

Daugavpils Universitāte



Aija Pupiņa

SARKANVĒDERA UGUNSKRUPJU *BOMBINA BOMBINA* L.
EKOĻĢIJAS ĪPATNĪBAS UZ SUGAS AREĀLA
ZIEMEĻU ROBEŽAS LATVIJĀ



Promocijas darba kopsavilkums
Bioloģijas doktora zinātniskā grāda iegūšanai
Ekoloģijas apakšnozarē



Daugavpils 2011

Promocijas darbs izstrādāts Daugavpils Universitātē laika posmā no 2004.g. līdz 2008.g.

Darbs veikts ar Daugavpils Universitātes un Eiropas Sociālā fonda atbalstu, projekta Nr. 2004/003/VPD1/ESF/PIAA/04/NP/3.2.3.1./0003/0065.

Darba raksturs: promocijas darbs (disertācija) bioloģijas nozares ekoloģijas apakšnozarē.

Darba zinātniskais vadītājs: Prof., Dr.biol. A.Škute.

Recenzenti:

1. Prof., Dr.biol. Arvīds Barševskis (Daugavpils Universitāte, Latvija)
2. Dr.biol. Andris Čeirāns (Latvijas Universitāte, Latvija)
3. Dr.Sc.Nat. Wlodzimierz Wojtas (Instytut Biologii, Cracow Pedagogical University, Poland)

Promocijas Padomes priekšsēdētājs: Prof., Dr.biol. Arvīds Barševskis

Promocijas darba aizstāvēšana notiks Daugavpils Universitātes Bioloģijas zinātņu Promocijas padomes atklātajā sēdē 2011.g. 4. martā plkst. 12.00 DU DM fakultātē Daugavpilī, Vienības ielā 13, 424. auditorijā.

Ar disertāciju var iepazīties Daugavpils Universitātes bibliotēkā.

PUBLIKĀCIJAS

RAKSTI

1. Pupina A., Pupins M. (2010): The parameters of environment of *Bombina bombina* vocalizing microbiotopes on the north edge of its distribution in Latvia. - Poland, *Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny*. Uniwersytet Pedagogiczny: 95-98.
2. Pupina A., Pupins M. (2010): Dinamika chislenosti zherlanki krasnobryuhoi (*Bombina bombina* L, 1761) na severnoi granice areala v Latvii. -Belarus, *Vesnik MGPU imya I.P. Shamyakina*, V.1 (26): 30-34 (in Russian).
3. Pupina A., Pupinš M. (2010): Sarkanvēdera ugunskrupju *Bombina bombina* (L., 1761) skaitliskuma dinamika saistībā ar klimatiskajām īpatnībām Latvijā. -Latvia, *Klimata mainība un ūdeņi*: 68-76.
4. Pupina A., Ivanova T., Pupins M. (2010): Preliminary estimation of creating a new Natura 2000 territory (Demene, Daugavpils district) for the preservation of *Bombina bombina* in Latvia. - Poland, *Biologia plazow i gadow-ochrona herpetofauny*. Uniwersytet Pedagogiczny: 90-94.
5. Pupina A., Pupins M. (2009): Comparative analysis of biotopes and reproductive-ecological manifestations of *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) in Latvia. - Latvia, *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Vol. 9 (1): 121-130.
6. Pupina A., Pupins M. (2009): Fenetic analysis of *Bombina bombina* ventral spots pattern in 8 localizations in Latvia. - Latvia, *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Vol. 9 (1): 131-136. ISSN: 1407-8953
7. Kuzmin S.L., Pupina A., Pupins M., Trakimas G. (2008): Northern border of the distribution of the red-bellied toad (*Bombina bombina*). -Germany, *Zeitschrift fur Feldherpetologie*, 15: 1-14.
8. Pupina A., Pupins M. (2008): The new data on distribution, biotopes and situation of populations of *Bombina bombina* in the south-east part of Latvia. - Latvia, *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, Vol.8 (1): 67-73.
9. Pupina A., Pupins M., Berzins A. (2008): New data on the distribution of *Bombina bombina* in Latvia on the northern edge of its area. -Poland, *Biologia plazow i gadow*. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej: 194-198.
10. Klauza I., Pupina A., Pupins M. (2008): The research of three biotopes of *Bombina bombina* in the South part of Latvia, Latgale for the aims of the species protection and environment management. -*Biologia plazow i gadow – ochrona herpetofauny*. Poland, Wydawn. Naukowe Akademii Pedagogicznej: 199-203.
11. Pupina A., Pupins M. (2007): A new *Bombina bombina* L. population "Demene" in Latvia, Daugavpils area. -Latvia, *Acta Universitatis Latviensis*, Vol. 273, Biology: 47-52.

12. Pupin A.O., Pupin M.F. (1990): On the keeping and breeding of species of the genus *Bombina*. -Russia, *Amphibian Zooculture*. Acad. Sci. USSR: 101-106.

KONFERENČU MATERIALU KRĀJUMI

1. Pupina A, Pupins M. (2009): Rol vodopoynyh vodoyomov ohotnichih hozyaystv v sohranenii krasnobruhih zherlanok *Bombina bombina* (L.) na severe areara v Latvii. - in: Russia. Documents of 3rd International scientific practical Conference "Conservation of animals diversity and wildlife management of Russia". Moscow, Russia. Moscow Government Agrarian University: 1-3. (krievu val.) (in press).
2. Pupina A, Klauza I. Pupins M. (2009): Planirovaniye sredy ohotnichih ugodyi i selskogo turisma i sohranenie ohranayemogo vida *Bombina bombina* v Latvii. - Documents of 3rd International scientific practical Conference "Conservation of animals diversity and wildlife management of Russia". Moscow, Russia. Moscow Government Agrarian University: 1-4. (krievu val.) (in press).
3. Pupina A. (2008): Invertebrates as objects of the nourishment of *Bombina bombina* L. in the biotopes of Latvia and in zooculture. - Documents of 3rd International workshop "Invertebrata in Zoo collections". Moscow, Russia. Euroasian Regional Association of Zoos and Aquariums: 149-153.
4. Pupins M., Pupina A. (2007): Rol bobrov *Castor fiber* L. v sohranenii redkogo vida *Bombina bombina* L. v yugovostochnoy chasti Latvii. -in: Documents of 2nd International scientific-practical conference. Conservation of animal diversity and wildlife management of Russia. Moscow Timiryazev Academy: 67-70.

SUGAS AIZSARDZĪBAS PLĀNI

1. Pupinš M., A. Pupina (2006): Sarkanvēdera ugunskrupja *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) Sugas aizsardzības plāns Latvijā. -Dabas aizsardzības pārvalde, Rīga: 1-82.

IEVADS

Pētījuma aktualitāte. Dzīvnieku migrāciju un areālu mainīšanās postglaciālā periodā pētījumi palīdz izprast pasugu veidošanās un sugu evolūciju (Jamieson (ed.) 2003). Sugas areāla robežu populāciju ekoloģijas īpatnību pētījumi dod iespēju novērtēt sugas pielāgošanās limitējošo faktoru ietekmei (Kruuk, Gilchrist 1997; Manteifel, Reshetnikov 2002).

Sarkanvēdera ugunskrupji *Bombina bombina* L. ir modeļsuga postglaciālā perioda dzīvnieku migrācijas (Arntzen 1978), mikro- un makroevolūcijas, sugu veidošanās pētījumos (Szymura 1983, Vörös et al. 2006), tā veido dzimumspējīgus hibrīdus ar māsas sugu *Bombina variegata* L. sugu areālu pārkļāšanās zonās (Niekisch 1996, Gollmann, Gollmann 2002). Par iekšsugas mainības raksturīpašību pamatā tiek izmantoti noteiktu fenu kompleksi (Pikulik 1985, Masalykin 1989, Ishchenko 1990,

Kosova 1996, Novitsky 1996 in: Novitsky et al. 2001). Pēc atsevišķu fenu variantu biežuma attiecībām var spriest par ģenētisku specifiku (Yanchukov et al. 2002b). Tādēļ, no salīdzinoši fenētisko pētījumu redzesloka, sarkanvēdera ugunskrupju vēdera plankumi, kuri paliek nemainīgi dzīves laikā un ir individuāli, pētniekiem kalpo par ugunskrupju individuālajām iezīmēm (Streich et al. 1997).

Latvijas teritorijā eksistējošās sarkanvēdera ugunskrupju populācijas atrodas uz šīs sugas areāla ziemeļu robežas (Gasc et al. 1997), kura atrodas pie Latvijas dienvidu robežas ar Lietuvu un Baltkrieviju. Sarkanvēdera ugunskrupis *B.bombina* L. ir iekļauts Bernes konvencijas II pielikumā „Īpaši aizsargājamo dzīvnieku sugas”.

Sarkanvēdera ugunskrupju *B.bombina* L. mazskaitliskums uz sugas areāla ziemeļu robežas ir iemesls šīs sugas aizsardzībai Latvijā (Ministru kabinets 2000) un iekļaušanai Latvijas Sarkanajā grāmatā 1. kategorijā (izmirstoša suga), Lietuvas, Zviedrijas, Baltijas reģiona un Ziemeļvalstu Sarkanajās grāmatās, Dānijas, Vācijas Sarkanajās grāmatās, tā iekļauta Eiropas Kopienas Apdraudēto sugu sarakstā (Bērziņš 2003). Šī pētījuma aktuāls uzdevums ir noskaidrot, kāds ir sugas stāvoklis, tās izplatība un skaitliskums Latvijas teritorijā, kā arī noskaidrot sugas ekoloģijas noteiktas īpatnības.

Darba novitāte. Dotā pētījuma zinātniskā novitāte pamatojas ar nepietiekamu *B.bombina* izplatības un ekoloģijas izpēti areāla ziemeļu robežā Latvijā. Šajā darbā pirmo reizi kopš 1972.g. tika atklātas *B.bombina* jaunas subpopulācijas Latvijā, kas paplašināja šīs sugas areālu kā Latvijā, tā arī pasaulē (Kuzmin et al. 2008). Šajā pētījumā pirmo reizi izpētīti un aprakstīti *B.bombina* morfometriskie dati Latvijā pieaugušiem dzīvniekiem, juvenīliem dzīvniekiem un kurkuļiem, pirmo reizi iegūta un apstrādāta informācija par *B.bombina* populācijas dzimuma struktūru Latvijā.

Šajā pētījumā pirmo reizi reģistrēti *B.bombina* ekoloģiska rakstura fakti Latvijā. Pirmo reizi Latvijā atbilstoši speciāli izstrādātajam protokolam pētīti *B.bombina* biotopi, atrasti un noteikti *B.bombina* biotopus noteicošie atslēgfaktoru indikatori Latvijā. Pirmo reizi pētīta *B.bombina* ventrālo fenokompleksu daudzveidība un sastapšanas biežums, to saistība ar *B.bombina* lokalitātēm Latvijā. Pirmo reizi Latvijā eksperimentāli pētīta *B.bombina* trofikas īpatnības, noskaidrots barības objektu grupu izvēles īpatnības.

Pētījuma pamatobjekts ir *Bombina bombina* populācija un ekoloģija uz sugas areāla ziemeļu robežas Latvijas teritorijā. Praktiski pētīti sugas izplatība Latvijā, īpatņu morfometriskie parametri, sugas fenoloģija, populācijas dzimuma struktūra, sugas biotopi, trofika.

Galvenās hipotēzes

1. Par pētījuma pamathipotēzi izvirzīts pieņēmums, ka, izņemot vēsturiski zināmās divas (*Bauska, Ilgas*) *Bombina bombina* subpopulācijas, Latvijā eksistē arī citas *B.bombina* subpopulācijas, kas areāla ziemeļos atrodas specifiskās klimatiskajās zonās, Latvijas dienvidos pie robežas ar Lietuvu un Baltkrieviju.

2. Par pētījuma otro hipotēzi izvirzīts pieņēmums, ka *Bombina bombina* apdzīvotiem biotopiem un mikrobiotopiem Latvijā ir noteiktas ekoloģiska rakstura īpašības, kas nosaka *B. bombina* reproduktīvā sekmīguma pakāpi areāla ziemeļos. *B. bombina* izvēlētie biotopi un mikrobiotopi atšķiras pēc saviem ekoloģiskiem raksturojumiem no neapdzīvotiem.
3. Par pētījuma trešo hipotēzi izvirzīts pieņēmums, ka *B. bombina* uz sugas areāla ziemeļu robežas izpaužas noteiktas ekoloģiska rakstura īpatnības.

Darba mērķis. Noskaidrot sarkanvēdera ugunskrupju *B. bombina* izplatību Latvijā, pētīt sugas ekoloģijas īpatnības uz areāla ziemeļu robežas Latvijā.

Darba uzdevumi:

1. Noskaidrot *B. bombina* izplatību Latvijā.
2. Pētīt *B. bombina* skaitliskuma dinamiku Latvijā.
3. Pētīt *B. bombina* apdzīvotus biotopus Latvijā:
 - noteikt to raksturīgās īpašības;
 - salīdzināt *B. bombina* apdzīvotu un neapdzīvotu biotopu ekoloģiskus faktorus;
 - pētīt *B. bombina* vokalizēšanas mikrobiotopa vides parametrus.
4. Pētīt *B. bombina* ekoloģijas īpatnības Latvijā:
 - dzimumu attiecību;
 - trofikas objektu īpatnības;
 - barības objektu izvēli laboratorijas eksperimentā;
 - veikt salīdzinošas morfometrijas pētījumus;
 - salīdzināt *B. bombina* un simpatrikās sugas *Pelophylax lessonae* fenoloģiju;
 - veikt *B. bombina* ventrālo fenokompleksu analīzi.

Pētījuma rezultātu aprobācija. Pētījuma rezultāti tika aprobēti uzstāšanās starptautiskajās zinātniskajās konferencēs un semināros:

1. Russia, Moscow. 4th International Conference "Invertebrates in Zoo and Insectarium collections". 18.10.-23.10.2010. Euroasian Regional Association of Zoos and Aquariums, State Darwin Museum. -Pupina A., Pupins M.: Estimation of structure of fodder invertebratacultures for the cultivation of Fire-bellied toad *Bombina bombina* on the base of research of its age trophical dynamics in Latvia.
2. Poland, Cracow. X Ogólnopolska Konferencja Herpetologiczna. Biologia plazow i gadow – Ochrona herpetofauny. 27.09.2010-28.09.2010. - Pupina A., Pupins M.: The parameters of environment of *Bombina bombina* vocalizing microbiotopes on the north edge of its distribution in Latvia. Pupina A., Ivanova T., Pupins M.: Preliminary estimation of creation of new Nature 2000 territory (Demene, Daugavpils district) for the preservation of *Bombina bombina* in Latvia.
3. Germany, Berlin. 4th Conference of European Pond Conservation Network. 31.05.2010.-04.06.2010. -A.Pupina, M.Pupins: Characteristics of ponds of

Bombina bombina (Amphibia: Anura: Archaeobatrachia: Bombinatoridae) on the north edge of its distribution in Latvia.

4. Latvia, Daugavpils. 52nd International Scientific Conference of Daugavpils University. 14.04.2010. -Pupina A., Pupins M.: *Bombina bombina* phenology in Katrīnišķi locality (Demene pagasts, Daugavpils district, Latvia).
5. Latvia, Riga. 68th Scientific Conference of University of Latvia. „Klimata mainība un ūdeņi”. 19.02.2010. -Pupina A., Pupins M.: Sarkanvēdera ugunskrupju *Bombina bombina* (L., 1761) skaitliskuma dinamika saistībā ar klimatiskajām īpatnībām Latvijā. "Biology". 03.02.2010. -Pupina A., Pupins M.: The red-bellied toad *Bombina bombina* (L., 1761) (Amphibia: Anura) new localizations in 2009 in Latvia.
6. Poland, Olsztyn; Lithuania, Meteliai. International Conference "Protection of European pond turtle and amphibians in the North European lowlands". 26.-29.10.2009. -Pupina A., Pupins M.: Experience of rearing of *Bombina bombina* in a conservation zooculture in Latvia: 14 problems and solutions.
7. Germany, Blumenburg. International workshop "Management of fire-bellied toads populations". 19.-21.08.2009. -Pupina A., Pupins M.: Common area of distribution of *Bombina bombina* and *Emys orbicularis* in South-East part of Latvia.
8. Germany, Angermunde. International workshop "Conservation of *Emys orbicularis* relict populations on the northern border of the distribution area – experiences and perspectives". 21.-22.04.2009. -Pupina A., Pupins M.: Common area of distribution of *Emys orbicularis* and *Bombina bombina* in South-East Latvia.
9. Latvia, Daugavpils, Daugavpils University, SBI. 5th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region". 22.04.2009.-24.04.2009. -Pupina A., Pupins M.: The quantity and number of new localizations of *Bombina bombina*, registered since 2004 year in Latvia.
10. Latvia, Daugavpils, Daugavpils University. 51st International Scientific Conference of Daugavpils University. 15.04.2009.-18.04.2009. -Pupina A. Pupins M.: The study of the number of eggs in portions in *Bombina bombina* layings in the reproductive biotope "Katrīniski" on the northern edge of area in Latvia.
11. Russia, Moscow. 3rd International scientific practical Conference “Conservation of animals diversity and wildlife management of Russia”. 19.02.2009.-20.02.2009. Moscow Government Agrarian University. -Pupina A, Pupins M.: Rol vodopoynyh vodoyomov ohotnichih hozyaystv v sohranenii krasnobruhih zherlanok *Bombina bombina* (L.) na severe areara v Latvii. -Pupina A, Klauza I. Pupins M.: Planirovaniye sredey ohotnichih ugodyi i selskogo turisma i sohranenie ohranayemogo vida *Bombina bombina* v Latvii.

12. Latvia, Riga. 67th Scientific Conference of University of Latvia. Biology, Geography. -LU, Riga. 12.02.2009., 20.02.2009. -Pupina A., Pupins M.: *Bombina bombina* L. choice of trophic objects in an experiment. -Pupina A., Pupins M., Skute A.: *Bombina bombina* L. area expansion in Latvia as a probable consequence of climate warming.
13. Russia, Moscow. 3rd International scientific practical Conference "Conservation of animals diversity and wildlife management of Russia". 19.02.2009.-20.02.2009. Moscow Government Agrarian University. -Pupina A, Pupins M.: Rol vodopoynyh vodoyomov ohotnichih hozyaystv v sohranenii krasnobruhih zherlanok *Bombina bombina* (L.) na severe areara v Latvii. -Pupina A, Klauza I. Pupins M.: Planirovaniye sredy ohotnichih ugodyi i selskogo turisma i sohranenie ohranayemogo vida *Bombina bombina* v Latvii.
14. Latvia, Riga. International workshop "Keeping of amphibians in zooculture". Riga national Zoo. 22.10.2008.-29.10.2008. -Pupina A.: The role of *Bombina bombina* zooculture in conservation of this species in Latvia.
15. Poland, Cracow. IX Ogólnopolska Konferencja Herpetologiczna. 22.09.2008.-23.09.2008. -Pupina A., Pupins M., Berzins A.: New data on the distribution of *Bombina bombina* in Latvia on the northern edge of its area. -Klauza I., Pupina A., Pupins M.: The research of three biotopes of *Bombina bombina* in the South part of Latvia, Latgale for the aims of the species protection and environment management.
16. Estonia, Otepää. International workshop "Protection of *Triturus cristatus* in Eastern Baltic region". 03.-08.06.2008. Estonian Ministry of Environment. Estonian Centre for Enviromental Investment. -Pupina A., Pupins M.: New data on common biotopes of *Triturus cristatus*, *Bombina bombina* and *Emys orbicularis* in Demene, Daugavpils district, South - East part of Latvia.
17. Latvia, Daugavpils. 50th Scientific Conference of Daugavpils University. 15.-17.05.2008. -Pupina A.: Fenetic analysis of pattern of ventral spots of *Bombina bombina* in 8 localizations in Latvia. -Pupina A., Pupins M.: Comparative analysis of biotopes and reproductive-ecological manifestations of *Bombina bombina* in Latvia.
18. Latvia, Riga. 66th Scientific Conference of University of Latvia. Biology. 08.02.2008. -Pupina A., Pupins M.: The new data on distribution and number of *Bombina bombina* L. in Latvia. -Pupina A.: Comparative data of morphometry of *Bombina bombina* L. tadpoles and juveniles from different biotopes in Latvia.
19. Russia, Moscow. 3rd International Conference "Invertebrata in Zoo collections". 22.10.-26.10.2007. Euroasian Regional Association of Zoos and Aquariums. -Pupina A.: Invertebrates as objects of the nourishment of *Bombina bombina* L. in the biotopes of Latvia and in zooculture.

20. Portugal, Porto. 14th European Congress of Herpetology. 19.09.-23.09.2007. SEH. -Pupina A., Pupins M.: The data on status and official plan of conservation of *Bombina bombina* L. in Latvia.
21. Estonia, Otepaa. International workshop "Protection of *Triturus cristatus* and *Pelobates fuscus* in Estonia". 3.06.-8.06.2007. Estonian Ministry of Environment. Estonian Centre for Enviromental Investment. -Pupins M., Pupina A.: *Triturus cristatus*, *Pelobates fuscus*, *Bombina bombina*, *Emys orbicularis* in the common biotopes in South-East part of Latvia (Latgale).
22. Germany, Shleswig-Holstein - Latvia, Riga, Daugavpils. International workshop "LIFE-Bombina workshop in Latvia 2007". 21.05.-25.05.2007. LEB. -Pupina A., Pupins M.: *Bombina bombina* in Latvia: distribution, statuss and biotopes.
23. Latvia, Daugavpils. 4th International Conference "Research and conservation of biological diversity in Baltic Region". 25.-27.04.2007. Daugavpils Universitāte. Sistemātiskās bioloģijas Institūts. -Pupina A.: Distribution and biotopes of *Bombina bombina* in Latvia.
24. Latvia, Riga. 65th Scientific Conference of University of Latvia. Biology. 09.02.2007. Latvijas Universitāte. -Pupina A.: Ecology of *Bombina bombina* L. in Latvia. Pupina A., Pupins M.: The new fourth *Bombina bombina* L. population Demene (Latvia, Daugavpils district).
25. Germany, Poland, Spain, Latvia. The *Emys*, *Bombina* International Conference. 10.12.-15.12.2006. -Pupina A., Pupins M.: The new data about distribution of *Bombina bombina* L. and populations' situation in Latvia.
26. Russia, Moscow. 2nd International scientific Conference "Conservation of animals diversity and wildlife management of Russia". Russian Academy of Sciences. 29.-30.11.2006. -Pupins M., Pupina A.: Functions of beavers *Castor fiber* L. in preservation of a rare species of Latvia *Bombina bombina* L. in a southeast part of Latvia.
27. Estonia, Varska. IX Nordic Herpetological Symposium. 15.-21.07.2006. -Pupina A.: The ecosystems and dynamics of population *Bombina bombina* L. in "Ilgas" (Latvia, Daugavpils).
28. Latvia, Riga. 64th Scientific Conference of University of Latvia. Biology. 09.02.2006. University of Latvia. -Pupina A., Pupins M.: The dynamics of *Bombina bombina* L. population and the change of localization ecosystems in "Ilgas" (Latvia).
29. Latvia, Daugavpils. 3rd International conference „Research and conservation of biological diversity in Baltic region”. 20.04.- 22.04.2005. Daugavpils University. -Pupina A., Pupins M.: New data on spreading and ecology of *Bombina bombina* L. in Latvia. -Pupina A., Pupins M.: The condition of *Bombina bombina* L. population "Ilgas" (Latvia) and the change of localization ecosystems. Possible measures on stabilizing of the population.

30. Russia, Moscow. 1st International conference "Invertebrates in Zoos collections". Euroasian Regional Association of Zoos and Aquariums. 15.11.-19.11.2004. - Pupins M., Pupina A.: Distinction of functions of fodder zoocultures of *Invertebrata* on an example of cultivation of rare animals of Latvia: *Emys orbicularis* L. and *Bombina bombina* L.

Rezultātu praktiskā izmantošana. Pētījuma rezultāti tika un tiek praktiski izmantoti sekojošās organizācijās un to praktiskās aktivitātēs Latvijā:

1. LIFE NATURE projekts # LIFE09NAT/LV/000239: "Conservation of rare reptiles and amphibians in Latvia". 2010.-2014. Rezultāti tiek izmantoti *B.bombina* saglabāšanai uz sugas areāla ziemeļu robežas Latvijā.
2. LIFE NATURE projekts # LIFE04NAT/DE/000028 (Germany, Stiftung Naturschutz Schleswig Holstein). 2006.-2008. Rezultāti tiek izmantoti *B.bombina* saglabāšanai uz sugas areāla ziemeļu robežas Eiropā.
3. LIFE NATURE projekts # LIFE04NAT/LV/ 000199 "Sugu un biotopu aizsardzība Dabas parkā "Rāzna"". 2006.-2008. Rezultāti tiek izmantoti *B.bombina* saglabāšanai, papildinot populāciju uz sugas areāla ziemeļu robežas.
4. Dabas aizsardzības pārvalde. Pētījuma gaitā tika izveidots "Sarkanvēdera ugunskrupja *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) sugas aizsardzības plāns Latvijā" (Pupiņš, Pupina 2006), ", kas apstiprināts 10.01.2007. ar Vides ministra rīkojumu Nr.12. un pārskatāms 2011.g.
5. Latvijas vides aizsardzības fonds, Rīga, Latvija. 2006.-2007.g. Darba rezultāti izmantoti dabas aizsardzības projektos.

Promocijas darba struktūra. Darba struktūru veido ievads, literatūras apskats, materiāli un metodes, rezultāti, to analīze un diskusija, secinājumi, literatūras saraksts un pielikumi. Darba materiālu un metožu apraksts, galvenie rezultāti un to analīze, diskusija, secinājumi apkopoti šajā kopsavilkumā.

MATERIĀLI UN METODES

Pētījuma teritorija. *B.bombina* izplatības un ekoloģijas pētījumi veikti 2004.-2008.g. Latvijas Republikas teritorijā, galvenokārt dienvidu daļā, Daugavpils novadā. Laboratorijas pētījumi veikti Daugavpils Universitātes laboratorijās, Latgales Zoodārza laboratorijā.

Atļaujas. *B.bombina* izķeršana no dabas veikta ar LR VM Dabas aizsardzības pārvaldes atļaujām. Biotopu apsekošana veikta ar zemes īpašnieku mutisku atļauju.

***B.bombina* izplatības un skaitliskuma pētīšanas metodes.**

Vizuālā uzskaitē (Crump, Scott 1994) izmantota nevokalizējošu īpatņu (nevokalizējošu tēviņu, mātīšu, juvenīlu un jaunu īpatņu) uzskaitē biotopa transektās.

Abinieku kāpuru skaitliska uzskaitē (Shaffer et al. 1994) izmantota vairojošās populācijas eksistēšanas pierādīšanai. Apsekojamā ūdenstilpē dažādās litorāles vietās veiktas 10-50 kontrolķeršanas ar ķeramo tīkliņu, noteikts tīkliņā iekļuvušo abinieku kāpuru sugu sastāvs. Kurkuļu piederība pie *B.bombina* sugas lauka apstākļos noteikta pēc to raksturīgās nokrāsas. Jau embrijiem 24.stadijā ir gaišāka svītra gar astes centrālo asi. Uzsākot aktīvu barošanos, *B.bombina* kurkuļiem veidojas divas baltas paralēlas svītras no purngala, gar nāsīm, acīm, pāri mugurai, gar astes muskuļa sānu centrālajai asij, pakāpeniski izzūdot līdz astes galam. Visas astes muskuļa sānu daļā no augšpuses un no apakšpuses ir tumšākas svītras pelēkos, pelēki dzeltenos, tumši pelēkos vai melnos toņos. Kurkuļu pamatkrāsas tonis dažādās ūdenstilpēs var būt nedaudz tumšāks, vai gaišāks.

Uzskaitē pēc balsīm (Zimmerman 1994). Vokalizējošo tēviņu, vai to koru, uzskaitē nārsta ūdenstilpēs lentes transektās ir galvenā un visbiežāk izmantojamā metode bezastes abinieku *Amura* daudzveidības noteikšanā. Vokalizējošo tēviņu skaits norāda uz populācijas relatīvo lielumu, pieaugušo īpatņu relatīvo skaitu, biotopa vai mikrobiotopa izmantojamību reprodukcijā, kā arī sugas vairošanās fenoloģijas īpatnību noteikšanā. Vokalizējošo tēviņu konstatēšana pētījumā ir viena no pamatmetodēm sarkanvēdera ugunskrupju atradnes konstatēšanai. Sarkanvēdera ugunskrupju uzskaitē pēc balsīm veikta saulainā mazvēja siltā laikā, laikposmā no 10:00 līdz 22:00.

Aptaujas metode. Veikta informatīvā kampaņa masu medijos par *B.bombina* eksistēšanu Latvijā: demonstrēts abinieka ārējais izskats, skaidrots dzīvesveids, translēta *B.bombina* tēviņu vokalizēšana televīzijā un radio. Raidījumu laikā Latvijas iedzīvotāju uzmanība vērsta lūgumam atsaukties tiem iedzīvotājiem, kuri ir dzirdējuši *B.bombina* vokalizēšanu.

GIS un distancionālā datu ieguve. Apsēkoto biotopu ģeogrāfisko koordināšu noteikšana veikta ar *GPS Magellan ExPlorist100* ierīci. Izmantota *Google Earth* programma attālumu noteikšanā.

***B.bombina* apdzīvotu biotopu Latvijā raksturojums.** Standarta datu iegūšanai izmantota biotopu apraksta metodikas (McDiarmid 1994) un mikrobiotopa apraksta metodikas (Inger 1994) principi. Pēc sākotnējās biotopa apsekošanas izveidots „Biotopa apsekošanas protokols”, kurā atzīmētas biotopa raksturīpašību izpausmes un to pakāpes, kuras varētu ietekmēt *B.bombina* sugas izpausmi. Par *B.bombina* lokalitāti (atradni) šajā pētījumā uzskatīts ūdenstilpes biotops, kurā vokalizēja *B.bombina* vismaz 1 tēviņš, vai tika konstatēti *B.bombina* kurkuļi, juvenīlie īpatņi, vai nevokalizējoši īpatņi. Apsēkoti 66 jauni *B.bombina* apdzīvotie biotopi, protokols aizpildīts 46 biotopos.

***B.bombina* apdzīvotu biotopu Latvijā kompleksa faktoru indikātoru analīze.** Biotopi raksturoti pēc 40 abiotiskiem un biotiskiem faktoru indikātoriem. Faktoru indikatori klāsterizēti 5 baļļu vērtību skalā, pēc izpausmes intensitātes, simpatriisku abinieku sugas tika novērtētas ar „0” (nav) un „1” (ir), un kompleksi analizēti saistībā ar konkrētu biotopu un *B.bombina* sugas reprodutīvām izpausmēm (*B.bombina* vokalizēšana, ikru nēršana, juvenīlo īpatņu esamība). Par tabulu datu analīzes līdzekli

izmantota programma *Analyze Key Influencers SQL Server2005 (Microsoft)*, uz *Data Mining* algoritmu pamata pēc līdzības tabulu datu rindās, nosakot atslēgfaktoros. Šī pētījuma kompleksajā analizē, mūsu noteiktās biotopu rakstūrīpašības ir *B.bombina* biotopus ietekmējošo faktoru indikatori, nevis paši faktori. Biotopu sadalīšana kategorijās veica *Detect Categories instruments* salīdzinot raksturojumu vērtības tabulu datu rindās un līdzīgās vērtības rindās apvienojot, veidojot pētāmo objektu kategorijas. Katru kategoriju apraksta datu rindu raksturojumu kopa. Biotopu kategorijas saistības noteikšanā ar *B.bombina* ikru nēršanu izmantots hi-kvadrāta kritērijs.

Ekoloģisko faktoru pētīšana *B.bombina* apdzīvotos un neapdzīvotos biotopos. Apsēkoti 36 biotopi, veikti 42 mērījumi: 21 mērījums *B.bombina* 15 apdzīvotos biotopos, 21 mērījums *B.bombina* 21 neapdzīvotos biotopos Latvijas dienvidu daļā. Mērīti sekojošie parametri: pH, elektrovadība, ūdens duļķainība, gaisa un ūdens temperatūra litorālē uz apsekošanas momentu. Mērījumi veikti saulainā laikā no 2006.gada 22.aprīļa līdz 9.augustam gadījuma kārtībā.

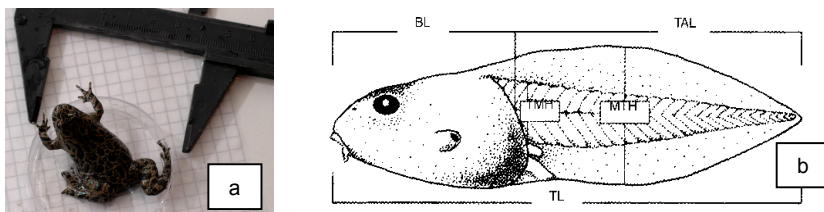
***B.bombina* vokalizēšanas mikrobiotopa vides parametru pētījumi.** Apsēkošana (Jaeger 1994a,b) izmantota, lai noteiktu *B.bombina* īpatņu atrašanās (vokalizēšanas laikā) atkarību no vides faktora (temperatūras, gaismas). Apsēkots viens biotops - Apaļais dīķis Ilgās (50x35x1,5 m) 2006.gadā no 14. aprīļa līdz 19. jūnijam. Katrā apsekošanas dienā mērīti gaismas parametri (ar ierīci *CBL system*), gaisa un ūdens temperatūra ar digitālo termometru ūdens līmeņos, kuru tiešā tuvumā vokalizē *B.bombina* un blakus esošos (0,15-1 m) ūdens līmeņos, arī krastmalas virszemē un augsnē. Mērījumi veikti arī citās ūdenstilpes vietās, kurās nevokalizē *B.bombina*. Ūdenstilpes ūdens slāni iedalīti pēc ezeru ūdens slāņu analogijas (Cimdiņš & Kļaviņš 2004). Katrā *B.bombina* vokalizēšanas (n=12) un nevokalizēšanas (n=76) vietā veikti parametru 11 mērījumi: gaismas, gaisa temperatūra 50 cm no virsmas, zemes virspuses un augsnes temperatūras 2-3 cm dziļumā, ūdens temperatūras eulitorēles epi-, meta-, hipolimnijā, bentālē, sublitorāles epi-, meta-, hipolimnijā.

***B.bombina* fenoloģijas pētīšana biotopā.** Veikts viena biotopa lokalitātes Katrinišķi (Demenes pagasts, Daugavpils rajons) monitorings 2007.gada sezonas laikā no 16.aprīļa līdz 3.septembrim. Veikti biotopa 34 apsekojumi, dažādos laika apstākļos. Atzīmēts īpatņu skaits, atrašanās vieta, uzvedība un attīstības stadija, citu abinieku sugu izpausme. Apsēkojuma protokolā atzīmēti datums, laiks, ūdens un gaisa temperatūra pēc iespējas tuvāk sugas izpausmei: pieaugušajiem un jauniešiem īpatņiem, kurkuļiem. Dati papildināti ar 2008.gada pavasara sezonas novērojumiem.

***B.bombina* salīdzinošās morfometrijas pētījumi.** Pieaugušie *B.bombina* (n=54) izņemti no biotopa un svērti laboratorijā 1 stundas laikā ar digitāliem svariem *Micro Weighing Scale MW-II* ar precizitāti 0,01 g. Īpatņi svērti plastikāta boksā atņemot taras svaru. Īpatņi svērti dažādos sezonas laikos un dažādā fizioloģiskā stāvoklī (riesta laikā un pēc tā, pirms ikru nēršanas un pēc tās). Īpatņus sverot, atzīmēta lokalitāte, dzimums, fizioloģiskais stāvoklis (pirms vai pēc nārsta). Īpatņi lineāri mērīti no degungala līdz kloākai (L) ar bīdmēru, dzīvniekam atrodoties plastikāta boksā, kas netraumatiski ļāva veikt adekvātu mērījumu (l.a.att.). Dati statistiski analizēti

izmantojot Kolmogorova-Smirnova testu, Stjudenta T-testu, vienfaktora dispersanalīzi ANOVA, korelācijas analīzi, hi-kvadrāta kritēriju. Rezultātu grafisks atspoguļojums veikts ar programmu SPSS/13 un Excel 2003 palīdzību.

***B.bombina* kurkuļu un juvenīlo īpatņu salīdzinošā morfometrija.** No 2007.gada 14.jūnija līdz 16.oktobrim kurkuļi un juvenīlie īpatņi izņemti no biotopa ar ķeramo tīkliņu un transportēti stundas laikā uz laboratoriju, mērīti, svērti un nākamdien izlaisti atpakaļ biotopā. Mērīto īpatņu skaitu noteica to pieejamība biotopā. Kurkuļi un juvenīlie īpatņi mērīti, atrodoties uz caurspīdīga plastikāta, zem kura atrodas mērskala. Svērti ar svariem *Micro Weighing Scale MW-II* ar precizitāti 0,01 g. Kurkuļu stadijas noteiktas pēc Gosner's (1960) bezastaino abinieku embriju un kurkuļu attīstības stadiju tabulas, modificētas (McDiarmid, Altig (eds) 1999, in: Jamieson 2003). Kopumā mērīti $n=584$ kurkuļi. Salīdzināti dažādu biotopu kurkuļu un juvenīlo īpatņu vidējie morfometriskie parametri. Pētījumā veikti kurkuļu sekojošie standarta mērījumi (1.b.att.).



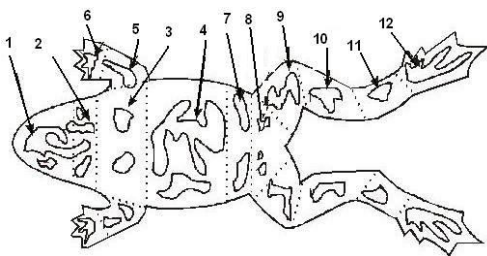
1.att. *B.bombina* morfometrija: a) garuma mērīšanas bokss; b) kurkuļa morfometriskie parametri (McDiarmid, Altig, citēts no: Jamieson 2003).

BL – kurkuļa ķermeņa garums no purngala līdz astes centrālās ass pamatam; TAL – astes garums no astes centrālās ass pamata līdz astes galam; TL (BL+TAL) – kopējs kurkuļa garums; (vai L – metamorfozi pabeigušu (bez astes) īpatņu garums no purna gala līdz anālai atverei.); MTH – astes spuras platums visplašākajā vietā.

***B. bombina* apsekoto īpatņu dzimumu attiecība.** Īpatņi pētījumam iegūti ar vizuālās uzskaites metodi (Crump & Scott 1994) biotopa transektās. Šī metode izmantota arī nevokalizējošu īpatņu (nevokalizējošu tēviņu, mātīšu, juvenīlu un jaunu īpatņu) konstatēšanai. Uzskaitē pēc balsīm šajā metodē izmantota tēviņu identificēšanai, lai iegūtu pētnieka rokās. Pētījumā izmantoti tikai tie īpatņi, kuri iegūti pētnieka rokās, lai nolīdzinātu mātīšu nevokalizēšanas ietekmi uz īpatņu skaitu. Īpatņu dzimums noteikts pēc vokalizēšanas spējām, pēc raksturīgām dzimumtūlnām uz tēviņu apakšdelma, vai pēc dzimumtūlnas pēdām reproduktīvā perioda beigās. Pētījumā izmantoti īpatņi ($n=54$) no 5 Latvijas biotopiem, kuri reģistrēti pēc ventrālā fenokompleksa un izmantoti morfometrijas pētījumos. Noteikts dzimumu īpatsvars dažādās lokalitātēs un Latvijas populācijā kopumā.

***B.bombina* ventrālā fenokompleksa analīze.** Pētījums pamatojas uz *B.bombina* katra īpatņa ventrālā fenokompleksa individuālas identifikācijas (Nilsson 1954), kas var kalpot par īpatņu individuālo iezīmi, kā arī atspoguļo īpatņu ģenētisko saikni pēc fenokompleksa variāciju līdzības (Novitsky et al. 2001, Yanchukov 2002). *B.bombina* individuālā vēdera plankumu kartēšana veikta, fotografējot ugunskrupju vēderpusi.

Apsekoti ventrālie fenokompleksi *B.bombina* īpatņiem (n=72) no 8 atradnēm. Fotografējot ar fotoaparātu *Olympus M725SW* īpatņu vēderpusi (ventrālo fenokompleksu) izmantoti dažādi paņēmieni: turot rokās (Gollmann, Gollmann 2002), Petrī traukā (Habel 1995, in: Gollmann, Gollmann 2002), foto traukā (Briggs 1996, in: Gollmann, Gollmann 2002) plastikāta boksā (Seidel 1988, in: Gollmann, Gollmann 2002). Labākus rezultātus deva fotografēšana rokās un plastikāta caurspīdīgā boksā (15x10 cm) ar ūdens slāni 1 cm, bez zibspuldzes. Zīmējuma aprises šai sugai izveidojas pēc pirmās ziemošanas (Masalykin 1989, in: Novitsky et al. 2001). Šajā pētījumā analizēts un sistematizēts ventrālais 4. fenokompleks (2.att.). Šī pētījuma ietvaros par variāciju tipizācijas pamatu ņemts vēdera plankumu dominējošo fragmentu garums un fragmentu formas raksturs. Analizējot 72 ventrālos fenokompleksus, tie sašķirti 15 variācijās (fenomorfās) (3.att.), kuras apvienotas 5 klāstēros. Noteikts fenokompleksu variāciju un to klāsteru sastopamības īpatsvars dažādās Latvijas lokalitātēs, populācijās un sugas areāla ziemeļu robežā Latvijas teritorijā kopumā.



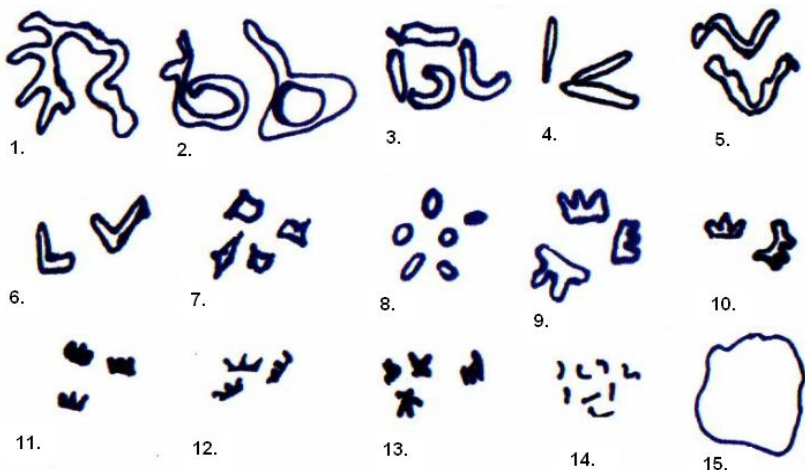
Apzīmējumi:

- 1 - zemapakšzokļu plankumi;
- 2 - zemrīkles plankumi;
- 3 - krūšu plankumi;
- 4 - vēdera plankumi;
- 5 - pleca un apakšdelma plankumi;
- 6 - delnas plankumi;
- 7 - cirkšņu plankumi;
- 8 - zemcirkšņu plankumi;
- 9 - gurnu plankumi;
- 10 - apakšstilba plankumi;
- 11 - pirmspleznas plankumi;
- 12 - pēdas plankumi.

2.att. *B.bombina* ventrālie fenokompleksi (Novitsky et al. 2001).

***B.bombina* trofikas objektu pētīšana.** *B.bombina* barības objekti pētīti izmantojot neinvazīvu (nekaitīgu) dzīvniekam ekskrementu satura kvalitatīvu un kvantitatīvu analīzes metodi (Moller 1997). Ekskrementi iegūti laikposmā no jūlija līdz septembrim no *B.bombina* īpatņiem (n=22), noķerti dabā, uzturot tos boksā vienu diennakti 25 cm³ ūdenī. Pēc ekskrementu iegūšanas dzīvnieki izlaisti biotopā. Pētījums balstās uz posmkāju *Arthropoda* ķermeņa segmentu kutikulas un *Mollusca* gliemežnīcas formas saglabāšanos ekskrementos. Analizēts ekskrementa sastāvs ar mikroskopa *ZEISS SteREO Lumar.V12* palīdzību, fragmenti mērīti ar programmas *AxioVision AC* palīdzību, fotografēti ar fotokameru *AxioCam MRC5. ZEISS*. Mērīti un identificēti labi saredzami *B.bombina* ekskrementa fragmenti Petrī trauciņā 2 mm ūdens slānī. *Insecta* spārnu un galvas fragmentu piederība taksonam noteikta pēc noteicēja (Tauriņš & Ozols 1957) un konsultējoties ar DU entomologiem R.Cibuļski un V.Vahruševu. Divu lokalitāšu (Demenes pagastā *Katriniški* un *Kočergina diķis*) *B.bombina* tēviņiem (n=9), mātītēm (n=2) un juvenīliem (n=11) īpatņiem ekskrementa satura fragmenti identificēti un salīdzināts relatīvais to garums un skaits.

Pieaugušiem īpatņiem ekskrementi analizēti individuāli, jauniekiem – 11 īpatņu grupas ekskrementu sastāvs. Datu statistiskai analīzei izmantots Stjudenta T-tests.



3.att. *B.bombina* vēdera plankumu raksturīgo elementu shēmas: 1.- Hieroglifi, 2. - Cilpas, 3. - Hieroglifu fragmenti, 4. - Svītras, 5. - Vilņi, 6. - "L", "Z" formas, 7. - Lauskas, 8. - Oli, 9. - Kronīši_1, 10. - Kronīši_2, 11. - Kronīši_3, 12. - Kronīši_4, 13. - Asi ķeburi, 14. - Tievi ķeburi, 15. - Mono.

***B.bombina* barības objektu izvēles laboratorijas eksperimentā pētīšana.**

Eksperimentā piedalījās 4 *B.bombina* tēviņi no 3. jūnija līdz 15. augustam. Dzīvnieki uzturēti laboratorijas akvaterārijā plastikāta boksā 30x60 cm, ar ūdens līmeni 10 cm. Ugunskrupjiem regulāri piedāvāti *Rana lessonae* kurkuļi dažādā skaitā un dažāda lieluma, vienlaicīgi arī piedāvāti kukaiņi *Blatta tartara*. Katrā barošanas reizē (1 reize 2 dienās) skaitīti palikušie kurkuļi, aprēķināti apēstie. Piedāvātā un atlikusī kukaiņu grupa svērtā. Pirms katras barības piedāvājuma reizes ugunskrupji svērti. Noteikta *B.bombina* dažādu formu (ūdens, sauszemes) trofikas objektu izvēle.

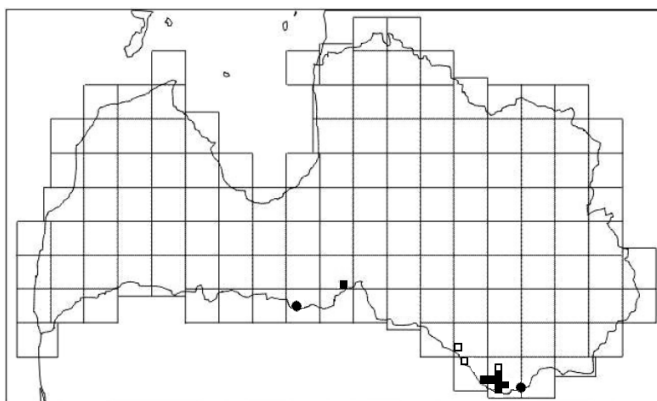
Datu apstrādes un statistiskās analīzes metodes. Pētījuma datu analīzei un rezultātu prezentācijai izmantota programmu pakete SPSS 13.0 "Statistical Package for the Social Sciences" un Excel (Microsoft). Ar Data Mining for MS Office 2007 intelektuālās analīzes komponentiem veikta atslēgfaktoru analīze Analyze Key Influencers programmā, kas veic ieejas faktoru analīzi dotos, kam ir lielāka ietekme uz noteiktu izejas atribūtu. Veikta biotopu kategoriju izdalīšana ar Detect Categories instrumentu, kas noteica rindas tabulu dotos, kurām ir līdzīgas raksturojumu nozīmes un apvieno tās kategorijās. Rezultātu statistiskā apstrāde veikta Daugavpils Universitātes Informātikas katedras laboratorijās. Datu apstrādē un hipotēzes pārbaudē izmantoti sekojošie statistiskie kritēriji: 1) Kolmogorova-Smirnova tests: neparametriskais statistiskais tests, kas novērtē dotā sadalījuma no normāla sadalījuma atšķirības nozīmīgumu; 2) T-tests (*t*-Stjudenta kritērijs): parametriskais kritērijs, lietojams kvantitatīvi mērītas pazīmes vidējo vērtību salīdzināšanai divos

neatkarīgos iztvērumos; 3) ANOVA (*ANalysis Of Variance*): vienfaktoru dispersanalīze, izmantojama vidējo vērtību kvantitatīvi izmērītas pazīmes salīdzināšanai vairāk nekā divos neatkarīgos iztvērumos; 4) Pīrsona korelācijas koeficients: ļauj novērtēt divu kvantitatīvi izmērītu pazīmju, kuru sadalījums nozīmīgi neatšķiras no normāla, saiknes stiprumu un nozīmīgumu; 5) Spirmena korelācijas koeficients ļauj novērtēt divu pazīmju saiknes stiprumu un nozīmīgumu.

3. REZULTĀTI UN TO ANALĪZE

3.1. *B.bombina* izplatība un relatīvs skaits Latvijā

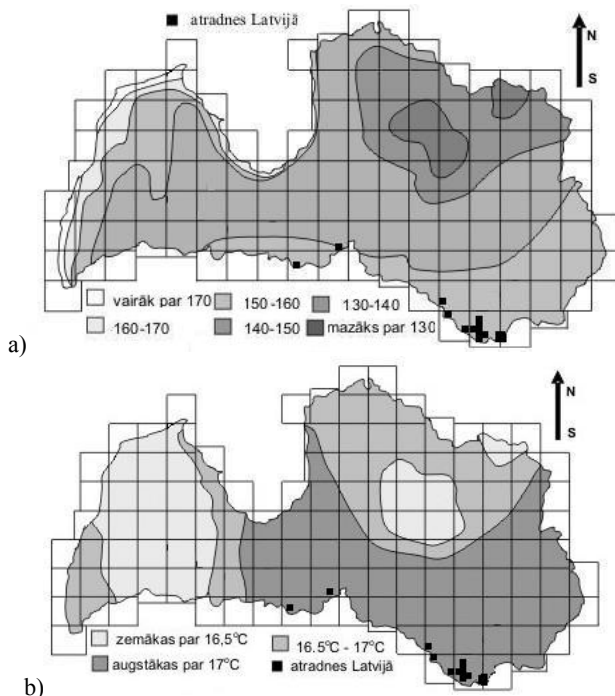
2004. - 2008.g. pētījumu gaitā Latvijā dokumentētas jaunas piecas subpopulācijas: *Demenes*, *Ainavas*, *Spulgu*, *Medumu*, *Eglaines* (4.att.).



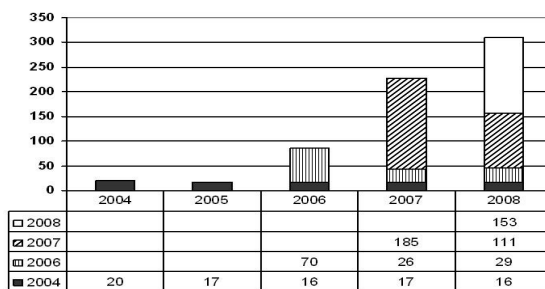
□ - 2004.-2008.g. atradnes (vecums līdz 5 gadiem); ■ - 2004.-2008.g. atradnes (vecums nav zināms); ● - atradnes, zināmas pirms 2004.g.

4.att. *B.bombina* 7 suppopulāciju izvietojums Latvijā (līdz 2008.g. oktobrim).

No 2004. līdz 2008.gada oktobrim Latvijā *B.bombina* jaunajās 5 atradnēs konstatētas 66 lokalitātes: četras Daugavpils novadā – 1 lokalitāte *Ainavas*, Kalkūnes pagastā, 45 lokalitātes *Demenes* pagastā, 14 - *Medumu* pagastā, 4 lokalitātes *Eglaines* pagastā un 2 *Spulgu* lokalitātes *Kurmenes* pagastā *Aizkraukles* novadā. Visas zināmas *B.bombina* atradnes Latvijā atrodas 150-160 dienu bezsala perioda gaisā zonā (Turlajs 2007) (5a.att.). Visas tās iekļaujas visaugstāko jūlija vidējo gaisa temperatūru zonā Latvijā ($t^{\circ}>17^{\circ}\text{C}$) (5b.att.) un janvāra vidējo gaisa temperatūru zonās no -5°C līdz -7°C . *B.bombina* atradnes konstatētas zonās ar nokrišņu daudzumu no mazāk par 600 un līdz 750 mm gadā (Turlajs 2007). No 2004. līdz 2008.gadam *B.bombina* vokalizējošo tēviņu skaits Latvijas lokalitātēs mainījās sezonās: novērota jaunu biotopu kolonizēšana un iepriekšējo sezonu lokalitāšu apsīkšana (6.att.). Latvijas lokalitātēs vokalizējošo tēviņu skaits parasti (83%) ir līdz 10 īpatņiem (7.att.).



5.att. *B.bombina* atradnes un zonas Latvijā: a) bezsala perioda gaisā garums dienās; b) gaisa temperatūras jūlijā (Turlajs 2007).

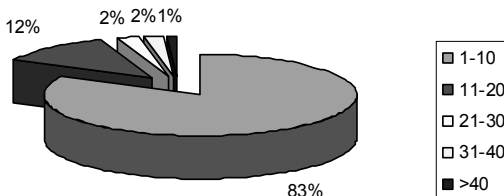


6.att. *B.bombina* vokalizējošo tēviņu skaita izmaiņas lokalitātēs 2004.-2008. gados.

3.2. *B.bombina* apdzīvoto biotopu Latvijā raksturojums

Visbiežāk ugunskrupji sastapti bebru *Castor fiber* veidotos pārplūdumos (37%), nedaudz retāk – dabiskajās ūdenstilpēs (35%), retāk – piemājas (raktos) dīķos (20%), visretāk – zivju dīķos (8%) (uz vāka). *B.bombina* biotopi programmā *Analyze Key Influencers SQL Server2005 (Microsoft)* sadalīti 3 kategorijās. Salīdzinot izdalītās

kategorijas ar *B.bombina* sugas reproduktīvās izpausmes rādītājiem, atklājās, ka 3. kategoriju sastāda *B.bombina* reproduktīvās ūdenstilpes; 2. kategoriju veido relatīvi daudzskaitlisku lokalitāšu biotopi; 1. kategorija apvieno galvenokārt mazskaitlisku lokalitāšu suboptimālus biotopus. Izmantojot hi-kvadrāta kritēriju noteikta biotopu kategoriju saistība ar *B.b.* ikru esamību tajos ($p<0,05$).



7.att. *B.bombina* vokalizējošo tēviņu skaits lokalitātē.

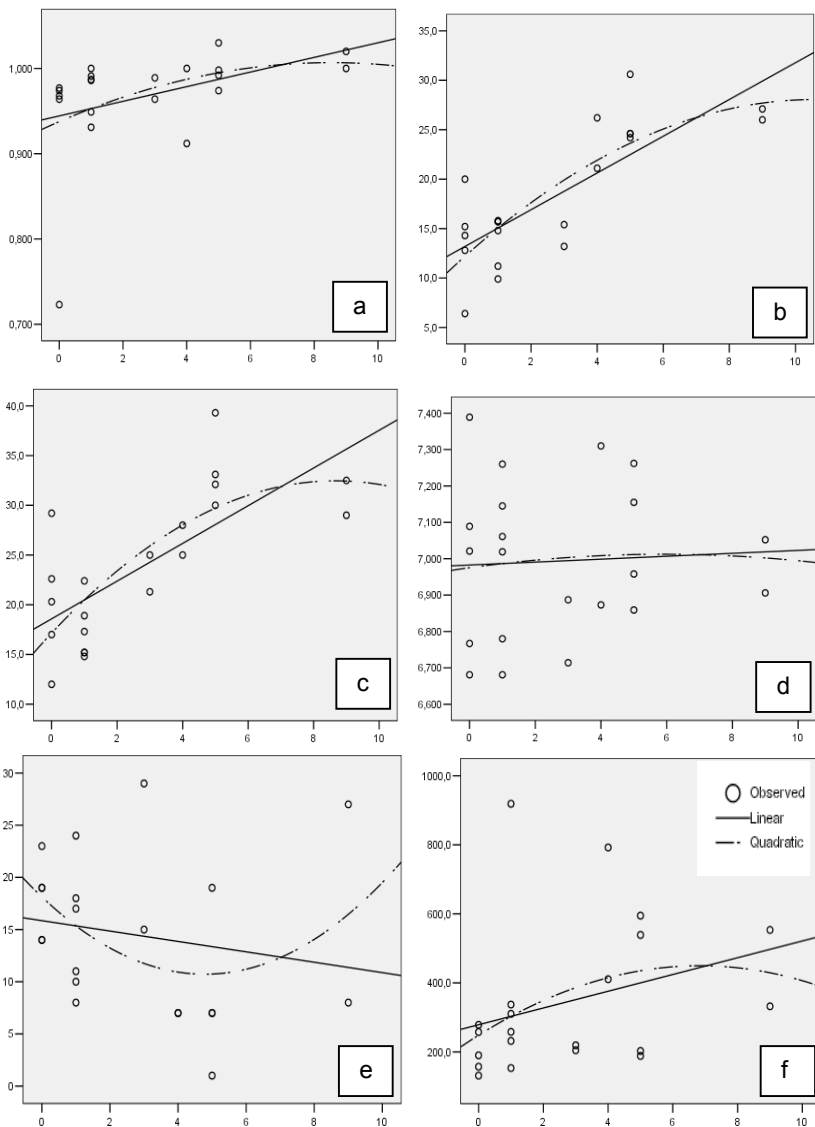
Izšķirti katru kategoriju noteicošie atslēgfaktoru indikātori: 1. kategoriju nosaka ūdenstilpes mālaini dūņains pamats, 2. kategoriju nosaka attālums līdz tuvākai mājai (līdz 50m), 3. kategoriju nosaka *Pelobates fuscus* kurkuļu populācijas klātesamība. Analizējot faktoru indikātorus attiecībā pret *B.bombina* sugas reproduktīvām izpausmēm noskaidrojās, ka no abiotiskiem faktoriem noteicošais ir tikai litorāles platums, no biotiskiem – ūdenstilpes piekrastes augājs, īpaši donis (*Juncus sp.*) vokalizēšanas biotopos. *Mollusca*, *Spirogyra*, *Pelobates fuscus* kurkuļu populācijas klātesamība nosaka *B.bombina* ikru konstatēšanas biotopus (3.tab.). Ūdensvaboļu, īpaši *Dytiscus spp.* un *P.fuscus* kurkuļu klātesamība biotopos nosaka *B.bombina* juvenilo īpatņu populāciju biotopā (1.tab.).

1.tab. Atslēgfaktoru indikators pakāpes loma *B.bombina* juv. esamībā biotopā.

Atslēgfaktora indikators	Vērtība	B.b. juv.	Relatīvais svarīgums
Ūdens <i>Coleoptera</i> un to kāpuri	3	1	
Zivju ietekme	1	1	
<i>Pelobates fuscus</i>	1	1	
Litorāles platums	5	1	
Attālums līdz tuvākai <i>B.bombina</i> lokalitātei	4	1	
<i>Lemna trisulca</i>	1	1	
Attālums līdz tuvākai <i>B.bombina</i> lokalitātei	1	1	
<i>Lemna trisulca</i>	3	1	
<i>Oenante aquatica</i>	5	1	
Ūdens <i>Coleoptera</i> un to kāpuri	1	1	
<i>Alisma plantago aquatica</i>	1	1	
Litorāles platums	4	0	
<i>Pelobates fuscus</i>	0	0	
Attālums līdz tuvākai <i>B.bombina</i> lokalitātei	3	0	

3.3. Vides faktoru salīdzinājums *B.bombina* apdzīvotos un neapdzīvotos biotopos

ANOVA analīze uzrāda, ka ūdens ($p<0,05$) un gaisa temperatūras ($p<0,05$), gaismas ($p<0,05$), duļķainības ($p<0,05$) parametri statistiski nozīmīgi atšķiras *B.bombina* apdzīvotos un neapdzīvotos biotopos. Analīze atklāja vokalizēšanas tiešu, stipru korelāciju ar gaismas, ūdens un gaisa temperatūras parametriem, vāju saikni ar ūdens elektrovadību (8.att.).



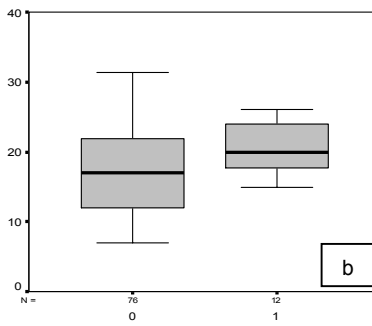
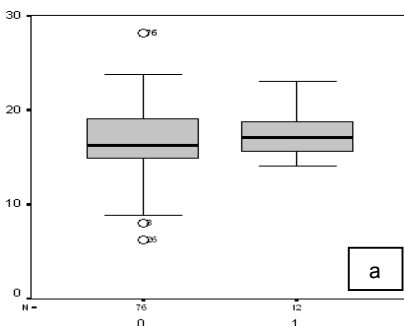
8.att. Vokalizējošo *B.bombina* skaita (X) un vides parametru (Y) korelācija: a) gaisma; b) ūdens temperatūra; c) gaisa temperatūra; d) ūdens pH; e) ūdens duļķainība (atgriezeniska korelācija); f) ūdens elektrovadītība.

3.4. *B.bombina* vokalizēšanas mikrobiotopa vides parametri

Iegūto rezultātu (2.tab.) analīze uzrāda, ka *B.bombina* vokalizē vietās, kurās vides faktoriem – gaismai un temperatūrai ir augstāki vidējie rādītāji un mazākas šo parametru lielumu svārstības, nekā citās biotopa vietās (9.att.).

2.tab. Temperatūras rādītāji nevokalizēšanas (0) un vokalizēšanas (1) vietās.

	Minimum		Maximum		Mean		Std. Deviation	
	label		label		label		label	
	0	1	0	1	0	1	0	1
Litorales bentale	4,0	6,0	17,7	14,0	11,17	11,342	3,027	2,3689
Eulitorales epilimnions	6,2	14,1	28,1	23,0	16,65	17,350	4,003	2,5788
gaiss	7,0	14,9	31,4	26,0	16,99	20,333	6,008	3,7597
Eulitorales hipolimnions	5,1	7,1	20,0	19,5	12,33	13,350	3,117	3,1350
Eulitorales metalimnions	5,9	12,4	25,3	19,5	14,20	15,075	3,520	2,3030
Sublitorales epilimnions	5,9	12,5	24,0	20,0	14,97	15,625	3,524	2,3791
Sublitorales hipolimnions	4,0	4,6	16,0	8,2	7,720	7,650	1,727	1,0570
Sublitorales metalimnions	4,8	6,0	19,0	17,0	11,43	11,742	3,056	3,2120



9.att. Temperatūra nevokalizēšanas (0) un vokalizēšanas (1) vietās: a) ūdens temperatūra eulitorālēs epilimnijā; b) gaisa temperatūra.

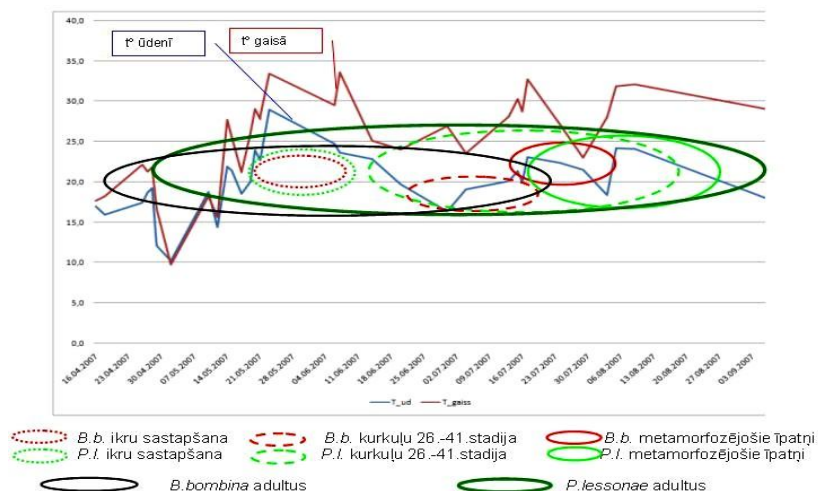
3.5. *B.bombina* un simpatrikās sugas *Pelophylax lessonae* salīdzinošā fenoloģija

Katriniški (Daugavpils novads) lokalitātē *B.bombina* vokalizēšanā novēroti 3 aktivitātes periodi. Pirmie divi dalījās zemas temperatūras ietekmē. Pēc 21.05.2007. vokalizēšana strauji apstājas un neatjaunojās iepriekšējā līmenī. Ikri novēroti pēc otrā aktivitātes perioda. Ikru nēršanas periods turpinājās 19 dienas, vēlāk ikri neatrasti. Trešais vokalizēšanas aktivitātes periods novērots ap 17.07. Bet šī vokalizēšana bija klusa, izklausījās vairāk pēc pīkstēšanas, nevis klasiskās rieta vokalizēšanas, kaut gan, tajā pašā lakā dzirdēti atbrīvošanās signāli. Jūlijā novērotajā biotopā ikri nekonstatēti. Kurkuļu attīstība ilgst aptuveni 56-62 dienas. Visa *B.bombina* kurkuļu populācija uzturējās ūdenstilpē aptuveni 109 dienas. *B.bombina* nārsts norit relatīvi izstiepti un iekļaujas simpatrikās sugas *P.lessonae* nārsta laikā (10.att.).

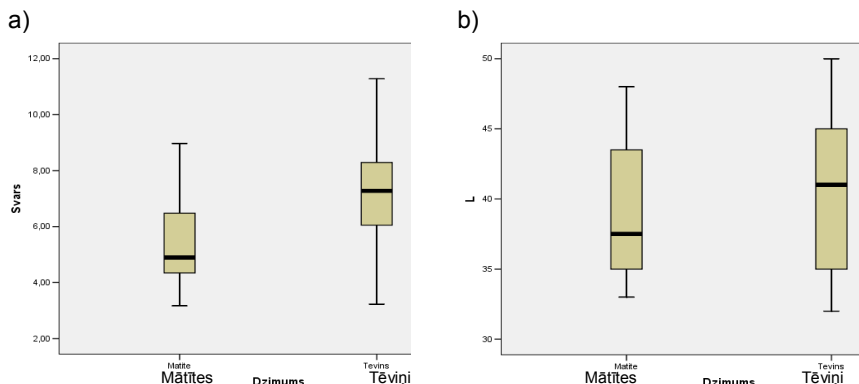
3.6. *B.bombina* salīdzinošā morfometrija

B.bombina mātītēm un tēviņiem (11a.att.) garums nav statistiski nozīmīgi atšķirīgs ($p>0,05$). *B.bombina* tēviņiem svars (11b.att.) ir statistiski nozīmīgi lielāks ($p<0,01$).

Svara atšķirība mātītēm un tēviņiem palielinās svaram pieaugot: jo lielāki īpatņi jo lielāka ir atšķirība mātīšu un tēviņu svaros. *B.bombina* tēviņiem ir platāka galva nekā mātītēm. *B.bombina* īpatņiem svars un galvas platums ir dzimumatkarīgi morfometrijas parametri.



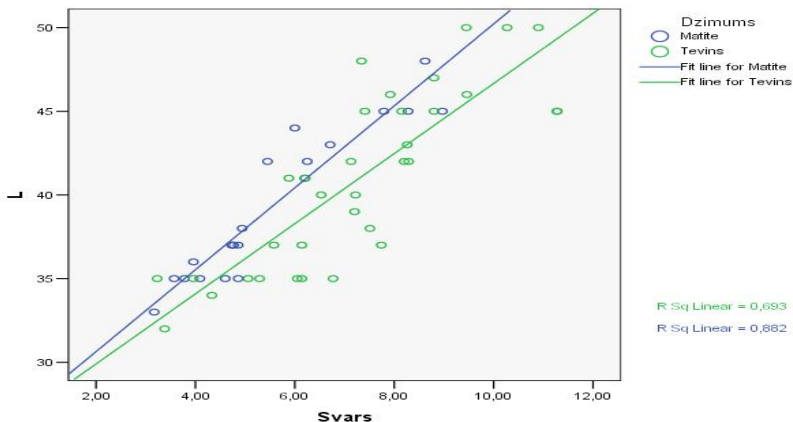
10.att. *Bombina bombina* un *Pelophylax lessonae* salīdzinošā fenoloģija (2007.g.).



11.att. *B.bombina* mātīšu un tēviņu statistiskie rādītāji: a) svara; b) garuma (L).

Tēviņiem no dažādām lokalitātēm svars statistiski nozīmīgi neatšķiras. Tēviņu garumam dažādās lokalitātēs ir statistiski nozīmīga atšķirība: *Ozolainē* tēviņi ir garāki, *Ilgas melioratīvajā grāvī* – īsāki ($p < 0,05$). *B.bombina* abu dzimumu īpatņu svaram ir tieša lineāra korelācija ar ķermeņa garumu (12.att.). Tomēr, salīdzinot tēviņus pēc vidējā svara un vidējā garuma, visgarākie tēviņi (*Ozolainē*) nav vissmagākie.

Balstoties uz ķermeņa svara tiešu atkarību no ķermeņa garuma, var secināt, ka *Ozolaines* tēviņiem ir pazemināts svars. *B.bombina* mātītēm svaram un garumam dažādās lokalitātēs nav statistiski nozīmīgu atšķirību, bet vērojamas atšķirības svara un garuma vidējos rādītājos, kuri norāda, ka *Ozolaines* mātītes ir lielākas un smagākas par *Katriniški* mātītēm.



12.att. *B.bombina* ķermeņa svara lineārā korelācija ar ķermeņa garumu (L).

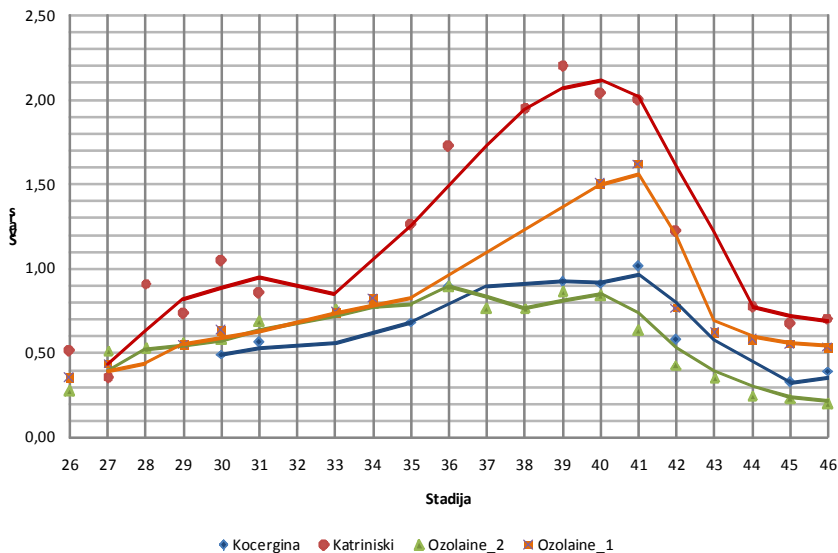
Tēviņiem novērots „Riesta svars” – riestējošu tēviņu svars, kas var pārsniegt fizioloģisko svaru līdz pat 43%. Vokalizējošiem tēviņiem tas ir lielāks, nevokalizējošiem (satelītēviņiem) – mazāks. Pēc nārsta visi īpatņi zaudē svaru ($p < 0,05$), tēviņi saglabā svara pārsvaru pār mātītēm ($p < 0,05$). 80% apsekotām mātītēm svars ir $< 7g$, 15% svars ir $> 8g$. Tēviņi $< 7g$ sastāda 41,2%, smagie tēviņi $> 8g$ sastāda 35,3%. Svara vidējā kategorija ir vismazāk pārstāvēta gan mātītēm, gan tēviņiem, bet tēviņu šajā kategorijā ir 89% no kopējā skaita. Dažādās lokalitātēs katra svara kategorija pārstāvēta līdzīgās attiecībās: visvairāk ir vieglāka svara īpatņi (55,6%), nedaudz mazāk (27,8%) ir vissmagāko īpatņu, vismazāk pārstāvēta vidējā svara kategorija (16,7%).

3.7. *B.bombina* kurkuļu un juvenilo īpatņu salīdzinošā morfometrija

B.bombina kurkuļu attīstības dinamika dažādās lokalitātēs var noritēt morfometrisko lielumu dažādos līmeņos (13.att.), atkarībā no biotopa: *Katriniški* lokalitātē kurkuļiem novērots vislielākais morfometrisko rādītāju līmenis, *Ozolaine_4* – viszemākais. *Ozolaine_4* lokalitātes ūdenstilpē (jaunizraktā dīķī) jūlijā notika *B.bombina* pilnvērtīgs nārsts, kā rezultātā attīstījās zema svara kurkuļi (pionierpopulācija) un juvenīlie īpatņi. *B.bombina* kurkuļu svara dinamika Latvijas dažādās lokalitātēs norit pa ļoti nobīdītas sinusoidas līknē ar lēnu svara pieaugumu un strauju kritumu metamorfozes laikā: *Katriniški* lokalitātē ar strauju kāpumu pēc 33. stadijas un strauju kritumu pēc 39. - 41. stadijas, un lēzenu kāpumu un kritumu *Ozolaine_4* lokalitātē.

3.8. *B.bombina* apsekoto īpatņu dzimumu attiecība

Analizējot datus no Ozolaines lokalitātes, tēviņu un mātīšu attiecība ir 1,15:1; Katrinišķi lokalitātē - 1,33:1. Abas ir reproduktīvās lokalitātes. *B.bombina* tēviņu un mātīšu dzimumu attiecība Latvijā vidēji ir 1,7:1.



13.att. *B.bombina* kurkuļu un metamorfizējošu īpatņu svara dinamika attīstības stadijās (26. - 46.stad.) četrās lokalitātēs.

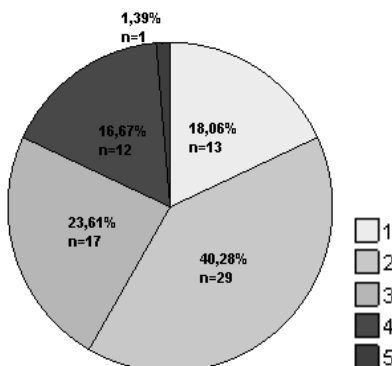
3.9. *B.bombina* ventrālā fenokompleksa analīze

B.bombina ventrālo fenokompleksu analīze atklāja kāda noteikta atšķirīga fenokompleksa variācijas (fenomorfās) dominēšanu katrā konkrētajā lokalitātē. Apvienojot ventrālās fenomorfās klāsteros un lokalitātes populācijās, arī novērota noteiktu klāsteru dominēšana: "*Hieroglīfu fragmenti*" vairāk dominē Bauskas, Spulgu un Medumu subpopulācijās, nekā Demenes un Ilgas subpopulācijās. Reta fenomorfa – gandrīz pilnīgi vienlaidus dzeltenī oranžs vēders, praktiski bez melniem plankumiem sastāda 1,39% Medumu subpopulācijā. Latvijā dominē lielāku fragmentu zīmējums un sastāda 58,34%, sīkāk fragmentēts zīmējums, ar fragmentu garumu 10 - 15 mm sastāda 40,28% (14.att.).

3.10. *B.bombina* trofikas objektu īpatnības

B.bombina ekskrementos konstatēti kopā ar bezmugurkaulnieku *Invertebrata* fragmentiem augu fragmenti – grīšļu *Carex sp.* sēklas un trīsdaivu ūdenszieda *Lemna trisulca* daļas, kā arī minerālie ieslēgumi un nediferencētas masas fragmenti. Juvenīlo īpatņu ekskrementos vairāk nekā pieaugušiem *B.bombina* sastapti *Mollusca*,

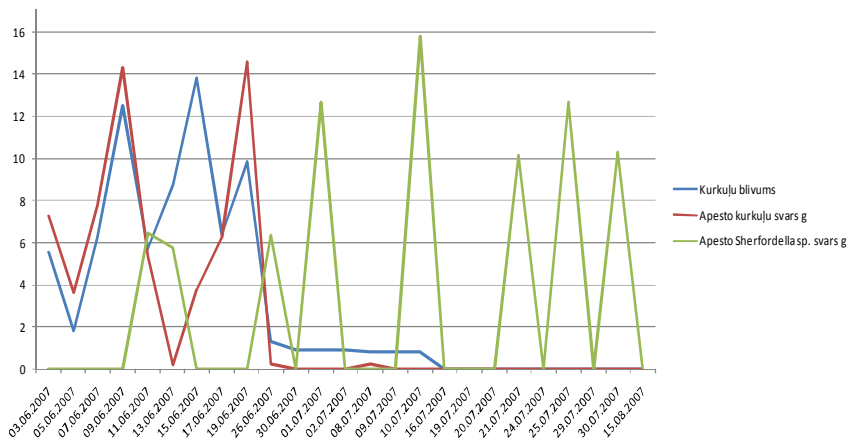
Arthropoda kāpuri, pieaugušiem – *Arthropoda* imago, galvenokārt lidojošas formas (*Hymenoptera*, *Diptera*). Abās vecuma grupās līdzīgi pārstāvēti vaboļu *Coleoptera* fragmenti. Kopumā, apsekoto īpatņu trofikas pamatobjekts ir sīkas vaboles *Coleoptera*, tajā skaitā arī *Staphylinidae*. Juvenīliem *B.bombina* īpatņiem trofiskā dominē *Invertebrata* ūdens formas, pieaugušajiem – sauszemes formas. *Invertebrata* trofisko objektu skaits abās grupas ir līdzīgs. Juvenīlo īpatņu ekskrementos fragmentu garumi statistiski nozīmīgi atšķiras ($p < 0,05$) no pieaugušo ekskrementos pētītiem, un ir mazāki. *Arthropoda* kāju un *Mollusca* fragmentu garumi statistiski nozīmīgas atšķirības nenoteiktas. *B.bombina* mātītēm *Arthropoda* trofikas objektu fragmenti statistiski nozīmīgi atšķiras ($p < 0,01$) un ir mazāki, nekā tēviņiem.



14.att. Ventrālo fenomorfu klāsteru attiecība Latvijā: 1-„*Hieroglifi*”; 2-„*Hieroglifu fragmenti*”; 3 -„*Drumstalas*” un „*Oļi*”; 4 -„*Ķeburi*”; 5 -„*Mono*”.

3.11. *B.bombina* barības objektu izvēle laboratorijas eksperimentā

Kurkuļu augsta blīvuma apstākļos, un sauszemes kukaiņu vienlaicīgā piedāvājumā, ugunskrupji izvēlas medīt sauszemes kukaiņus un pārstāj medīt kurkuļus. Tikai samazinoties kukaiņu pieejamībai, ugunskrupji pievēršas kurkuļu medīšanai (15.att.). Kurkuļu izmantošana par barības objektiem ir atkarīga no to blīvuma un lieluma. Blīvumā 5,56 eks./l kurkuļi intensīvi ir medīti sauszemes kukaiņu trūkuma apstākļos. Kurkuļu blīvumā 5,72-8,72 eks./l, bet ar sauszemes kukaiņu piedāvājumu, kurkuļu medīšana samazinās līdz 5,1 %; galvenokārt medīti ir sauszemes kukaiņi, eksperimentā *Blatta lateralis* (*Shelfordella tartara*) (5 -7 mm gari). *B.bombina* par barību intensīvi izmanto kurkuļus, ja nav piedāvāti sauszemes kukaiņi, bet kukaiņu klātesamības gadījumā, medīti ir galvenokārt sauszemes kukaiņi. *B.bombina* nešķiro medīto kurkuļu sugas, novērots kanibālisms. Par *B.bombina* barības objektu kļūst kurkulis, kurš nepārsniedz 15 mm.

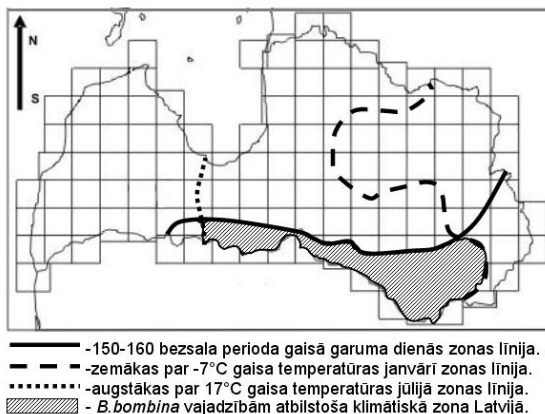


15.att. *B.bombina* piedāvāto barības objektu lietošanas un izvēles dinamika.

DISKUSIJA

***B.bombina* izplatība un skaits Latvijā.** Globālā skatījumā *B.bombina* izplatās sugai atbilstošos apstākļos (Arntzen 1978). Salīdzinot *B.bombina* izplatību Latvijas teritorijā ar ģeogrāfisko zonējumu kartēm (Turlajs 2007), redzams, ka ugunskrupju izplatība Latvijā iekļaujas 150-160 dienu bezsala perioda zonā, kas var būt saistīts ar barošanās lielāku ilgumu un ziemošanas īsumu. Visas zināmas *B.bombina* atradnes atrodas visaugstāko jūlija vidējo temperatūru zonā Latvijā ($t^{\circ}>17^{\circ}\text{C}$), kas var būt svarīgi kurkuļu attīstībai un laicīgai metamorfozei areāla ziemeļos. Apvienojot ģeogrāfisko zonējumu kartes (Turlajs 2007) (16.att.), redzams, ka ugunskrupju izplatība Latvijas teritorijā norit visaugstākās jūlija vidējās gaisa temperatūras ($t^{\circ}>17^{\circ}\text{C}$) zonā un ziemeļos to ierobežo 150-160 dienu bezsala perioda zona. Var prognozēt ka *B.bombina* izplatība var noritēt visaugstākās jūlija vidējās gaisa temperatūras ($t^{\circ}>17^{\circ}\text{C}$) un 150-160 dienu bezsala gaisā perioda zonu ietvaros, Latvijas austrumu daļā to var ierobežot zemākas par -7°C janvāra vidējās gaisa temperatūras zona, ziemeļos bezsala perioda saīsināšanās, rietumos jūlija vidējās gaisa temperatūras pazemināšanās. Klimata pasiltināšanās rezultātā, *B.bombina* izplatības Latvijā noteicošo faktoru rezultējoša robeža var virzīties uz ziemeļiem, austrumiem vai rietumiem, atkarībā no klimata pasiltināšanās efekta (garāks bezsala periods, siltākas vasaras, siltākas ziemas), kas, iespējams, arī notiek pēdējo gadu desmitos. Garāks bezsala periods var ietekmēt barošanās perioda lielāku ilgumu, kurkuļu ātrāku attīstību, agrāku īpatņu metamorfozi un juvenīlo īpatņu uzbarošanās pirms ziemošanas, ziemošanas īsāku periodu, kas ļauj ugunskrupjiem pārdzīvot salīdzinoši zemās janvāra temperatūras ziemošanas vietās. Rammert (2005) norāda, ka Zemes virspuses temperatūra pēdējos 100 gados globāli ir paaugstinājusies par $0,6^{\circ}\text{C}$. Iespējams, klimata pasiltināšanās, ziemas temperatūru paaugstināšanās (Rammert

2005, LVĢMA 2009), īpaši Latgalē un Zemgalē, sekmē *B.bombina* izplatīšanos Latvijā. Tādēļ, iespējams, *B.bombina* Latvijā var izmantot kā bioindikātoru klimata pasiltināšanās efekta monitoringā.



16.att. *B.bombina* potenciālās izplatības zona Latvijā noteicošo klimatisko faktoru ietekmē (modificēts pēc: Turlajs 2007).

Lokalitāšu izzušana vai rekolonizācija norāda uz metapopulāciju eksistēšanu (Levins 1970, citēts no: Edenhamn 1993). Marsh D.M. un C.Peter (2001) norāda, ka abinieku populācijas telpiskas struktūras izmaiņas pēc daudziem parametriem atgādina metapopulāciju modeli un lokalitāšu pazušana ir faktoru determinēta, nevis gadījuma process. Schmidt, Pellet (2005) uzskata, ka sugas telpisko struktūru vairāk nosaka populāciju procesi, nekā vides īpatnības. Aizvērtās populācijās pieaugušo īpatņu skaits laika gaitā ir līdzīgs, ko nevar apgalvot par atvērtām populācijām (Halpern et al. 2005, citēts no: Sas et al. 2005a). Var prognozēt, ka Latvijas *B.bombina* subpopulācijas ir cieši saistītas ar *B.bombina* subpopulācijām Baltkrievijā - *Kryvasieli* (Pupiņa, Pupiņš, nepubl.dat.) un Lietuvā - *Panevežis*, *Biržai*, *Zarasai*, *Kimbartiškes* (Trakimas, Bērziņš pers. kom.).

Ekoloģiskie faktori *B.bombina* biotopos. *B.bombina* prasības pret gaismas un temperatūras augstākiem un duļķainības zemākiem rādītājiem pētniekiem ir zināmas (Spolwind et al. 2001). Mazāka duļķainība šajā pētījumā ir saistīta ar tendenci uz neitrālu vidi, kas norāda uz ugunskrupju izvairīšanos no skābākas vides. Skābāka vide un zemāka ūdens temperatūra paaugstina *Anura* embriju mirstību (Flax 1986). Gaismas, temperatūras un pH rādītāji ir mainīgi faktori, bet noteicošākie *B.bombina* ekoloģijā, jo nosaka citu faktoru parametrus.

***B.bombina* biotopi Latvijā.** Balstoties uz atziņu, ka populācijas lielums ir atkarīgs arī no īpašiem vides apstākļiem sugas specifiskā dzīves stadijā un tie nosaka sugas izplatīšanās skaidru robežu *Bombina* populāciju gadījumā (Halpern et al. 2005, citēts: Sas et al. 2005a), iespējams, atbilstošu ūdenstilpju biotopu trūkums ierobežo

B.bombina izplatīšanos Latvijā areāla ziemeļu klimatiskos apstākļos. Svarīgs izrādījās citas *B.bombina* lokalitātes tuvums, t.i. līdz 1000 m, iespējams, šāds attālums ļauj *B.bombina* savstarpēji migrēt, nodrošinot gēnu plūsmu starp lokalitātēm (Vos et al. 2001, citēts: Almhagen 2007), mazinot inbridinga pakāpi (Almhagen 2007). Svarīga ir dīkgliemežu (*Mollusca*) esamība un ūdenstilpes vāja caurtece (Garcia-Munoz et al. 2007). Analizējot faktorus attiecībā pret *B.bombina* sugas izpaušmēm, noskaidrojās, ka augu sugām (Sager et al. 2004) ir svarīga un noteicoša loma. Pētnieki norāda uz svarīgu augu lomu vairāku abinieku sugu reprodukcijā (Hartel 2004) un *B.bombina* biotopā (Sas et al. 2004), tiem ir substrāta loma, iespējams, temperatūras svārstību stabilizatora funkcija, ūdens bagātinātāja ar skābekli, barības bāzes pamats. Biotopu, kurā ugunskrupji vokalizē, visintensīvāk nosaka tāds atslēgfaktora indikators, kā doņi *Juncus sp.*, kas atspoguļo, visdrīzāk, biotopa hidrorežīma īpatnības. Mazo ūdenstilpju makrofitu nozīmīgo lomu ūdenstilpes struktūras veidošanā atzīmēja Niekisch (1996). Juvenīlo īpatņu esamībai no abiotiskiem faktoriem noteicošs ir litorāles platums, pētījumā t.i. līdz 8 m. No biotiskiem atslēgfaktoriem ūdenstilpes atbilstību juvenīlo īpatņu esamībai visintensīvāk nosaka airvaboļu (*Dytiscidae*) un to kāpuru (Kruuk, Gilchrist 1997), brūnā varžukrupja *P.fuscus* kurkuļu populācijas esamība ūdenstilpē. Zivju esamība abiniekiem, īpaši juvenīlo īpatņu biotopā patiešām ir svarīga (Spolwind 2001), bet negatīvā izteiksmē (Brönmark, Edenhamn 1994, Manteifel, Reshetnikov 2002, Reshetnikov 2003, Voß 2005, Kurtiak, Mezhzherin 2005, Reshetnikov 2007). Pētījumā zivju dīķos *B.bombina* sastapti visretāk, novērota *B.bombina* izžušana no zivju apdzīvotām ūdenstilpēm.

***B.bombina* vokalizēšanas mikrobiotopa parametri.** *B.bombina* saulaināku un tādēļ siltāku ūdenstilpju izvēle pētniekiem ir zināma (Nilsson 1954). Bet jau apdzīvotā ūdenstilpē *B.bombina* izvēlas vokalizēt ne pašās gaišākās un siltākās vietās. *B.bombina* izvēlas vokalizēt vietās ar gaismas un temperatūras parametru augstākiem vidējiem rādītājiem, ar mazākām svārstībām, kas, iespējams, ir svarīgi poikilotermu organismu fizioloģijai.

***B.bombina* fenoloģija.** Daudzi autori apraksta *B.bombina* “izstieptu” vairošanās periodu visas sezonas laikā (Terentyev, Chernov 1949), līdz jūlijam (Bannikov 1977, Pikulik 1985, Kuzmin 1995), kad var palikt arī ziemojoši kurkuļi (Ganya 1981). Pētījumā *Katriniški* lokalitātē ikru sastapšanas periods ir 19 dienas (19.05. – 06.06.), un tas ir šaurāks par *P.lessonae* ikru nēršanas periodu. Citā biotopā *B.bombina* jūlija sākumā nērsa ikrus nesen izraktā dīķī, turpretī *P.lessonae* nenērsa tajā ūdenstilpē ikrus, kautgan uzturējās tur daudzskaitliski (aut.pers.novērojums). Šādas *B.bombina* sugas izpaušmes liecina par potenciālu spēju vairoties dažādos sezonas laikos, atbilstoši vides apstākļiem.

***B.bombina* morfometrija.** *B.bombina* morfometrijas daži parametri ir dzimumatkarīgi, dzimumekoloģijas atšķirību dēļ (Radojicic 2002). *B.bombina* tēviņiem lielāks svars ir aktuāls, iespējams, saistībā ar dzimumuzvedības īpatnībām: tēviņu individuālās teritorijas aktīvu aizsardzību nārsta laikā (Kuzmin 1999), vokalizēšanu (Bajgar, Berec 2007). *B.bombina* tēviņiem ir novērots „riesta svars”, kas ātri rodas un noplok, tas varētu būt analogs riesta nokrāsai citām sugām. Vokalizējošiem tēviņiem tas ir lielāks. Tēviņiem ir platāka galva, iespējams,

vokalizēšanas dēļ un, lai, nepalielinot garumu, būtu iespējams palielināt ķermeņa svaru, kuram varētu būt svarīga loma individuālās teritorijas aizsardzībā.

***B.bombina* kurkuļu un juvenīlo īpatņu morfometrija.** Lokalitātes *Ozolaine_4* biotopā pētītā kurkuļu populācija izrādījās populācija ar zemāku svaru, iespējams nepietiekamas barības dēļ 1 mēnesi vecā ūdenstilpē. Astes spura šī biotopa kurkuļiem arī bija visšaurākā, iespējams plēsēju trūkuma dēļ (Yanchukov et al. 2006). 10 m attālumā esoša biotopa *Ozolaine_3* kurkuļiem astes spura bija platāka, jo tā ir plēsīgas zivs rotana *Perccottus glenii* kolonizēta. *B.bombina* kurkuļu populācija bija pionierpopulācija jaunizraktajos dīķos (Voß 2005). Bet, neskatoties uz kurkuļu pazemināto svaru, tie veica metamorfozi, rezultātā mazākie juvenīlie īpatņi nebija garāki par 12 mm, un svēra 0,16 g, atšķirībā no lokalitātes *Katriniški* biotopa, kur mazākais apsekotais juvenīlais bija 16 mm garš un svēra 0,45 g. Lokalitātes *Katriniški* kurkuļiem bija visplatākā astes spura, šajā biotopā sastapti daudzskaitliski *Dytiscidae* un *Hidrophylidae* kāpuri. Tādēļ, varētu spriest, ka zemāks šīgadeņu svars liecina par mazāk optimāliem apstākļiem, bet lielāks – par optimāliem apstākļiem biotopā.

***B.bombina* apsekoto īpatņu dzimumu attiecība.** Dienvidu populācijās: Moldovā dzimumu attiecība ir novērota 1:2 (Ganya 1981), Ukrainā tiek novērots mātīšu pārsvars (Marchenkovskaya 1999), Baltkrievijas dienvidu populācijās tēviņu un mātīšu attiecība ir 1:1,18 (Drobenkov 2006), t.i. ar mātīšu pārsvaru. Ukrainā parasti 1:1, reproduktīvajos biotopos 3:1 (Reshetilo 2001), Vācijā 1,6:1 (Vollmer 2001). Dotā pētījuma dati līdzīgi *B.bombina* areāla rietumu robežas populācijas dzimumu attiecībai. *B.bombina* Latvijas populācijas dzimumstruktūra (1,7:1) teorētiski varētu pastāvēt tēviņu „tieksmē” apgūt jaunas teritorijas. Uz sugas areāla ziemeļu robežas, kur ir sugai ekstremāli vides apstākļi, vairāk ir tēviņu, kuri ar vokalizācijas palīdzību informē citus īpatņus par biotopa kvalitāti, kas ir īpaši aktuāli uz sugas areāla robežas.

***B.bombina* ventrālāis fenokomplekss.** Abiniekiem novērota liela uzticība dzīves biotopam (Smith, Green 2005; Seppā, Laurila 1999; Marsh, Trentham 2001, citēts no: Almhagen 2007). Arī mērenās joslas *Anura* izpaužas filopatrijas (*philopatry*) tendence (Smith, Green 2006, citēts no: Almhagen 2007). Par iekšsugas mainības raksturīpašību pamatā tiek izmantots noteiktu fēnu kompleksi (Pikulik 1985, Masalykin 1989, Ishchenko 1990, Kosova 1996, Novitsky 1996, citēts no: Novitsky 2001). Pēc atsevišķu fēnu variantu biežuma attiecībām var spriest par ģenētisku specifiku (Yanchukov 2002a). Pie tam, uz šī pamata iekšsugas struktūras vērtēšanas iespējas apstiprinās ar dažādu taksonu populāciju genofonda ilglaicīgu stabilitāti (Beregovoy 1969, Beregovoy 1972, Vasilyev 1983, citēts no: Novitsky 2001).

***B.bombina* trofikas objekti.** *B.bombina* trofikas spektrs ir atkarīgs no biotopa un bezmugurkaulnieku faunas sastāva tajā, laika apstākļiem un sezonas laika (Kuzmin 1999, Sas et al. 2004, Szeplaki et al. 2006). Pieaugušo *B.bombina* trofiskais spektrs par 50% (30-76% (Bannikov 1977)) sastāv no ūdenī dzīvojošiem bezmugurkaulniekiem, t.sk. moluskiem un odu kāpuriem (Pikulik 1985). Pētījumā pieaugušiem *B.bombina* ūdenī dzīvojošie bezmugurkaulnieki sastāda 45%. Pētījuma rezultāti atspoguļo, ka *B.bombina* trofisko objektu spektru par 89% sastāda bezmugurkaulnieki, no kuriem 39% ir vaboles *Coleoptera* (imago), 39% - *Diptera*

(imago) un *Hymenoptera* (imago), 2% - *Mollusca*, 2% sastāda posmkāju kūniņas un 18% - ūdenī dzīvojoši posmkāju kāpuri, kas ir tuvu Sas et al. (2003, 2004) datiem un Ruchin, Ryzhov (2003a) rezultātiem. Augu daļu un minerālo ieslēgumu esamību *B.bombina* trofikas sastāvā konstatēja arī citi pētnieki (Sas et al. 2003, citēts no: Ghiurcă 2005, Sas et al. 2004, Széplaki et al. 2006). Augu valsts fragmentu ieslēgumi tiek interpretēti kā gadījuma ieslēgumi, kuri nokļūst abinieku barības trakta kopā ar medījumu dzīvnieku valsts pārstāvi (Whitaker et al. 1977, citēts no: Sas et al. 2004), ka arī minerālie ieslēgumi (Sas et al. 2004). Bet šo ieslēgumu tik bieža sastopamība un apjoms tomēr var vadināt uz domām par to funkcionālu nozīmi: gastrolīti un vitamīnu avots. *B.bombina* ekspluatē trofiskā resursa dažādus segmentus (Cogălniceanu et al. 2001): tēviņi medī lielākus sauszemes posmkājus, mātītes mazākus, bet juvenīlie – vel mazākus, pārsvarā, ūdens bezmugurkaulniekus un to kāpurus, līdzīgi kā Sas et al. (2005b) pētījumā. Pie tam, juvenīliem īpatņiem identificētie kāpuri ir arī plēsīgo kukaiņu (*Dytiscidae*) kāpuri, kurus nelabprāt ēd zivis indīguma dēļ (Tate, Hershei 2003), un kuri vēlākās kāpuru un imago stadijās uzbrūk abinieku ikriem un kurkuļiem (Formanowicz 1986). Tādā veidā, iespējams, juvenīlie *B.bombina* kontrolē savas sugas bezmugurkaulnieku plēsēju skaitu šo plēsēju agrīnajā kāpura stadijā. Tēviņi medī lielākus trofikas objektu, iespējams, ka to ļauj tēviņu dzimumatšķirība galvas lielumā: tēviņiem ir plataka galva. Pētījumā izpaudās trofikas objektu atšķirības tēviņiem, mātītēm un juvenīliem īpatņiem, tātad vienas sugas trīs īpatņu kategorijas realizē trofisko presi uz trofiskā resursa vismaz trīs lieluma grupām.

***B.bombina* barības objektu izvēle eksperimentā.** Pētījums atklāja, ka sarkanvēdera ugunskrupji vienādā kurkuļu un kukaiņu piedāvājumā vairāk medī kukaiņus. Dabā veiktie daudzie pētījumi liecina par sauszemes posmkāju, īpaši lidojošo kukaiņu pārsvaru *B.bombina* trofiskā (Kuzmin 1995, Sas et al. 2003, 2004, Ruchin, Ryzhov 2003, Széplaki et al. 2006). Sas et al. (2005b) atzīmēja, ka kurkuļi *B.variegata* kuņģa saturā ir sastapti tikai tēviņiem. Dabā ūdenī mītošu bezmugurkaulnieku pārsvaru *B.bombina* trofiskā atzīmē pētnieki Bannikov (1977), Pikulik (1985), Kuzmin (1995), Sas et al. (2005a), kā arī trofikas spektra saistību ar biotopa īpatnībām, t.i. trofikas ūdens formas dominē, ja *B.bombina* atrodas ūdenstilpē (Kuzmin 1999, Sas et al. 2004). Pētījums atspoguļo *B.bombina* izvēli par labu sauszemes *Invertebrata* daudzskaitlisku *Pelophylax lessonae* kurkuļu pieejamības apstākļos. Varētu prognozēt, ka trofikas objektu izvēle savvaļā varētu risināties pēc šī modeļa: sauszemes bezmugurkaulnieku pieejamības apstākļos medīti tiek tie. Kurkuļi var būt par rezerves barības objektu, parasti praktiski garantētu lielāko sezonas laiku. Tādēļ, iespējams, *B.bombina* piedalās abinieku skaitliskuma regulēšanā.

SECINĀJUMI

1. Veiktā pētījuma rezultātā apstiprinājās hipotēze par to, ka, izņemot vēsturiski zināmās divas (*Bauska, Ilgas*) *B.bombina* mazskaitliskas subpopulācijas, Latvijā eksistē arī citas *B.bombina* subpopulācijas. Pētījuma laikā 2004. - 2008.g. atrastas 5 subpopulācijas: *Ainavas, Dmenes, Medumu, Eglaines* Daugavpils novadā un *Spulgu* Aizkraukles novadā, kurās konstatētas 66 lokalitātes. Visas subpopulācijas atrodas Latvijas dienvidos pie robežas ar Lietuvu un Baltkrieviju: garāka bezsala perioda gaisā un augstākas gaisa temperatūras jūlijā zonās Latvijā, kas liecina, ka sugas izplatīšanos Latvijā ierobežo salīdzinoši aukstais klimats. Daļa no atklātajām lokalitātēm ir relatīvi jaunas – no 1 līdz aptuveni 12 gadiem, tādēļ var uzskatīt ka pēdējos gados norit *B.bombina* ekspansija uz ziemeļiem. *B.bombina* var uzskatīt par klimata pasiltināšanās indikatorsugu.
2. Veiktā pētījuma rezultātā apstiprinājās hipotēze par to, ka *B.bombina* biotopiem areāla ziemeļos Latvijā ir noteiktas ekoloģiska rakstura īpašības, kas nosaka *B.bombina* reprodutīvā sekmīguma pakāpi. Eksistē *B.bombina* biotopu atslēgfaktoru indikatori kas ir saistīti ar sugas reprodutīvā sekmīguma pakāpi, svarīgākie no tiem ir brūnā varžukrupja *Pelobates fuscus* un lielā tritona *Triturus cristatus* kāpuru klātesamība. Optimālus *B.bombina* biotopos nozīmīgāk nosaka biotiskie atslēgfaktoru indikatori, nekā abiotiskie: lielāka nozīme ir citu abinieku, ūdensvaboļu, molusku un ūdens makrofitu sugu klātesamībai nekā ūdenstilpes fizikāliem parametriem. *B.bombina* izvēlētie biotopi atšķiras pēc saviem ekoloģiskiem raksturojumiem no neapdzīvotiem: ūdenstilpe ir saules apgaismotāka, ūdens ir caurspīdīgāks un pH rādītājs ir augstāks un tvaūks neitrālam. Vides faktoru analīze atklāja *B.bombina* mikrobiotopa reprodutīvas izvēles tiešu, stipru korelāciju ar gaismas, ūdens un gaisa temperatūras augstākiem vidējiem parametriem, vāju saikni ar ūdens elektrovadību. *B.bombina* vokalizē vietās, kurās vides faktoriem – gaismai un temperatūrai, ir augstāki vidējie rādītāji un mazākas šo parametru lielumu svārstības.
3. Veiktā pētījuma rezultātā apstiprinājās trešā hipotēze par to, ka *B.bombina* uz sugas areāla ziemeļu robežas izpaužas noteiktas ekoloģiska rakstura īpatnības:
4. *B.bombina* piemīt reprodutīvā perioda plastiskums, kas ļauj pielāgoties konkrētu biotopu apstākļu izmaiņām vai atsevišķa gada klimatiskiem apstākļiem. Vienā biotopā ikru nēršana pavasarī turpinājās ne ilgāk par 1 mēnesi un vasaras vidū nebija konstatēta. Citos biotopos *B.bombina* nārstoja jūlijā un kurkuļu populācija attīstījās līdz oktobrim.
5. Pieaugušo *B.bombina* trofiskās stratēģijas mainās atkarībā no barības objektu grupu pieejamības: eksperimentā sarkanvēdera ugunskrupjiem sauszemes kukaiņi ir vairāk izvēlēta trofiskā grupa, nekā abinieku kāpuri; kukaiņu trūkuma apstākļos *B.bombina* pārsvarā barojas ar *Anura* sugu kāpuriem, kas paplašina *B.bombina* trofiskas spektru salīdzinājumā ar citiem *Anura* un samazina trofiski konkurējošo abinieku sugu ietekmi uz barības bāzi nākotnē.

6. *B.bombina* identificētie trofiskie objekti iekļauj pārsvarā posmkājus, arī augus un minerālieslēgumus. Pētījumā vidēji katrā *B.bombina* ekskrementā konstatēti kopā ar bezmugurkaulnieku fragmentiem augu daļas – grīšļu *Carex vesicaria* sēklas un trīsdaivu ūdenszieda *Lemna trisulca* lapas. Pieaugušiem *B.bombina* trofiskā dominē sauszemes sīkie kukaiņi (*Insecta: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera* imago), juvenīliem īpatņiem – sīkie moluski un sīkie bezmugurkaulnieku ūdens kāpuri (*Mollusca; Insecta* larvae), mātītes medī sīkākus objektus nekā tēviņi. Tādā veidā *B.bombina* populācija veic dzimumatkarīgu un vecumatkarīgu trofisko presi uz trofikas resursa dažādiem segmentiem, kas mazina iekšsugas trofisko konkurenci.
7. *B.bombina* ķermeņa svars un galvas platums ir dzimumatkarīgi lielumi: tēviņiem ir lielāks ķermeņa svars un platāka galva, kas liecina par atšķirīgu dzimumekoloģiju un tēviņu konkurenci. *B.bombina* tēviņiem novērots paaugstināts „riesta” svars, kurš strauji zūd „riestu” pārtraucot. Satelītītēviņiem „riesta” svars ir zemāks, kas norāda uz vājāku konkurences izpausmi un atklāj tēviņu sociālo diferenciāciju, t.i. eksistē aktīvi un pasīvi konkurējoši tēviņi.
8. *B.bombina* tēviņu un mātīšu dzimumu attiecība Latvijas populācijā kopumā noteikta kā 1,7:1.
9. *B.bombina* ventrālo fenokompleksu analīze atklāja noteikta fenokompleksa variācijas (fenomorfas) dominēšanu konkrētajā lokalitātē, norādot uz *B.bombina* īpatņu lielāku radniecību lokalitātes ietvaros un noteiktu filopatrijas izpausmi. *B.bombina* Latvijas populācijas ventrālos fenokompleksos dominē kopumā lielāki plankumi.

Daugavpils University



Aija Pupiņa

FEATURES OF ECOLOGY OF FIRE-BELLIED TOAD
BOMBINA BOMBINA L. ON THE NORTHERN BORDER
OF THE SPECIES' AREA IN LATVIA



Summary of Doctoral dissertation
Biology, Ecology

Scientific advisor:
Dr.biol., DU prof. Artūrs Škute



Daugavpils 2010

The Doctoral dissertation was prepared in 2004 - 2008 at Daugavpils University.

The work was supported by Daugavpils University and EU European Social Fund, Project No 2004/003/VPD1/ESF/PIAA/04/ NP/3.2.3.1./0003/0065.

Type of the work: Doctoral Dissertation in the branch of Biology, sub-branch of Ecology.

Scientific supervisor: Prof., Dr.biol. Artūrs Škute.

Reviewers:

1. Prof., Dr.biol. Arvīds Barševskis (Daugavpils Universitāte, Latvija)
2. Dr.biol. Andris Čeirāns (Latvijas Universitāte, Latvija)
3. Dr.Sc.Nat. Włodzimierz Wojtas (Instytut Biologii, Cracow Pedagogical University, Poland)

The Chairman of Promotion council: Prof., Dr.biol. Arvīds Barševskis

The defence of Doctoral dissertation will take place in the open meeting on March 4, 2011 at 12.00 at DU Faculty of Natural Sciences and Mathematics in Vienības str. 13, room No 424.

It is possible to get acquainted with the Doctoral dissertation in Daugavpils University library.

PUBLICATIONS

The results of dissertation work are displayed in the articles as well as in other publications (3 p).

INTRODUCTION

Topicality of the research. Researches of animals' migration and change of areas in post glacial period allow comprehending formation of sub-species and evolution of species (Jamieson (ed) 2003). The researches of ecological features of populations on the borders of area give a possibility to evaluate adaptation of species to impact of limiting factors (Kruuk, Gilchrist 1997; Manteifel, Reshetnikov 2002).

Fire-bellied toad *Bombina bombina* L. is a model species in the researches of animals' migration (Arntzen 1978), micro and macro evolution, speciation in post glacial period, it forms potential hybrids with sister species *Bombina variegata* L. in the zones of overlapping species' areas (Niekisch 1996).

Definite pheno complexes are used as the characteristic feature of species' internal fluctuation (Pikulik 1985, Masalykin 1989, Ishchenko 1990, Kosova 1996, Novitsky 1996 in: Novitsky et al. 2001). It is possible to judge the genetic specifics according to relations of frequency of separate variants of phens (Yanchukov et al. 2002a). Thus from the scope of comparative phenetic researches fire-bellied toad's ventral spots, which are permanent whole life and are individual, are traditionally used by researchers as individual features of fire-bellied toads (Streich et al. 1997).

Populations of fire-bellied toad existing in the territory of Latvia live on the northern border of this species' area (Gasc et al. 1997), which is located near the southern border of Latvia, where it meets Lithuania and Belarus. Fire-bellied toad *Bombina bombina* L. is included in Appendix II of Berne Convention "Specially protected animal species". A small number of fire-bellied toad *B.bombina* on the northern border of its area has been the reason for its inclusion the List of preserved species of Latvia (Ministru kabinets 2000) and in Latvian Red Data Book in the 1st category (endangered species), as well as in Red Data Books in Lithuania, Sweden, Baltic Region, Northern countries, Denmark, Germany, it is included in the list of endangered species of European Community (Bērziņš 2003).

The topical task of this research is to clarify the state of species, its distribution and number in the territory of Latvia as well as to ascertain definite features of species' ecology.

Novelty of the work. The scientific novelty of this research is based on insufficient research of distribution and ecology of *B.bombina* on the northern border of the area in Latvia. In this work new populations of *B.bombina* were found for the first time since 1972 in Latvia, which widened the area of this species both in Latvia and in the world (Kuzmin et al. 2008). In this research morphometric data of *B.bombina* adults, juveniles and tadpoles were investigated and described, the information about population sex structure for *B.bombina* was gathered and processed for the first time.

In this research ecologic facts about *B.bombina* were registered for the first time in Latvia. Also this was the first time when *B.bombina* habitats were researched according to specially elaborated protocol, thus key factors defining *B.bombina* habitats in Latvia were found and defined. The diversity and frequency of occurrence of ventral pheno complexes of *B.bombina* and their relation to *B.bombina* localizations in Latvia were researched for the first time. For the first time in Latvia trophic peculiarities of *B.bombina* were researched experimentally, the features of choice of food object groups were clarified (Pupina 2008b).

The basic object of research is *Bombina bombina* population and ecology of on the northern border of species' area in the territory of Latvia. Distribution of species in Latvia, morphometric parameters of specimens, species' phenology, population sex structure, species' habitats and trophics were researched practically.

Main hypothesis

1. The basic hypothesis of the research is the presumption that there are more than the only two historically already known (*Bauska, Ilgas*) populations of *Bombina bombina* in Latvia. These new populations are located in a specific climatic zones in the southern part of Latvia, near the border with Lithuania and Belarus.
2. The second hypothesis of the research is the presumption that *B.bombina* habitats have definite characteristic ecological features in Latvia, which determine the reproductive advancement of *B.bombina*. The *B.bombina* occupied biotopes and microbiotopes differ from not occupieds.
3. The third hypothesis of the research is the presumption that *B.bombina* on the nord edge of its distribution has characteristic ecological features.

The aim of the work

To clarify fire-bellied toad *B.bombina* distribution in Latvia, to investigate ecological features of fire-bellied toad in the nord edge of its distribution in Latvia.

The tasks:

1. To clarify distribution of *B.bombina* in Latvia.
2. To investigate dynamics of number of *B.bombina* in Latvia.
3. To investigate habitats of *B.bombina* in Latvia.
4. To investigate ecological features of *B.bombina* in Latvia.

Approbation of research results. The basic results of the research were approbated in presentations in international scientific conferences and seminars (6 p.).

Practical application of the results. The results of the research are being practically used in the following organizations and their activites in Latvia (9 p.).

The structure of the dissertation. The structure of the work is composed of introduction, literature review, materials and methods, results and their analysis, conclusions, list of literature and appendices. The short description of materials and methods, main results and their analysis, discussion, conclusions of the work are comprised in this summary.

MATERIALS AND METHODS

The territory of the research. Researches of distribution and ecology of *B.bombina* have been done in 2004-2008 in the territory of the Republic of Latvia, mainly in the southern part, in Daugavpils district. The laboratory researches have been done in the laboratories of Daugavpils University and Latgale Zoo.

Permissions. *B.bombina* were caught according LR VM Nature protection council permissions. The biotopes were investigated with land owners oral permissions.

Methods of research of distribution and number of *Bombina bombina*.

Visual observation (Crump & Scott 1994) used for registration of non-vocalizing specimens (non-vocalizing specimens of males, females, juveniles and youngsters) in the transects of habitats.

Numerical count of amphibian larvae (Shaffer, Alford, Woodward, Richards, Altig & Gascon 1994) used for proving of existence of reproducing population. In the survey water reservoir in various littoral zones 10-50 control catches were done with the sweep-net, the contents of amphibian larvae caught in the net were defined. Tadpoles belonging to *B.bombina* species in field conditions were defined according to the colour tone characteristic for them. Already embryos in the 24th stage have lighter line near the central axis. When active feeding of *B.bombina* tadpoles has been started, two white parallel stripes form starting from the toe, along nostrils, eyes, across back, along the central axis of the sides of tail muscle, gradually fading up to the end of tail. There are darker stripes in gray, greyish-yellow, dark gray or black tones on the sides of tail muscle, both on the upper and lower sides. The tone of basic colour of tadpoles can be darker or lighter in various water reservoirs.

Count by voices (Zimmerman 1994). The count of vocalizing males or their choirs in spawn reservoirs transects is the main and most commonly used method for definition of diversity of acaudal amphibia *Anura*. The number of vocalizing males indicates the relative amount of population, relative number of adult specimens, availability of habitat or micro habitat in reproduction as well as in definition of phenologic features of species' reproduction. In our research determination of vocalizing males is one of the basic methods of detection of *B.bombina* findings. *B.bombina* count by voices was done in sunny, warm and calm weather in the time period from 10:00 till 22:00.

Questionnaire method: informative campaign about the existence of *B.bombina* in Latvia was made in the mass media: the external appearance of the amphibia was shown, the lifestyle was explained, and the vocalization of *B.bombina* males was broadcasted on television and radio. During the broadcast we requested inhabitants of Latvia to respond those, who have heard vocalization of *Bombina bombina*.

GIS and distance data collecting (Hayek & McDiarmid 1994). The determination of geographical coordinates of the surveyed habitats was done with *GPS Magellan*. Google Earth programme was used for obtaining data for determination of distances.

Characteristics of habitats populated by *B.bombina* in Latvia. Principles of methodology of habitats' description (McDiarmid 1994) and methodology of micro habitats' description (Inger 1994) were used for obtaining standard data. After the initial survey of the habitat the "Protocol of the habitat survey" was elaborated, disclosure of characteristic features of the habitat and their stages, which could impact expression of species *B.bombina*, was recorded. In this research *B.bombina* localization (finding) was considered to be the water reservoir habitat, in which at least one *B.bombina* had vocalized or *B.bombina* tadpoles, juvenile specimens or non-vocalizing specimens were found. 66 new habitats populated by *B.bombina* were surveyed; the protocol was filled in 46 habitats.

Complex factors' analysis of habitats populated by *B.bombina* in Latvia. The habitats were characterized according to 40 abiotic and biotic factors. Factors clusterized in 5-grade scale according to intensity of disclosure, only sympatric amphibian species were evaluated with „0” (no) and „1” (yes), and analyzed in complex in relation with the definite habitat and reproductive expression of *B.bombina* species (*B.bombina* vocalization, spawn, existence of juvenile specimens). Programme *Analyze Key Influencers SQL Server2005 (Microsoft)* was used as the tool of table data analysis for determination of key factors on the base of *Data Mining* algorithm according to similarity in the rows of table data. In the complex analysis of this research the determined characteristic features of habitats are indicators of factors impacting *B.bombina* habitats, not the factors themselves. Division of the habitats into categories was done by *Detect Categories instruments* by comparing the values of descriptions in table data rows and uniting similar values in rows thus forming the categories of the researched objects. Each category is defined by the cluster of description of data rows. The results were analyzed by using Chi-square test

Research of ecological factors of habitats both populated and not populated by *Bombina bombina*. In Latvia 36 habitats were surveyed, 42 measurements were made: 21 measurements in 15 habitats populated by *Bombina bombina*, 21 measures in 21 habitats, which are not populated by *B.bombina* in the southern part of Latvia. The following parameters were measured: pH, conductivity, water turbidity, air and water temperature in littoral zone for the moment of survey. The measurements were made in sunny weather from April 22 till August 9, 2006 in random order.

Researches of environment parameters *B.bombina* micro habitat of vocalization. Survey (Jaeger 1994a,b) was used to determine how location (during vocalization) of *B.bombina* specimens depends on environmental factors (temperature, light). Only one habitat was surveyed – the Round Pond in Ilgas (50x35x1,5 m) from April 14 till June 19, 2006. On each day of survey the following parameters were measured: light parameters (with the device *CBL system*), air and water temperature with digital thermometer in water levels, directly near which *B.bombina* vocalizes and in neighbouring (0,15-1 m) water levels as well as in embankment surface and in soil. The measurements were made in other places of reservoir, where *B.bombina* does not vocalize. The water levels of reservoir were divided according to analogy of water levels in lakes Cimdiņš & Kļaviņš 2004). During the period of surveys *B.bombina* vocalization was traced in 12 places, in 76 places *B.bombina* did not vocalize. In each

place of *B.bombina* vocalization or non-vocalization measurements of 11 parameters were made: light, air temperature 50 cm above ground, temperatures of overground and soil in 2-3 cm depth, water temperatures in epi-, meta-, hypolimnion, benthal of eulittoral zone, epi-, meta-, hypolimnion of sub-littoral zone.

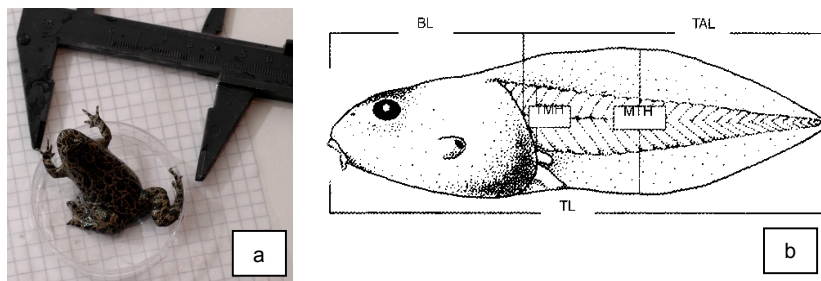
Research of *B.bombina* phenology in the habitat. Monitoring of one habitat localization in Katriniški (Daugavpils district) was done during the season in 2007. The number of specimens, location, behaviour and stage of development, expression of other amphibian species were registered. In the survey protocol date, time, water and air temperature as close to the place of species expression as possible: for adults, juveniles, tadpoles were recorded. From April 16 till September 3, 2007 34 surveys of the habitat were done in various conditions of weather. The data were supplemented with the observations of the spring season in 2008.

Researches of *B.bombina* comparative morphometrics. The adult *B.bombina* (n=54) were taken out of habitat and weighed with digital scales *Micro Weighing Scale MW-II* (with definition 0,01 g) within 1 hour in the laboratory. The specimens were weighed in the plastic box subtracting tare (Picture 1a). The specimens were weighed in various times of season and in various physiological states (during rutting-time and after it, before spawn and after it). During the weighing the localization, sex, physiological state (before or after spawn) was recorded. Specimens measured linearly from the tip of the nose to cloacae (L) with slide gauge, animal lying in a plastic box, which allowed doing adequate measurement without any damages. The data were statistically analyzed using the Kolmogorov-Smirnov test, Student T-test, one factor variety analysis ANOVA, correlation analysis, Chi-square test. Graphic reflection of the results done with the programme SPSS/13 and Excel 2003 support.

Comparative morphometrics of *B.bombina* tadpoles and juvenile specimens. From October 16 till June 14, 2007 tadpoles and juvenile specimens were removed from the habitat with sweep-nets and transported to the laboratory within an hour, measured, weighed and released back into habitat on the next day. The number of measured specimens was defined by their availability in the habitat. Tadpoles and juvenile specimens were measured, while lying on the translucent plastic, under which the measurement scale was located, weighted with *Micro Weighing Scale MW-II* with an accuracy of 0.01 g. Tadpoles' stages were determined after Gosner's (1960) acaudal amphibian embryos and tadpole developmental stage tables modified McDiarmid, Altig (eds) (1999, in Jamieson 2003). Altogether 584 tadpoles were measured. Average morphometric parameters of tadpole and juvenile specimens in various habitats were compared. In the research following standard measurements of a tadpole were made (Picture 1b).

Sex ratio of surveyed *B.bombina* specimens. Specimens for the research were collected by the visual tracking method (Crump & Scott 1994) in habitat transects. This method was used also for finding of non-vocalizing specimens (non-vocalizing males, females, juveniles and young specimens). In this method count by voices used to identify the male in order to obtain it the researcher's hands. In the research only those specimens were used, which were obtained from the researcher's hands, in order

to discharge the impact of female's non-vocalization on the number of specimens. In the research $n = 54$ specimens from 5 Latvian habitats were used, which were registered after the ventral pheno complex and used in morphometric researches. Sex ratio in various localizations and the total population in Latvia were determined.

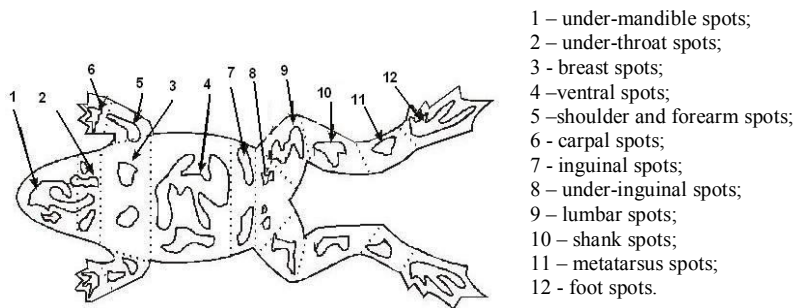


Picture 1. *B.bombina* morphometry: a) length measurement box; b) morphometric parameters of a tadpole (McDiarmid, Altig (eds) 1999, in: Jamieson 2003).

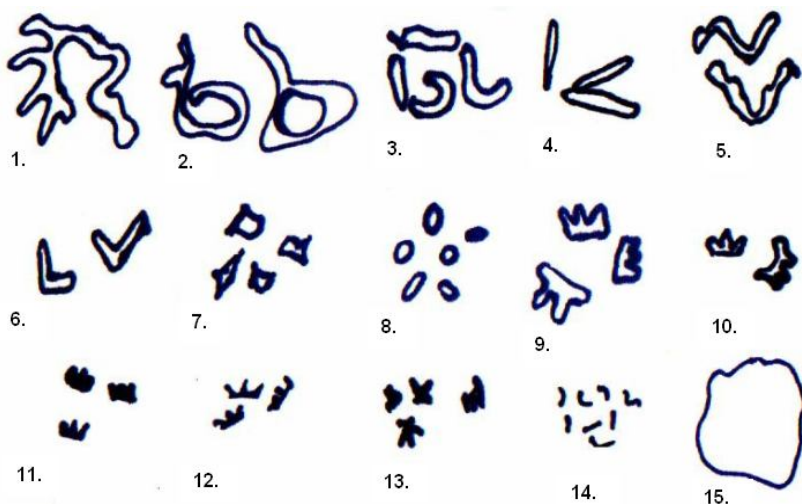
BL – tadpole's body length from the tip of the nose till the base of the central axis of the tail; TAL - tail length from the central axis of the tail, until the tail end; TL (BL + TAL) – total tadpole length (or L - length from the tip of the nose to the anus for specimens, which have completed metamorphosis (without tails)); MTH – width of the tail fin in the widest place.

Analysis of *B.bombina* ventral phenocomplex. The study is based on individual identification of ventral phenocomplex of each *B.bombina* specimen (Nilsson 1954), which may serve as specimens' individual feature, as well as to reflect the genetic relationship of specimens by similarity of variation of phenocomplex (Novitsky et al. 2001, Yanchukov 2002). Mapping of *B.bombina* individual ventral spots was carried out by photographing the belly of fire-bellied toad. Ventral phenocomplexes of *B.bombina* specimens ($n = 72$) from 8 localities were surveyed. Taking photos with camera Olympus M725SW of specimens' belly (ventral pheno complex) different ways were used: by holding it in hands (Gollmann & Gollmann 2002), in Petri dish (Habbel 1995, in: Gollmann & Gollmann 2002), in photo container (Briggs 1996, in: Gollmann & Gollmann 2002), in plastic box (Seidel 1988, in: Gollmann & Gollmann 2002). In this research ventral 4th phenocomplex (Picture 2) was analyzed and systematized. The length of dominating fragments of ventral spots and character of fragments' shapes was taken as the basis for typification of varieties within the framework of this research. During the analysis 72 ventral phenocomplexes were graded in 15 variations (phenomorphs) (Picture 3), which comprised in 5 clusters. Proportion of variations of phenocomplexes and occurrence of their clusters was defined in various localizations, populations in Latvia and on the northern border of the species' area in the territory of Latvia as a whole.

Research of *B.bombina* trophic objects. *B.bombina* food items were studied using qualitative and quantitative method of excrement content analysis (Moller 1997), which is non-invasive (harmless) for animals. The excrements were collected in the time period from July to September from *B.bombina* specimens ($n = 22$), caught in nature, kept in the box one night in the layer of 25 cm³ water.



Picture 2. Ventral phenocomplexes of *B.bombina* (Novitsky et al. 2001).



Picture 3. *B.bombina* ventral spots schemas: 1.- *Hieroglifi*, 2. - *Cilpas*, 3. - *Hieroglifu fragmenti*, 4. - *Svītras*, 5. - *Vilnīši*, 6. - "L", "Z" formas, 7. - *Lauskas*, 8. - *Oļi*, 9. - *Kronīši_1*, 10. - *Kronīši_2*, 11. - *Kronīši_3*, 12. - *Kronīši_4*, 13. - *Asi ķeburi*, 14. - *Tievi ķeburi*, 15. - *Mono*.

After obtaining of the excrements the animals were released into the habitat. The study is based on the presence of cuticle of body segments of arthropods *Arthropoda* and cockleshell shape of *Mollusca* in the excrements. The contents of the excrement were analyzed with the help of microscope ZEISS *SteREO Lumar.V12*, the fragments of contents measured with the help of programme *AxioVision AC*, and the Pictures taken with photo camera *AxioCam MRc5. ZEISS*. Easily seen fragments of *B.bombina* excrements were measured and identified in 2 mm water layer in a petri dish. Belonging of fragments of *Insecta* wings and heads to a certain taxon was determined according to determiner (Tauriņš, Ozols 1957), and in consultation with the

Daugavpils University entomologists R.Cibuļskis and V.Vahruševs. Content fragments of the excrements of *B.bombina* males (n = 9), females (n = 2) and juveniles (n = 11) were identified and their relative length and number was compared in two habitats (Demene municipality, *Katriniški* and *Kočergina* pond). Excrements of adult specimens were analyzed individually, for juveniles - contents of excrements of 11 specimens of the group. Student T-test was used for data statistical analysis.

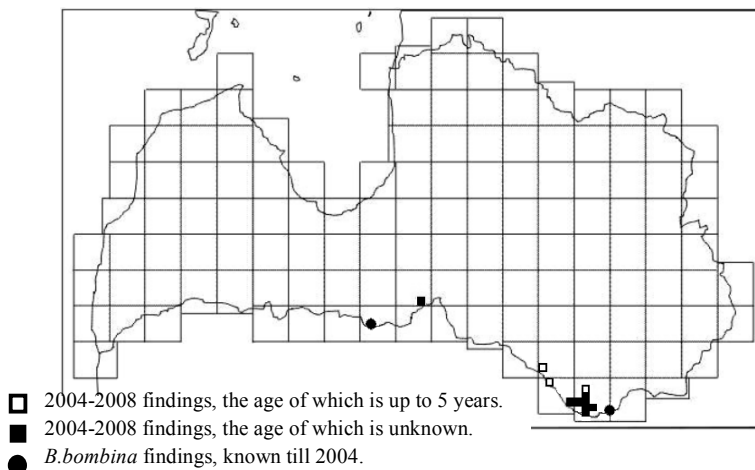
Research of choice of food objects of *B.bombina* in laboratory experiment. 4 *B.bombina* males participated in experiment from June 3 till August 15. Animals were maintained in the laboratory water terrarium plastic box, 30x60 cm, with water level - 10 cm. *B.bombina* were regularly offered *Rana lessonae* tadpoles at different numbers and different sizes, at the same time insects *Shelfordella tartara* were offered. At each feeding time (1 time every 2 days) the remaining tadpoles were counted, the number of eaten was calculated. Offered and remaining group of insects – weighted. Before each feed supply the fire-bellied toads were weighted. Different forms (water, land) of trophic items of *B.bombina* were determined.

Methods of statistic analysis of data processing. SPSS 13.0 "Statistical Package for the Social Sciences", and Excel (Microsoft) programme pack was used for research data analysis and presentation of results. Programme "Data Mining for MS Office 2007" (component for intelligent analysis of table data for Excel programme) was also used for data processing. Data Mining for MS Office 2007 was used for performance of key factors' analysis *Analyze Key Influencers*, which performs an analysis of the input factors in data, which have a greater impact on definite output attribute. The distribution of categories was done by *Detect Categories*, which set the table row data, which has similar meanings of characteristics and united them into equal categories. Statistical processing of the results was carried out in laboratories of Daugavpils University Department of Computer Sciences. The following statistical criteria were used in data processing and testing of hypothesis: 1) Kolmogorov-Smirnov test: nonparametric statistic test, which evaluates importance of difference between given division and normal division, 2) T-test (*t-Student criterion*): parametric test, used for comparison of average values of quantitatively measured feature in two independent samples, 3) ANOVA (*Analysis of Variance*): one-factor variance analysis. Can be used for the comparison of average values of quantitatively measured feature in more than two independent samples, 4) Pearson correlation coefficient: allows to evaluate the strength and the significance of the link for two quantitative measured features, which breakdown does not differ significantly from normal, 5) Spirman correlation coefficient allows to evaluate the strength and the significance of the link of the two features.

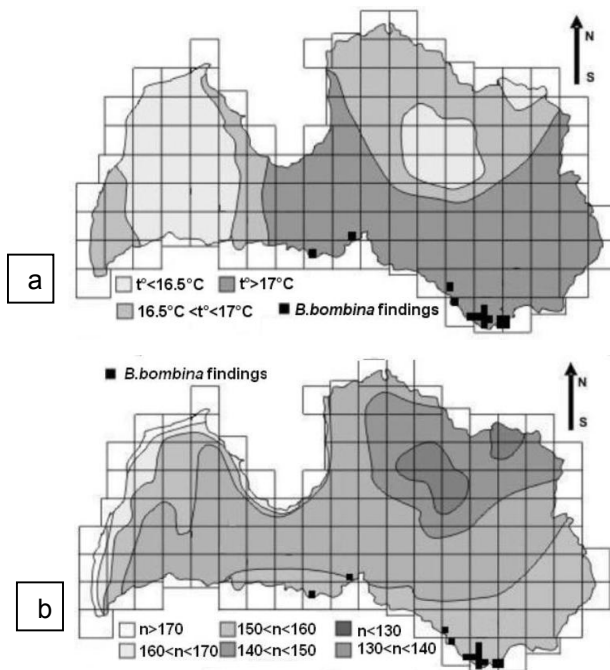
3. RESULTS AND THEIR ANALYSIS

3.1. Distribution and relative number of *B.bombina* in Latvia

During the researches from 2004 - 2008 five new sub-populations were documented in Latvia: *Demenes*, *Ainavas*, *Spulgu*, *Medumu*, *Eglaines* (Picture 4, 5).



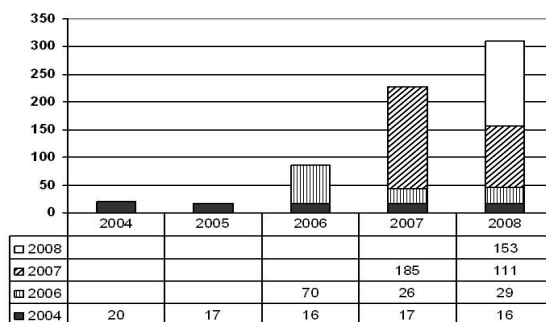
Picture 4. Layout of *B.bombina* 7 sub-populations in Latvia (till October, 2008).



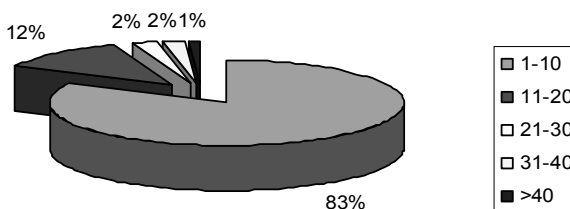
Picture 5. *B.bombina* findings and zones in Latvia: a) average temperature of air in July; b) average time in days with the temperature of air $t^{\circ} > 0^{\circ}\text{C}$ (Turlajs 2007).

In 2004-2008 5 new *B.bombina* findings 66 localizations have been found: four in Daugavpils district – 1 localization in Ainavas, Kalkūne municipality, 45 localizations in Demene municipality, 14 localizations in Medumi municipality, 4 localizations in Eglaine municipality and 2 localizations in Spulgas, Kurmene municipality Aizkraukle district. All found *B.bombina* subpopulations lie in the South of Latvia near to Lithuania and Belarus, in the highest average temperature of air in July ($t^{\circ}>17^{\circ}\text{C}$) climatic zone of Latvia (Picture 6) and in climatic zone of Latvia with the longest average time in days (150-160 days) with the temperature of air $t^{\circ}>0^{\circ}\text{C}$ (Picture 22b) (Turlajs 2007).

The number of vocalizing males in the localizations can change during the seasons (Picture 22). From 2004 till 2008 number of *B.bombina* changed in the localizations in Latvia, i.e. fluctuations of the number were observed. Most of localizations (83%) have not more than 10 vocalising males (Picture 7).



Picture 6. Fluctuations of number of vocalizing *B.bombina* males in all the localizations from 2004-2008.



Picture 7. Number of *B.bombina* vocalising males in one localization.

3.2. Characteristics of habitats populated by *B.bombina* in Latvia

During this research fire-bellied toads most frequently were traced in perfusions and dams made by beavers *Castor fiber* (37%), a little bit rarer - in natural reservoirs (35%), more rarely – in household (dug) ponds (20%), most rarely – in fish ponds (8%) (on back cover of the Summary).

B.bombina habitats were divided into 3 categories in the programme *Analyze Key Influencers SQL Server2005 (Microsoft)*. Comparing the divided categories with the indicators of reproductive expression of the species *B.bombina*, it became apparent the 3rd category comprises reproductive reservoirs of *B.bombina* and localization Ainavas. The 2nd category includes *B.bombina* habitats of relatively numerous localizations. Chi-square test shows connection of category of biotope with *B.bombina* eggs in biotope ($p<0,05$). The 1st category comprises mainly sub-optimal habitats of minority localizations. The key factors defining the categories have been defined: the 1st category is defined by clayey muddy base of the reservoir; the 2nd category is defining by the distance till the nearest house (till 50 m); the 3rd category is defined by the presence of *Pelobates fuscus* tadpoles' population. The analysis of relation between factors and reproductive expressions of *B.bombina* species disclosed that the width of littoral zone is the only determining abiotic factor and vegetation of reservoir, especially rush (*Juncus sp.*), - the only biotic factor in the habitats of fir-bellied toads vocalization. Presence of *Mollusca*, *Spirogyra*, *Pelobates fuscus* tadpoles in the habitats, where spawn was traced (Table 3). Presence of tadpoles of water beetles, esp. *Dytiscus spp.* and *P. fuscus* in the habitats with population of *B.bombina* juvenile specimens (Table 1).

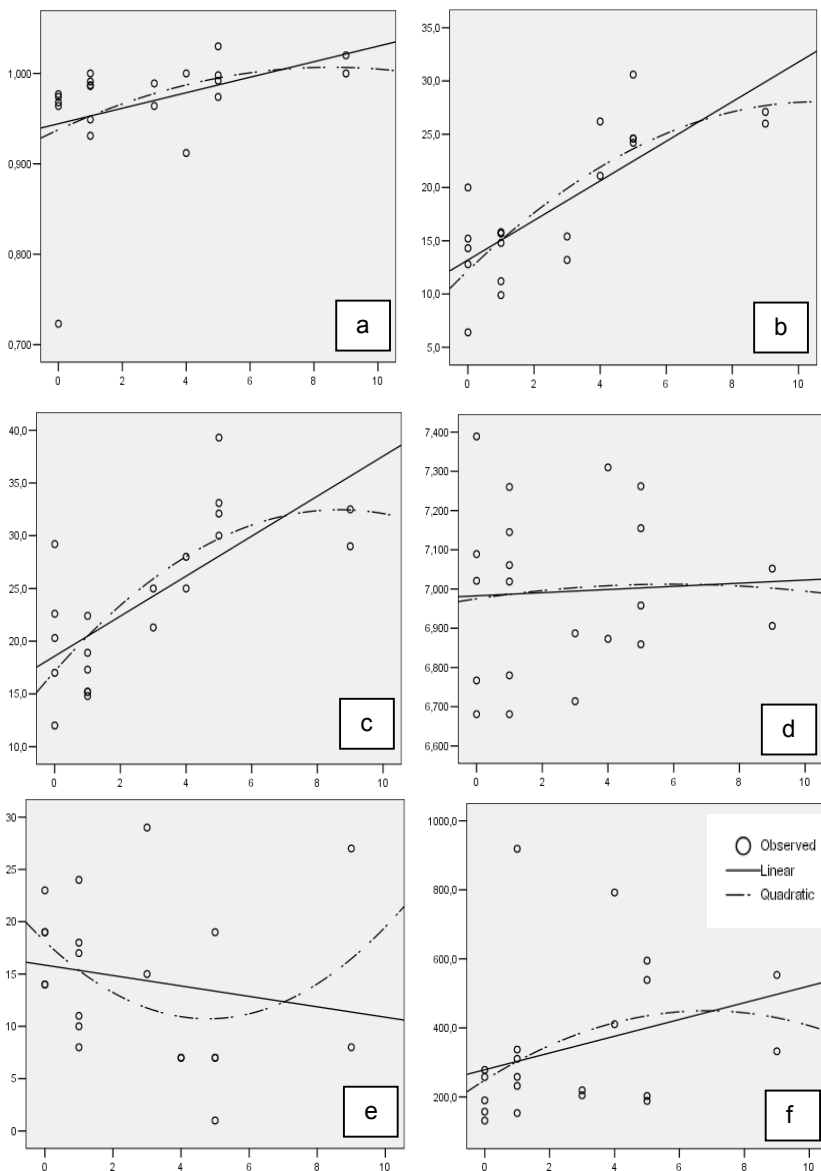
Table 1. Role of level of key factors in presence of *B.bombina* juveniles.

Column	Value	Favour	Relative Impact
Udens <i>Coleoptera</i> un to kāpuri	3	1	
Zivju ietekme	1	1	
<i>Pelobates fuscus</i>	1	1	
Litorāles platums	5	1	
Attālums līdz tuvākai <i>B.bombina</i> lokalizācijai	4	1	
<i>Lemna trisulca</i>	1	1	
Attālums līdz tuvākai <i>B.bombina</i> lokalizācijai	1	1	
<i>Lemna trisulca</i>	3	1	
<i>Oenante aquatica</i>	5	1	
Udens <i>Coleoptera</i> un to kāpuri	1	1	
<i>Alisma plantago aquatica</i>	1	1	
Litorāles platums	4	0	
<i>Pelobates fuscus</i>	0	0	
Attālums līdz tuvākai <i>B.bombina</i> lokalizācijai	3	0	

3.3. Comparison of ecologic factors in inhabitats populated and not populated by *B.bombina*

The ANOVA of parameters of environment shows that these parameters different in populated and in not populated biotopes: lightening ($p<0,05$), water temperature ($p<0,05$), air temperatures ($p<0,05$), turbidity ($p<0,05$).

Mutual analysis of environmental factors revealed direct, strong correlation of number of vocalizing fire-bellied toads' with parameters of light, water and air temperature, weak link with the water conductivity (Picture 8). The water temperature has strong and direct correlation with parameters of light and air temperature.



Picture 8. Number of vocalizing *B.bombina* (X) and environment parameters (Y) correlations: a) light; b) water temperature; c) air temperature; d) water pH; e) water turbidity (atgriezeniska korelācija); f) water conductivity.

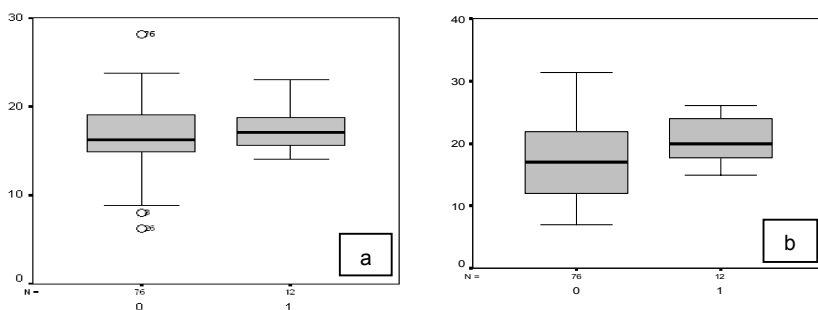
The air temperature has weak correlation with light parameters. pH parameter has strong reflexive correlation with parameter of turbidity and weak correlation with conductivity. Water turbidity has strong reflexive correlation with pH parameter and weak reflexive correlation with conductivity. In the surveyed habitats the possibility of fir-bellied toads' vocalization increases with the increase of parameters of light, water and air temperatures and pH and decrease of turbidity parameters. In the surveyed habitats pH indicators statistically did not differ significantly, the average indicators were higher in the habitats, where fire-bellied toads vocalize.

3.4. Parameters of environment of *B.bombina* vocalising microbiotopes

The analysis of obtained data (Table 2) testifies that *B.bombina* vocalize in the places, where environmental factors have higher average indicators and smaller fluctuations of the values of these parameters than in other places of the habitat (Picture 9).

Table 2. Descriptive statistics of temperature in non-vocalising (0) and vocalising (1) places.

	Minimum		Maximum		Mean		Std. Deviation	
	label		label		label		label	
	0	1	0	1	0	1	0	1
Litorales bentale	4,0	6,0	17,7	14,0	11,17	11,342	3,027	2,3689
Eulitorales epilimnions	6,2	14,1	28,1	23,0	16,65	17,350	4,003	2,5788
gaiss	7,0	14,9	31,4	26,0	16,99	20,333	6,008	3,7597
Eulitorales hipolimnions	5,1	7,1	20,0	19,5	12,33	13,350	3,117	3,1350
Eulitorales metalimnions	5,9	12,4	25,3	19,5	14,20	15,075	3,520	2,3030
Sublitorales epilimnions	5,9	12,5	24,0	20,0	14,97	15,625	3,524	2,3791
Sublitorales hipolimnions	4,0	4,6	16,0	8,2	7,720	7,650	1,727	1,0570
Sublitorales metalimnions	4,8	6,0	19,0	17,0	11,43	11,742	3,056	3,2120

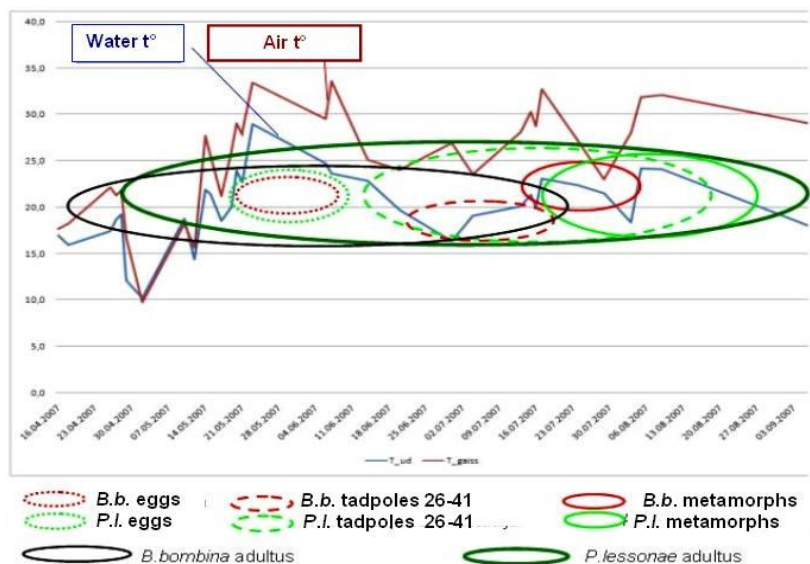


Picture 9. The temperature in the places of non-vocalization (0) and vocalization (1): a) water temperature in epilimnion of eulittoral zone; b) air temperature.

3.5. *B. bombina* and sympatric species *Pelophylax lessonae* comparative phenology

In *Katriniški* habitat (Daugavpils district) 3 activity periods of *B.bombina* vocalization were observed. The first two divided under the influence of low temperature. After

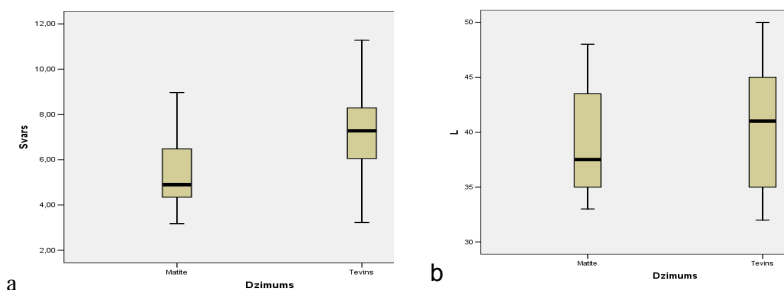
May 21, 2007 vocalization rapidly fell and did not recommence on the previous level. The period of spawning lasted for 19 days, later spawn was not found. The third activity period of vocalizing was observed approximately on July 17. This was a silent vocalization and sounded more like squeaking not the classic rut vocalization, however in the same time signals of riddance had been heard. In July spawn was not found in the surveyed habitat. The development of larvae population lasts for approximately 56-62 days. The whole population of *B.bombina* tadpoles dwelled in the reservoir approximately 109 days. The spawning of *B.bombina* is relatively extended and falls within spawning of other sympatric species *Pelophylax lessonae* (Picture 10).



Picture 10. *Bombina bombina* and *Pelophylax lessonae* comparative phenology (2007.g.).

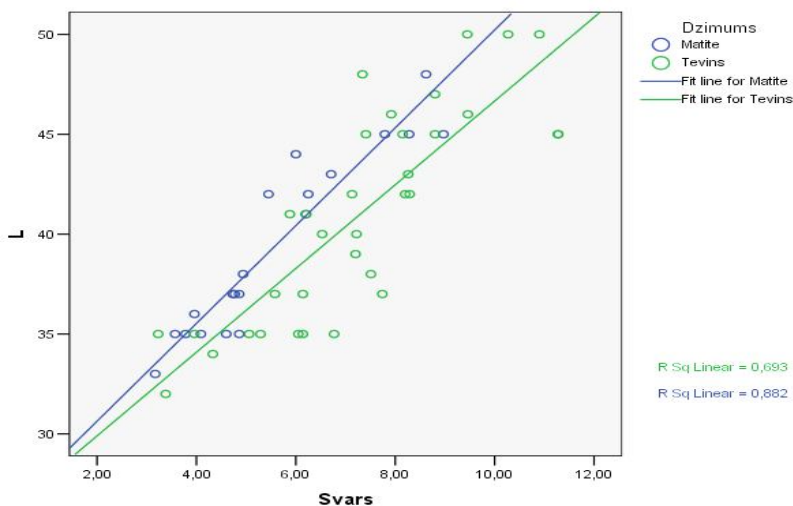
3.6. Comparative morphometrics of *B.bombina*

Length (Picture 11a) of females and males of *B.bombina* is not statistically significantly different ($p > 0.05$). *B.bombina* males have statistically significantly bigger weight ($p < 0.01$) (Picture 11b). The weight difference between females and males increases on the growth of weight: the larger specimens the greater the difference between female and male weight. *B.bombina* males have a broader head than females. weight and head width are sex-dependent morphometric parameters of *B.bombina* specimens. Weight does not differ statistically significantly for males from different habitats. The length of males in different habitats has a statistically significant difference: in *Ozolaine* males are longer, in *Ilgas* 'reclamation ditch - shorter ($p < 0.05$).



Picture 11. *B.bombina* males and females: a) weight box plot; b) length (L) box plot.

Weight of specimens of both *B.bombina* sexes has a direct linear dependence on body length (Picture 12).



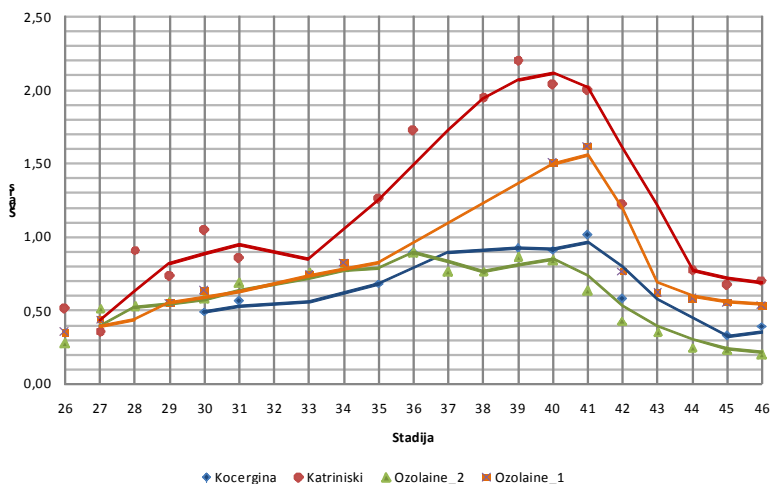
Picture 12. *B.bombina* weight (Svars) and length (L) correlation.

However, comparing males at an average weight and average length reveals that the longest males (*Ozolaine*) are not the heaviest. Basing on direct dependence of body weight and length of the body, it can be concluded that *Ozolaine*'s males have reduced weight. Mass and length of *B.bombina* females in different habitats has not statistically significant differences, but there are differences in weight and length averages, which indicate that *Ozolaine*'s females are larger and heavier than females in *Katriniški*. "Rut mass" was observed for males – the weight of rutting males, which may exceed the physiological weight for up to 43%. It is higher for vocalizing males and less - for non-vocalizing males (satellite males). After spawning, all specimens lose weight ($p < 0.05$),

males retain prevalence of weight over females ($p < 0,05$). 80% of surveyed females have weight $< 7g$, 15% of the weight is $> 8g$. Males $< 7g$ draw up 41.2%, heavy males $> 8g$ draw up 35.3%. The average grade of weight is the least represented in both females and males, but males in this category are 89% of the total number. In various habitats each weight category is represented in similar ratio: the majority are specimens of lighter weight (55.6%), slightly less (27.8%) are the heaviest specimens, and the least represented is the medium-weight category (16.7%).

3.7. *B.bombina* tadpoles and metamorphs comparative morphometry

Growth dynamics of *B.bombina* tadpoles in different habitats may take place on various levels of morphometric size (Picture 13), depending on the habitat: in Katriniški habitat the highest level of morphometric parameters of tadpoles was observed, in Ozolaine 4 - the lowest. In July in Ozolaine 4 reservoir (recently dug pond) wholesome spawning of *B.bombina* took place as a result of which low-weight tadpoles (pioneer population) and juvenile specimens grew. In different habitats in Latvia weight dynamics of *B.bombina* tadpoles pass along the right shifted sinusoidal curve with a slow increase of weight and a rapid drop during metamorphosis: in Katriniški habitat with a sharp increase after 33rd stage and a rapid drop after 39th – 41st stage, and in Ozolaine 4 habitat with flat rises and falls.



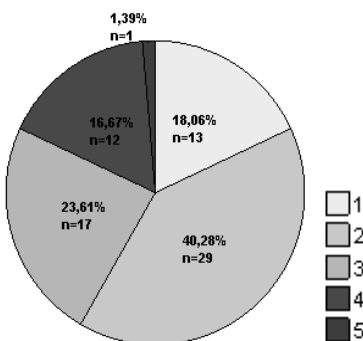
Picture 13. The weight dynamics of *B.bombina* tadpoles and metamorphosing specimens (26. - 46.stage.) in development stages in four habitats.

3.8. Sex ration of surveyed *B.bombina* specimens

The sex ratio of *B.bombina* males and females is on average 1,7:1 in Latvia. According to analysis of data from Ozolaine localization the ratio of males and females is 1,15:1; in Katriniški localization - 1,33:1.

3.9. Analysis of *B.bombina* ventral phenocomplex

In Latvian population larger fragment of a pattern dominates and draws up 58.34%, pattern fragmentised in detail with the fragment length <10 mm draw up 40.28% (Picture 14). Analysis of *B.bombina* ventral phenocomplex revealed dominance of a certain distinct variation of phenocomplex (*phenomorph*) in a particular habitat. While uniting ventral phenomorphs in clusters and localizations in populations, dominance of certain clusters was observed as well: "*Hieroglyph fragments*" are dominating more in populations of *Bauska*, *Spulgas* and *Medumi* than in populations of *Demene* and *Ilgas*. This research provides bigger number of pheno complexes so that data could be subjected to statistical analysis and it would be possible to make more convincing conclusions, which is a continuation of this research. Rare phenomorph - almost entirely a one-orange-yellow belly, practically without black spots draw up 1.39%.



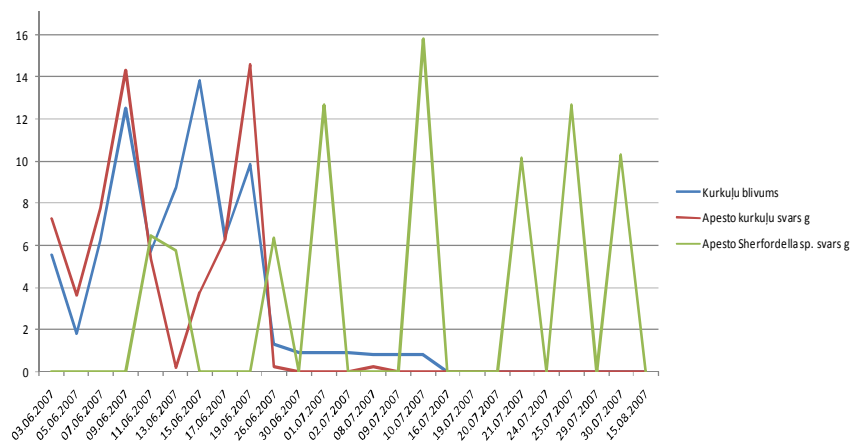
Picture 14. Ventral phenocomplexes in Latvia: 1- „*Hieroglyph*”; 2- "*Hieroglyph fragments*"; 3 - "*Splinters*" and „*Ovals*"; 4 - „*Flourishes*"; 5 - „*Mono*".

3.10. Features of trophic objects of *B.bombina*

In *B.bombina* excrements fragments of invertebrates Invertebrata were found together with fragments of plants – seed of sedge *Carex sp.* and leaves of three-clove water flower *Lemna trisulca* as well as with mineral inclusion fragments of undifferentiated mass. In the excrements of juvenile specimens larvae of *Mollusca*, *Arthropoda* were found more than in those of adult *B.bombina* for which *Arthropoda* imago, mainly flying forms (*Hymenoptera*, *Diptera*) were found. In both age groups fragments of beetles *Coleoptera* were represented. In general the basic trophic object of the surveyed specimen is small beetles *Coleoptera*, including representatives of *Staphylinidae*. *Invertebrata* aquatic forms dominate in trophic for juvenile *B.bombina* specimens, for adults – terrestrial forms. Number of trophic objects in both groups is similar. In the excrements of juvenile specimens length of *Arthropoda* fragments statistically differ significantly ($p < 0.05$) from the one found in adults' excrements and are smaller. The length of *Arthropoda* legs and *Mollusca* fragments do not have statistically significant difference. Fragments of *Arthropoda* trophic objects for *B.bombina* females statistically differ significantly ($p < 0.01$) and are smaller than for males.

3.11. Choice of food objects of *B.bombina* in laboratory experiment

In conditions of high density of tadpoles and simultaneous supply of terrestrial insects fired-bellied toads choose to prey for terrestrial insects and drop preying tadpoles. Only when the supply of insects is diminishing fire-bellied toads resort to preying tadpoles (Picture 15). Use of tadpoles as food objects depends on their density and size. At the density 5,56 sp./l the tadpoles are preyed intensively in the conditions of lack of terrestrial insects.



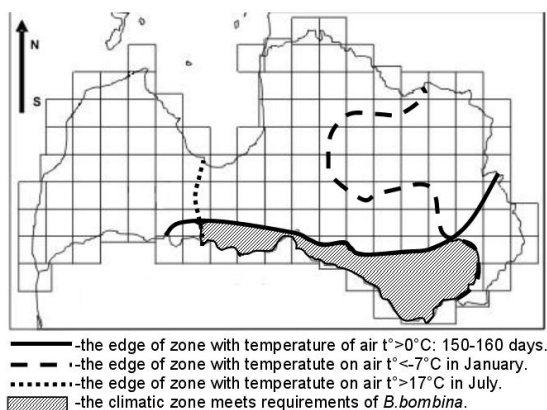
Picture 15. Dynamics of choice of food objects of *B.bombina* in the experiment.

At tadpoles' density 5,72-8,72 sp./l but with the supply of terrestrial insects the prey for tadpoles diminishes till 5,1 %; mainly terrestrial insects are preyed, in the experiment – cockroach larvae *Blatta lateralis*. (5 -7 mm long). *B.bombina* intensively uses tadpoles as their food if terrestrial insects have not been supplied, however in presence of terrestrial insects they are preyed mostly. *B.bombina* does not sort the species of preyed tadpoles, the cannibalism of tadpoles can be observed. A tadpole which does not exceed 15 mm becomes the food object.

DISCUSSION

***B.bombina* distribution and quantity in Latvia.** In general consideration, *B.bombina* distribute under species-appropriate conditions (Arntzen 1978). Comparing *B.bombina* distribution on the territory of Latvia with maps of geographical zoning (Turlajs 2007) it is obvious that distribution of fire-bellied toads in Latvia is limited to zone with the duration of a frostless season of 150-160 days, which may be connected with greater duration of feeding and smaller duration of wintering. All known *B.bombina* findings in Latvia are located in the zone of the highest mean temperatures in July ($t^{\circ} > 17^{\circ}\text{C}$) that may be significant for development

and well-timed metamorphosis of tadpoles on the north of the area. It is possible to forecast that *B.bombina* distribution in Latvia may continue within the borders of zones of the highest July temperatures ($t^{\circ}>17^{\circ}\text{C}$) and the duration of a frostless season of 150-160 days. In the eastern part of Latvia distribution may be limited by the zone of air temperature in January less than -7°C , on the north - decrease of a frostless season, on the west - decrease of mean air temperature in July (16.fig.). As a result of climate warming a resultant boundary of the effect of limiting factors may be shifted to the north, west or east, depending on the effect of climate warming (a longer frostless season, warmer summers and winters) that, possibly, already occurs in recent decades. A longer frostless season may contribute to grater duration of feeding period, more rapid development of tadpoles, earlier metamorphosis and fattening of juvenile individuals before wintering, shorter period of wintering that will allow fire-bellied toads to survive comparatively low temperatures in places of wintering. Rammert (2005) declares that the temperature of the earth's surface in the last one hundred years globally increased to $0,6^{\circ}\text{C}$. It is possible that climate warming, increase of winter temperatures (Rammert 2005, LVĢMA 2009), especially in Latgale and Zemgale, contribute to *B.bombina* distribution in Latvia. Therefore, *B.bombina* may be used in Latvia as a biological indicator for monitoring of the effect of climate warming.



Picture 16. Zone of potential distribution of *B.bombina* in Latvia caused by climatic factors complex.

Disappearance or recolonization of localities indicates on existence of metapopulations (Levins 1970, cited in: Edenhamn 1993). Marsh D.M. and C.Peter (2001) declare that a change in spatial structures of amphibious populations in many parameters resembles a model of metapopulations and the disappearance of localities is determined by factors and it is not an accidental process. Schmidt and Pellet (2005) believe that a spatial structure of species is determined more by population processes, than peculiarities of environment. In closed populations a number of adult individuals in the course of time is similar that cannot be said about open populations (Halpern et

al 2005, Sas et al 2005a). It is possible to forecast that *B.bombina* subpopulations in Latvia are tightly connected with subpopulations in Belarus - *Kryvasieli* (Pupiņa, Pupiņš, non-publ.data) and Lithuania - *Panevėžis*, *Biržai*, *Zarasai*, *Kimbartiškes* (Trakimas, Bērziņš pers.com.).

***B.bombina* biotopes in Latvia.** Basing on the assumption that a size of a population depends also on special conditions of environment at a specific stage of development and these conditions determine a boundary of species' distribution, in the case of *Bombina* populations (Halpern et al. 2005, cited in: Sas et al. 2005a), probably, a deficiency in corresponding aqueous biotopes limits *B.bombina* distribution in Latvia under the climatic conditions on the north of the area. Proximity of other *B.bombina* locality proved to be important, including up to 1000 m, probably, this distance makes it possible for *B.bombina* to migrate mutually, ensuring a flow of genes between localities (Vos et al. 2001, cited: Almhagen 2007), decreasing the degree of inbreeding (Almhagen 2007). Presence of *Mollusca* and a weak stream in a reservoir is important (Garcia-Munoz et al. 2007). Analyzing factors relative to *B.bombina* species' manifestations, it turned out that aqueous plants (Sager et al. 2004) have an important and determining role. Researchers point on an important role of plants for reproduction of many amphibians (Hartel 2004), in *B.bombina* biotopes (Sas et al. 2004) they play the role of substratum, possibly, perform a function of stabilizer of temperature fluctuations, dresser of water by oxygen, basis for feeding base. Biotopes, in which *B.bombina* vocalize, most intensively determine the key indicator factor as *Juncus sp.* that reflects, most likely, peculiarities of hydro-regime of a biotope. A significant role of macrovegetation of small reservoirs in formation of a structure of reservoir noted Niekisch (1996). The determining for existence of juvenile individuals factor from abiotic ones is the width of littoral, in the research up to 8 m. From the biotic key indicator factors the correspondence of reservoir to existence of juvenile individuals determines the most intensively the presence of *Dytiscidae* and their larvae in a reservoir (Kruuk, Gilchrist 1997), population of *P.fuscus* tadpoles. Presence of fish for amphibians, especially in a biotope of juvenile individuals, is really important, but in a negative sense (Brönmark, Edenhamn 1994, Manteifel, Reshetnikov 2002, Reshetnikov 2003, Voß 2005, Kurtiak, Mezhrzherin 2005, Reshetnikov 2007). In the present research *B.bombina* are most rarely met in fish ponds, *B.bombina* disappearance from reservoirs, populated by fishes, was observed.

Ecological factors in *B.bombina* biotopes. The researchers are aware of *B.bombina* requirements for higher temperature and illumination indices and lower water turbidity (Spolwind et al. 2001). The lower water turbidity in the present research is connected with a tendency to neutrality of environment, which indicates on the avoidance of acid medium by *B.bombina*. More acid medium and lower water temperature increase *Anura* embryos' mortality (Flax 1986). Illumination, temperature and pH indices are changeable, but are determining factors in *B.bombina* ecology, since they determine parameters for other factors.

Parameters of a microbiotope of *B.bombina* vocalization. The researchers are aware of *B.bombina* selection of more solar and, therefore, warmer reservoirs (Nilsson 1954), though, in already settled reservoirs, *B.bombina* do not selected the

brightest and warmest places for vocalization. For vocalization *B.bombina* select places with the highest average illumination and temperature indices and with the lowest fluctuations of these indices.

***B.bombina* phenology.** Many authors describe an “extended” period of reproduction during the entire active season (Terentyev, Chernov 1949), until July (Bannikov 1977, Pikulik 1985, Kuzmin 1995), when wintering tadpoles may also remain (Ganya 1981). In the present research the period of *B.bombina* spawning in *Katriniški* localization is 19 days, it is narrower than the period of *P.lessonae* spawning. This testifies to the potential ability of *B.bombina* reproduction in various times of active season, according to environmental conditions.

***B.bombina* morphometry.** Some parameters of *B.bombina* morphometry depend on gender that can be explained by differences in gender ecology (Radojičić 2002). For males a larger weight is typical, possibly, in connection with the peculiarities of sexual behavior: an active protection of individual territory by males during spawning (Kuzmin 1999), vocalization (Bajgar, Berec 2007). A “spawning weight” is noticed among *B.bombina* males that rapidly appears and disappears, it can be an analog to spawning coloration in other species. With vocalizing males “spawning weight” is larger. The males have wider head, possibly, due to vocalization, and, in order not to increase the length, it was possible to increase the body weight, which can have an important role during the protection of individual territory.

Morphometry of *B.bombina* tadpoles and juvenile individuals. In *Ozolaine_4* localization an examined population of tadpoles turned to be the population with the smallest average weight of tadpoles, possibly, due to the lack of fodder in the reservoir at the age of one month. Caudal fin of tadpoles from that biotope was also the narrowest, possibly, due to the absence of predators (Yanchukov et al. 2006). In the reservoir of *Ozolaine_3* locality caudal fin of tadpoles was wider, since the reservoir was colonized by predatory Amur sleeper *Perccottus glenii*. In the biotope of *Katriniški* locality caudal fin of *B.bombina* tadpoles was the widest, in that biotope numerous *Dytiscidae* and *Hidrophylidae* larvae were met. Population of tadpoles was a pioneer population in newly dug ponds (Voß 2005). Notwithstanding a small weight of tadpoles, they finished metamorphosis, as a result of which, the smallest juvenile individuals were not longer than 12 mm and weighed 0,16 g, in contrast to *Katriniški* locality, where the smallest examined juvenile individual had a length of 16 mm and weighed 0,45 g. Therefore it is possible to assert that a smaller weight of underyearling testifies to less optimal conditions, larger – to optimal conditions in a biotope.

Correlation of genders of examined *B.bombina* individuals. In southern populations: in Moldova correlation of genders 1:2 is noted (Ganya 1981), in Ukraine the predominance of females is noted (Marchenkovskaya 1999), in Belarus in southern populations correlation of males and females is 1:1,18 (Drobenkov 2006), i.e., with predominance of females. In Ukraine usually 1:1, in reproductive biotopes 3:1 (Reshetilo 2001), in Germany 1,6:1 (Vollmer 2001). The data of the present research are similar to correlation of *B.bombina* genders on the western boundary of

the area. Sexual structure of *B.bombina* population in Latvia (1,7: 1) may reflect theoretically “the tendency” of males to master new territories.

Ventral phenetic complex of *B.bombina*. Strong attachment to lived-in biotopes is noted for amphibians (Smith, Green 2005; Seppä, Laurila 1999; Marsh, Trentham 2001, cited in: Almhagen 2007). A tendency to philopatry is typical for amphibians of a moderate climate (Smith, Green 2006, cited in: Almhagen 2007). Complexes of certain phenes are used basically for description of intraspecific variability (Pikulik 1985, Masalykin 1989, Ishchenko 1990, Kosova 1996, Novitsky 1996, cited in: Novitsky 2001). According to frequency relations of variants of separate phenes, it is possible to judge about genetic specificity of population (Yanchukov 2002). On the basis of this, possibilities to evaluate intraspecific structure are confirmed by the long-term stability of gene pool of populations of different taxons (Beregovoy 1969, Beregovoy 1972, Vasilyev 1983, cited in: Novitsky 2001).

Trophic objects of *B.bombina*. *B.bombina* trophic spectrum depends on a biotope and composition of invertebrates' fauna in it, weather conditions and time of active season (Kuzmin 1999, Sas et al. 2004, Széplaki et al. 2006). Trophic spectrum of adult *B.bombina* about 50% (30-76% (Bannikov 1977)) consists of aqueous invertebrates, including mollusks and larvae (Pikulik 1985). In the present research aqueous invertebrates made 45% of trophic objects of adult *B.bombina*. The obtained results showed that, from invertebrate trophic objects, 89% comprise the arthropods (from which 39% are *Coleoptera*, 39% *Diptera* and *Hymenoptera*, 18% comprise living in water larvae), 2% *Mollusca* that is close to the data of Sas et al. (2003, 2004) and to the results of Ruchin, Ryzhov (2003). Presence of parts of plants and mineral inclusions in *B.bombina* trophic composition was stated also by other researchers (Sas et al. 2003, cited in: Ghiurcă 2005, Sas et al. 2004, Széplaki et al. 2006). Inclusions of fragments of plants are interpreted as accidental, which get to digestive tract of amphibious together with an eaten up representative of the Animal kingdom (Whitaker et al. 1977, cited in: Sas et al. 2004), just as mineral inclusions (Sas et al. 2004). Though, such frequent occurrence of these inclusions may lead to thoughts about their functional value: gastroliths and a source of vitamins. *B.bombina* exploit different segments of trophic resources (Cogălniceanu et al. 2001): males hunt after bigger terraneous arthropods, females - after smaller, and juveniles – even after smaller, basically after aqueous invertebrates and their larvae that is similar to that, noted by Sas et al. (2005b). Meanwhile, for juvenile individuals identified larvae are those of predatory insects (*Dytiscidae*) that fishes eat unwillingly due to their toxicity (Tate, Hershei 2003), and that at later stages of larvae and imago attack amphibious' roe and tadpoles (Formanowicz 1986). Thus, juveniles control a number of their own invertebrate predators at the early stages of their development. Males hunt after bigger trophic objects, possibly, gender differences in size of a head: males have wider head, allow them to do this. In the present research the differences in size of trophic objects of *B.bombina* males, females and juvenile individuals are discovered, thus, three categories of individuals from one species realize trophic press to minimum three dimensional groups of trophic resource.

***B.bombina* selection of feeding objects in the experiment.** The research has shown that, by an identical offering of tadpoles and insects, *B.bombina* prefer to eat up insects. Carried out in nature researches show the preference of terraneous arthropods, especially flying insects, in *B.bombina* trophism (Kuzmin 1995, Sas et al. 2003, 2004, Ruchin, Ryzhov 2003, Széplaki et al. 2006). Sas et al. (2005b) noted that tadpoles in *B.variegata* stomach are met only by males. Preference of aqueous invertebrates in *B.bombina* trophism was noted in nature by researchers Bannikov (1977), Pikulik (1985), Kuzmin (1995), Sas et al.(2005a), as well as connection of trophic spectrum with peculiarities of biotope, so, trophic aqueous forms prevail, if *B.bombina* are found in a reservoir (Kuzmin 1999, Sas et al. 2004). The present research has shown *B.bombina* preferential selection of terraneous *Invertebrata* in conditions of accessibility of numerous *Pelophylax lessonae* tadpoles in the experiment. It is possible to forecast that the selection of *B.bombina* trophic objects in nature may occur according to the following model: in conditions of accessibility of terraneous invertebrates, only they will be eaten up. Tadpoles may serve as a reserve *B.bombina* fodder object, usually practically guaranteed during the larger part of active season. Thus, *B.bombina*, possibly, participate in regulation of a quantity of amphibians.

CONCLUSIONS

1. As a result of carried out research the hypothesis about the fact that, besides two historically known small subpopulations of *B.bombina* (*Bauska, Ilgas*), there are also other subpopulations *B.bombina* in Latvia was confirmed. During the research in 2004 – 2008 five subpopulations: *Ainavas, Dēmenes, Medumu, Eglaines* in Daugavpils region and *Spulgu* in Aizkraukles region were found, in which 66 localizations were stated. All subpopulations are located on the south of Latvia at the boundaries with Lithuania and Belarus, in the zone of the longest frostless season and of the highest air temperature in July in Latvia that shows that distribution of species in Latvia is limited by a comparatively cold climate. A part from open localizations is comparatively young - from one to approximately 12 years, therefore, it is possible to consider that in recent years there occurs the expansion of area to the north. It is possible to consider *B.bombina* as species - indicator of climate warming.
2. As a result of carried out research the hypothesis about the fact that *B.bombina* biotopes on the north of the area in Latvia have peculiarities of ecological nature, which determine the degree of *B.bombina* reproductive success was confirmed. There are key indicators of factors of biotopes, which are connected with the degree of reproductive success of species, most important of which are the presence of *Pelobates fuscus* and *Triturus cristatus* larvae. Optimal biotopes determine biotic key indicators factors more significantly, than abiotic: presence of other amphibians, aqueous beetles, mollusks and aqueous macrophytes has a greater significance, than physical parameters of a reservoir. Lived-in *B.bombina* reservoirs differ in their parameters from not lived in: a reservoir is more illuminated, water is more transparent and the pH is higher (nearest to neutral).

The analysis of factors of medium showed a straight, strong correlation with the highest average indices of illumination, water and air temperature, weak link with an electrical conductivity of water. *B.bombina* vocalize in places, in which parameters of medium - illumination and temperature have the highest average indices and the lowest fluctuations of sizes of these parameters.

3. In the course of the carried out research the third hypothesis about the fact that *B.bombina* ecology on the northern boundary of the area has the characteristic peculiarities was confirmed:
4. Flexibility of reproductive period is characteristic for *B.bombina*, which makes it possible to adapt to change of conditions in a concrete biotope or to climatic conditions of any year. In one biotope the spawning in spring lasted not more than a month and in the middle of summer it was not stated. In other biotopes they were spawning in July and the tadpoles has been developing until October.
5. Trophic strategies of adult *B.bombina* change depending on the accessibility of feeding objects in the experiment: terraneous insects are more preferable trophic group than larvae of amphibious; in conditions of deficiency in insects, *B.bombina* basically are fed with *Anura* larvae that broadens *B.bombina* trophic spectrum, in comparison to other *Anura*, and decreases the influence on fodder base of trophically competing species of amphibians in future.
6. The identified trophic objects of *B.bombina* include basically arthropods, as well as plant and mineral inclusions. On the average, in each of *B.bombina* excrements in the research parts of plants - *Carex vesicaria* seeds and *Lemna trisulca* fragments are stated together with fragments of invertebrates. Small terraneous insects (*Insecta: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera* imago) prevail by adult *B.bombina*, by juvenile individuals - small mollusk and small larvae of aqueous invertebrate (*Mollusca; Insecta* larvae), females eat up smaller fodder objects than males. Thus, population renders gender-dependant and age-dependant trophic press to different segments of trophic resource, which decreases intraspecific trophic competition.
7. The body weight and the width of *B.bombina* head are gender-dependant: by males the body weight is bigger and head is wider that testifies to different gender ecology and competition between males. An increased "spawning" weight is registered for *B.bombina* males, which decreases rapidly during the termination of spawning. "Spawning" weight of satellite males is smaller that indicates on a weaker expression of competition and reflects social differentiation of males, thus, there are actively and passively competing males.
8. The correlation of *B.bombina* males and females in the population of Latvia in general is identified in the research as 1,7:1.
9. The analysis of ventral phenetic complexes of *B.bombina* has shown the dominance of definite variations in phenetic complexes (phenetic morphs) in concrete localizations that indicates on great relations of *B.bombina* individuals in

limits of localization and a definite expression of philopatry. In ventral phenetic complexes of *B.bombina* in Latvia prevail large spots in general.

LITERATŪRAS SARAKSTS / REFERENCES

- Almhagen J. (2007): Anuran colonization of newly constructed ponds: The importance of time and distance to source Populations. -Master thesis in Applied Ecology. University of Halmstad School of Business and Engineering: 1-24
- Arntzen J.W. (1978): Some Hypotheses on Postglacial Migrations of the Fire-Bellied Toad, *Bombina bombina* (Linnaeus) and the Yellow-Bellied Toad, *Bombina variegata* (Linnaeus). -Journal of Biogeography, Vol. 5, No. 4 (Dec., 1978): 339-345.
- Bajgar A., M.Berec (2007): Reproductive strategy of satellite males of European tree frog (*Hyla arborea*). -in: Abstracts of 14th European congress of herpetology and SEH ordinary general meeting. Porto, Portugal: 176-176.
- Bannikov A.G., I.S.Darevsky, V.G.Ishchenko, A.K.Rustamov, N.N.Szczerbak (1977): Opredelitel zemnovodnyh i presmykayushchihsya fauny SSSR. -Prosvetchshenie, Moscow: 1-415. (In Russian).
- Bērziņš A. (2003): Sarkanvēdera ugunskrupis. in: Latvijas sarkanā grāmata. -Rīga: LU Bioloģijas institūts. -82-83.
- Brönmark C., P.Edenhamn (1994): Does the Presence of Fish Affect the Distribution of Tree Frogs *Hyla arborea*? Conservation biology. Vol. 8(3): 841-845.
- Cimdiņš P., M.Kļaviņš (2004): Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība. LU Akadēmiskais apgāds. Latvija, Rīga:1-206.
- Cogalniceanu D., M.W.Palmer, C.Ciubuc (2001): Feeding in anuran communities on islands in the Danube floodplain. -Amphibia-Reptilia. Vol.22 (1): 1- 19(19).
- Crump M.L., Scott N.Jr. (1994): The research by visual observation. -in: Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C., Mercedes S., (eds.): Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians. -Foster Smithsonian Institution Press; Russian Translation 2003, KMK: 89-98. (Transl., in Russian)
- Drobenkov S.M., R.V.Novickij, M.M.Pikulik, L.V.Kosova, K.K.Rizhevich (2006): Zemnovodnije Belarusi: rasprostraneniye, ekologiya i ohrana. -Minsk, Belorusskaja nauka: 1-215.
- Edenhamn P. (1993): Metapopulation dynamics in an amphibian perspective. -In: Stumpel A.H.P., U.Tester (eds.): Ecology and Conservation of the European Tree Frog. -Proceedings of the 1st International Workshop on *Hyla arborea*, 13-14 February 1992, Potsdam, Germany: 65-70.
- Flax N.L. (1986): Influence of acid ity and water temperature on the survival of Sakhalin anurans. -in: Ananjeva N.B., L.J.Borkin (eds). *Systematics and ecology of amphibians and reptiles*. -USSR Academy of Sciences. Proceedings of the zoological institute. Vol. 157: 152-165.
- Formanowicz D.R.Jr. (1986) : Anuran tadpole/aquatic insect predator-prey interactions : tadpole size and predator capture success. -Herpetologica, 42(3) : 367-373.
- Ganya I.M. (ed.) (1981): Ryby, zemnovodnye, presmykayushchiesya. Zhivotnyi mir Moldavii. -Kishenev, Shtiinca: 1-224.
- Garcia-Munoz E., G.Parra, F.Ortega, F.Guerrero (2007): Artificial ponds for irrigation: the alternative habitats for amphibians in the south of Spain. -Abstracts of 14th European Congress of Herpetology and SEH ordinary general meeting. 19-23 september 2007, Porto, Portugal: 220-220.
- Gasc J.P., Cabela A., Crnobrnja-Isailovic J., Dolmen D., Grossenbacher K., Haffner P., Lescure J., Martens H., Martz Rica J.P., Maurin H., Oliveira M.E., Sofianidou T.S., Veith M., Zuiderwijk A. (eds) (1997): Atlas of amphibians and reptiles in Europe. -Collection

- Patrimoines Naturels, 29, Societas Europaea Herpetologica, Mus. National d'Histoire Naturelle & Service du Patrimoine Naturel, Paris: 1-496.
- Ghiurcă D., L.Zaharia (2005): Data regarding the trophic spectrum of some population of *Bombina variegata* from Bacău county. -North-Western Journal of Zoology, Vol.1: 15-24.
- Gollmann B., G.Gollmann (2002): Die Gelbbauchunke. -Laurenti-Verlag. Zeitschrift für Feldherpetologie, Beiheft 4: 1-135.
- Hartel T. (2004): The long term trend and the distribution of amphibian populations in a semi-natural pond in the middle section of the Târnava-Mare Valley (Romania). -Biota 5/1-2: 25-36
- Inger R. (1994): The description of a microbiotope. -in: Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C., Mercedes S. (eds.): Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians. -Foster Smithsonian Institution Press; Russian Translation 2003, KMK: 64-70. (Transl., in Russian)
- Jaeger R. (1994a): The account on the transects. -in: Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C., Mercedes S. (eds.): Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians. -Foster Smithsonian Institution Press; Russian Translation 2003, KMK: 110-115. (Transl., in Russian).
- Jaeger R. (1994b): The mosaic account. -in: Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C., Mercedes S. (eds.): Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians. -Foster Smithsonian Institution Press; Russian Translation 2003, KMK: 115-117. (Transl., in Russian).
- Jamieson B.G.M. (ed) (2003): Reproductive Biology and Phylogeny of Anura. -Science Publishers, Inc. Enfield (NH), USA , Plymouth, UK: 1-452.
- Kruuk L.E.B., Gilchrist J.S. (1997): Mechanisms Maintaining Species Differentiation Predator-Mediated Selection in a *Bombina* Hybrid Zone. -In: Proceedings: Biological Sciences, Vol. 264, No. 1378: 105-110.
- Kurtiak F. F., S. V. Mezhzherin (2005): Morphometric Variation, Geographic Distribution and Population Size of *Triturus cristatus* and *Triturus dobrogicus* (Amphibia, Salamandridae) in Transcarpathians. -Vestnik zoologii, 39(5): 49-57
- Kuzmin S.L. (1995): Die Amphibien Rußlands und angrenzender Gebiete. -Spektrum Akademischer Verlag: 1-274.
- Kuzmin S.L. (1999): Zemnovodnye byvshego SSSR. -Tovarishchestvo nauchnyh izdanij KMK. Moskva: 1-298.
- Kuzmin S.L., Pupina A., Trakimas G. (2008): Northern border of the distribution of the red-bellied toad (*Bombina bombina*). -Zeitschrift für Feldherpetologie 15: 1-14.
- LVĢMA (v/a "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūra") (2009). <http://www.meteo.lv> [06.01.2009]
- Manteifel Y.B., A.N. Reshetnikov (2002): Avoidance of noxious tadpole prey by fish and invertebrate predators: adaptivity of a chemical defence may depend on predator feeding habits. -Arch. Hydrobiol. 153 4, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 657-668.
- Marchenkovskaya A.A. (1999): Harakteristika nekotoryh ekologicheskikh pokazateley krasnobryuhoj zherlyanki iz biotopov Dneprovsko-Orelyskogo zapovednika. -Materiali nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyaschennoj 60-letiyu so dnya obrazovaniya Gosudarstvennogo zapovednika "Belovezhskaya pushcha". NII Biologii Dnepropetrovskogo Universiteta: 316-317.
- Marsh D.M., C.Peter (2001): Metapopulation Dynamics and Amphibian Conservation. - Conservation Biology. Vol.15(1): 40-49.
- McDiarmid R.W. (1994): The standards of data. -in: Heyer W.R., Donnelly M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.A.C., Mercedes S., (eds.): Measuring and Monitoring Biological Diversity

- Standard Methods for Amphibians. -Foster Smithsonian Institution Press; Russian Translation 2003, KMK: 61-64. (Transl., in Russian).
- Ministru kabinets (2000): Ministru kabineta 2000.gada 14.novembra noteikumi Nr.396 "Par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu" ar grozījumiem, kas izdarīti līdz 27.07.2004. -Vestnesis, 413/417.
- Moller S. (1997): Nahrungsanalysen an *Lacerta agilis* und *Lacerta vivipara*. -In: Henle K., Veith M.: Naturschutzrelevante Methoden der Feldherpetologie. -Mertensiella. Supplement zu Salamandra. Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde (DGHT). Bonn. 7: 341-348.
- Niekisch M. (1996): Die Gelbbauchunke: Biologie, Gefahrung, Schutz. -Margarf Verlag: 1-234.
- Nilsson O.H.A. (1954): On the larval development and ecological conditions governing the distribution of the fire bellied toad, *Bombina bombina* (L.), in Scania. -Kungl. fysiogr. Sällsk. Handl. N.F. 25(10): 1-24. Lund.
- Novitsky R.V., V.A.Bakharev, A.M.Andersen, L-Ch.Adrados, L.A.Briggs (2001): Fenetic analysis of fire-bellied frog (*Bombina bombina* L.) in Denmark and Belarus. -Vesti Nacyanalnai Akademii Navuk Belarusi, ser.bial., 4: 97-100.
- Pikulik M. (1985): Zemnovodnije Byelorussii. - Nauka i tehnika, Minsk: 1-191. (In Russian).
- Pupin A.O., Pupin M.F. (1990): On the keeping and breeding of species of the genus *Bombina*. - Amphibian Zooculture, collected papers. A.N.Severtsov's Institute of Animal Evolutionary Morphology and Ecology, Acad. Sci. USSR, Moscow: pp. 101-106.
- Pupiņa A., Pupiņš M. (2007): Sarkanvēdera ugunskrupis *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) un tā aizsardzība Latvijā. -LES: 1-143.
- Pupiņš M., Pupiņa A. (2006): Sarkanvēdera ugunskrupja *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) sugas aizsardzības plāns Latvijā. -Dabas aizsardzības pārvalde, Rīga: 1-82.
- Radojicic J.M., D.D.Cvetkovic, L.M.Tomovic, G.V.Dzukic, M.L.Kalezic (2002): Sexual dimorphism in fire-bellied toads *Bombina spp.* from the central Balkans. -Folia zool. 51(2): 129-140.
- Rammert U. (2005): Monitoring von Klimaveränderungen mit Hilfe von Bioindikatoren (Klima-Biomonitoring). Jahresbericht 2004 Landesamt für Natur und Umwelt. Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Pirwitz Druck, Design, Kiel:7-22.
- Reshetilo O.C. (2001): Ekologichne ta mikroevoluciyne znacheniya chervonocherevoy ta zhovtocherevnoy kumok (*Bombina*). -Uchenye zapiski Tavricheskogo nacionalynogo universiteta, Tom 14 (53), N 2.
- Reshetnikov A.N. (2001): Influence of Introduced Fish *Perccottus glenii* (*Odontobutidae*) on Amphibians in Small Waterbodies of Moscow Region. -Journal Obschey biologii. Vol. 62: 352-361.
- Reshetnikov A.N. (2003): The introduced fish, rotan (*Perccottus glenii*), depresses populations of aquatic animals (macroinvertebrates, amphibians, and a fish). -Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. Hydrobiologia 510: 83-90.
- Reshetnikov A.N. (2007): A new wave of declining of European amphibians following the distribution of introduced fish rotan *Perccottus glenii*. -Abstracts of 14th European Congress of Herpetology and SEH ordinary general meeting. -Porto, Portugal: 127-127.
- Ruchin A.B., M.K.Ryzhov (2003a): On the Diet of the Marsh Frog (*Rana ridibunda*) in the Sura and Moksha Watershed, Mordovia. -Advances in Amphibian Research in the Former Soviet Union. Sofia – Moscow. Vol. 7: 197 – 205.
- Sager L., N.Perrotet, B.Oertli, J.D.Auderset, J.-B.Lachavanne (2004): Is a multimetric index suitable to assess the ecological status of ponds? Part 1. Macrophytes. -Abstracts of 1st European Pond Workshop, Geneva: 33.
- Sas I., S.-D.Covaci-Marcov, D.Cupsa, A.-S.Cicort-Lucaciu, L.Popa (2005b): Food analysis in adults (males/females) and juveniles of *Bombina variegata*. -University of Oradea. Analele Stiintifice ale Universitatii "A.I. Cuza" Iasi, s. Biologie animala, Tom LI: 169-177.

- Sas I., S.-D.Covaciu-Marcov, D.Cupsa, A.Schircanici, L.Aszalos (2003): Studiul spectrului trofic al unei populatii de *Bombina bombina* (Linnaeus 1761) din zona resighea (Judetul Satu-Mare, Romania). -Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicări. Stiintele Naturii, Vol. XIX / 2003 , 183 – 188. (In Romanian).
- Sas I., S.-D.Covaciu-Marcov, D.Cupsa, A.Schircanici, V.I.Peter (2004): The study of the trophic spectrum of *Bombina bombina* (Linnaeus 1761) populations in the Ier Valley (County of Bihor, Romania). - Nymphaea Folia naturae Bihariae XXXI: 91 – 109.
- Sas I., S.-D.Covaciu-Marcov, M.Pop, R.-D.Ile, N.Szeibel, C.Duma (2005a): About a closed hybrid population between *Bombina bombina* and *Bombina variegata* from Oradea (Bihor county, Romania). -North-Western Journal of Zoology, Vol.1: 41-60.
- Schmidt B.R., J.Pellet (2005): Relative importance of population processes and habitat characteristics in determining site occupancy of two anurans. -Wildlife Management 69(3): 884-893.
- Spolwind R., M.Pintar, H.Waidbacher (2001): Auengewässertypisierung an der österreichischen Donau: Amphibien und Fische als Kennorganismen. -in: Kuhn J., Laufer H., Pintar M. (eds): *Amphibien in Auen*. -Laurenti-Verlag: 169-178.
- Streich W.Ü., Beckmann H., Schneeweiss N., Jewgenow K. (1997): Computergestützte Bildanalyse von Fleckenmustern der Rotbauchunke (*Bombina bombina*). -In: Henle K., Veith M. : Naturschutzrelevante Methoden der Feldherpetologie. -Mertensia 7: 93-102.
- Szeplaki E., L.Aszalos, N.-R.Radu, A.Filimon, L.Luca (2006): Feeding niche characteristics of a *Bombina bombina* population from Livada Plain (Satu-Mare County, Romania). -Analele Universitatii din Oradea, Fascicula Biologie, Tom XIII: 14-17.
- Szymura J.M. (1983): Genetic differentiation between hybridizing species *Bombina bombina* and *Bombina variegata* (Salientia, Discoglossidae) in Poland. Amphibia-Reptilia, Vol.4(2-4):137-145(9).
- Tate A.W., A.E.Hershey (2003): Selective feeding by larval dytiscids (*Coleoptera: Dytiscidae*) and effects of fish predation on upper littoral zone macroinvertebrate communities of arctic lakes. -Hydrobiologia. Volume 497 (1-3) May:13-23.
- Tauriņš E., Ozols E. (1957): Latvijas PSR dzīvnieku noteicējs, I., Bezmugurkaulnieki. -Latvijas valsts izdevniecība, Rīga: 1-871.
- Terentyev P., S.Chernov (1949): Opredelitel presmykayuzschihysa i zemnovodnyh. - Sovetskaya nauka, Moscow: 1-339. (in Russian).
- Turlajs J. (ed.) (2007): Latvijas ģeogrāfijas atlants. -Kāršu izdevniecība Jāņa sēta: 1-40.
- Vollmer A. (2001): Verbreitung, Bestandssituaton und Gewässerhabiate der Rotbauchunke (*Bombina bombina*) in der Elbaue zwischen Worlitz und Dessau (Sachsen-Anhalt). -in: Kuhn J., Laufer H., Pintar M. (eds) (2001): Amphibien in Auen. -Laurenti-Verlag, Oktober 2001: 245-251.
- Vörös J., M.Alcobendas, I.Martknez-Solano, I.Garcka-Parks (2006): Evolution of *Bombina bombina* and *Bombina variegata* (Anura: Discoglossidae) in the Carpathian Basin: A history of repeated mt-DNA introgression across species. Molecular Phylogenetics and Evolution. 38: 705–718.
- Yanchukov A., Mezhhzherin S.V., Morozov-Leonov S.Y. (2002a): Analiz transekti gibridnoj zoni krasnobrjuhoj (*Bombina bombina*) i zheltobrjuhoj (*Bombina variegata*) zherljanok v prikarpatje. -Vestnik zoologii, 36(4): 41-46.
- Yanchukov A., S.Hofman, J.M.Szymura, S.V.Mezhhzherin, S.Y.Morozov-Leonov, N.H.Barton, B.Nurnberger (2006): Hybridization of *Bombina bombina* and *B. variegata* (Anura, Discoglossidae) at a sharp ecotone in western Ukraine: comparisons across transects and over time. -Evolution, 60(3): 583–600.
- Yanchukov A., S.Y.Morozov-Leonov (2002b): Sravnitel'nij analiz geneticheskogo sostava gibridnih populacij jevropeiskih zherljanok roda *Bombina* (Oken, 1816) iz Ukraini i Horvatii. -Citologija i genetika, 36(3): 36-40.