (2001) and Demaio et al. (2002)

Species (and vernacular name)	Family	Tree height	Fruit characteristics
<i>Geoffroea decorticans</i> (Chañar)	Fabaceae	6–10 m	Drupe, 2–3 cm in diameter, orange-red skin, a dry fleshy pulp and one hard thick seed
<i>Ziziphus mistol</i> (Mistol)	Rhamnaceae	4–10 m	Drupe, 1.5 cm in diameter, dark red skin, a fleshy pulp and one hard thick seed
<i>Prosopis nigra</i> (Algarrobo negro)	Mimosaceae	3–8 m	Long fleshy pod 10–20 cm, yellow with purple stripes, very sweet taste
<i>Prosopis alba</i> (Algarrobo blanco)	Mimosaceae	Up to 18 m	Long fleshy pod 12–25 cm, yellowish in colour, sweet taste
<i>Celtis erherbergiana</i> (Tala)	Celtidaceae	4–12 m	Drupe, 0.4–0.6 cm in diameter, yellow-orange skin, sweet thin fleshy pulp and one hard seed
<i>Condalia microphylla</i> (Piquillín)	Rhamnaceae	2–5 m	Drupe, ~0.7 cm in diameter, dark purple skin, sweet fleshy pulp and one hard seed

Table 2. Rate of germination (%) for seeds evaluated after passage through the digestive tract of six Greater Rhea individuals
The number of retrieved seeds for each species of tree is given in parentheses; sex of juveniles not known

Tree species	Greater Rhea						Total number of retrieved seeds	χ^2	<i>P</i>
	Female 1	Female 2	Male	Juvenile 1	Juvenile 2	Juvenile 3			
<i>Geoffroea decorticans</i>	10 (10)	33 (6)	25 (8)	36 (11)	40 (5)	50 (16)	56	4.79	0.441
<i>Ziziphus mistol</i>	0 (20)	7 (27)	27 (22)	38 (26)	13 (30)	17 (36)	161	15.97	0.007
<i>Prosopis nigra</i>	20 (5)	50 (4)	33 (3)	0 (4)	0 (2)	33 (3)	21	–	–
<i>Prosopis alba</i>	14 (22)	15 (13)	8 (12)	0 (3)	0 (6)	0 (1)	57	0.31	0.858
<i>Celtis erherbergiana</i>	0 (12)	11 (18)	25 (16)	0 (1)	0 (2)	0 (1)	50	0.388	0.144
<i>Condalia microphylla</i>	0 (3)	0 (7)	0 (8)	0 (4)	0 (4)	0 (4)	30	–	–

Rostlinné druhy s velkými plody budou obzvláště ovlivněny, pokud populace nandu bude i nadále klesat, protože zvířata, která mají velká ústa nebo zobáky vhodné pro požití velkých plodů, a též zvířecích druhů vhodných na účinné rozptýlení semen, je nedostatek. Pokud semena z těchto druhů konzumují menší zvířata, jako jsou původní ještěrky, hlodavci, želvy a lišky, je

nepravděpodobné, že by byla transportována více než 100 m, protože tyto zvířata mají poměrně malý habitat. Habitat nandu je velký a doba zadržení ve střevě by měla být dostatečná, aby se výkaly mohly ukládat i několik kilometrů od mateřské rostliny. Průzkumníci dospěli k závěru, že nandu může hrát klíčovou roli při šíření semen pro různé druhy stromů a může tím podpořit větší tok genů mezi lesními záplatami a regeneraci narušených lokalit. Při zvažování managementu pro ochranu tohoto druhu a pro ochranu a obnovu lesů by proto měly být brány v úvahu služby šíření, které může nandu nabídnout (Renison, 2016).

Průzkum, který provedli Bradford et al. ukazuje, že **kasuáři** jsou v Austrálii významnými rozptylovači semen, protože nejen cestují a rozptylují plody na velké vzdálenosti, ale také konzumují plody velké rozmanitosti rostlinných druhů všech velikostí a barev. Navzdory tomu kasuáři zahrnovali větší než očekávaný podíl velkého ovoce a velkoplodých druhů ovoce. Tato široká škála stravovacích návyků a zejména jejich preference pro velké druhy, které jsou rozptýleny méně funkčními skupinami a jednotlivci, zdůrazňuje jedinečnou roli, kterou hrají kasuáři v procesech šíření v Australských tropických lesích (Bradford, 2008).

Ve vlhkých tropech Austrálie je kromě kasuára schopného rozptylovat semena 68 druhů plodonosných obratlovců. Kasuáři jsou však jedineční v tom, že mají velké tělo, a proto mohou ve velkých množstvích přemísťovat velká semena na velké vzdálenosti, pravidelně v řádu stovek metrů a méně často více než 1 km. Kasuár, kromě této disperzní služby, může průchodem přes jeho střeva ovlivnit rychlost klíčení u jednotlivých druhů, jak během zpracování ve střevě, tak následně ve způsobu ukládání semen. Reakce klíčení na manipulaci s kasuárem a ukládání jsou však nekonzistentní v celé škále druhů rostlin a typů semen, a tak Bradford a spol. dospěli k závěru, že na úrovni komunity a ekosystému je hlavním účinkem konzumace plodů kasuárem následné rozptýlení semen (2010).

4 Závěr

Trávící trakt řádů Struthioniformes, Casuariiformes a Rheiformes je mezi řady velmi rozdílný. Frei (2015) například poznamenává, že i přes morfologické podobnosti tyto druhy výrazně liší v anatomii trávícího traktu. Taktéž tvrdí, že tato variace trávícího traktu může být jeden z mnoha důvodů proč ptáky z podtřídy běžci nelétají. Mají různě dlouhá jednotlivá střeva na co upozorňuje například Cho et al. (1984) tím, že například relativní podíl slepého a tlustého střeva na celé délce střeva je u pštrosa a nandu delší než u emu a kasuárů. Taktéž dlouhé retenční časy trávení jsou nekompatibilní s anatomickými úpravami pro let (Frei, 2015).

Ve volné přírodě se z hlediska výživy dělí na podobné skupiny jako v chovu v lidské péči. Výběr stravy u pštrosů a nandu je velmi podobný v podobě různých travin, bobulí a semen rostlin (Sales, 2006; Martella, 1996). Emu dává přednost vysoce kvalitní potravě, jako různé ovoce, semena, květiny, hmyz a různé rostliny (Davies, 1978). Kasuáři jsou fruktivorní ptáci, a tak jedí spadané ovoce a příležitostně ovoce z větví, které je na dosah, z více než 100 druhů, zejména z čeledi Lauraceae (Sales, 2006).

Díky jejich stravě mají běžci velký potenciál pro rozptyl semen a zvyšování biodiverzity jejich habitatu. Bradford například tvrdí, že kasuáři jsou významní rozptylovači semen. A to nejen tím, že cestují na dlouhé vzdálenosti ale tím, že konzumují plody velké rozmanitosti rostlinných druhů všech velikostí a barev (2008). Taktéž, průzkumy u ostatních běžců zaznamenali potenciál těchto ptáků jako rozšiřovatelů semen.

Z hlediska náročnosti chovu v lidské péči můžeme zástupce řádů Struthioniformes, Casuariiformes a Rheiformes rozdělit na dvě skupiny. A to na nenáročné na chov, kde zařazujeme zástupce pštrosů, emu a nandu a náročné na chov, kde zařazujeme zástupce kasuárů. Výživa skupiny nenáročné na chov byla popsána v mnohých studiích, a to i vzhledem k tomu, že se zástupci této skupiny využívají v masné produkci. V masném průmyslu se velmi pečlivě řeší správná výživa a dostatečné množství živin ve stravě. Z těchto studií se dá odvodit správná výživa pro běžce v zoologických zahradách, ale je však potřeba rozlišovat rozdíl mezi produkční stravou na co například upozorňuje James Sales (2002) ve studiích o potravě běžců. V masném průmyslu se sleduje efektivita chovu a řeší se hlavně příbytek na váze, zatím co v zoologických zahradách jsou tyto druhy na udržovací dietě. To nás přivádí k specifikám stravy kasuárů. Výživa tohoto fruktivora byla zkoumaná ve výrazně menším množství studií, které započali až koncem minulého století. James Sales (2006) upozorňuje, že krmení v lidské péči pouze ovocem tomuto druhu nemusí stačit, protože nesplňuje požadavky na údržbu jednotlivých esenciálních aminokyselin, a tak je vhodné tuto stravu rozšířit o komerční stravu pro všežravce nebo doplňky potravy.

Doporučení:

- Pro lepší zajištění nutričních potřeb kasuárů je potřeba více budoucích studií zaměřených na složení vhodné potravy v lidské péči. Kasuár je přirozený fruktivor, avšak dle Salese může být tato potrava v lidské péči nedostatečná (2006).

- U Emu a pštrosů je nutné věnovat speciální pozornost na splnění požadavku na příjem proteinu (65% stravitelnost), lysin (při 83% stravitelnosti) a methionin (při 82% stravitelnosti) (Sales, 2002).
- Pštros má schopnost náležitě využívat velkou část vláknitých látek poskytovaných ve své stravě. Výzkum ukázal, že pštrosi mohou ve stravě strávit až 60 procent materiálu rostlinných buněčných stěn (Scheideler, 1997).
- Zjištění výzkumu týkající se trávení vlákniny emu byla smíšená, což ukazuje na téměř 0 až 45 procent trávení vlákniny, přičemž k největšímu trávení dochází při snižování množství spotřebované vlákniny (Scheideler, 1997).
- V zoologické zahradě, kde se vejce obvykle neodstraňují kvůli zvýšení produkce vajec, by měla být koncentrace vápníku v této stravě dostatečná pro produkci normální snůšky. Zároveň tato koncentrace vápníku by měla být také přiměřená, aby se zabránilo problémům s nohama, které se běžně vyskytují u rostoucích ptáků do čtyř měsíců věku. V podmínkách intenzivního zemědělství se problémy s nohama zřídka vyskytují u mladých ptáků krmených stravou s hladinami vápníku mezi 1,5 až 1,6 % (Sales, 2002).
- Pro běžce je vhodné rozprostření potravy po celém výběhu. Díky tomu se prodlouží doba shánění potravy, což zlepšuje kondici a stimuluje duševní aktivitu těchto ptáků (Biggs, 2013).

5 Literatura

ANGEL, C. Roselina, 1996. A review of ratite nutrition. *Animal Feed Science and Technology* [online]. 60(3-4), 241-246 [cit. 2021-03-28]. ISSN 03778401. Dostupné z: doi:10.1016/0377-8401(96)00981-9

AZEVEDO, Cristiano, Herlandes TINOCO, João FERRAZ a Robert YOUNG, 2006. The fishing rhea: A new food item in the diet of wild greater rheas (*Rhea americana*, Rheidae, Aves): A new food item in the diet of wild greater rheas (*Rhea americana*, Rheidae, Aves). *Revista Brasileira de Ornitologia*. **14**, 285-287.

BIGGS, James R., 2013. *Captive Management Guidelines for the Southern Cassowary* [online]. Cairns: Cairns Tropical Zoo [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: http://aviansag.org/Husbandry/Unlocked/Care_Manuals/2013_FINAL_bird_hm_casso_COMPLETE.pdf

BRADFORD, Matt, Andrew DENNIS a David WESTCOTT, 2008. Diet and Dietary Preferences of the Southern Cassowary (*Casuarius casuarius*) in North Queensland, Australia. *Biotropica* [online]. 40(3), 338-343 [cit. 2021-04-04]. ISSN 00063606. Dostupné z: doi:10.1111/j.1744-7429.2007.00372.x

BRADFORD, Matt a David WESTCOTT, 2010. Consequences of southern cassowary (*Casuarius casuarius*, L.) gut passage and deposition pattern on the germination of rainforest seeds. *Austral Ecology* [online]. **35**(3), 325-333 [cit. 2021-04-04]. ISSN 14429985. Dostupné z: doi:10.1111/j.1442-9993.2009.02041.x

DAVIES, S. J. J. F., 1978. The food of emus. *Austral Ecology* [online]. **3**(4), 411-422 [cit. 2021-04-02]. ISSN 1442-9985. Dostupné z: doi:10.1111/j.1442-9993.1978.tb01189.x

DAWSON, T.J., D. READ, E.M. RUSSELL a R.M. HERD, 2016. Seasonal Variation in Daily Activity Patterns, Water Relations and Diet of Emus. *Emu - Austral Ornithology* [online]. 84(2), 93-102 [cit. 2021-04-04]. ISSN 0158-4197. Dostupné z: doi:10.1071/MU9840093

DE AZEVEDO, Cristiano Schetini, João Bosco FERRAZ, Herlandes Penha TINOCO, Robert John YOUNG a Marcos RODRIGUES, 2010. Time-activity budget of greater rheas (*Rhea americana*, Aves) on a human-disturbed area: the role of habitat, time of the day, season and group size. *Acta ethologica* [online]. **13**(2), 109-117 [cit. 2021-04-11]. ISSN 0873-9749. Dostupné z: doi:10.1007/s10211-010-0080-7

DEL HOYO, Josep, Nigel COLLAR a Ernest GARCIA, ed., 2020. Birds of the World: Somali Ostrich (*Struthio molybdophanes*) [online]. 1. vyd. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:10.2173/bow.ostric3.01

DEL HOYO, Josep, Andrew ELLIOT a Jordi SARGATAL, ed., 1992. Handbook of the birds of the world: *Volume I, Ostrich to ducks*. 1. vyd. Barcelona: Lynx Edicions. ISBN 978-84-87334-10-8.

DEL HOYO, Josep, Collar N. J., Christie D. A., Elliott A. a Fishpool L. D. C., 2014. *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World: Volume 1: Non-passerines*. 1. vyd. Barcelona: Lynx Edicions. ISBN 978-84-96553-94-1.

DIVILKOVÁ, Světlana, Kamil ČIHÁK, František HLADIL a Vlastimil ŽDÁNSKÝ, 2018. Běžci v ZOO Zlín. 1. vyd. Zlín: ZOO a zámek Zlín-Lešná.

DUNSTAN, Heath, Singarayer FLORENTINE, Maria CALVIÑO-CANCELA, Martin WESTBROOKE a Grant PALMER, 2016. Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semi-arid New South Wales, Australia, and dispersal and germination of ingested seeds. *Emu - Austral Ornithology* [online]. **113**(2), 168-176 [cit. 2021-04-04]. ISSN 0158-4197. Dostupné z: doi:10.1071/MU12061

FOLCH, Anna, Josep DEL HOYO, David CHRISTIE, Nigel COLLAR, Francesc JUTGLAR a Ernest GARCIA, ed., 2020. *Birds of the World: Lesser Rhea (Rhea pennata)* [online]. 1. vyd. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:10.2173/bow.lesrhe2.01

FOLCH, Anna, David CHRISTIE a Ernest GARCIA, ed., 2020. *Birds of the World: Emu (Dromaius novaehollandiae)* [online]. 1. vyd. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:10.2173/bow.emu1.01

FOLCH, Anna, David CHRISTIE, Francesc JUTGLAR a Ernest GARCIA, ed., 2020. *Birds of the World: Common Ostrich (Struthio camelus)* [online]. 1. vyd. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology [cit. 2021-04-03]. Dostupné z: doi:10.2173/bow.ostric2.01

FOLCH, Anna, David CHRISTIE, Francesc JUTGLAR, Ernest GARCIA a Christopher J. SHARPE, ed., 2020. *Birds of the World: Southern Cassowary (Casuarius casuarius)* [online]. 1. vyd. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:10.2173/bow.soucas1.01

FOLCH, Anna, David CHRISTIE, Francesc JUTGLAR, Ernest GARCIA a Christopher J. SHARPE, ed., 2020. *Birds of the World: Dwarf Cassowary (Casuarius bennetti)* [online]. 1. vyd. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:10.2173/bow.dwacas1.01

FOLCH, Anna, Francesc JUTGLAR, Ernest GARCIA a Christopher J. SHARPE, ed., 2020. *Birds of the World: Northern Cassowary (Casuarius unappendiculatus)* [online]. 1. vyd. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:10.2173/bow.norcas1.01

FOWLER, Murray E., 1991. Comparative Clinical Anatomy of Ratites. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. American Association of Zoo Veterinarians, **22**(2), 204. Dostupné také z: <http://www.jstor.org/stable/20095143>

FREI, Samuel, Sylvia ORTMANN, Christoph REUTLINGER, Michael KREUZER, Jean-Michel HATT a Marcus CLAUSS, 2015. Comparative digesta retention patterns in ratites. *The Auk* [online]. 132(1), 119-131 [cit. 2021-04-05]. ISSN 0004-8038. Dostupné z: doi:10.1642/AUK-14-144.1

GAISLER, Jiří a Jan ZIMA, 2018. Zoologie obratlovců. 3., přepracované vydání. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-2702-3.

HODES, Carly E., Brooke K. KEENEY a Guy M. KIRWAN, ed., Arne KORTHALS, 2020. *Birds of the World: Greater Rhea (Rhea americana)* [online]. 2. vyd. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:10.2173/bow.grerhe1.02

CHO, Patricia, Rosanne BROWN a Marilyn ANDERSON, 1984. Comparative gross anatomy of ratites. *Zoo Biology* [online]. **3**(2), 133-144 [cit. 2021-03-28]. ISSN 0733-3188. Dostupné z: doi:10.1002/zoo.1430030205

KUMMROW, Maya S., 2015. Ratites or Struthioniformes. *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine, Volume 8* [online]. Elsevier, s. 75-82 [cit. 2021-03-28]. ISBN 9781455773978. Dostupné z: doi:10.1016/B978-1-4557-7397-8.00009-8

MARTELLA, Monica, Joaquin NAVARRO, Jorge GONNET a Susana MONGE, 1996. Diet of Greater Rheas in an Agroecosystem of Central Argentina. *The Journal of Wildlife Management* [online]. **60**(3) [cit. 2021-04-02]. ISSN 0022541X. Dostupné z: doi:10.2307/3802076

MCGRATH, R.J. a D. BASS, 2016. Seed Dispersal by Emus on the New South Wales North-east Coast. *Emu - Austral Ornithology* [online]. **99**(4), 248-252 [cit. 2021-04-04]. ISSN 0158-4197. Dostupné z: doi:10.1071/MU99030

MUTIGA, Mariciano Iguna, Kiplagat KOTUT, Hannah Wangari KARURI a Paul Kimata MUORIA, 2016. BEHAVIOURAL PATTERNS AND RESPONSES TO HUMAN DISTURBANCES OF WILD SOMALI OSTRICHES (*Struthiomolybdophanes*) IN SAMBURU, KENYA. *International Journal of Advanced Research* [online]. **4**(8), 495-502 [cit. 2021-04-12]. ISSN 23205407. Dostupné z: doi:10.21474/IJAR01/1239

NOBLE, James C., 1991. On ratites and their interactions with plants. *Revista Chilena de Historia Natural*. (64), 85-118. ISSN 0717-6317. Dostupné také z: http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1991/1/Noble_1991.pdf

PAKEMAN, 2001. Plant migration rates and seed dispersal mechanisms. *Journal of Biogeography* [online]. 28(6), 795-800 [cit. 2021-04-05]. ISSN 03050270. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2699.2001.00581.x

RENISON, Daniel, Gabriela VALLADARES a Mónica MARTELLA, 2016. The effect of passage through the gut of the Greater Rhea (*Rhea americana*) on germination of tree seeds: implications for forest restoration. *Emu - Austral Ornithology* [online]. 110(2), 125-131 [cit. 2021-04-05]. ISSN 0158-4197. Dostupné z: doi:10.1071/MU09090

ROBINSON, E.R. & Seely M.K., 1975. Some food plants of ostriches in the Namib Desert Park, South West Africa. *Madoqua*. Namibian Ministry of Environment and Tourism, 1975(4), 99-100. Dostupné z: doi:10.10520/AJA10115498_60

SALES, J., 2006. Nutrition of Double-wattled Cassowaries *Casuaris casuaris*. *Zoos' Print Journal* [online]. 21(3), 2193-2196 [cit. 2021-03-28]. ISSN 09732535. Dostupné z: doi:10.11609/JoTT.ZPJ.1419.2193-6

SALES, James, 2002. *Feeding Guidelines for Ratites in Zoos* [online]. 1. vyd. Merelbeke: Ghent University [cit. 2021-04-06]. Dostupné z: <http://www.eznc.org/docs/Ratitestandard2.pdf>

SALES, James, 2006. *Digestive Physiology and Nutrition of Ratites*. *Avian and Poultry Biology Reviews* [online]. 17(3), 41-55 [cit. 2021-03-28]. ISSN 14702061. Dostupné z: doi:10.3184/147020606783437912

SCHEIDELER, Sheila a Jerry SELL, 1997. Nutrition **Guidelines** for Ostriches and Emus: Pamphlet (Iowa State University. Cooperative Extension Service). 1. vyd. Ames: Iowa State University. Dostupné také z: <https://books.google.cz/books?id=ZD2xSgAACAAJ>

ULLREY, Duane a Mary ALLEN, 1996. Nutrition and feeding of ostriches. *Animal Feed Science and Technology* [online]. 59(1-3), 27-36 [cit. 2021-04-02]. ISSN 03778401. Dostupné z: doi:10.1016/0377-8401(95)00884-5

WOOD, Jamie, Janet WILMSHURST, Steven WAGSTAFF, Trevor WORTHY, Nicolas RAWLENCE, Alan COOPER a Ludovic ORLANDO, 2012. High-Resolution Coproecology: Using Coprolites to Reconstruct *the Habits and Habitats of New Zealand's Extinct Upland Moa (Megalapteryx didinus)*. *PLoS ONE* [online]. 7(6) [cit. 2021-04-03]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0040025

