



БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ  
СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ

КАТЕДРА „ЕКОЛОГИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ПРИРОДНАТА СРЕДА”

**ИВАН СЛАВОВ ТЕЛЕНЧЕВ**

**ХАБИТАТЕН ИЗБОР И МОДЕЛИ НА ПОВЕДЕНИЕ ПРИ ГУЩЕРИ  
ОТ СЕМ. ANGUIDAE В БЪЛГАРИЯ**

**Автореферат**

ЗА ПРИСЪЖДАНЕ НА ОБРАЗОВАТЕЛНА И НАУЧНА СТЕПЕН „ДОКТОР”,  
ПРОФЕСИОНАЛНО НАПРАВЛЕНИЕ 4.3. БИОЛОГИЧЕСКИ НАУКИ (ЕКОЛОГИЯ И  
ОПАЗВАНЕ НА ЕКОСИСТЕМИТЕ – ПОВЕДЕНЧЕСКА ЕКОЛОГИЯ)

**Научни ръководители:**

проф. д-р Даниела Симеоновска-Николова;

доц. д-р Николай Начев

2018

Настоящата дисертация съдържа 146 страници текст с включени 20 таблици, 22 снимки и 21 фигури. Списъкът със цитирана литература включва 172 заглавия, от които 41 са на кирилица и 131 на латиница.

Дисертацията е обсъдена и насочена за защита на заседание в разширен състав на катедра Екология и ОПС при Биологическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, проведено на 30.04.2018 г.

Защитата на дисертационния труд ще се проведе на..... 2018 г. от ..... в Заседателната зала на Биологическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, бул. Драган Цанков 8.

\* Номерацията на таблиците, фигурите и снимките в автореферата е същата както и в дисертацията.

## 1. Увод

Хабитатният избор и моделите на поведение и активност са важни компоненти от екологията и поведението на гущерите. Семейство *Anguinae* у нас е представено от три вида – Европейски змиегущер *Pseudopus apodus* (Pallas, 1775), познат още като жълтокоремник, шелтопусик и два вида слепози – обикновен слепок, *Anguis fragilis* (Linnaeus, 1758) и източен или колхидски слепок, *Anguis colchica* (Nordmann, 1840). Правени проучвания относно хабитатния избор на змиегущера се отнасят основно за източните и централните части на ареала му (Кримски полуостров, Кавказки регион и Средна Азия), но данните са противоречиви. Като цяло, видът е слабо проучен, особено на територията на България. Все още няма изследвания относно неговата активност, хабитатни предпочитания и използване. Змиегущерът е считан за уязвим [VU] в Червената книга на България (Tzankov, 2015). Според много автори, слепозите от източна Европа и западна Азия предпочитат основно гористи местообитания с висока влажност, но за разпространението на техните популации в България също се знае сравнително малко (Jablonski et al., 2016).

Реакциите на слепозите към хищници, конкуренти и себеподобни имат съществено значение за разбирането на съществуването на гущерите в техните местообитанията. В тази връзка важен компонент е способността им за разпознаване и идентифициране на хищници (Lima, Dill, 1990). Такива адаптации са свързани със способността на жертвата да различи химичните следи оставени от хищника (Kats, Dill, 1998). На територията на България, враговете на слепозите са усойницата (*Vipera berus*), пепелянката (*Vipera ammodytes*), големия стрелец (*Dolichophis caspius*), но не е ясно до каква степен гущерите ги разпознават и реагират.

Все повече изследвания доказват връзки между индивидуалните поведенчески характеристики и факторите, важни за приспособимостта на индивидите. Поведенческата изменчивост има наследствен характер и е свързана с особеностите в начина на живот (Dochtermann et al., 2015). Ключова ос в индивидуалността на животните е вариацията “увереност – плахост“. Един смел индивид обикновено показва високи нива на изследователско поведение в нова среда. Изследователското поведение на видовете или популациите зависи от различните аспекти на тяхната екология. Заедно с това, разбирането на пространствените връзки и взаимодействието със себеподобните е друг важен компонент от хабитатния избор на видовете гущери, но у нас такива

поведенчески изследвания също не са провеждани. Всичко това определя целта и задачите на настоящия дисертационен труд.

## 2. Литературен Обзор

### 2.1. Разпространение и хабитатен избор

Начинът, по който животните използват физичните и биологичните ресурси на местообитанията е важен аспект от тяхната поведенческа екология. Различни аспекти от нея, като хабитатен избор, термална екология, хранене, защита от врагове и други са изследвани при различни видове гущери (Beck, Jennings, 2003; Reaney, Whiting, 2003; Quirt et al., 2006; Schulte, Köhler, 2010).

Европейският змиегушер е най-големият представител на семейство *Anguinae*. В Киргизстан, Армения и Азербайджан, змиегушерът предпочита местообитания с гъста растителност (Яковлева, 1964; Алекперов, 1978; Arakelyan et al., 2011), докато в Крим той предпочита каменисти склонове с храстови съобщества, избягвайки гъстата растителност (Щербак, 1966). Европейския змиегушер в Източните Родопи в Гърция предпочита сухи, открити площи с малко или никакви дървета и с голямо количество укрития под формата на храсти и камени купчини. В България, змиегушерът обитава основно южните части на страната и Черноморието, където е описан в тревисто-храстови съобщества и редки гори (Бешков, Нанев, 2006). Змиегушерът е дневноактивен. Природозащитния му статус по IUCN е LC (Least Concern). Видът е считан за уязвим [VU] в Червената книга на България (Tzankov, 2015).

Слепоците от вида *A. fragilis* са разпространени в цяла континентална Европа, включително Великобритания и Скандинавия (Dely, 1981; Cabela, 1997; Salvador, 1998). Популациите им достигат и до Мала Азия. Според много автори, слепоците от източна Европа и западна Азия предпочитат основно гористи местообитания с по-висока влажност (Шляхтин и др., 1999; Бакиев и Файзулин, 2001; Хабибуллин, 2001, 2003; Литвинов, Ганщук 2009). По данни на Varan et al. (1988) за територията на Турция, *A. fragilis* обитавал цялото крайбрежие на Черно Море. Според авторите, количеството на валежите са били лимитиращия фактор за разпространението на вида. У нас обикновеният слепок се среща в югозападната част на страната, основно в планинските райони на Рила, Пирин, Родопите, Западна Стара планина и Витоша (Jablonski et al., 2016). Обитава разнообразни местообитания с гъста храстова и тревна растителност, широколистни гори и урбанизирани райони. Природозащитния статус на

този слепок по IUCN е LC (Least Concern). Обикновеният слепокът е включен и в Приложение III на Бернската конвенция.

Източния слепок е установен основно в югоизточната част на Европа (Балканския полуостров) и западна Азия. В България видът се среща в северната и източната част на страната предимно в по-ниските райони на Стара планина, Странджа, Дунавската равнина и Черноморието (Jablonski et al., 2016). Подобно на своя близкородствен *A. fragilis*, *A. colchica* също се среща в райони с гъста растителност, гори и населени места. Неговият природозащитен статус по IUCN е LC (Least Concern), като също е включен и в Приложение III на Бернската конвенция.

## **2.2. Активност и температура**

Повечето изследвания, свързани с активността на змиегушерите са правени между 50-те и 80-те години на миналия век. Данните относно активността на Европейския змиегушер са противоречиви и информацията е стара, основно от Крим, Кавказ и Средна Азия. Змиегушерът е определен като типично дневноактивно животно, избягващо горещите части на деня. Подобни наблюдения са направени от Мухелишвили (1970). За разлика от змиегушера, при слепците има повече наблюдения и данни относно хабитатния избор и периоди на активност. Според Meek (2005) в района на Западните Балкани *A. fragilis* са били активни най-много в сенчести или полусенчести местообитания и най-малко в открити пространства. Според автора, причината за това поведение са ограничената подвижност на слепците и тяхната стратегия за предпазване от врагове и намиране на храна. Представителите на *A. fragilis* са с най-дълъг период на активност – от февруари до октомври и декември в района на Галиция, Северна Испания (Ferreiro, Galan 2004). Предполага се, че мекият климат и постоянната влажност са основните причини за това.

## **2.3. Биология - размери, пигментация, хранителен спектър**

Характерна особеност за повечето представители на семейство *Anguidae* е липсата на видими крайници и издължено тяло. Мъжките змиегушери са с по-големи глави и малко по-дълги опашки от женските. Младите екземпляри са белезникави, с много ситни бледи петна. При достигане на дължина от около 50 cm младите екземпляри придобиват оцветяване, подобно на това на възрастните (Stojanov et al., 2011). Гушерът е изключително месояден, като в хранителния му спектър присъстват основно насекоми и гастроподи, както и малко количество други безгръбначни и дребни гръбначни (Rifai et al., 2005, Çiçek et al., 2014).

За територията на България, най-дългият *A. fragilis* е измерен 65 cm дължина (женски) и 54 cm (мъжки), докато при източните слепоци размерите са 59 cm (женски) и 57 cm (мъжки) (Бешков, Нанев, 2002; Петров, 2007). Окраската на мъжките обикновени слепоци е бежова до светлокафява, като през размножителния период се появяват сини петна. Източния слепок е доста близък до обикновения, като основния различителен външен белег е наличието на ушен отвор при *A. colchica* (Gvozdík et al., 2010). Въпросът с диетата при слепоците на територията на България е проучван от Ковачев (1912), Пешев и др. (1984), Бешков, Нанев (2002) и Mollov (2010). Всички автори посочват, че основна част от менюто на слепоците са земните червеи, голите охлюви, многоножки, бавно подвижни насекоми и техните ларви, което определя тяхната голяма функционална роля в биоценозата.

#### **2.4. Поведение**

Разпознаването и идентифициране на хищници е от съществено значение за оцеляването на гущерите в местообитанията (Lima, Dill, 1990) и е свързано със способността на жертвата да различава химичните следи, оставени от хищника (Kats, Dill, 1998). За намиране на жертва и респективно за разпознаване на враг, влечугите използват хемосензорни, термосензорни и зрителни рецептори. Според Cabido et al. (2004) слепокът ясно разпознава и предприема бягство при миризма от медянка (*Coronella austriaca*), докато не предприема нищо при досег с миризма на жълтоуха водна змия (*Natrix natrix*) и трипръст сцинк (*Chalcides striatus*). На територията на България пепелянката (*Vipera ammodytes*) и усойницата (*Vipera berus*) са изразени херпетофаги (Stojanov et al., 2011). Двата вида отровници са симпатрични със слепоците (Бешков, 1977; Ursenbacher et al., 2006). Според данните за разпространението на слепоците, пепелянката се среща повече в местообитания, където се намира източния слепок, а усойницата в местообитания, в които се намира обикновения слепок. Обаче отговорът на слепоците към миризмата на тези хищници не е проучен.

Проучвания на Amo et al., (2007), показват, че има връзка между обезлесяването на естествените местообитания на гущерите от вида *Psammodromus algirus* и техните антихищнически стратегии. С унищожаването на местообитанията на тези влечуги намаляват и възможните укрытия и се увеличават усилията на животните да избягват опасностите, което ги прави по-слаби и по-податливи към паразити. В сравнение с женски гущери от непокътнати или слабо нарушени микрестообитания, тези от

силно нарушените показали по-ниска телесна маса и повече кръвни паразити. Според авторите това вероятно има ефект и върху репродуктивните възможности на тези гущери в тези райони на обезлесяване в дългосрочен план. Samia et al. (2015) изследвали дали надморската височина има значение при поемането на риск между мъжките и женските. При мъжките гущери не били открити промени в антихищническото поведение, независимо на каква височина били те. Женските, от друга страна, се чувствали доста по-уверени и спокойни на по-високо. Според Woolrich-Piña et al. (2015) при някои видове гущери яйценосещите женски предпочитат сенчести микроместообитания много повече от неяйценосещите женски и мъжки индивиди. Тези автори посочват, че тази стратегия при бременните женски е свързана с по-голямата нужда от терморегулация, необходима за развитието на ембрионите.

Индивидуалните различия в поведението също имат значение при отговора на жертвите към хищник. Според Clark, Ehlinger (1987) при влечугите индивидуалните вариации могат да зависят от еволюционни процеси, генетични отклонения и екологични промени, както и от естествения подбор. Ключова ос в индивидуалността на животните е вариацията “увереност – плахост“ (Briffa et al., 2008). Смелостта при животните обикновено се определя като склонност за поемане на рискове. Като цяло се предполага, че в сложни, променливи среди установяването от животните на възможни промени в средата чрез проучване и е много важно за оцеляването им. Затова, високата изследователска активност също обикновено се включва като характеристика на проактивните (по-активните/по-смелите) индивиди (Brodin et al., 2013). Обаче, за да се обясни защо някои организми се справят по-добре от други в заобикалящата ги среда, е необходимо по-добро разбиране на техните индивидуални и популационни характеристики. Опити относно поемането на риск и изучаването на средата са правени от Carazo et al. (2014) с гущери от вида *Eulamprus quoyii*. Резултатите показали, че мъжките гущери се справяли много по-добре в задачите, свързани с опознаването на околната среда, отколкото женските. Подобни резултати са били получени и в проучване на Bajer et al. (2015). Обектите на изследване са били 70 мъжки и 35 женски гущера (*Lacerta viridis*), както и 98 млади, като целта е била да се види доколко всеки от тях е способен да поеме риск и да изследва средата. Възрастните и младите мъжки са били доста по-активни в изследването на средата, докато младите женски са поемали по-голям риск. В експеримент със 8 змии от вида *Thamnophis radix*, Chiszar, Carter (1975) установяват, че когато влечугите биват поставяни в нова среда те увеличават

стойността на отмятанята си с език, допълнени с локомоция на тялото. Според авторите, това е било изследователско поведение, свързано с опознаването на новата среда. В последвали експерименти с три вида змии - *T. radix*, *Heterodon platyrhinos*, *Crotalus* sp., Chiszar et al. (1978) установяват, че съществува връзка между адаптивността на влечугите в клетка, локомоцията и стойността на отмятаня с език. Индивидите от една популация проявяват консистентни различия в изследователското поведение, свързано с разселването и избора на местообитание, намирането на укрития, храна и избор на партньор (Réale et al., 2007; Rodríguez-Prieto et al., 2011). Често в дадена популация под въздействието на синхронен натиск на естествения отбор върху независими поведенчески белези, като изследователското поведение и поемането на риск, може да се наблюдава корелация, дефинирана като *поведенчески синдром* (Clark, Ehlinger, 1987; Sih et al., 2004). Друг важен аспект от поведенческата екология на животните е разбирането за пространствените връзки между индивидите в популацията и взаимоотношенията им със себеподобните, но в България изследвания върху реакциите на слепците към хищници, конкуренти и себеподобни не са правени. Познанията за поведенческите модели могат да бъдат интегрирани в консервационни и управленски практики (Wolf, Weissing, 2012).

### 3. Цел и Задачи

Целта на настоящия дисертационен труд е да се проучи хабитатния избор и моделите на поведение при представители на сем. Anguillidae в България – Европейския змиегушер *Pseudopus apodus* (Pallas, 1775), обикновения слепок *Anguis fragilis* (Linnaeus, 1758) и източния слепок *Anguis colchica* (Nordmann, 1840), чрез прилагането на теренни и лабораторни изследвания. За осъществяването на целта бяха поставени следните задачи:

1. Определяне на хабитатния избор и предпочитание на Европейския змиегушер в района на Югоизточна България.
2. Проучване хабитатното използване и моделите на активност на Европейския змиегушер в естествените му местообитания в района на Югоизточна България.
3. Определяне разпространението и хабитатните предпочитания на двата вида слепози (*A. fragilis* и *A. colchica*) на територията на страната.
4. Изучаване на изследователското поведение и реакциите към нов обект при двата вида слепози *A. fragilis* и *A. colchica* и проучване дали *A. colchica* се различава от



*A. fragilis* по отношение на поведенческите си стратегии за изследване и оценка на риска в нова среда и нов обект.

5. Изследване на реакциите на индивидите от двата вида слепочи *A. fragilis* и *A. colchica* към миризмата на отровници - пепелянката (*Vipera ammodytes*, Linnaeus, 1758) и усойницата (*Vipera berus*, Linnaeus, 1758) в лабораторни условия и характеризиране модела на антихищническото им поведение.

6. Изследване на вътревидовите и междувидови взаимоотношения при двата вида слепочи чрез директни срещи в лабораторни условия.

На базата на съществуващите данни до момента може да се предполага сезонна експресия в активността и въздействие на факторите на средата върху хабитатен избор и използване на Европейския змиегушер. Сходството в екологията и биологията на двата вида слепочи дава основание да се предполага, че моделите на поведение на двата вида ще бъдат подобни, но и с известни различия, произтичащи от разпространението и различия в поведенческите им стратегии.

## **4. Материал и Методи**

За целите на настоящия дисертационен труд бяха използвани трите вида гущери от семейство *Anguillidae*: Европейския змиегушер, обикновения слепок и източния слепок. Трите вида бяха избрани и изследвани заради специфичната си физиология, близката им родственоост и потаен начин на живот. В зависимост от целта и поставените задачи бяха извършени полеви и лабораторни експерименти.

### **4.1. Европейски Змиегушер**

#### **4.1.1. Изследван район и местообитания**

Изследванията върху хабитатен избор на Европейския змиегушер в настоящата дисертационна работа, бяха проведени в Югоизточна България – района на Странджа и Черноморието: *Района край защитена местност "Пода" на юг от гр. Бургас* (N 42.446455° E 27.472761°), Сн. 1; *Района край защитена местност "Устие на река Изворска" на юг от гр. Бургас* (N 42.397998°E 27.435139°); *Района край местността Отманли преди гр. Созопол* (N 42.425906°E 27.538508°); *В района на пътя към с. Младежко и главния такъв за гр. Малко Търново* (N 42.138313° E 27.439145°).



Сн. 1. Европейски змиегушер, сниман на юг от Бургас.

#### 4.1.2. Период на изследване

Хабитатният избор и предпочитания на змиегушера бяха проучени през лятото на 2014 г. и от ранна пролет до късното лято на 2015 г.

#### 4.1.3. Използвани методи

##### ***4.1.3. а) Измерване и оценка на абиотични и биотични параметри на средата***

Следните характеристики на местообитанията, в които бяха намирани *P. apodus* бяха отчетени: тип местообитание, доминантни растителни видове, разстояния до пътища, растително покритие, наличие на вода/водни площи, брой на синтопични видове влечуги. Разстоянията между вода/водни площи и местата, в които бяха намирани гушерите бяха измервани чрез Google Earth Pro (Version 6.2.2.6613, DigitalGlobe 2012., <http://www.earth.google.com>). По същия начин бяха измервани и разстоянията до пътища. Тези данни са представени в метри [m]. Покритието (храсти/дървета, треви) и камъни/руини в изследваните места бяха представени в проценти [%]. Бяха регистрирани и описани и всички видове влечуги, обитаващи същите местообитания като Европейският змиегушер.

##### ***4.1.3. б) Еко-етологични методи - численост, демография, активност и поведение***

За извършване на проучванията върху хабитатния избор и използване, както и определяне моделите на активност беше използван трансектния метод. Трансекти с дължина от 500 до 1400 m, бяха обхождани. Броят преминати трансекти варираше от 1 до 21 в местообитание. Обилието на гушерите (относителна численост) беше отчетено по броя на видените индивиди на km маршрут. За тази цел бе използвана формулата  $Ab = n/L * 1000$ , където  $Ab$  е обилие (брой екземпляри на 1000 m);  $n$  е брой наблюдавани екземпляри;  $L$  е проучен маршрут в линейни метри ([http://eea.government.bg/bg/bio/opos/activities-results/copy\\_of\\_.pdf](http://eea.government.bg/bg/bio/opos/activities-results/copy_of_.pdf)). Местообитанията

бяха обхождани за период от седем дни във всеки един от месеците, като се започваше най-рано от 08:00 часа сутринта до 19:00 вечерта. Всички точки, в които бяха регистрирани змиегущери бяха картирани с помощта на GPS устройство.(Garmin, Etrax 10).

Поради благоприятните условия за работа и високата степен на обилие на изследваните влечуги, демографията, хабитатното използване и активността на змиегущерите беше изследвана в две типични за животното местообитания – Хаб 1 край „Пода“ с размери 0.18 km<sup>2</sup>, граничещ с пътища, морето, стопански сгради и блата и Хаб 2 край с. Младежко с размери 0.49 km<sup>2</sup>, граничещ с път, река и канавки - Фиг. 1.



**Фиг. 1.** Проучвани местообитания край "Пода" и около с. Младежко в района на Югоизточна България. Местообитанията край "Пода" са обозначени с Хаб 1, а тези около с. Младежко - Хаб 2.

Въпреки, че Хаб 1 беше приблизително три пъти по-малък от Хаб 2, той притежаваше около 50% храсталаци и полянки, както и 50% широколистни и смесени широколистни гори. В Хаб 2 горските съобщества бяха доминантни - 90%, поляни и групи храсти, в близост до пътища (10%).

Видените индивиди бяха наблюдавани от разстояние 4-5 метра и активността им беше отразявана през 15 минутни интервали време. Беше отбелязвано кога жълтокоремниците са регистрирани за първи път и къде в местообитанието и се следеше за неговата активност - кога гуцера се припича на слънце, къде се крие, и всички други забелязвани поведения, включително показване и скриване от убежище.

Описаните поведения са взаимствани от House et al. (1980). За оценка на защитното поведение на змиегушерите в България, беше използвана също и категоризацията за защитни прояви при влечугите на Greene (1988).

#### **4.1.3. с) Идентификация на змиегушерите**

Всички уловени животни бяха маркирани индивидуално, използвайки преносим поялник (Star Tec products, ST103), който оставя следа на гръбните люспи на животните (метод на Vervust, Van Damme, 2009, Вергилов, 2016). При улавяне на змиегушерите бяха измервани дължините (SVL - от върха на муцуната до клоаката, TL - от клоаката до върха на опашката, в мм), теглото и клоакалната температура (°C). Възрастовият клас на гушерите беше определен на базата на оцветяване - възрастните са с кафяви гръбни и жълти до бели коремнилюспи; младите са сиви с черни петна, покриващи цялото тяло (Stojanov et al., 2011).

#### **4.1.4. Събиране на нови данни за разпространението на *P. arodis* в България**

За целта бяха използвани точкови локации, свързани с разпространението в България за периода 2000 - 2016, предоставени от Българско херпетологично дружество и платформата Smartbirds (Popgeorgiev et al., 2015). Допълнителни локации за България бяха събрани и от позната литература за Европейския змиегушер (Ковачев, 1912, Бешков и Нанев, 2002; Stojanov et al., 2011; Yordanov, 2016 и други). Така, от всички събрани данни бяха анализирани регистрациите на 94 индивида. Данните бяха интегрирани в ГИС (географска информационна система) среда. Тези данни бяха обединени с локациите на вида от всички публикувани находища в периода 1912 - 2017 година и бяха използвани за изготвяне на карта. Данните по точковите локации бяха картирани върху 970 пълни и 287 частични квадрати от 10 x 10 km Military Grid Reference System grid (MGRS). Растерните слоеве са с размери 20 x 20 km. За получаване на цифровия модел на релефа (DEM) бяха генерирани: изложение (aspect - в градуси); наклон (slope - в градуси); слънчева радиация (areasol\_dem - kW/m<sup>2</sup>). Картата беше изработена от д-р Г. Попгеоргиев по утвърдена методика за мониторинг на земноводни и влечуги (<http://nat ура2000.moew.government.bg/Home/Documents>).

#### **4.1.5. Статистическа обработка на данните**

За оценка на хабитатното използване и модели на активност на змиегушерите бяха използвани различни статистически тестове. За да се определи дали има вариации в сезонната активност, както и различия в активността между мъжките и женски жълтокоремници, данните от дневната активност бяха сравнени с Mann-Whitney U test. Spearman rank-order correlation ( $r_s$ ) беше използван за анализ на връзките между

активността на змиегущерите и телесните им температури, както и тези на субстрата и другите стойности на средата. Предварително всички данни бяха тествани за нормалност чрез Kolmogorov-Smirnov тест. Данните са дадени като средни стойности с крайните (минимум и максимум) на изследваните параметри. Тъй като моделите на поведение на животните от двете изследвани местообитания, в които бяха проучени, бяха много близки, данните за активността в тях бяха комбинирани. Всички данни бяха анализирани със STATISTICA, Version 12.0 (StatSoft, 2004).

## **4.2. Обикновен и източен слепок**

### **4.2.1. Полеви изследвания**

#### ***4.2.1.1. Изследвани райони и местообитания***

Предвид че *A. fragilis* се среща в югозападната част на страната, основно в планинските райони на Рила, Пирин, Родопите, Западна Стара планина и Витоша, а *A. colchica* в северната и източната част на страната, предимно в по-ниските райони на Стара планина, Странджа, Дунавската равнина и Черноморието, бяха обхождани различни местообитания в района на Източна и Югоизточна България (Черноморието и Странджа), Западна Стара планина, Предбалкана, Витоша и централни Родопи, както следва: *край с. Младежко Землищата на с. Скравена и с. Рибарица в Стара планина; Западна Стара планина, край с. Бов и Лакатник; Предбалкана (Шуменското плато); Витоша – „Платото“ на Витоша и землището на с. Железница; с. Славейно (Централни Родопи).*

#### ***4.2.1.2. Период на изследване***

Изследванията в настоящата дисертационна работа, свързани със двата вида слепоци бяха проведен в периода 2015-2017. Всички полеви изследвания се извършваха във време от годината, съобразено с активността на влечугите.

#### ***4.2.1.3. Измерване на абиотични и биотични фактори и параметри на средата и изготвяне карта на разпространението на двата вида слепоци***

За извършване на проучванията върху избора на местообитание беше използван също трансектния метод. Трансекти с дължина от 500 до 5000 m, бяха обхождани. Броят преминати трансекти варираше от 1 до 5 в местообитание (Лакатник 5, Железница 5, Младежко 4, Витоша 4, Шумен 3, Славейно 3, Кресна 2, Рибарица 2, Бов 2, Скравена 1). Обилието на гущерите беше отчетено отново по броя на видените индивиди на km маршрут по формулата  $Ab = n/L \cdot 1000$ . Всички точки, в които бяха

регистрирани слепоци бяха картирани. Индивидите бяха наблюдавани от разстояние 4-5 метра и поведението им беше отбелязвано в полевия бележник. Вземането на морфометрични данни от слепоците ставаше по идентичен начин. В изследваните райони бяха проучени също температурата и влажостта на въздуха и субстрата, разстоянието до най-близкия сладководен източник, степента на облачност, херпетофауната.

Както при Европейския змиегущер, така и тук бяха използвани точкови локации, свързани с разпространението на двата вида слепоци в България за периода 2000-2016, предоставени от БХД, и платформата Smartbirds Pro (Popgeorgiev et al., 2015). Допълнителни локации за България бяха събрани и от позната литература за двата вида слепоци. Така, от всички събрани данни бяха анализирани регистрациите на 218 *A. colchica* и 238 *A. fragilis*, общо 456 гущери. От тях, 39 животни бяха регистрирани в хода на това проучване (21 *A. fragilis* и 18 *A. colchica*).

Местообитанията, в които попада всяка локация, са определени чрез пресичане с дигитален слой на земното покритие CLC (Corine Land Cover 2012). За влиянието на биоклиматичните фактори, определящи разпространението на двата вида слепоци в България, бяха използвани следните параметри: средногодишни температури за района (*ai\_yr*), средногодишна влажност за района (*pet\_he\_yr*), надморска височина (*demu35sub*), индекса на засушаване, индекс на евапотранспирация, надморската височина, годишна средна температура (*bio1*), средни дневни температури (*bio2*), изотермалност (*bio3*), сезонна температура (*bio4*); максималните температури през топлия месец на годината (*bio5*), минималните температури през най-студения месец от годината (*bio6*), годишния температурен диапазон (*bio7*), средните температури през най-дъждовната четвърт на годината (*bio8*), средните температури през най-сухата четвърт на годината (*bio9*), средните температури през най-топлата четвърт на годината (*bio10*), средните температури през най-студената четвърт на годината (*bio11*), годишните валежи (*bio12*), валежите през най-дъждовния месец на годината (*bio13*), валежите в най-сухия месец на годината (*bio14*), сезонност на валежите (*bio15*), валежите през най-дъждовната четвърт на годината (*bio16*), валежите през най-сухата четвърт на годината (*bio17*), валежите през най-топлата четвърти на годината (*bio18*), валежите през най-студената четвърти на годината (*bio19*) (WorldClim - Global Climate Data, <http://www.worldclim.org>).

## **4.2.2. Методи за оценка на поведението на двата вида слепози**

### **4.2.2.1. Поведение в естествените им местообитания.**

Както при Европейския змиегушер, така и при слепозите бяха наблюдавани разнообразни поведенчески реакции, основно със защитен характер, при регистриране на влечугите и при улов в естествената им среда. Като основа за сравнение на поведенческите актове на слепозите в този труд, бяха използвани 66 вида защитни реакции на влечуги, описани от Greene (1988) и по-късно допълнени от Martins (1993).

### **4.2.2.2. Лабораторни изследвания**

Бяха проведени три лабораторни експеримента: 1. *Изследване на нова среда и нов обект*; 2. *Изследване на мирисните реакции към потенциални хищници*; 3. *Изследване характера на взаимоотношенията във вътревидови и междувидови взаимодействия в тест "Среци по двойки"*. Общо бяха използвани 34 индивида - 14 индивида *A. fragilis* и 20 индивида *A. colchica*. Всички експериментите бяха проведени през късно-пролетните и ранно-летните месеци на 2016 и 2017 (май-юли) за период от по две седмици.

### **4.2.2.3. Улов и отглеждане.**

За провеждане на лабораторните експерименти гушерите и от двата вида бяха уловени от района на Лакатник (*A. colchica*) и Витоша (*A. fragilis*), в естествените им местообитания. За проучване реакцията на слепозите към потенциален хищник в района на Витоша, от където бяха уловени обикновените слепози, бе хваната и възрастна усойница *V. Verus*, която е херпетофаг и в менюто ѝ влизат изследвания вид гущери (Бешков, Нанев, 2006). Респективно, от района на Лакатник беше уловена пепелянка (*V. amodytes*, която подобно на усойницата също е херпетофаг (Бешков, Нанев, 2006). Тези видове змии обитават същите местообитания, като обикновения и източния слепок, което ни кара да предполагаме, че гушерите от двата изследвани вида би трябвало да имат развити системи за антихищническа реакция спрямо тях. След улавянето гушерите и змиите бяха транспортирани в Лабораторията по екология и поведение на гръбначните животни при БФ-СУ. Всичките три експеримента бяха извършени след 4-7 дни след улавянето им за период от около 3-5 дни. Във всеки от трите експеримента бяха използвани различни индивиди.

Преди експериментите всеки слепок беше поставян в индивидуална клетка от аерирана пластмасова кутия с капак (30cm × 14cm × 22 cm). За субстрат беше

използвана мека хартия, а за укритие кори от дървета. На всеки слепок беше предоставена малка паничка за вода. Животните бяха хранени два пъти в седмицата със земни червеи (*Lumbricus* sp.) и голи охлюви. Температурите на помещението бяха поддържани в границите 23-24°C. Всички поведенчески експерименти бяха заснемани с дигитална камера (Sony Cybershot DSC-HX60).

#### **4.2.2.3 а) Изследване на нова среда и нов обект**

Този експеримент беше провеждан в периода пролет-лято 2017 г. Бяха тествани 10 индивида *A. colchica* и 13 индивида *A. fragilis*, уловени в землищата на с. Лакатник и с. Железница. И при двата вида всеки индивид беше пускан в терариум с размери 60 × 60 × 80 cm и поведението на животното в непозната среда беше отчетено за 10 мин. Подът на клетката беше покрит с настилка тип чердже, която беше системно измивана с вода и етанол, за да се премахнат миризмите от предните експерименти.

След приключване на наблюденията върху поведението на слепците в непозната среда в същата клетка беше поставян непознат обект. За непознат обект беше използвано черно шише увито с изолирбанд (750 ml), което беше поставяно на около 15 cm от слепците. Реакцията на животните към непознатия обект беше отчетена също за 10 минути.

Следните поведенчески случаи бяха регистрирани в теста за изследване на непозната среда и реакция и реакция към нов обект: **Оглеждане (LA– Looking Around)** – движение на главата в различни посоки, без движение на тялото; **Стоене Неподвижно (NM – No Movement)** – липса на каквато и да е видима реакция, различна от неподвижното състояние при измерване на латентното време; **Търсене на изход (WO – Way Out)** – активно движение на животното с цяло тяло (торс и опашка) и глава по посока краищата на експерименталната клетка; **Отмятания с език (TF - Tongue Flicks)** - животното показва език за ориентиране в средата; **Приближаване към обекта (TO – Towards Object)** – времето, прекарано от животното в непосредствена близост до новия обект; **Стоене неподвижно в присъствието на обекта (NMno – No Movement with a Novel Object)** – липса на каквато и да е видима реакция в присъствие на нов обект.

Проявата на LA, NM, WO, TO бяха отчетени по време - s, а TF като честота – брой отмятания с език. За анализа на поведенческите модели на двата вида в този тест бяха взети предвид и следните поведенчески променливи: **Латентно време в присъствие на нов обект (LTCno– Latent Time in Cage with a Novel Object)** –



времето от поставянето на новия обект до първата реакция на животното към обекта (движение на торса или главата в дадена посока); **Латентното време при приближаваща опасност в естествените местообитания. (LTR – Latent Time in Record)**. Веднага след регистрация на индивидите в естествените им местообитания беше включвана дигиталната видео камера и хронометър. Беше измерено времето (в секунди s) между първия визуален контакт с животното до неговото първо движение с цел бягство (движение с торс или опашка в посока, различна от тази на наблюдаващия), дефинирано като латентно време до опит за бягство при улавяне (LTR – Latent Time in Record). За същия времеви интервал беше отчитана и честотата (брой пъти за единица време) на отмятанята с език (Tongue Flicks, TFLTR).

#### **4.2.2.3. b) Изучаване на миризмите реакции към потенциални хищници**

Бяха използвани 10 индивида *A. colchica* (5 възрастни и 5 млади) и 11 индивида *A. fragilis* (6 мъжки и 5 женски). Тестовите бяха провеждани в личните клетки на животните. Стимулите (миризма от отровница – пепелянка и усойница) бяха приготвени, като на върха на апликатор от медна тел, с дължина 40 см, с пинцети бяха поставяни памучни връхчета от по 1 см. Първо животните бяха тествани с контрола - сух памучен връх, третиран с вряла вода. След изсъхване памуците биваха отърквани около клоаката на усойницата или пепелянката, където памукът се напоява с клоакални течности и екскременти от змията. С помощта на телта, памукът беше предоставян срещу муцуната на слепока на разстояние 5-10 см. След първоначалната реакция на слепока към обекта (движение и отмятане с език по посока на памука), беше засичано време от 3 минути. Предвид потенциалните хищници в естествените местообитания на всеки от двата вида, бяха използвани миризми от пепелянка при *A. colchica* и усойница при *A. fragilis*.

Бяха наблюдавани следните реакции: **Реакция към контрола (C on/C off - Control)** - отмятаня с език към контрола; **Отмятаня с език (TFon/TFoff - Tongue Flicks)** - отмятаня с език във въздуха в посока на стимула и в друга посока различна от стимула; **Стоене Неподвижно (NM – No Movement)** - липса на каквато и да е видима реакция; **Отдалечаване от стимула (LI - Losing Interest)** - връщане в първоначална позиция, след кратко изучаване на стимула; **Оглеждане (LA - Looking Around)** - движение на главата в различни посоки, без движение на тялото, след предоставянето на стимула; **Бягство (R - Retreat)** - оглеждане, последвано от активно движение с цяло тяло (торс и опашка) и глава, в противоположна посока от предоставения стимул.

#### **4.2.2.3. c) Изследване характера на взаимоотношенията във вътревидови и междувидови взаимодействия при двата вида слепоци**

За проучване характера на вътревидовите и междувидови взаимоотношения бяха използвани по 3 мъжки възрастни индивиди от всеки вид слепоци (*A. colchica* и *A. fragilis*). Опитите бяха извършвани през месеците между май и юли, 2017 година. Бяха проведени общо 9 срещи – 6 вътревидови и 3 междувидови.

За целта експерименталните животните бяха премествани от терариумите, в които бяха отглеждани в друг, нов терариум, едновременно и след около 5 минутна адаптация тяхното поведение беше регистрирано за период от 10 минути. Наблюдаваните поведенчески случаи бяха категоризирани и времето, прекарано от всяко животно в тях беше отчетено за 10 минути. Бяха наблюдавани и отчетени следните поведенчески случаи: **Оглеждане (LA); Стоене неподвижно (NM); Търсене на изход (WO); Приближаване към партньора (TO); Стоене до партньора (T); Отдалечаване от партньора (R).**

#### **4.2.3. Статистическа обработка на данните**

За анализа на биоклиматичните фактори, влияещи върху разпространението на двата вида слепоци бе използван многофакторен анализ (Principal Component Analysis, PCA), като към него беше приложен и "Bootstrap" с 30000 интерполации, с помощта на PAST 4.2 software (Hammer et al., 2001). От PCA анализа бяха взети първите 3 фактора, подкрепени от Eigenvalue тест. Беше направена и дескриптивна статистика за срещаемостта на двата вида слепоци според надморската височина. За пространствения анализ е използван софтуера (ArcGIS 10.2.2., ESRI, Redlands, California, USA). Поведенческата изменчивост също беше оценена чрез анализ на главните компоненти (PCA), За установяване на по-малък брой независими фактори в анализа, броя регистрирани променливи беше редуциран чрез прилагане на корелационен анализ на Spearman. *Student t*-тест за независими извадки беше използван за сравнение на всеки от двата главни компонента между двата вида слепоци, като разпределението на компонентите предварително беше проверено за нормалност чрез тест на Колмогоров–Смирнов и за еднаквост на дисперсията чрез тест на Levene. В допълнение, сходни променливи, измерени по една и съща скала в различните тестове – нова среда и нов обект, бяха проверени за консистентност на поведението между отделните индивиди. Бяха извадени и стойностите на поведенческите променливи и тяхното стандартно отклонение.

За да оценим дали животните разграничават миризмата на потенциалния хищник, честотата на отмятанията с език към контролата от една страна, и отмятанията с език към миризмата от хищник от друга, бяха сравнени чрез чифтния t-test. Освен това, еднофакторен дисперсионен анализ (one-way ANOVA) беше използван за определяне на статистически значимите разлики в модела на антихищническо поведение. При всички проведени тестове за статистически значими разлики беше прието  $P < 0.05$ . Статистическите анализи са извършени с помощта на програмата STATISTICA, Version 12.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA), а графичното представяне на резултатите е направено с помощта на програмите IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0 (Armonk, NY) и Graph Pad Prism, Version 5.0 for Windows (Graph Pad Software, LaJolla California, USA).

#### **4.2.4. Етика в изследванията**

Манипулациите с експерименталните обекти бяха извършвани с максимална прецизност, за да се избегнат наранявания и какъвто и да е друг вид нарушаване на жизнеността на животните. След приключване на експериментите, влечугите бяха освобождавани на същите места, на които са били уловени преди това. Всички опити са обосновани пред закона с издадено разрешително № 656 от 08.06.2015, на основание чл. 49, ал 1, т. 1, във връзка с чл. 48, ал. 2, т. 5, от Закона за Биологичното Разнообразие (ЗБР) и Заповед РД-674/03.09.2014, със срок на изтичане 31.03.2019 г.

## **5. Резултати и дискусия**

### **Европейски змиегушер**

#### **5.1. Резултати**

##### **5.1.1. Хабитатен избори предпочитания**

Всички изследваните местообитания имат някои общо черти, като наличие на неподдържани тревисти площи с храсти, ниски дървета и камъни. Обилието беше най-високо в местността "Пода" (3.3) и най-ниско при Отманли и Река Изворска (0.4 и 0.5, респективно). Всички места, в които бяха намерени змиегушери бяха в близост до водоизточник (до 120 m). Разстоянията от укрытията и пътищата беше средно 205 m (между 5 - 400 m). Относителното покритие на храстите, на местата където гушерите бяха намирани, беше средно 40% (варирайки между 15 и 85%), това на тревите беше 50% (10 - 80%) и на камъните 10% (5 - 20%). Край "Пода" бяха регистрирани най-много видове влечуги. Тук два змиегушера бяха намерени да се крият под камъни заедно със

змии. В първия случай *P. Apodus* беше намерен заедно с пъстър смок (*E. sauromates*) и сива водна змия (*N. tessellata*), а във втория случай само с пъстър смок

### 5.1.2. Демография и пространствено разпределение

В Хаб 1 в периода на проучване бяха регистрирани 26 животни (21 мъжки и 5 женски), като мъжките бяха сравнително повече от женските ( $\chi^2 = 9.84$ ,  $df = 1$ ,  $P \leq 0.05$ ). През ранна пролет бяха уловени 5 мъжки, като три от тях бяха уловени повторно през късна пролет. През април-май съотношението между половете беше почти балансирано, но през юни мъжките отново преобладаваха, въпреки че статистически значима разлика не беше установена. През периода на проучването мъжките и женските бяха намирани в две петна – първото беше пълно с храсти и камъни, на 10 м от блато, а второто петно беше сипей с гъсти храсти и нахвърляни сухи клони и камъни (Фиг. 2). Животните от първото петно бяха два пъти повече от тези от второто петно (13 индивида за първото и 7 за второто). Само отделни индивиди бяха регистрирани покрай пътя и в тревите.



**Фиг. 2.** Находища от Хаб 1, в които бяха уловени индивиди *P. apodus*.

В Хаб 2, само 5 гущера бяха регистрирани - 1 мъжки и 4 женски, което е почти 5 пъти по-малко от животните в Хаб 1 ( $\chi^2=14.2$ ,  $P \leq 0.05$ ). Две от женските, хванати през март, бяха уловени за втори път през април-май. Всички гущери бяха намерени сред гъсти храсти.

Всички регистрирани животни и в двете местообитания бяха възрастни. Не бяха намерени яйца или млади индивиди.

### 5.1.3. Активност и телесна температура на Европейския змиегушер

Резултатите показаха, че има сезонни различия в активността на гущерите (Таблица 2). Както може да се види от таблицата статистически значима разлика имаше между активността на мъжките, регистрирани през ранна пролет и лято (Таблица 2). Активността през ранна пролет беше сравнително по-висока от тази през лятото (Mann–Whitney U test,  $U = 6.5$ ,  $P = 0.04$ ,  $n=5$ ) (Таблица 2). Освен това, моделът на активност също беше различен. През март-април, както и малко по-късно (април-май), мъжките бяха регистрирани основно в интервали между 09:00 и 14:00 часа, докато през лятото между 10:00 и 13:00 часа, а след това между 17:30 и 19:45 часа. Ние открихме, че телесната температура беше значително по-ниска през ранна пролет, от колкото през лятото (Mann–Whitney U test,  $U = 4.5$ ,  $P = 0.02$ ,  $n = 5$ ) (Таблица 2).

Паралелно с тези резултати корелационния анализ показва и отрицателна корелация между активността на мъжките и техните телесни температури ( $r = -0.47$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $n = 22$ ), както и между тяхната активност и температурата на въздуха ( $r = -0.60$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $n = 22$ ), през изследвания период (Таблица 3). И при мъжките и женските, положителна корелация между телесната температура и тази на въздуха беше доказана ( $r = 0.588$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $n = 22$  за мъжки;  $r = 0.899$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $n = 9$  за женски). Същата положителна зависимост беше установена и между температурите на въздуха и субстрата ( $r = 0.877$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $n = 22$  за мъжки;  $r = 0.941$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $n = 9$  за женски). При мъжките нямаше статистически значима корелация между влажността/облачността и активността, но при женските имаше положителна корелация между облачността и активността ( $r = 0.73$ ,  $P \leq 0.05$ ,  $n = 9$ ).

Броят на уловените женски и в двата местообитанията беше малък през ранна пролет и лятото и сравнение с мъжките, относно тяхната активност не можеше да бъде направена. Въпреки това, през ранна пролет мъжките изглеждаха доста по-активни (120-300 мин) в сравнение с женските (30-180 мин). Нямаше значителна разлика между активностите между двата пола в късна пролет (Mann–Whitney U test,  $U = 10$ ,  $P = 0.09$ ,  $ns = 5$ ). Условиата на средата и в двете местообитания не бяха особено различни, с изключение на температурите на субстрата и въздуха. В Хаб 2 те бяха значително по-ниски, в сравнение с тези от Хаб 1 (Mann–Whitney U test,  $U = 1.0$ ,  $P = 0.004$ ,  $ns = 5$  за температурата на въздуха;  $U = 2.0$ ,  $P = 0.006$ ,  $ns = 5$  за температурата на субстрата).

**Таблица 2.** Медиана и екстремни стойности (minimum и maximum) на изследваната активност и температура на тялото на женски и мъжки *P. apodus*, и параметри на средата в двата хабитата през ранна и късна пролет и лятото на 2015. Статистическата значимост на половите и сезонни различия, установени чрез изполчването на Mann–Whitney U-test са с полученен удебелен шрифт. Обяснения: ранна пролет (es), късна пролет (ls), лято (s), мъжки (M), женски (F), n – размер на извадката, Ns – няма значима разлика.

Характеристики	Изследван период					
	Ранна пролет	Късна пролет	лято	Ранна пролет	Късна пролет	лято
	M n = 5	M n = 9	M n = 8	F n = 2	F n = 5	F n = 2
Продължителност на активността (min)	300 (120-300)	180 (30-280)	100 (45-300)	30-180	30 (30-280)	90-180
U	Ns (es × ls), U = 16, p = 0.38; Ns (ls × s), U = 20, p = 1.12; <b>Значимо (es × s), U = 6.5, p = 0.04</b>			Ns, ls (M × F), U = 10, p = 0.09		
Температура на тялото (°C)	18.6 (12.2- 24.7)	26.0 (17.0-31.0)	28.3 (18.6-31.5)	18.8- 23.0	23.6 (11.4-30.0)	29.5- 30.0
U	Ns (es × ls), U = 9, p = 0.07; Ns (ls × s), U = 25, p = 0.28; <b>Значимо (es × s), U = 4.5, p = 0.02</b>			Ns, ls (M × F), U = 17.0, p = 0.46		
Температура на въздуха (°C)	17.5 (13,8-18.0)	20.0 (18.0-21.4)	25.3 (16.6-25.6)	15.0- 16.0	16.6 (14.1-18.0)	25.4- 26.2
U	<b>Значимо (es × ls), U = 2.0, p = 0.006;</b> <b>Значимо (es × s), U = 3.0, p = 0.01;</b> <b>Значимо (ls × s), U = 9.0, p = 0.009</b>			<b>Значимо ls (M × F), U = 1.0, p = 0.004</b>		
Температура на субстрата(°C)	14.8 (11.6-15.1)	20.0 (17.0-29.0)	23.0 (21.0-27.3)	13.4- 17.0	14.0 (10.4-18.0)	23.0- 23.07
U	<b>Значимо (es × ls), U = 0, p = 0.002;</b> <b>Значимо (es × s), U = 0, p = 0.003;</b> <b>Значимо (ls × s), U = 11.0, p = 0.001</b>			<b>Значимо ls (M × F), U = 2.0, p = 0.006</b>		
Относителна влажност (%)	75.0 (55-75)	35.0 (17.0-55.0)	50.0 (32.0-57.0)	32.0- 50.0	30.0 (26.0-45.0)	50.0- 57.0
U	<b>Значимо (es × ls), U = 0.5, p = 0.003;</b> <b>Значимо (es × s), U = 1.0, p = 0.005;</b> <b>Значимо (ls × s), U = 11.5, p = 0.02</b>			Ns, ls (M × F), U = 17.8, p = 0.46		
Облачност (0.0-1.0)	0.3 (0.3-0.8)	0.2 (0.0-0.7)	0.55 (0.5-1.0)	0.4-0.5	0.1 (0.0-0.7)	0.4-0.5

**Таблица 3.** Корелационни коефициенти (Spearman  $r_s$ ) между активността на мъжки и женски *P. apodus* и изследваните вариабилни. Звездичките показват статистически значима корелация.

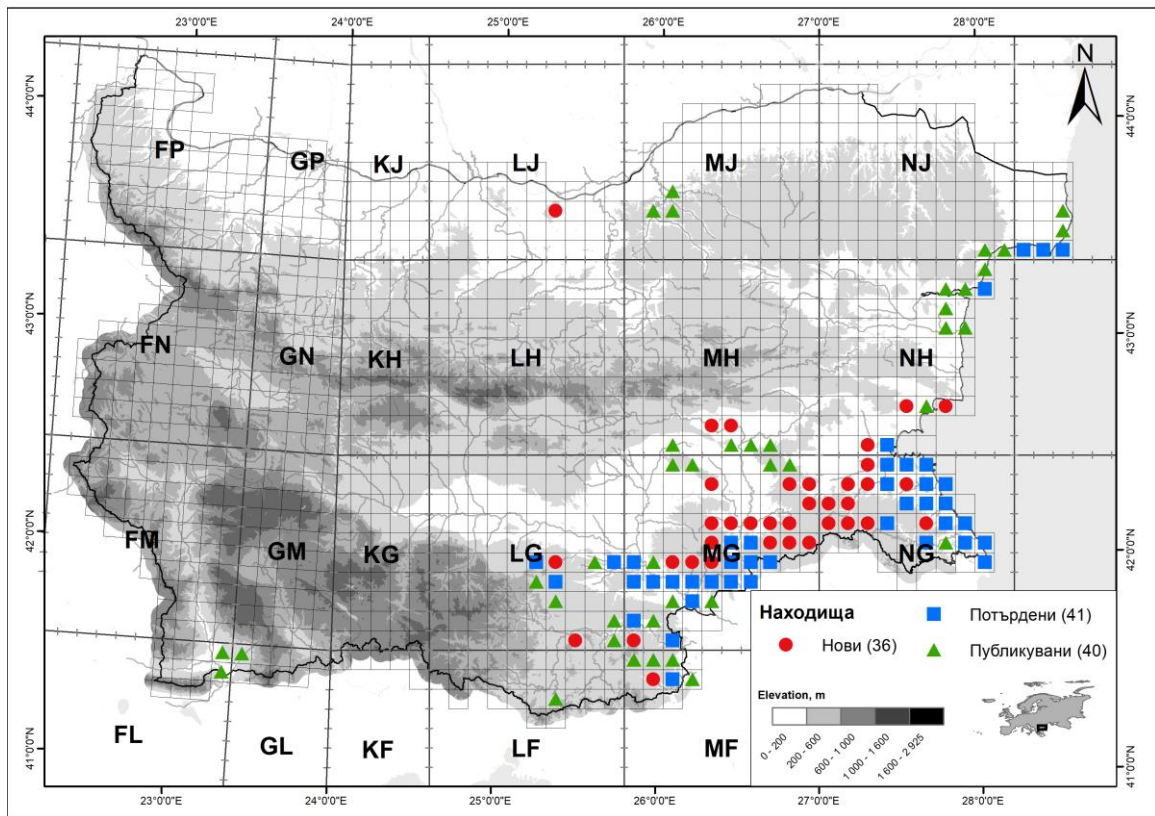
Характеристики	Активност на мъжките		Активност на женските	
	Spearman $r_s$	P	Spearman $r_s$	P
	n = 22		n = 9	
Температура на тялото (°C)	-0.47*	P < 0.05	0.53	P > 0.05
Температура на въздуха (°C)	-0.60*	P < 0.05	0.44	P > 0.05
Температура на субстрата (°C)	-0.43*	P < 0.05	0.52	P > 0.05
Относителна влажност (%)	0.26	P > 0.05	0.31	P > 0.05
Облачност (0.0-1.0)	0.25	P > 0.05	0.73*	P < 0.05

#### 5.1.4. Защитно поведение

И в двете местообитания змиегушерите бяха наблюдавани да се припичат на слънце в тревата, а не по клони или камъни. Те не се увиваха в кръг като змии, с които са морфологично най-близки. Само част от тялото и опашката бяха изложени на слънце, като главата винаги беше скрита в растителността.

#### 5.1.5. Нови данни за разпространението на *P. apodus* в България

Беше изготвена карта на разпространение на Европейския змиегушер в България, по публикувани и непубликувани локации (от базата данни на БХД), върху UTM GRID 10 × 10 km (Фиг. 3). Публикуваните локации в UTM GRID 10 × 10 са 40, като от тях 41 бяха потвърдени. Бяха установени 36 нови локации.



Фиг. 3. Разпространение на Европейския змиегушер в България на UTM гريد 10 × 10 km.

## 5.2. Дискусия

Подобни характеристики на предпочитаните местообитания на Европейския змиегушер, установени в настоящата работа, като гъста растителност са описани и от други автори в някои части от ареала му като Задкавказие (Arakelyan et al., 2011); Средна Азия (Яковлиева, 1964; Саид-Алиев, 1979) и Южна Азия (Anderson, 1999). В настоящата работа беше установено, че в част от случаите (36%) *P. apodus* беше намирани в изоставени обработваеми площи и руини на сгради. Европейския змиегушер изглежда добре адаптиран и активно обитава подобни площи. Това може да се допълни и с липсата на подходящи естествени укрития в региона. Интерес представлява находището от Свищов (един екземпляр, намерен 2012 г.), което заедно с известните находища от Русенски Лом (Бешков, 1981; Унджиян, 2000), се намират далече от основния ареал на вида в страната. Бешков предполага, че са реликти, което би могло да се отнася и за Свищов (Бешков, 1993).

Относно демографията и пространственото разпределение на индивидите в двете изследвани местообитания, резултатите показаха, че броя на регистрираните змиегушери в Хаб 1 е значително по-голям. Въпреки че Хаб 1 беше около 3 пъти по-малък, той съдържа както тревисто-храстови съобщества, така и широколистни и



смесени горски петна, които изглеждаха по-предпочитани от животните. Освен това всички регистрирани животни бяха възрастни. Една вероятна причина за това е, че младите са по-скришни, което е отбелязано и при други видове гущери (Bull, 1994). Близостта на гората в Хаб 2 вероятно причинява по-ниската температура на въздуха и субстрата. Може би и това е причината, този местообитание да бъде по-нежелано от влечугите. Според Huey (1982), хроничното излагане на ниски температури може да бъде важен фактор за изключването на влечуги от определени местообитания. Получените резултати ни карат да предполагаме, че изборът на местообитание на възрастните змиегущери е тясно свързана с присъствието на храсти, но не и гора. Тези открития са сходни с тези, описани от други автори (Яковлева, 1964; Алекперов, 1978; Arakelyan et al., 2011). Освен това, в Хаб 1, където бяха регистрирани повечето змиегущери беше наблюдавана сегрегация. Според Radder et al. (2005), за да се достигне до ресурсно разпределение, някои гущери са разделени пространствено или временно, съобразно техните модели на активност. Оттук може да се предполага, че установяването на две отделни петна в Хаб 1 може да бъде поради същата причина. Radder et al. (2005) също посочва, че за да се получи пространственото разделение, някои мъжки дървесни видове гущери обитават по-високи части на дървото, отколкото младите и женските. Вероятно младите и женските гущери предпочитат по-отдалечени места, с по-гъста растителност, където те са по-защитени. Повечето женски бяха намерени в Хаб 2, в който преобладаваше горска растителност. Според Woolrich-Piña et al. (2015), при някои видове гущери, яйценосещите женски предпочитат сенчести микрестообитания много повече от неяйценосещи женски и мъжки индивиди. Тези автори посочват, че тази стратегия при бременните женски е свързана с по-голямата нужда от терморегулация, нужна за развитието на ембрионите. Последно, тази сегрегация, спомената по-горе, може да бъде свързана също и с хетерогенния характер на местообитанията, по отношение на наличието на по-добри места за припичане, за разлика от други, близки до водни източници. Според Huey, Pianka (1977) изборът на място за припек е важно, като някои микрестообитания предлагат повече излаз към слънцето, отколкото други, и повърхностите предлагат различни термични свойства. Влажните зони са също определящ елемент в предпочитанията на змиегущерите (Сыроечковский, 1958). Не случайно повечето животните в Хаб 1 бяха концентрирани близо до блатист район.

Резултатите показаха, че активността на змиегущерите през първия месец са унимодални, после стават бимодални. Подобни данни, относно активността на тези

гущери са споделени от Мухелишвили (1970) в Грузия. При обхождането на региона, през юли, змиегущери не бяха засичани. Предполагаме, че това се дължи на по-високите дневни температури през този месец - най-високите средни температури за целия регион. Наблюдения направени от Сыроечковский (1958), показват че репродуктивния период на змиегущерите приключва в началото на юли. Това може да е още една причина за намаляването на тяхната активност през летния сезон. Според Hailey (1984), телесната температура на жълтокоремника е по-ниска от тази на други дневноактивни гущери от умерените ширини, което прави *P. apodus* уникален в тази група от животни. Вероятно това му позволява по-ефективно използване на ресурсите в местообитанията - по-малко конкуренция за храна и пространство с други влечуги, които са по-малко активни. В същото време, както Hailey (1984) споменава, зависимостта на змиегущера от неговата броня е защитен механизъм, който помага на гущера да бъде защитен и по-гъвкав в активността си.

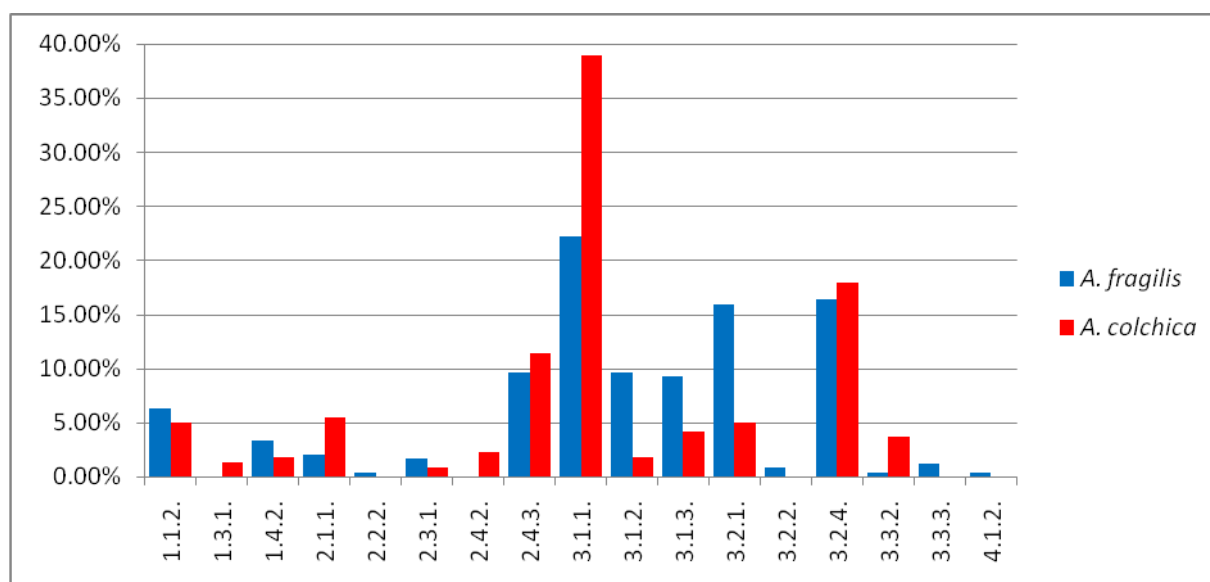
По отношение проявите на защитно поведение при избор на място за припичане и търсене на храна, когато гущерът се припичаше на слънце, главата му беше скрита или под тялото или сред околната растителност. Ето защо поведението „криене на глава“ по Greene (1988) може да се раздели на две отделни защитни поведения – „криене на глава под тялото“ и „криене на глава под растителността“. Вероятно, когато гущерът е със *скрита глава под тялото* той може би избира да поеме риск да се припича по-дълго на слънце, като това предполага и изпадане в сън. *Криенето на глава сред растителността*, предполага, че животното няма намерение да стои дълго време на слънце и че е готово да предприеме *бягство* във всеки един момент. Доброто познаване за територията и заобикалящата го среда, наличието на укрития и пътища за бягство показва ефективността и степента на адаптация към използването на местообитанията при змиегущера.

## 6. Резултати и дискусия

### Обикновен и Източен слепок

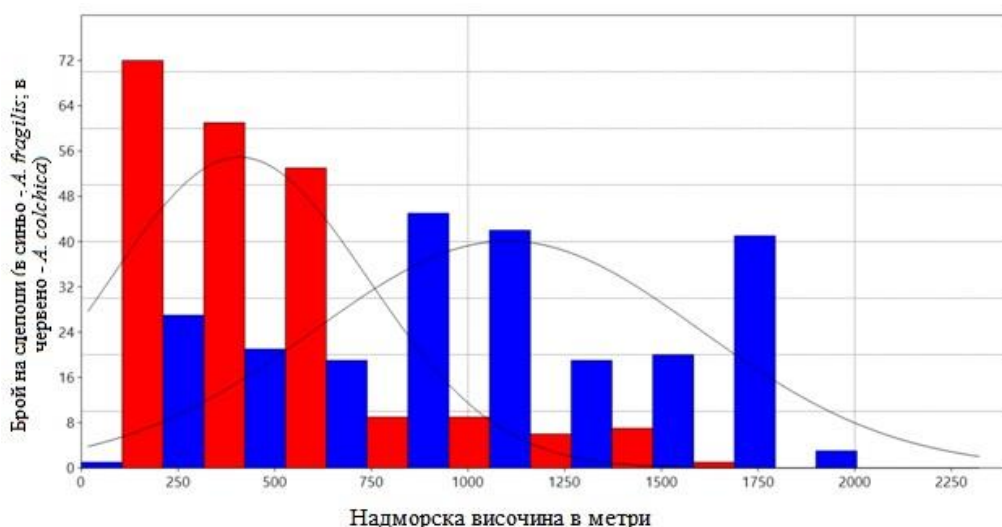
#### 6.1. Хабитатен избор и предпочитания

Анализираната тук информация включва данни за характера на земното покритие в местата на намиране на общо 456 екземпляра от двата вида слепоци на територията на България. Регистрациите на *A. fragilis* попадат в 15 типа местообитания, като най-много екземпляри са намерени в широколистни гори (22,27% от всички), в територии с преходна дървесно-храстова растителност (16,39%) и в естествени ливади (15,97%). Регистрациите на *A. colchica* попадат в 13 типа местообитания, като и при този вид най-много екземпляри са намерени в широколистни гори (38,99% от всички) и в територии с преходна дървесно-храстова растителност (17,89%), но на трето място са земеделските земи със значителни участъци естествена растителност (11,47%) (Фиг. 4).



**Фиг. 4.** Процентно разпределение на регистрациите на *A. fragilis* (n = 238) и *A. colchica* (n = 218) по категориите земно покритие според ниво 3 на CLC2012.

**Надморска височина** От направените анализи се вижда, че обикновения слепок се среща между 250 и до над 2000 m н. в., като най-предпочитани са диапазоните между 750 и 1250 m (n=86), както и над 1650 m (n=41), (Фиг. 5). Популациите на източния слепок обитават височини между 5 и 1650 m, като най-много индивиди бяха намерени в диапазона между 5 и 650 m (n=185).

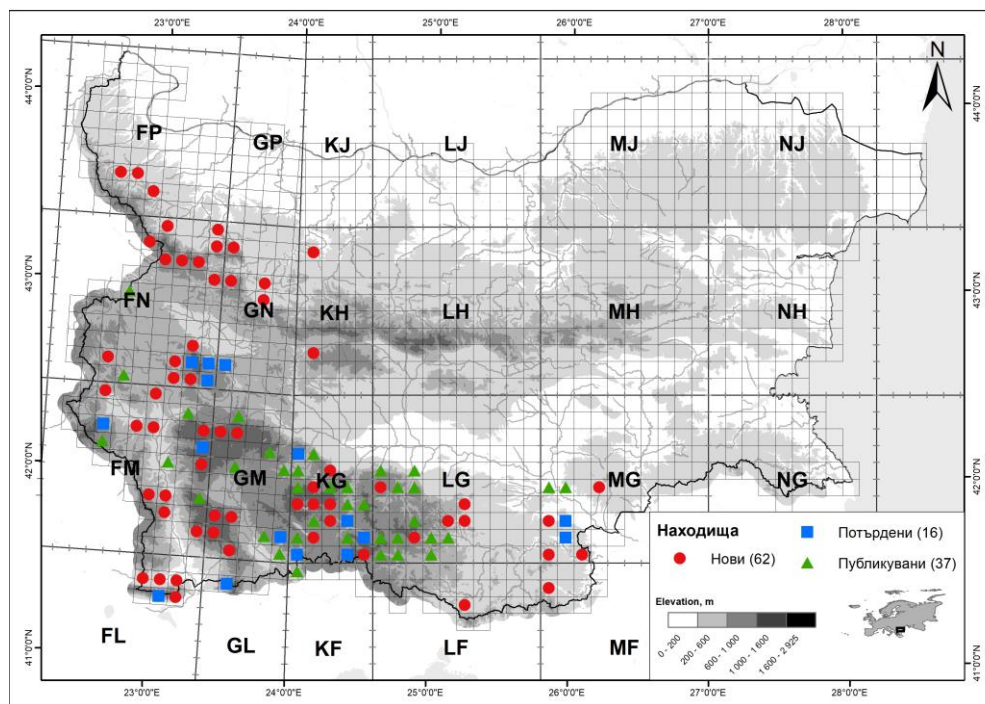


**Фиг. 5.** Брой слепочи *A. fragilis* и *A. colchica*, намерени на различна надморска височина. Със синьо е представен обикновения слепок, а с червено - източния.

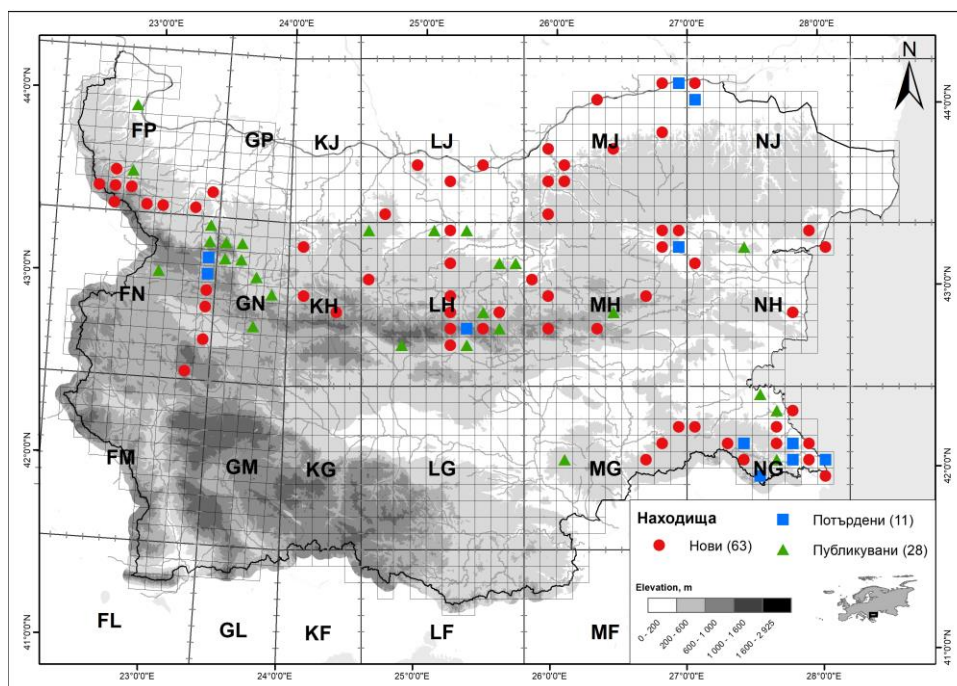
**Биоклиматични данни** Данните от многофакторния анализ на биоклиматичните фактори, влияещи върху разпространението на на двата вида слепочи на територията на България показваха, че върху обикновения слепок, най-голямо влияние имат следните фактори: *индекса на засушаване, индекс на евапотранспирация, надморската височина, температура годишна средна температура (bio1), средни дневни температури (bio2), изотермалност (bio3), сезонна температура (bio4); максималните температури през топлия месец на годината (bio5), минималните температури през най-студения месец от годината (bio6), годишния температурен диапазон (bio7), средните температури през най-дъждовната четвърт на годината (bio8), средните температури през най-сухата четвърт на годината (bio9), средните температури през най-топлата четвърт на годината (bio10), средните температури през най-студената четвърт на годината (bio11), годишните валежи (bio12), валежите през най-дъждовния месец на годината (bio13), валежите в най-сухия месец на годината (bio14), сезонност на валежите (bio15), валежите през най-дъждовната четвърт на годината (bio16), валежите през най-сухата четвърт на годината (bio17), валежите през най-топлата четвърти на годината (bio18), валежите през най-студената четвърти на годината (bio19).* Върху източния слепок, най-голямо влияние имат следните фактори: *индекса на засушаване, индекс на евапотранспирация, надморската височина, годишна средна температура (bio1), средни дневни температури (bio2), сезонна температура (bio4); максималните температури през топлия месец на годината (bio5), минималните температури през най-студения месец*

от годината (bio6), годишния температурен диапазон (bio7), средните температури през най-дъждовната четвърт на годината (bio8), средните температури през най-сухата четвърт на годината (bio9), средните температури през най-топлата четвърт на годината (bio10), средните температури през най-студената четвърт на годината (bio11), годишните валежи (bio12), валежите през най-дъждовния месец на годината (bio13), валежите в най-сухия месец на годината (bio14), валежите през най-дъждовната четвърт на годината (bio16), валежите през най-сухата четвърт на годината (bio17), валежите през най-топлата четвърти на годината (bio18). При анализа в предвид бяха взети първите три фактори с най-високи факторни тегла ( $p > 0.5$ ), обирайки 60% от вариациите - Eigenvalue.

Беше изготвена карта на разпространение на двата вида слепочи в България, по публикувани и непубликувани локации (от базата данни на БХД), върху UTM грید 10 × 10 km (Фиг. 10, 11).



Фиг. 10. Разпространение на обикновения слепок в България на UTM грید 10 × 10 km.



Фиг. 11. Разпространение на източния слепок в България на UTM грид 10 × 10 km.

За обикновения слепок, публикуваните локации в UTM грид 10 x 10 са 35. Бяха установени 62 нови локации и 16 потвърдени. За източния слепок, публикуваните локации са 29, новите са 63, а потвърдените са 10.

## 6.2. Биотични фактори на средата

В местообитанията, в които бяха намирани слепоци бяха описани следните видове влечуги: Пепелянка (*Vipera ammodytes*), Усойница (*Vipera berus*), Смок мишкар (*Z. longissimus*), Медянка (*C. austriaca*), Сива водна змия (*N. tessellata*), Жълтоуха водна змия (*N. natrix*), Зелен гушер (*L. viridis*), Стенен гушер (*P. muralis*), Късокрак гушер (*A. kitaibelii*), Живороден гушер (*Zootoca vivipara*). От отровните змии, синтопичен вид за обикновения слепок е усойницата (*V. berus*), а за източния слепок това е пепелянката (*V. ammodytes*).

## 6.3. Защитното поведение на двата вида слепоци *A. colchica* и *A. fragilis* в естествените им местообитания

При теренните наблюдения на двата вида слепоци на територията на България *A. fragilis* и *A. colchica*, бяха описани 18 вида защитни реакции от категоризацията на Martins (1994), като два от тях са редки - *gare* - отваряне на уста; *bite* - ухапване.

## 6.4. Лабораторни изследвания

### 6.4.1. Поведение при приближаваща опасност, непозната среда и нов обект.

Двата вида слепочи показаха сходство, но и различия в поведението при приближаваща опасност, непозната среда и нов обект. Статистически значима положителна корелация беше установена между оглеждане (LA) в тест за реакция към нова обстановка и приближаване към обекта (TO) в тест за реакция към нов обект, както и между неподвижно стоене (NM) в тест за реакция към нова обстановка и неподвижно стоене (NMno) в тест за реакция към нов обект (Таблица 11). Подобна корелация е установена и между броя отмятания с език по време на всяка от последните две променливи (TFNM – TFNMno, Таблица 12). Неподвижното стоене (NM) и отмятанията с език по време на търсене на изход (TFWO) от теста за реакция към нова обстановка бяха избрани като променливи, свързани с двигателната активност.

**Таблица 11.** Коефициенти на корелация по Spearman ( $r_s$ ) между двойки поведенчески променливи при двата вида слепочи (*A. colchica* и *A. fragilis*). Статистически значимите корелации са означени с удебелен шрифт.

Двойки променливи	N	$r_s$	$t(N-2)$	$p$
LTR – LTC	16	0,05	0,18	0,86
LTR – LTCno	16	-0,33	-1,30	0,21
LTC – LTCno	16	-0,09	-0,35	0,73
LTC – NM	16	0,43	1,79	0,09
LTCno – NMno	16	0,43	1,78	0,10
WO – LA	16	-0,65	-3,24	<b>0,01</b>
WO – NM	16	-0,54	-2,41	<b>0,03</b>
WO – NMno	16	-0,53	-2,31	<b>0,04</b>
WO – TO	16	-0,59	-2,77	<b>0,02</b>
LA – NM	16	0,42	1,74	0,10
LA – TO	16	0,61	2,89	<b>0,01</b>
NM – NMno	16	0,54	2,40	<b>0,03</b>
TFWO – TFLA	16	-0,50	-2,14	0,05
TFLA – TFNM	16	0,43	1,76	0,10
TFNM – TFNMno	16	0,58	2,66	<b>0,02</b>

**Таблица 12.** Коефициенти на корелация по Spearman ( $r_s$ ) между измервани по времева скала поведенчески променливи и брой на отмятанията с език за същите интервали от време при двата вида слепоци (*A. colchica* и *A. fragilis*). Статистически значимите корелации са означени с удебелен шрифт.

Двойки променливи	N	$r_s$	$t(N-2)$	$p$
LTR – TFLTR	16	0,91	8,04	<b>0,0000</b>
LTC – TFLTC	16	-0,17	-0,65	0,53
WO – TFWO	16	0,40	1,63	0,12
LA – TFLA	16	0,83	5,61	<b>0,0001</b>
NM – TFNM	16	0,47	1,97	0,07
NMno – TFNMno	16	0,39	1,59	0,13
TO – TFTO	16	0,81	5,26	<b>0,0001</b>

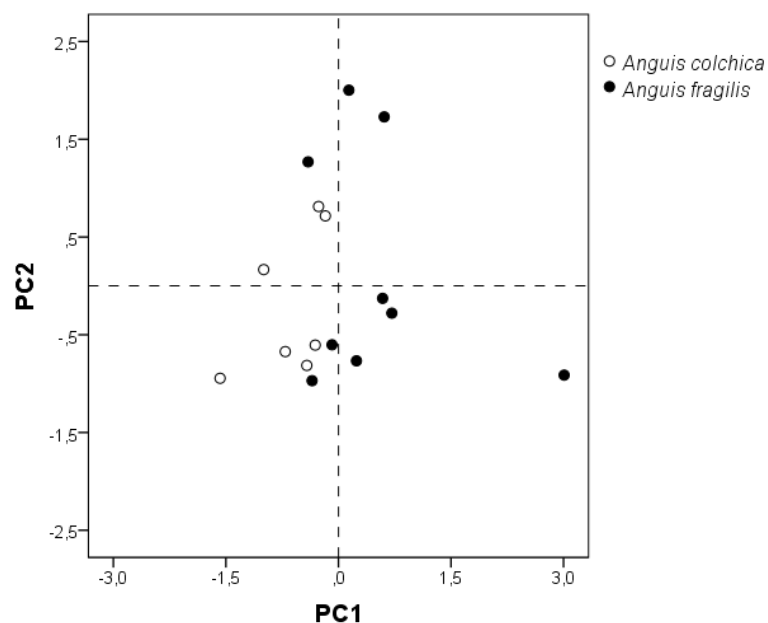
Променливите LTR, LA, NM, TO и TFWO бяха включени в анализ на главните компоненти. Бяха получени два главни компонента с  $eigenvalue > 1$ , които съвкупно обясняват 75,5% от общата изменчивост. Факторните тегла на променливите оглеждане (LA), неподвижно стоене в клетка (NM) и приближаване към обекта (TO) имаха по-големи стойности в първия главен компонент (PC1) и бяха положително свързани с него, докато факторните тегла на отмятанията с език по време на търсене на изход (TFWO) се разпределяха между двата главни компонента и корелираха отрицателно както с първия, така и с втория главен компонент. Факторното тегло на латентното време до опит за бягство при улавяне (LTR) имаше по-голяма стойност във вторият главен компонент (PC2) и беше положително свързано с него. Двата главни компонента съвместно дефинират две оси, които кореспондират с изследователското поведение (PC1) и със степента на поемане на риск (PC2), (Таблица 13, Фиг. 12). По този начин, индивидите с високи стойности по първия главен компонент могат да бъдат класифицирани като по-склонни да изследват непознатата обстановка или обект, макар и да са по-малко подвижни в пространството, докато индивидите с ниски стойности по PC1 демонстрират по-висока локомоторна активност, която е свързана с търсене на изход. Аналогично, индивидите с високи стойности по втория главен компонент могат да бъдат определени като по-склонни да поемат риск, оставайки по-дълго време неподвижни при приближаване на опасност, за разлика от индивидите с ниски



стойности по PC2, които почти незабавно се опитват да избягат. Отрицателните стойности при двата главни компонента до известна степен отразяват сходно мотивационно състояние, което вероятно е свързано с тревожност и повишено ниво на стрес.

**Таблица 13.** Анализ на главните компонентни факторни тегла на поведенческите променливи спрямо първите два главни компонента. С удебелен шрифт са означени факторните тегла  $> 0,4$ .

Променливи	Код	PC1	PC2
Латентно време до опит за бягство при улавяне	LTR	-0,229	<b>0,857</b>
Оглеждане	LA	<b>0,853</b>	-0,185
Неподвижно стоене	NM	<b>0,895</b>	-0,066
Приближаване към обекта	TO	<b>0,871</b>	-0,294
Отмятания с език по време на търсене на изход	TFWO	<b>-0,607</b>	<b>-0,453</b>
Eigenvalue		2,710	1,065
Пропорция от общата изменчивост		0,542	0,213



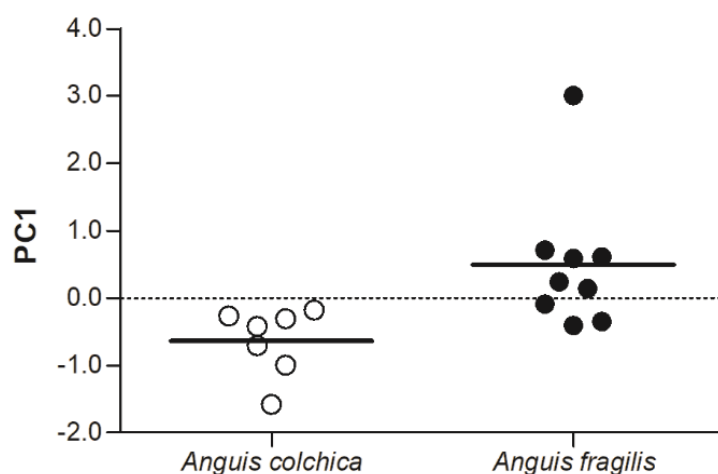
**Фиг. 12.** Диаграма на разсейването на индивидите от двата вида слепици спрямо двата главни компонента, дефинирани като изследователско поведение (PC1) и поемане на риск (PC2).

*Student t*-тест за независими извадки. Индивидуалните тегла на всеки от двата главни компонента бяха сравнени между двата вида слепици. Статистически значима разлика

беше установена по отношение на първия главен компонент (PC1):  $t(14) = -2,66$ ,  $p = 0,02$  (Таблица 14, Фиг. 13). Този резултат показва, че изследователската активност в поведението при *A. fragilis* е по-висока в сравнение с тази на *A. colchica*. Двата вида слепочи не се различават по отношение на втория главен компонент (PC2), отразяващ степента на поемане на риск (Таблица 14).

**Таблица 14.** Сравнение на стойностите на всеки от двата главни компонента (PC1 и PC2) чрез  $t$ -тест за независими извадки между двата вида слепочи (*A. colchica* и *A. fragilis*). Статистически значимите разлики са означени с удебелен шрифт.

Variable	Mean A. <i>colchica</i>	Mean A. <i>fragilis</i>	$t$ -value	df	$p$	$N$ A. <i>colchica</i>	$N$ A. <i>fragilis</i>	SD A. <i>colchica</i>	SD A. <i>fragilis</i>	$F$ - ratio	$p$	$F$ Levene	df Levene	$p$ Levene
PC1	-0,64	0,49	-2,66	14	<b>0,02</b>	7	9	0,50	1,03	4,15	0,10	0,74	14	0,4
PC2	-0,19	0,15	-0,66	14	0,52	7	9	0,74	1,18	2,54	0,27	3,05	14	0,1



**Фиг. 13.** Сравнение на изследователското поведение при двата вида слепочи (*A. colchica* и *A. fragilis*), графично представено чрез разсейванена индивидуалните тегла по скалата на първия главен компонент (PC1). Средните стойности са означени с плътна черна линия.

**6.4.2. Реакция към миризма на потенциален хищник.** Резултатите показаха, че индивидите и от двата вида *A. colchica* и *A. fragilis* разпознават миризмата на потенциалния хищник – пепелянка и усойница. И при мъжките и при женските *A. fragilis* броят на ОЕ към миризмата на хищника беше значимо по-голям, в сравнение с броя на ОЕ към контролата – Таблица 15, Af – чифтен t-test:  $t_5 = 3.81$ ,  $P < 0.05$  за мъжките и  $t_4 = 3.77$ ,  $P < 0.05$  за женските). По същия начин, и при възрастните и при младите *A. colchica* броят на ОЕ към миризмата на хищника беше значимо по-голям, в сравнение с броя на ОЕ към контролата – Таблица 16 Ac – чифтен t-test:  $t_4 = 2.97$ ,  $P < 0.05$  за възрастните и  $t_4 = 4.46$ ,  $P < 0.05$  за младите). И при възрастните и при младите *A. colchica* нямаше значима разлика в броя на ОЕ директно към контролата (Con) и встрани от нея (Coff) - чифтен t-test:  $t_5 = 1.93$ ,  $P > 0.05$  за възрастните мъжките и  $t_4 = 0.45$ ,  $P > 0.05$  за младите. Обаче, докато при младите *A. colchica* статистически значима разлика не беше установена в броя на ОЕ директно към миризмата (TFon) и встрани от нея (TFOff) - чифтен t-test:  $t_4 = 1.30$ ,  $P > 0.05$ , при възрастните броя на ОЕ директно към миризмата на хищника беше значимо по-голям от колкото встрани от нея - чифтен t-test:  $t_4 = 5.66$ ,  $P < 0.05$ .

При женските *A. fragilis* нямаше статистически значима разлика нито в броя на ОЕ директно към миризмата (TFon) и встрани от нея (TFOff) - чифтен t-test:  $t_4 = 0.35$ ,  $P > 0.05$ , нито в броя на ОЕ директно към контролата (Con) и встрани от нея (Coff) - чифтен t-test:  $t_4 = 1.82$ ,  $P > 0.05$ . При мъжките *A. fragilis* нямаше статистически значима разлика в броя на ОЕ директно към контролата (Con) и встрани от нея (Coff) - чифтен t-test:  $t_5 = 0.59$ ,  $P > 0.05$ , но броя на ОЕ директно към миризмата (TFon) беше значимо по-голям, в сравнение с броя на ОЕ встрани от нея (TFOff) - чифтен t-test:  $t_5 = 3.04$ ,  $P < 0.05$ . Освен това възрастови и полови различия бяха установени в поведенческия отговор на индивидите към миризмите на техните потенциални хищници.

При *A. colchica* възрастните индивиди проявиха значимо повече ОЕ към миризмата на хищника (TF), в сравнение с младите индивиди от този вид (ANOVA:  $F_{1,9} = 12.84$ ,  $P < 0.05$ ) като директните ОЕ към миризмата на хищника (TFon) бяха също значимо повече (ANOVA:  $F_{1,9} = 26.17$ ,  $P < 0.05$ ). При *A. fragilis* броят на ОЕ към миризмата на хищника (TF) също бяха значимо повече при мъжките, в сравнение с този при женските (ANOVA:  $F_{1,9} = 6.79$ ,  $P < 0.05$ ). Освен това при мъжките директните ОЕ към миризмата (TFon) бяха също значимо повече в сравнение с женските (ANOVA:  $F_{1,9} = 7.01$ ,  $P < 0.05$ ).

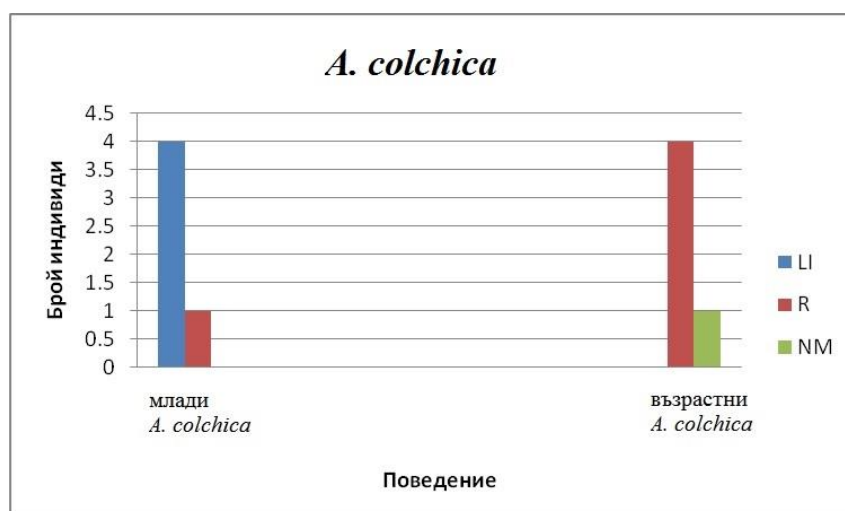
**Таблица 15.** Средно аритметично (M) и грешка на средното аритметично (SE) на изследваните параметри в теста реакция към миризма на потенциален хищник при мъжки и женски *A. fragilis*. Статистически значимите стойности на t почифтния t тест и на F по едно факторния дисперсионен анализ ANOVA са означени със \*.

<i>A. fragilis</i>						
	TF	TF on	TF off	C	C on	C off
Мъжки n=6	21.83±4.36	14.00±2.92	7.83±1.74	4.66±0.71	2.50±0.42	2.16±0.47
t <sub>5</sub>	*t <sub>(TF x C)</sub> = 3.81, P<0.05; t <sub>(TF on x TF off)</sub> = 0.59, P>0.05; t <sub>(C on x C off)</sub> = 3.81, P>0.05;					
Женски n=5	9.00±1.09	4.60±1.63	3.80±1.06	5.00±0.83	3.00±0.44	2.00±0.54
t <sub>4</sub>	*t <sub>(TF x C)</sub> = 3.77, P<0.05; t <sub>(TF on x TF off)</sub> = 0.35, P>0.05; t <sub>(C on x C off)</sub> = 1.82, P>0.05;					
F <sub>1,9</sub>	*F <sub>TF</sub> = 6.79 P<0.05	*F <sub>TFon</sub> = 7.01 P<0.05	F <sub>TF off</sub> = 3.51 P>0.05	F <sub>C</sub> = 0.09 P>0.05	F <sub>C on</sub> = 0.64 P>0.05	F <sub>Coff</sub> = 0.05 P>0.05

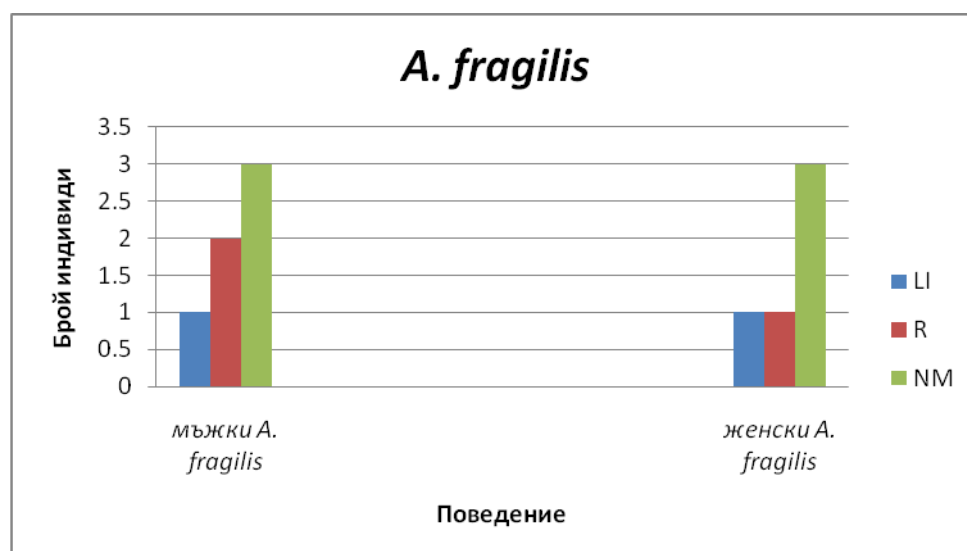
**Таблица 16.** Средно аритметично (M) и грешка на средното аритметично (SE) на изследваните параметри в теста реакция към миризма на потенциален хищник при мъжки и женски *A. colchica*. Статистически значимите стойности на t по чифтния t тест и на F по едно факторния дисперсионен анализ ANOVA са означени със \*.

<i>A. colchica</i>						
	TF	TF on	TF off	C	C on	C off
Възрастни n=5	26.70±7.00	18.80±4.72	5.70±1.19	10.8±3.99	7.20±2.85	3.60±1.24
t <sub>5</sub>	*t <sub>(TF x C)</sub> = 2.97, P<0.05; *t <sub>(TF on x TF off)</sub> = 5.66, P<0.05; t <sub>(C on x C off)</sub> = 1.93, P>0.05;					
Млади n=5	10.20±1.68	6.40±0.81	4.00±1.58	5.60±1.53	3.00±0.44	2.60±0.67
t <sub>4</sub>	*t <sub>(TF x C)</sub> = 4.46, P<0.05; t <sub>(TF on x TF off)</sub> = 1.30, P>0.05; t <sub>(C on x C off)</sub> = 0.45, P>0.05;					
F <sub>1,8</sub>	*F <sub>TF</sub> = 12.84 P<0.05	*F <sub>TFon</sub> = 26.17 P<0.05	F <sub>TF off</sub> = 2.33 P>0.05	F <sub>C</sub> = 1.47 P>0.05	F <sub>C on</sub> = 0.20 P>0.05	F <sub>Coff</sub> = 0.49 P>0.05

Независимо, че и двата вида разпознават миризмата на хищника, реакцията на индивидите след като я идентифицират се различаваше. Някои побягваха, други стояха неподвижно, а трети се отдалечаваха. Както може да се види от Фиг. 15 при *A. colchica* повечето млади индивиди се отдалечаваха, докато възрастните предприемаха повече бягство и стоене неподвижно. При *A. fragilis* няма съществена разлика в модела при мъжките и женските, но прави впечатление, че женските по-малко се втурват в бягство, в сравнение с мъжките (Фиг. 16). При сравнение между двата вида *A. fragilis* показва повече стоене неподвижно в сравнение с *A. colchica*, макар че статистически значима разлика не беше установена  $\chi^2 = 3.57$ .



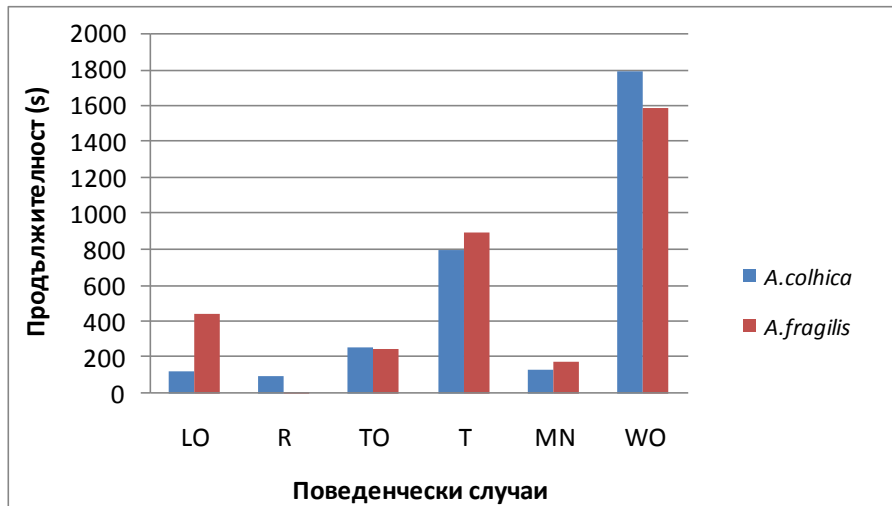
**Фиг. 15.** Двигателни реакции при *A. colchica* след разпознаване миризмата на хищника. Легенда: LI – отдалечаване; R – оглеждане и бягство; NM – стоене неподвижно.



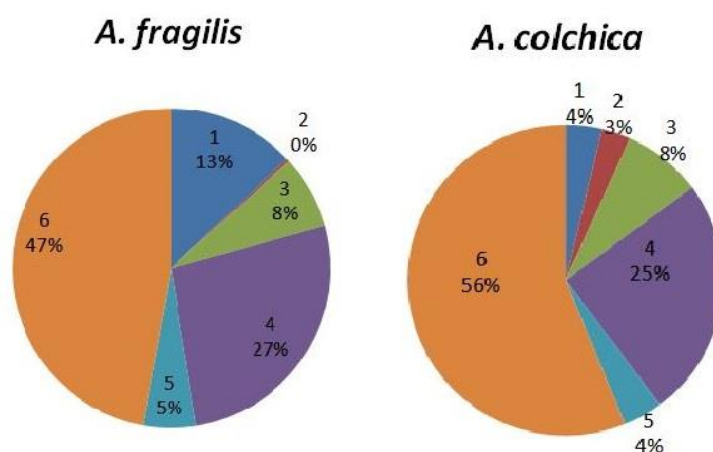
**Фиг. 16.** Двигателни реакции при *A. colchica* след разпознаване миризмата на хищника. Легенда: LI – отдалечаване; R – оглеждане и бягство; NM – стоене неподвижно.

### 6.4.3. Вътревидови и междувидови взаимодействия

Резултатите от теста „Срещи по двойки“ не показаха значима разлика в моделите на социални взаимодействия при двата вида в техните вътревидови и междувидови взаимоотношения, с изключение на това, че във вътревидовите взаимоотношения *A. fragilis* значимо по-дълго оглеждаха средата, в сравнение с *A. colchica*-  $\chi^2 = 5,1, P < 0.02$  (Фиг. 18 и 19), което е в потвърждение на установеното в предходните поведенчески тестове за по-висока изследователска активност

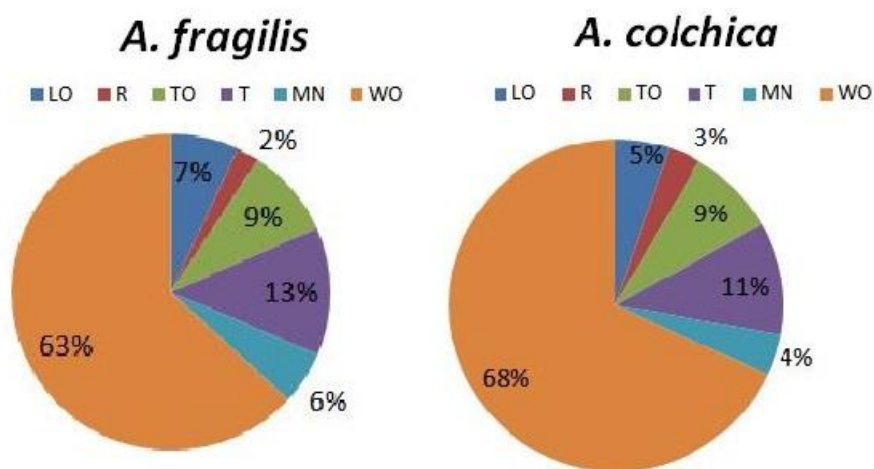


**Фиг. 18.** Продължителност на наблюдаваните поведенчески случаи в директни вътревидови взаимодействия при *A. colchica* и *A. fragilis*. Легенда: **LO** - оглеждане, **R** -бягство, **TO** - приближаване към партньора; **T** - стоене до партньор, **NM** - стоене неподвижно, **WO** - търсене на изход.



**Фиг. 19.** Процентно разпределение на времето на проявените поведенчески случаи в директни вътревидови взаимодействия при *A. colchica* и *A. fragilis*. Легенда: **1** - **LO** - оглеждане, **2** - **R** - бягство, **3** - **TO** - приближаване към партньора, **4** - **T** - стоене до партньора, **5** - **NM** - стоене неподвижно, **6** - **WO** - търсене на изход..

В междувидовите срещи индивидите и от двата вида показаха сходни стойности на времето на проявление на поведенческите случаи и статистически значима разлика между двата вида не беше установена при сравнение на пропорциите време, прекарано в тази активност. Обаче при сравняване на пропорциите време, в което индивидите проявяваха тези поведения във вътревидовите срещи със себеподобните си (Фиг. 19) и после във междувидовите срещи с индивиди от другия вид (Фиг. 21) беше установено, че индивидите и от двата вида проявяват по-завишени стойности на времето в търсене на изход и по-малко време стоене в близост до партньора в междувидовите срещи, в сравнение с вътревидовите – Таблици 19 и 20,



**Фиг. 21.** Процентно разпределение на времето на проявените поведенчески случаи при *A. fragilis* в директни междувидови взаимодействия с *A. colchica* и обратно

**Таблица 19.** Сравнение на пропорциите време на наблюдаваните поведенчески случаи във вътревидовите и междувидови взаимодействия при *A. colchica* чрез  $\chi^2$  тест. Статистически значимите различия са в удебелен шрифт и означени със \*.

Поведенчески случаи	LO	R	TO	T	MN	WO
Difference	1%	0%	1%	<b>14</b>	0%	12%
$\chi^2$	0.1	0.0	0.06	<b>6.60</b>	0.0	3.04
DF	1	1	1	<b>1</b>	1	1
P	0.73	1.0	0.8	<b>0.01*</b>	1.0	0.08

**Таблица 20.** Сравнение на пропорциите време на наблюдаваните поведенчески случаи във вътревидовите и междувидови взаимодействия при *A. fragilis* чрез  $\chi^2$  тест. Статистически значимите разлики са в удебелен шрифт и означени със \*.

Поведенчески случаи	LO	R	TO	T	MN	WO
Difference	6%	2%	1%	<b>14%</b>	1%	<b>16%</b>
$\chi^2$	1.99	2.0	0.064	<b>6.09</b>	0.09	<b>5.1</b>
DF	1	1	1	<b>1</b>	1	<b>1</b>
P	0.15	0.15	0.80	<b>0.01*</b>	0.75	<b>0.02*</b>

## 6.5. Дискусия

Изследванията върху разпространението и хабитатния избор на двата вида слепочи показаха както прилики, така и разлики между тях. Обикновеният слепок предпочита и трите типа гори (широколистни, иглолистни и смесени), докато източният предпочита широколистните. И двата вида имат предпочитание към запустелите обработваеми площи, екотонните зони, както и дворове и храсти сред населените места. Тези данни са близки до тези на други автори (Бакиев, Файзулин, 2001; Кривошеев, 2002; Кузнецов, 2002; Литвинов, Ганщук 2009) Между двата вида се наблюдават и различия. Резултатите показаха, че обикновения слепок избягва най-ниските райони на страната, както и някои по-високи. Повечето индивиди от *A. fragilis* са регистрирани между 250 и 1750 m, но може да се срещат и на височина над 2000 m. *A. colchica* се среща основно между 150 и 750. Източният слепок е доста по-приспособен към ниските части на страната, като популациите му в по-високите са доста малки и почти незначителни. До подобни заключения стига и Бешков (1966), който пише, че под 500-600 m източният слепок се среща много по-често от другия вид. От резултатите, свързани с биоклиматичните фактори се вижда още, че източният слепок се влияе по-малко от влажността на околната среда, в сравнение с обикновения. Така, обикновеният слепок е изложен на по-разнообразни и по-резки промени на климата. В по-глобален мащаб, популациите на обикновения слепок заемат и доста по-голяма територия (континентална Европа, Великобритания, Скандинавия), съдържаща разнообразни местообитания (Dely, 1981; Cabela, 1997; Salvador, 1998a). Източният слепок, от своя страна, е изолиран основно в източната част на Балканите (Jablonski et al., 2016). По-широкото разпространение и по-малката зависимост от факторите на



средата на обикновения слепок ни дават основание да считаме, че той доста по-адаптивен и гъвкав, отколкото източния слепок. Тази гъвкавост вероятно произтича от еволюционно придобитите стратегии на поведение, насочени към проучване на нова среда и нов обект, взаимодействие със себеподобните и антихищническо поведение.

Съществен резултат от настоящето изследване е, че *A. fragilis* демонстрира по-активно изследователско поведение, в сравнение с *A. colchica*. Като причина за това може да се изтъкне присъствието му в голям диапазон на надморски височини (спрямо източния слепок) и избора му на по-разнообразни типове на местообитание. Високата изследователска активност обикновено се включва като характеристика на проактивните (по-активните/по-смелите) индивиди. (Brodin et al. 2013). Като цяло се предполага, че в сложни, променливи среди установяването от животните на възможни промени в средата чрез проучване е много важно за оцеляването им. В този контекст Burger (1998) посочва, че всички животни, които са изложени на хищници, трябва правилно да различават опасните от неопасните стимули. В проведените лабораторни експерименти слепците не променяха нормалното си поведение при предоставянето на контролата и не показваха поведение на стрес. Обаче при предоставяне на миризмата от отровниците те или се отдалечаваха, бягаха или заставаха неподвижно, което доказва, че те разпознават миризмата на потенциалния хищник. Този резултат е подобен на установения от други автори (Cooper, 1990; Van Damme et al., 1995; Van Damme, Quick, 2001). Много видове гущерите използват различни тактики спрямо своите хищници. Някои слепци, особено източния започваха да се движат, след като биваха доближени от апликатора, носещ миризма на отровна змия, опитвайки се да се отдалечат или избягат. Този отговор е подобен на регистрирания при ларви на саламандри (*Ambystoma* sp.), които усилват движението си в отговор на следи от хищници като се опитват да намерят укрите (Sih, Kats, 1991). В контраст с тази стратегия други лацертиди намалят активността си при наличието на химични следи от отровници (Thoen et al., 1986; Van Damme et al., 1990; Van Damme, Castilla, 1996). Стоенето неподвижно, което констатирахме, особено при *A. fragilis* е в потвърждение на установеното от тези автори. Това дава основание да предполагаме, че използваните различни стратегии вероятно са свързани с видово специфичните особености на индивидите и до начина на ловуване на хищника, както и особеностите на местообитанията. Отровниците – пепелянка и усойница ловуват на открито. Вероятно, за да не бъдат забелязани гущерите намаляват движенията си. Възрастта и опита може би също имат отражение върху използваната стратегия. Като цяло заставането

неподвижно беше регистрирано само при възрастни животни и честотата на отмятанята с език бяха значимо повече при тази възрастова група. Това ни кара да предполагаме, че поемането на риск при възрастните (мъжките) е по-голямо, отколкото при младите и женските. Това може да се потвърди от важността на репродуктивната роля на женските и младите влечуги в популациите им (Carazo et al., 2014; Bajer et al., 2015; Woolrich-Piña et al., 2015).

Редица изследвания върху различни групи гръбначни животни установяват корелация между изследователското поведение и поемането на риск (Bajer et al., 2015; Garamszegi et al., 2009), но в много случаи двата белега се проявяват независимо един от друг (Ibáñez et al., 2014; Rodríguez-Prieto et al., 2011; Mell et al., 2016). Резултатите от настоящето изследване показват, че изследователското поведение и поемането на риск при двата вида слепочи се характеризират с наличието на консистентни индивидуални различия, като двата поведенчески белега не корелират помежду си. Наличието на индивидуални различия в поведението предполага, че използването на алтернативни стратегии от отделните индивиди им носи различни ползи, в зависимост от контекста. Вероятната причина за отсъствието на поведенчески синдром между изследователското поведение и поемането на риск е, че поведенческата изменчивост във всеки от двата белега се е утвърдила под въздействието на независими фактори на естествения отбор.

Във вътревидовите взаимоотношения *A. fragilis* по-дълго оглеждаха обстановката, в сравнение с *A. colchica*, което е в потвърждение на неговата по-голяма изследователска активност. Освен това в междувидовите срещи и двата вида показаха по-завишени стойности на времето в търсене на изход и по-малко време в стоене в близост до партньора. Това дава основание да считаме, че в природата двата вида слепочи вероятно се избягват. Обаче повече данни са нужни, за да може да се вникне по-дълбоко в техните вътревидови и междувидови взаимодействия. Според Stojanov (2001) между двата вида слепочи са наблюдавани случаи на копулация, предполагащи хибридизация. В тази връзка, разделението на двата вида по надморската височина може да способства за ограничаване възможностите за хибридизацията между тях.

## 7. Изводи

1. На територията на България Европейския змиегущер (*P. apodus*) предпочита местообитания с гъста тревисто-храстова растителност, в близост до водоизточник, което е в потвърждение с установеното от други автори за други части от ареала му.
2. Дневната активност на Европейския змиегущер (*P. apodus*) в началото на пролетта е унимодална, а в края на сезона и в началото на лятото става бимодална като в първия случай гущерите бяха активни само през първата половина от деня, а във втория случай, имаше ясно изразена сутрешно-обедна и късно-следобедна активност. Това ги отличава от повечето видове гущери.
3. Мъжките змиегущери (*P. apodus*) се събуждат от зимен сън значително по-рано (март - април) от женските, което вероятно е част от репродуктивните им стратегии за конкурентоспособност с други мъжки.
4. И двата пола при Европейския змиегущер са активни до към края на юли месец, което дава основание да се предполага, че този вид гущери изпадат в лятна хибернация.
5. При Европейския змиегущер (*P. apodus*) бяха констатирани два нови вида защитно поведение, нерегистрирано досега при други видове влечуги: скрита глава сред растителността и скрита глава под тялото, което разкрива нови форми на поведенческа адаптация към условията на живот в местообитанията.
6. И двата вида слепози *A. fragilis* и *A. colchica* предпочитат близки типове местообитания, но обикновения слепок *A. fragilis* беше намиран в 15 типа, като сред най-предпочитани бяха земеделските земи със значителни участъци от естествена растителност, широколистни гори, естествени ливади и в преходно дървесно-храстова растителност, а източния слепок *A. colchica* беше намиран в 13 типа, като сред най-предпочитани бяха ненапопявана обработваема земя, земеделски земи със значителни участъци от естествена растителност, широколистни гори, естествени ливади.
7. На територията на България, популациите на *A. fragilis* не са ограничени от надморската височина, а основен фактор, влияещ върху разпространението им

са валежите, докато *A. colchica* се среща в доста по-ниски райони и лимитиращ фактор за разпространението им е температурата на средата. Тези различия определят *A. fragilis* като по-адаптивен.

8. Изследователското поведение и поемането на риск при двата вида слепочи се характеризират с наличието на консистентни индивидуални различия. Обаче *A. fragilis* демонстрира по-активно изследователско поведение, в сравнение с *A. colchica*, което е в унисон с неговото по-широко разпространение.
9. По отношение на реакцията на двата слепочи (*A. fragilis* и *A. colchica*) към миризми на потенциални хищници не беше установена значима разлика в поведенческите им отговори. Въпреки това, при *A. colchica*, възрастните индивиди поемаха по-голям риск от младите, а при *A. fragilis* мъжките от женските, което доказва по-голямата предпазливост на младите и женските, вероятно произтичащи от тяхната различна жизнена стратегия и функция в популациите.
10. Във вътревидовите взаимоотношения *A. fragilis* по-дълго оглеждаха обстановката, в сравнение с *A. colchica*, което е в потвърждение на неговата по-голяма изследователска активност. В междувидовите срещи и двата вида показаха по-завишени стойности на времето в търсене на изход и по-малко време в стоене в близост до партньора. Това дава основание да се счита, че в природата двата вида слепочи вероятно се избягват.

## Приноси

1. За първи път у нас са проучени хабитатния избор, хабитатно използване и активност на Европейския змиегущер (*P. apodus*) в естествените му местообитания, което разширява познанията за хабитатните му предпочитания и модели на активност в неговия ареал. Изготвена е и карта на разпространението му в България.

2. Описани са нови видове защитно поведение при *P. apodus*, което обогатява списъка с поведенчески прояви при влечугите и разкрива нови форми на поведенческа адаптация към условията на живот в местообитанията.

3. Събрани са всички находища на обикновения и източния слепок на територията на България и е направена карта на разпространението им. По този начин съществуващите данни за разпространението на двата вида слепоци са допълнени и са очертани основните фактори, определящи хабитатните им предпочитания.

4. За първи път е направено проучване върху изследователското поведение и реакция към нов обект при обикновения *A. fragilis* и източния слепок *A. colchica*, разкриващо прилики и разлики между тях по отношение на поведенческите им стратегии в нова среда и поемането на риск.

5. За първи път са проведени изследвания върху поведенческия отговор на индивиди от двата вида слепоци (*A. fragilis* и *A. colchica*) към миризмата на пепелянката (*V. ammodytes*) и усойницата (*V. berus*) и е характеризиран модела на антихищническото им поведение, което разширява познанията за стратегиите на гущерите за избягване на потенциални хищници.

6. За първи път са извършени проучвания на вътревидовите и междувидови взаимоотношения при двата вида слепоци (*A. fragilis* и *A. colchica*) чрез директни срещи в лабораторни условия, което дава дълбочина в разбирането на поведенческите механизми, способстващи съвместното им съществуване в синтопичните местообитания.

## ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Telenchev I., Simeonovska-Nikolova D., Tzonev R. 2017. "Habitat use and activity of European glass lizard, *Pseudopus apodus* (Pallas, 1775), in southeastern Bulgaria", Turkish Journal of Zoology, vol. 41, pp. 286-293. **IF** <sub>(2016)</sub> **0.785**
2. Telenchev I., Simeonovska-Nikolova D., Natchev N., Tzankov N. 2014. "A preliminary study on the habitat selection of european glasslizard (*Pseudopus apodus*) in southeast Bulgaria", Annuaire de l'Université de Sofia "St. Kliment Ohridski" Faculte de Biologie, vol. 100, pp. 280-290.

## УЧАСТИЯ В НАУЧНИ ФОРУМИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИЯТА

### Международни конференции

1. Telenchev, I., **D. Simeonovska-Nikolova**, N. Tzankov, R. Tzonev, N. Natchev 2015. Habitat use and activity of the European glass lizard, *Pseudopus apodus* in south-east Bulgaria. In SEH 18th European Congress of Herpetology, 7-12 September 2015 Wrocław, Poland, 192 p.
2. Telenchev I, D. Simeonovska-Nikolova 2016. Reaction of the slow-worms *Anguis fragilis* and *Anguis colchica* to predators' odour in Bulgaria. 5TH CONGRESS OF ECOLOGISTS OF THE REPUBLIC OF MACEDONIA, WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION, 19-22.10.2016 Ohrid, Macedonia - poster

### Национални конференции

3. Telenchev, I., **D. Simeonovska-Nikolova**, N. Natchev, N. Tzankov 2014. A preliminary study on the habitat selection of glass lizard, *Pseudopus apodus* in southeast Bulgaria. Младежка Научна Конференция "Климентови Дни", 17-18 октомври 2014., Софийски Университет "Свети Климент Охридски", Биологически Факултет, „Екология, опазване на околната среда и устойчиво развитие“, KD\_ECO 1., постер

#### **ДРУГИ ПУБЛИКАЦИИ, ИЗЛЕЗЛИ ПРЕЗ ПЕРИОДА НА ДОКТОРАНТУРАТА**

1. Koleva V., Kornilev Y., Telenchev I., Lukanov S., Hristova B., Natchev N. 2017. "Salt tolerance's toll: prolonged exposure to saline water inflicts damage to the blood cells of dice snakes (*Natrix tessellata*)", *Web Ecology*, vol. 17, pp. 1-7.
2. Telenchev I., Mladenov V., Georgieva R., Redl E., Natchev N. 2016. "Data of herpetofauna-vehicle collisions in the region of Burgas city, SE Bulgaria", Annual conference '16 Smart specialization - innovative strategy for regional economic transformation, University of Ruse "Angel Kanchev", vol. 55, pp. 128-132.
3. Nenov D., Paunova L., Yordanova Y., Dimitrov D., Lakova S., Toneva M., Petrov P., Nestorova S., Vacheva E., Djilianova I., Ivanova E., Popova R., Valev A., Grozdanov A., Tosheva A., Traykov I., Kostova R., Telenchev I. 2016. "Observations on species composition and behavioral specifics on monitored bird feeders in the green belt of faculty of biology, Sofia University. Improving the conditions for biodiversity in the area", *Annuaire de l'Université de Sofia "St. Kliment Ohridski" Faculte de Biologie*, vol. 101, pp. 55-64.

## **Благодарности**

Изказвам благодарност на научния си ръководител проф. д-р Даниела Симеоновска-Николова за цялостната помощ и съдействие при изготвянето на настоящата дисертационна работа. Благодарен съм също на доц. д-р Николай Начев за компанията и помощта по време на теренната работа с жълтокоремника, на д-р Георги Попгеоргиев и гл.ас. д-р Мартин Маринов за напътствията и помощта при статистическата обработка на данните, на доц. д-р Росен Цонев за определянето на растителните видове в местообитанията. Изказвам и специални благодарности на доц. д-р Николай Цанков, Андрей Стоянов, доц. д-р Борислав Наумов, д-р Владислав Вергилов, д-р Венислава Рачева, Юрий Корнилев и Ангел Дюгменджиев за подкрепата, съветите, помощта в теренната работа, обработката и събирането на данните. Благодаря също на всички колеги от катедрата и Биологическия факултет, с които съм работил през изминалите три години, както и на своите приятели и семейство за подкрепата.