

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ”



БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА “ЗООЛОГИЯ И АНТРОПОЛОГИЯ”

АТАНАС ПЕТРОВ ГРОЗДАНОВ

**БИОЛОГИЯ И ЕКОЛОГИЯ НА ЗЕЛЕНИЯ ГУЩЕР
LACERTA VIRIDIS И ЛИВАДНИЯ ГУЩЕР *LACERTA AGILIS*
В СОФИЙСКОТО И ПЛОВДИВСКОТО ПОЛЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен “Доктор”

Професионално направление 4.3. Биологически науки (Зоология)

София, 2013 г.

Дисертацията съдържа 137 страници, включително 30 фигури, 35 таблици и 5 приложения. В библиографията са включени 189 литературни източника, от които 29 на кирилица и 160 на латиница.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 2013 г. от часа в аудитория.....на Биологически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“.

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ”



БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА “ЗООЛОГИЯ И АНТРОПОЛОГИЯ”

АТАНАС ПЕТРОВ ГРОЗДАНОВ

**БИОЛОГИЯ И ЕКОЛОГИЯ НА ЗЕЛЕНИЯ ГУЩЕР
LACERTA VIRIDIS И ЛИВАДНИЯ ГУЩЕР *LACERTA AGILIS*
В СОФИЙСКОТО И ПЛОВДИВСКОТО ПОЛЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за присъждане на образователна и научна степен “Доктор”

Професионално направление 4.3. Биологически науки (Зоология)

Научен ръководител:

доц. д-р Даниело Цолов Пешев

София, 2013 г.

Отпечатването на този автореферат е осъществено с подкрепата на Договор №BG051PO001-3.3.06-0025, финансиран от Европейския социален фонд и Оперативна програма Развитие на човешките ресурси (2007–2013) и съфинансирана от Министерството на образованието и науката в Република България.

Използвани съкращения

Мерни единици

m – метър

MJ/m² – м джаул на квадратен метър

mm – милиметър

°C – градуси по Целзий

Статистически методи и показатели

ANOVA – вариационен анализ

DA – дискриминантен анализ

PCA – кореспондентен анализ

SD – стандартно отклонение

H' – индекс на Shannon

X – средно аритметична стойност

Min – max – минимална – максимална стойност (интервал)

n – размер на извадката

Показатели отчитани при изследванията

D1-D4 – категории гъстота на тревната покривка

H1-H4 – категории височина на тревната покривка

Tb – клоакална температура

Ts – субстратна температура

Ta – температура на въздуха

I. Увод

Съвременните херпетологични проучвания се характеризират с многостранност и постепенно разширяване на обхвата на разглежданите научни проблеми. Изучаването на биологията и екологията на видовете е свързано не само с прякото увеличаване на познанията за тях, но и с все по-актуалните проблеми за опазването на видовете и техните местообитания. Изследванията показват, че дори широко разпространени у нас таксони, вече са сериозно застрашени от изчезване в други части от ареала си и са все по-приоритетни за проучване и защита.

В световен мащаб херпетологичните изследвания са концентрирани към разкриване на особености в биологията и екологията на слабо проучени видове чрез използване на интегрални подходи. Анализира се половия диморфизъм като подход за обясняване на поведенческите адаптации. Обръща се внимание на детайлния анализ на местообитанията с цел изясняване на изискванията на видовете към факторите на средата. Особена актуалност придобива и пространственото моделиране, при което се създават прогностични модели на разпространение, на базата на влиянието на географски, климатични и други фактори. На базата на тези продукти се извършва детайлен анализ, позволяващ не само вникване в биологичните особености на видовете, но и ефективно планиране на природозащитни дейности за тях и местообитанията им като цяло.

В България голяма част от изследванията на влечугите имат най-вече фаунистичен характер. За много видове все още има големи празнини в знанието за техните биологични и екологични особености. В последните години световните тенденции в областта навлизат и у нас и информацията за видовете расте. Паралелно с чисто научната страна на проучванията, те имат и важен практически принос, свързан с изработването на планове за действие за видове, планове за управление на защитени територии, картиране на фауната в мрежата от защитени зони „Натура 2000” и др.

Както и при много други организмови групи, често вниманието на научната и природозащитната общност е насочено към по-редки видове с неблагоприятен природозащитен статус. Като резултат от тази тенденция, таксони с по-широко разпространение и привидно по-малка уязвимост всъщност остават по-слабо проучени. Тяхната роля обаче несъмнено е значима и присъствието им в повече места е основание те да бъдат използвани за ефективни индикатори за промените в околната среда.

Настоящата работа има за цел да проучи слабо известни аспекти от биологията и екологията на зеления и ливадния гушер у нас. С цел да се постигне по-добра сравняемост за изследването е избран като обект равнинно привързания подвид на ливадния гушер (*Lacerta agilis chersonensis*), срещащ се на места симпатрично със зеления. Подбрани са две територии със сравнително сходни географски характеристики. Въпреки, че и двата таксона са сравнително широко разпространени у нас, в други части на ареала им вече са отчетени сериозни негативни тенденции в състоянието им и се работи по създаване на планове за тяхното опазване. Анализа на наличната информация за зеления и ливадния гушер показва доста празнини в познанията за тяхната биология и екология. Ето защо, получените и анализирани резултати могат да бъдат използвани както на национално, така и на международно ниво за вникване в биологичните особености на двата вида и създаване на адекватни мерки за тяхното опазване.

След подробен анализ на публикуваната информация за зеления и ливадния гушер, в настоящото проучване са подбрани за изследване аспекти от тяхната биология и екология, за които са налице оскъдни или неанализирани данни. На базата на това в плана на работа е определена следната **цел**:

Да се проучат, анализират и сравнят половия и възрастовия диморфизъм, терморегулацията, избора на микроместообитания и пространственото разпределение на зеления гушер (*Lacerta viridis*) и ливадния гушер (*Lacerta agilis chersonensis*) в избрани моделни територии в България.

Във връзка с определената цел, бяха набелязани за изпълнение следните **задачи**:

1. Улавяне на индивиди от всички възрастови групи и от двата пола на проучваните таксони.
2. Снемане на набор от стандартни метрични и меристични параметри от всеки екземпляр.
3. Снемане на температурни показатели от тялото, субстрата и въздуха за всеки екземпляр.
4. Описание и категоризиране на елементите на микроместообитанията за всеки индивид.
5. Снемане на пространствени данни (X и Y координати) от всеки видян екземпляр.
6. Подбор и прилагане на подходящи статистически методи за анализ и сравнение на получените данни.

II. Литературен обзор

1. 1. Ливаден гушер

Ливадният гушер (*Lacerta agilis* Linnaeus, 1758), е един от деветте вида от семейство Същински гушери (Lacertidae), установени на територията на България. Ареалът на вида обхваща обширни територии от Европа и Азия (Bischoff 1984, 1988, Gasc et al. 1997, Stojanov et al. 2011). На базата на проучвания на външната морфология в рамките на вида са отделени 11 валидни подвида.

Редица автори се занимават с проблемите на таксономията, биологията и разпространението на вида: Fuhn & Vancea (1964), Котенко и Тарашук (1982), Bischoff (1988), Tytov et al. (2005), Călinescu 1931, Fuhn & Vancea 1961, Vogrin 1999, Maslak 2000), Fuhn & Vancea 1961, Fuhn 1967, Borcea 1975, Strugariu et al. 2006, Strugariu & Gherghel 2008, Iftime et al. 2008), Veith, 1991, Schweiger 2008), Kalyabina et al. 2004) Fuhn & Vancea 1964, Borczyk 2001, Gherghel & Strugariu 2009, Дунаев (1999), Kalyabina-Hauf et al. (2004), Pikulik et al. (1988), Sukhov (1948), Котенко и Свириденко (2010), Drzewicki, 1926, Stojanov et al. 2011, Яблоков (1976), Gvozdik (2000). Ekner et al. (2008)

В България са установени 2 подвида на ливадния гушер: *L. a. bosnica* и *L. a. chersonensis*. Първият е разпространен в планинските райони на страната, а вторият най-вече във високите полета на Западна България и в изолирани находища в Източна България (Stojanov et al. 2011).

В България ливадният гушер е слабо проучен. Досегашните изследвания, засягат основно разпространението на този вид (Наумов и Станчев (2010), Stojanov et al. 2011), изследвания на разликите в окраската между двата подвида (Духалов 1999), морфологичната им диференциация и половият диморфизъм по размерни и фолидозни белези (Цанков 2007), термоекологията (Grozdanov et al., 2011).

Ливадният гушер е включен в Приложение III на Закона за биологичното разнообразие, Анекс IV на Директива 92/43 на Съвета на ЕИО от 21.05.1992 г., както и в Приложение II на Бернската конвенция.

1. 2. Зелен гушер

Зеленият гушер *Lacerta viridis* (Laurenti, 1768), е най-широко разпространеният вид от семейство Lacertidae у нас. Зеленият гушер в тесен смисъл се среща в Централна и Източна Европа и северните части на Мала Азия. Изолирани популации съществуват в Южна Германия и Южна Полша. Видът включва 5 подвида.

У нас се срещат два подвида – *L. v. viridis* и *L. v. meridionalis*, между които има широка контактна зона с различни преходи (Stojanov et al. 2011).

Автори, занимавали се с проблемите на таксономията, биологията и разпространението на вида са: Mikatova 2001, Stojanov et al. 2011, Щербак и Щербан 1980, Nettman & Rykena 1984, Korsos 1984, Ioannidis & Bousbouras 1997, Strijbosh 2002, Schmidtele 2002, Vancea & Fuhn (1959, Vaclav et al. (2007).

У нас основните работи, засягащи този вид, имат основно фаунистичен характер (обобщени данни виж в Наумов и Станчев 2010, Stojanov et al. 2011). Специализирани изследвания за храната на този вид са публикувани от Ангелов и др. (1972), Донев (1984). Непубликувани данни за вътревидовата систематика и географското разпределение има от Благоев (1987) и Цанков (2007).

Зеленият гушер е включен в Приложение III на Закона за биологичното разнообразие, Анекс IV на Директива 92/43 на Съвета на ЕИО от 21.05.1992 г. (Животински и растителни видове от интерес за общността, които се нуждаят от строга

защита), Приложение II на Бернската конвенция (Конвенция за опазване на европейската дива природа и естествените местообитания) както и е включен в категория LC на IUCN.

Данни за различни аспекти от биологията и екологията на проучваните или близки до тях видове се откриват в работите на редица автори: **1) Полов диморфизъм** Mori & Hikida (1992), Olsson et al. (2002), Fitch (1978), Stewart (1985), Яблаков (1976), Peters (1958, 1960), Peters & Muskhelishvili (1968), Fuhn & Vancea (1961), Fuhn (1964), Яковлева (1964). Щербак (1966) Мухалишвили (1968) Borcea (1974) Щербак и Щербан (1980). Котенко и Тарашук (1980). Polidori & Caratti (1992). Juszczuk (1974) Ананиева и др. (1997) Arribas (2001), Märtens (1996). Majlath et al. (1997). Nemes (2001) Chirikova et al. (2002). Kalyabina–Hauf et al. (2004). Симонов (2008). Песков и др. (2010). Ручин и Рыжов (2006) Tuniyev & Tuniyev (2008) Borcea (1979), Fuhn & Mertens (1959), Vancea & Fuhn (1959), Fuhn & Vancea (1961) Mertens & Schnurre (1946), Peters (1970), Schmidtler (1986), Щербак и Щербан (1980) Lac (1968), Hrabe et al. (1973) и Baruš et al. (1992); **2) Възрастов диморфизъм** Гаранин (1983). Терентьев и Чернов (1949); **3) Терморегулация** Porter et al. (1973), Porter & Tracy (1983). Huey (1982), Huey & Stevenson (1979). Huey (1982), Hertz et al. (1983), Huey & Stevenson (1979), Литвинов & Ганшук (2010), Литвинов и др. (2010) Castilla et al. (1999), Rismiller & Heldmaier (1988); **4) Микроместообитания** Nemes et al. (2006). Glandt (1991). Märtens et al. (1996, 1997) Nemes (2001), Nemes et al. (2006). Jackson (1979), Dent & Spellerberg (1987), Berglund 1995). Vanhooydonck & Van Damme 2003, (Török 1998, 2002). Glandt (1991, 1979) Castilla & Van Damme (1996) Amat et al. (2003) Vancea & Fuhn (1959) Korsos (1982, 1984), Sacchi et al. (2011); **5) Пространствен модел** Bombi et al. (2009) Tarkhnishvili et al. (2010) Shulte et al. (2012) Доронин (2012) и др.

В голямата част от цитираните трудове третираните аспекти са разгледани частично, не са обосновани статистически или касаят различни от изследваните таксони.

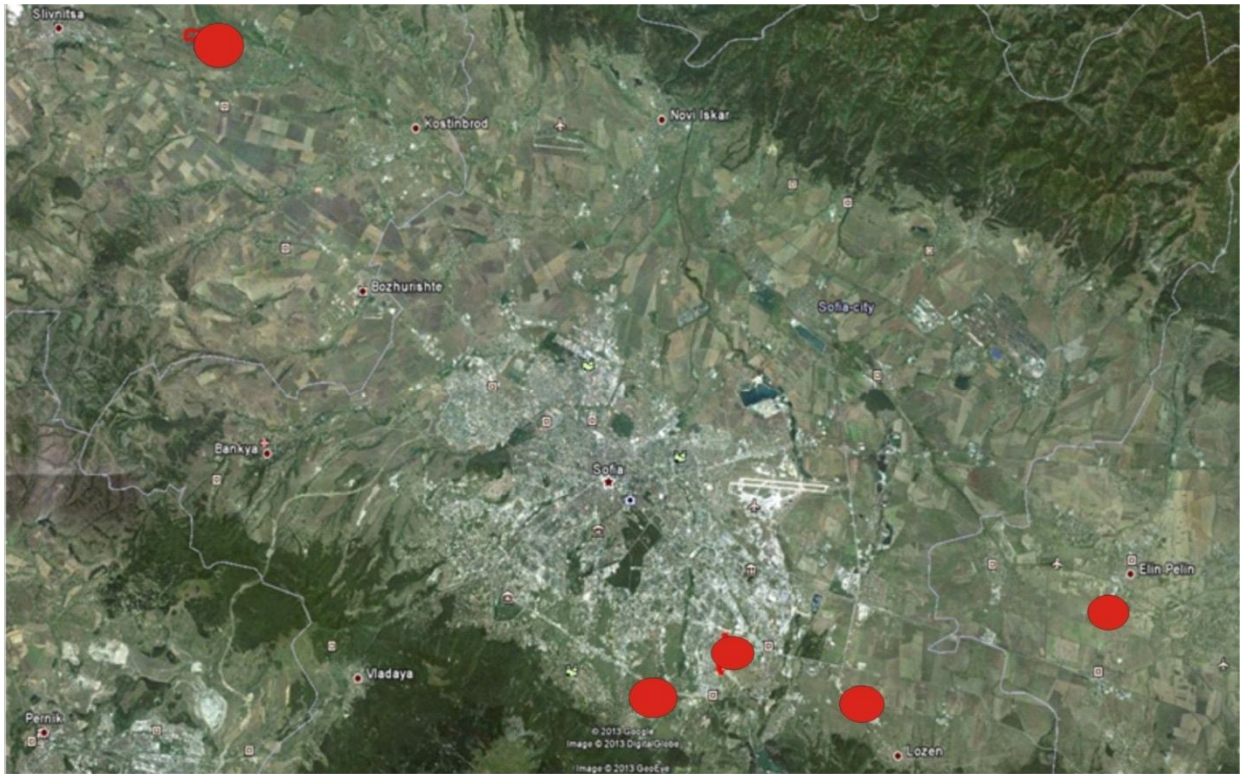
III. Материал и методи

1. Изследван район

В настоящото изследване за ливадния гушер бяха избрани пет изолирани полигона разположени в Софийското поле, Западна България на надморска височина между 540 и 703 (фиг. 1).

Полигоните бяха посетени през април-август 2010, април-юли 2011 и май, октомври 2012 през периодите на най-висока активност на вида.

При проучването на зеления гушер бяха избрани 5 изолирани полигона (Фиг. 2), разположени в Пловдивското поле и прилежащи територии. Полигоните бяха посетени в периодите на активност на вида между 2010 и 2012г.



Фигура 1. Разположение на полигоните (в червен контур) за *L. agilis chersonensis* (снимка: Google earth).



Фигура 2. Полигони избрани при проучването на *L. viridis* (снимка: Google Earth).

2. Изследвани екземпляри

Направен бе опит за ръчно улавяне на всеки наблюдаван индивид, като пола и възрастта бяха определени чрез морфометрични измервания и отчитане на специфики в окраската (Приложение 1). При теренната работа по бяха уловени общо 68 индивида от вида *L. agilis*, които бяха разделени на 4 класа: мъжки (m) – 20 екз., женски (f) – 18 екз., млади мъжки (jm) – 14 екз., млади женски (jf) – 16 екз. От вида *L. viridis* бяха уловени съответно 65 екз., групирани в 3 класа: мъжки (m) – 22 екз., женски (f) – 23 екз., млади (j) – 20 екз.

За генериране на модела на потенциалното местообитание на *L. a. chersonensis* и *L. viridis* в Софийското поле са използвани съответно 117 и 131 точкови локации.

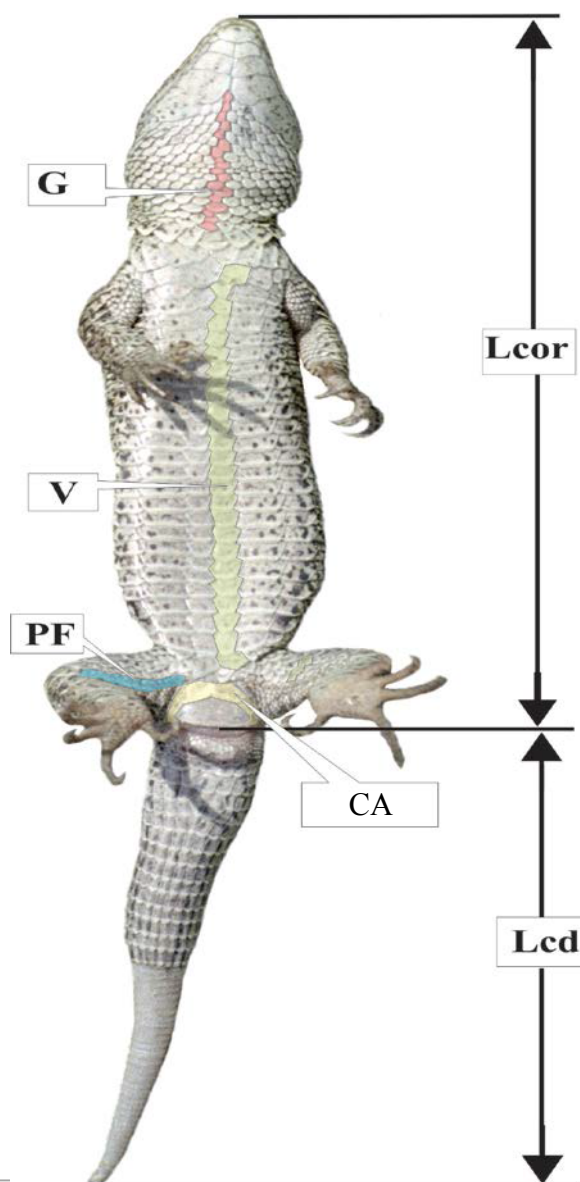
Всички събрани данни за всеки индивид са въвеждани в стандартизиран поледи формуляр (Приложение 4).

3. Изследвани биологични и екологични аспекти

3. 1. Полов диморфизъм

При изследването на половия диморфизъм са събирани данни за следните белези и индекси

Фигура 3. Белези и индекси



1. 1. 3. Метрични белези

Измерванията са правени по методиките, предложени от Терентьев & Чернов (1949), Fuhn & Vancea (1961), Даревский (1967), и с изменения и допълнения (Фигура 3 и 4).

Линейните измерванията **Lcor**, **Lcd**, **Pp**, **Pa** са с точност 0,5 mm, **Lpil**, **Latpil**, **Latcap**, **Pp2**, с точност до 0,1 mm. **Lcor** и **Lcd** са снети с прозрачна линия, като животното е имобилизирано и максимално обтегнато. При **Lcd** белега е снеман при максимално отпусната опашка. При измерването **Pp** и **Pa** крайникът е обтягнат перпендикулярно на тялото и поставян върху линията. Измерването на стъпката **Pp2** става по същия начин, но с тази разлика, че се използва линия с по-малки деления. Белезите **Lpil**, **Latpil**, **Latcap** са снемани с помощта на шублер.

Lcor - Дължина на тялото. Измерена от върха на междучелюстното щитче (scutum rostrale) до крайния ръб на клоакалното щитче (sc. anale).

Фигура 4. Измерения и фолидозни белези на коремната страна при *L. agilis*.

Lcd - Дължина на опашката. Измерена от крайния ръб на клоакалното щитче до върха на опашката.

Lpil - Дължина на pileus'a. Измерена от върха на междучелюстното щитче (sc. rostrale) до края на окципиталното щитче (sc. occipitale).

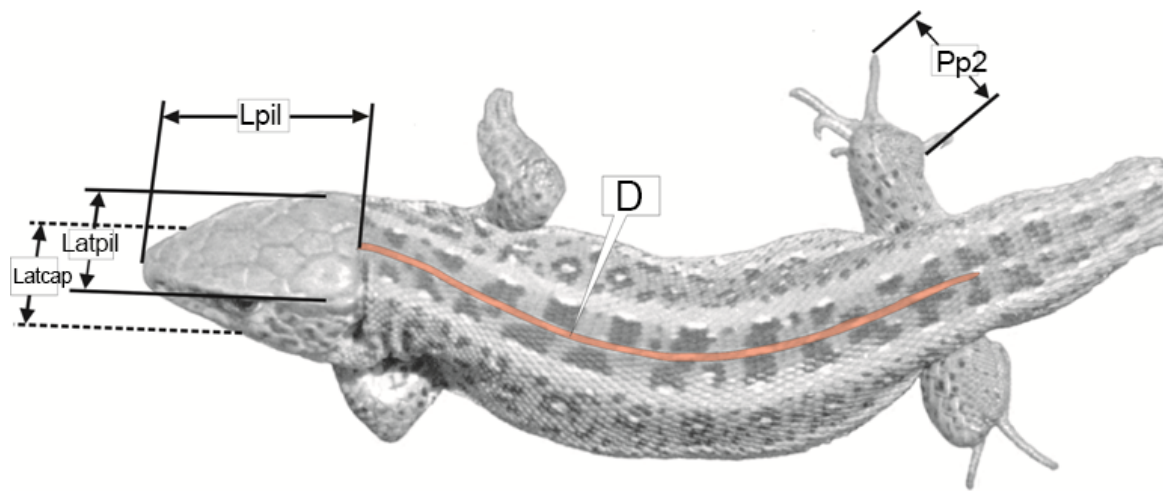
Latpil - Широчина на pileus'a. Измерена в най-широката част на париеталните щитчета (scuta parietalia).

Latcap - Широчина на главата. Измерена в най-широката част под окото (при югалната кост - jugale).

Pp2 - Дължина на стъпката на задния крайник. Измерена от върха на най-дългия пръст до основата на първи пръст.

Pp - Дължина на задния крайник. Измерена от основата на първи пръст до основата на задния крайник, когато е в положение перпендикулярно на тялото.

Pa - Дължина на предния крайник. Измерена от върха на най-дългия пръст до основата на предния крайник, когато е в положение перпендикулярно на тялото.



Фигура 4. Измервания и елементи на фолидозата от дорзалната страна на *Lacerta agilis*.

3. 1. 2. Индекси

Метричните белези са превърнати в индекси.

Lcor/Lcd - относителна дължина на опашката (**DO** индекс).

Lpil/Lcor - относителна дължина на пилеуса (**DP** индекс).

Latcap/Lcor - относителна широчина на главата (**SG** индекс).

Latpil/Lcor - относителна широчина на пилеуса (**SP** индекс).

Altcap/DT - относителна височина на главата (**VG** индекс).

Pp2/Lcor - относителна дължина на стъпката (**DS** индекс).

Pp/Lcor - относителна дължина на задния крайник (**DZ** индекс).

Pa/Lcor - относителна дължина на предния крайник (**PK** индекс).

Latpil/Lpil - форма на пилеуса (**pileus** индекс).

Latcap/Lpil - форма на главата (**H** индекс).

Pp2/Pp - относителна дължина на стъпката спрямо задния крайник (**F** индекс).

Pa/Pp - относителна дължина на крайниците един спрямо друг (**L** индекс).

3. 1. 3. Меристични белези

Съобразени са с методиката предложена от Peters (1962), Даревский (1967), Schmidtler (1986) с изменения и допълнения (Фиг. 3, 4 и 5).

D - Брой редове гръбни люспи по дължината на тялото. От окципиталното щитче до нивото на задния крайник.

V - Брой напречни редове коремни и гръдни щитчета (sc. ventralia).

G - Брой люспи по осевата линия на шията (sq. gularia). От мястото на разделяне на подбрадните щитчета (sc. sublabialia) до щитчетата на огърлицата (sc. collaria).

CA - Брой щитчета разположени в един ред пред клоакалното щитче (sc. circumanalia).

Отчетени са и следните **двустранны симетрични меристични белези**:

PF - Брой феморално пори (pori femorales). Отчита се броя на щитчетата носещи пори.

N - Брой щитчета разположени зад носния отвор - задносни щитчета (sc. postnasalia).

F - Брой ябълчни щитчета (sc. frenalia). Могат да бъдат наречени и sc. nasofrenalia.

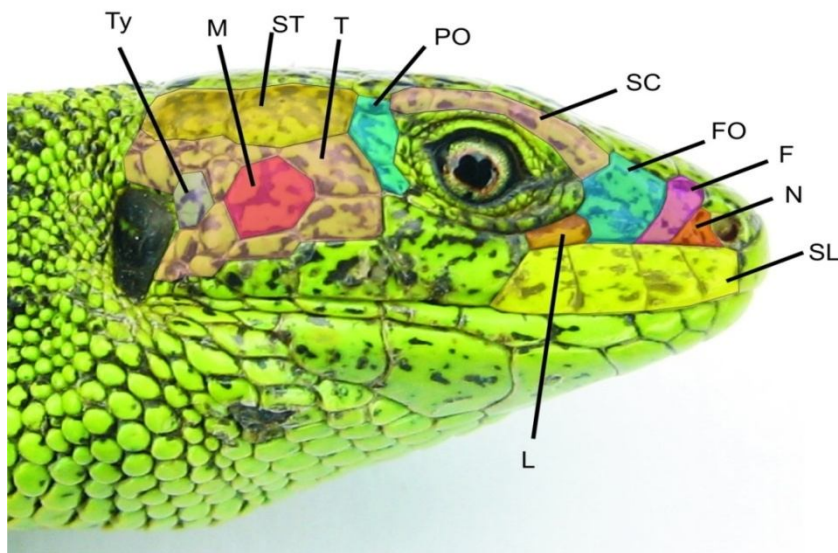
SC - Брой надклепачни щитчета (sc. supraciliaria).

PO - Брой задочни щитчета (sc. postocularia).

ST - Брой горнотемни щитчета (sc. supratemporalia). Разположени по външния ръб на париеталните щитчета (sc. parietalia).

T - Брой темпоралните люспи (sq. temporales).

L - Брой лакримални щитчета (sc. lacrimalia).



Фигура 5. Типично олюспяване на главата на ливаден гушер (*Lacerta agilis*) гледана от страни.

3. 1. 4. Статистическа обработка

Дескриптивните данни за метричните (в милиметри, mm) и меристичните белези и индекси са представени в таблици. Данните включват средна стойност (mean) \pm стандартно отклонение (sd), интервал (min-max) и размер на извадката (n).

При изследване на половия диморфизъм беше използван Principal component analysis (PCA), като чрез използване на факторните тегла спрямо първата ос за всеки индивид беше изчислен мултивариационен индекс на размерния полов диморфизъм, чрез който беше изчислен диморфизма по отношение на общите измерения на тялото. Изчислени са и собствените стойности на осите (Eigenvalues). За тестване, изследване и откриване на елементите, които имат роля във формирането на размерния полов диморфизъм беше използван вариационен анализ (ANOVA). Като заключителен етап беше направен и дискриминантен анализ (DA), с цел да бъде изчислено квадратичното Махаланобисово разстояние, използвано като величина за измерване на степента на диференциация между половете. Това позволи да се направи и сравнение в степента на половия диморфизъм при двата вида.

За извършване на статистическите анализи са използвани програмите PAST 2.17 и Statistica 7.0 (HAMMER et al. 2001, STATSOFT, Inc. 2004).

3. 2. Възрастов диморфизъм

Младите индивиди са анализирани отделно от възрастните животни. При *L. agilis* за възрастни са считани индивиди с дължина на тялото над 60 mm. При *L. viridis* тази дължина е над 85 mm. При ливадния гушер младите индивиди са поделени в два отделни класа на базата на особености в оцветяването – млади мъжки (jm) и млади женски (jf). При зеления гушер няма морфологични особености за коректно разделяне на половете при младите и те са анализирани като общ клас (j). При анализа на възrastовия диморфизъм възрастните мъжки и женски индивиди не са обединени в една група, тъй като между тях има големи морфологични разлики и вариацията в една потенциална обща група би била твърде голяма за да позволи извеждане на разлики между възрастните и младите. В същото време при сравняването на възрастния диморфизъм между двата вида, младите ливадни гущери са обединени в един клас, за да се постигне сравняемост с класифицираните в един клас млади зелени гущери.

3. 3. Терморегулация

При проучването на терморегулацията бяха улавяни индивидите, наблюдавани на избраните полигони. Непосредствено след улавянето бяха отчитани три типа температури с помощта на дигитален термометър Voltcraft DET1R (с точност $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$) с активна сонда: клоакална – T_b , на въздуха – T_a и на субстрата T_s . Събраната информация беше обработена и анализирана с помощта на програмата Statistica 7.0. Определени бяха стандартни параметри от дескриптивната статистика: средна, минимална и максимална стойност и стандартна грешка. Информацията беше тествана за нормалност с теста на Shapiro-Wilk. Бяха сравнени индивидите от различните полови и възрастни групи чрез ANOVA и е извършена обработка със post hoc Spjotvoll/Stoline тест за unequal n и LSD тест. За всички възрастни и полови класове е изчислен индекс на термоадаптация $I_t = T_b / 0,5(T_a + T_s)$ (по Литвинов 2010).

3. 4. Микроместообитания

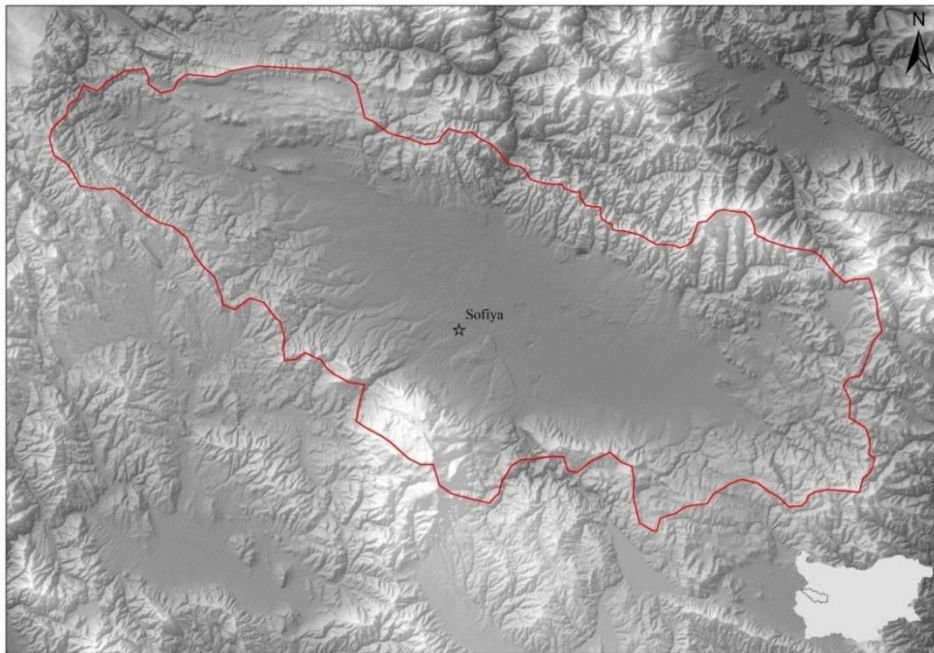
При проучването на микроместообитанията е направено описание на техните характеристики на площ от 100 кв.м. около точката на първоначално наблюдение на всеки индивид. Тревната растителност е разделена на класове според височината си: 0–20 cm [H1], 20–40 cm [H2], 40–60 cm [H3] и 60–80 cm [H4] и според гъстотата: ниска – над 90% видима почва [D1], средна – над 50% [D2], гъста – над 10% [D3], много гъста – без видима почва [D4]. Отбелязани са (като присъствие или отсъствие) и специфични елементи: дървета и храсти (отчетени като брой), камъни и изкуствени укрития (главно строителни и битови отпадъци, наличие на пътища, наличие на орна земя. Информацията за всеки възрастов и полов клас е сравнена с теста χ^2 . Изчислен е индекс на сходство по Jaccard и са определени нивата на статистическа достоверност за да се тества степента на близост на четирите (три при зеления гушер) класа индивиди по отношение на избора им на микроместообитания. Алгоритъма Unweighted pair-group average (UPGMA) е приложен за визуализиране на матрицата на сходство.

За проучване на избора на микроместообитанията от отделните класове е използван кореспондентен анализ. Преимуществото на мултивариационните методи, като почувствителни, пред широко използвани тестове като χ^2 за анализ на използването на микроместообитания е показано от Nemes et al. (2006). За всички възрастни и полови класове е изчислен Shannon diversity index (H'), а микрохабитатните класове и стойностите са сравнявани между отделните групи с diversity t-test за статистическа

достоверност. Събраната информация е обработена и анализирана с програмите PAST 2.17 и Statistica 7.0.

3.5. Пространствен модел

За изготвянето на пространствен модел като полигон е избран водосбора на Софийското поле (Фигура 6), където се срещат и двата изследвани в работата таксона. Използвани са 117 точкови локации за ливадния гушер и 131 локации за зеления гушер (лични данни, база данни на Българско херпетологично дружество). Моделът на потенциалното разпространение е изготвен с помощта на 19 климатични параметъра от WorldClim (Hijmans et al. 2005) и 3 географски параметъра, както и слой за начина на ползване на земята за периода 2010-2011 (Цанков и др. 2013).



Фигура 6. Полигон за пространствения модел на *L. agilis chersonensis* и *L. viridis*

За генерирането на модела са използвани 100 повторения като 25% от точките (избирани на случаен принцип) са използвани за верификация при всеки цикъл.

За крайното описание на потенциално разпространение са използвани резултатите от модела по долната граница на CI (доверителен интервал). Резултатите за потенциалната пригодност на всеки пиксел са представени в интервала от 0 до 1, като максималната стойност на модела се приравнява с 1.

Резултатите от модела за площите на потенциалното разпространение са разделени на 4 категории на пригодност:

1. отсъствие – 0;
2. слабо пригодни – от 0.001 до 0.330;
3. пригодни – от 0.331 до 0.660;
4. оптимални – от 0.661 до 1.

Представени са и зоните на припокриване на потенциалното разпространение на двата вида като за целта от припокриващите се зони е изключена категория 1 (отсъствие), всички комбинации с участието на категория 2 (2_2, 2_3 и 3_2) при двата вида са обединени в обща категория „Слабо пригодни местообитания”, комбинациите 3_3 са представени като „Пригодни местообитания”, комбинациите 3_4 и 4_3 съответно като „Пригодни и оптимални местообитания” и 4_4 като „Оптимални местообитания”.

Моделът е изработен чрез програмите Maxent (Phillips et al. 2006) и NextGIS.

IV. Резултати

1. Полов диморфизъм

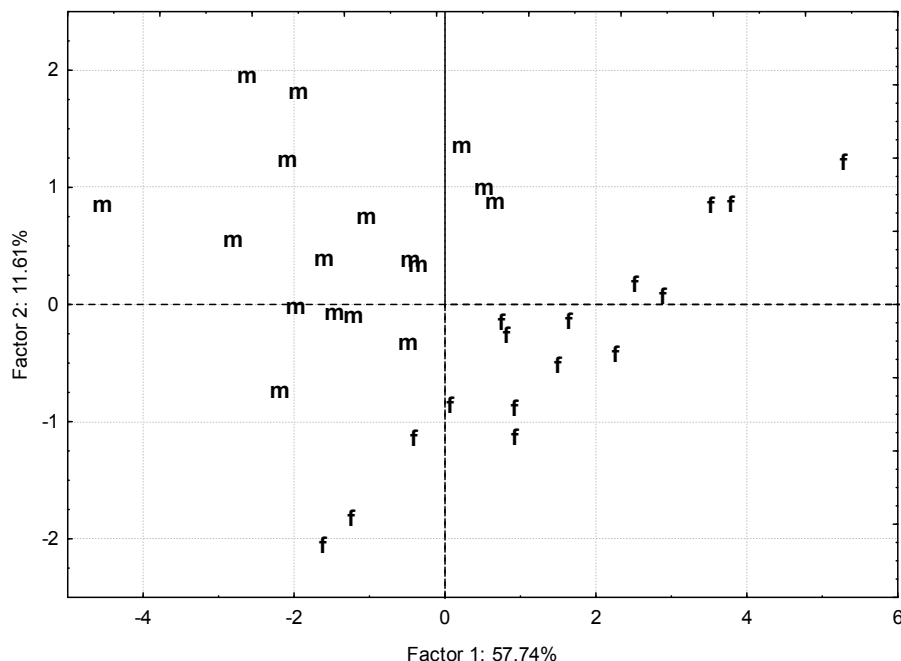
1. 1. Изследване на половия диморфизъм при ливадния гушер (*Lacerta agilis*)

От изследваните 29 меристични белези, много висока статистически достоверна разлика между индивидите от двата пола е установена в броя напречни редове коремни и гръдни щитчета (V) (ANOVA $F=7,12$; $P<0,001$).

От изследваните 20 метрични белези и индекси, статистически достоверна разлика между индивидите от двата пола е установена при 13 от тях: Дължина на пилеуса (Lpil), Широчина на главата (Latcap), Широчина на пилеуса (Latpil), Дължина на задния крайник (Pp), Дължина на стъпката на задния крайник (Pp2), Относителна дължина на пилеуса (Lpil/Lcor, DP индекс), Относителна широчина на главата (Latcap/Lcor, SG индекс), Относителна широчина на пилеуса (Latpil/Lcor, SP индекс), Относителна дължина на предния крайник (Pa/Lcor - PK индекс), Относителна дължина на задния крайник (Pp/Lcor - DZ индекс), Относителна дължина на стъпката на задния крайник (Pp2/Lcor - DS индекс), Форма на главата (Latcap/Lpil - H индекс), Относителна дължина на опашката (Lcor/Lcd - DO индекс). Тенденциите по отношение на установените разлики при различните полови и възрастови класове са посочени и анализирани в глава „Дискусия”.

При анализирането на половия диморфизъм при *L. agilis*, първите две оси (57,74% и 11,61%) от Principal correspondent analysis (PCA) определят като най-значими метрични белези за разграничаване на двата пола дължините на крайниците (Pa, Pp, Pp2). С по-ниска значимост са размерите на главата (Lpil, Latpil, Latcap), а с най-ниска дължината на тялото (Lcor) и на опашката (Lcd).

Разпределението на възрастните индивиди от двата пола при *L. agilis* в мултивариационното пространство на първите две главни оси е показва, че половият диморфизъм е ясно свързан с първата главна ос (фиг. 7).



Фигура 7. Разпределение на възрастните индивиди от двата пола спрямо двете главни оси от PCA при *L. agilis*

Собствените стойности на главните оси (Eigenvalues) от PCA при възрастните индивиди от двата пола при *L. agilis* са представени в таблица 1. Първата ос е с най-голяма значимост и има най-висока собствена стойност (4,62).

Таблица 1. Собствени стойности (Eigenvalues) на главните оси от PCA при възрастните индивиди от двата пола при *L. agilis*

	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	4,62	57,74	4,62	57,74
2	0,93	11,61	5,55	69,34
3	0,85	10,59	6,40	79,94
4	0,70	8,69	7,09	88,63
5	0,49	6,08	7,58	94,71
6	0,25	3,11	7,83	97,82
7	0,11	1,39	7,94	99,21
8	0,06	0,79	8,00	100,00

1. 2. Изследване на половия диморфизъм при зеления гущер (*Lacerta viridis*)

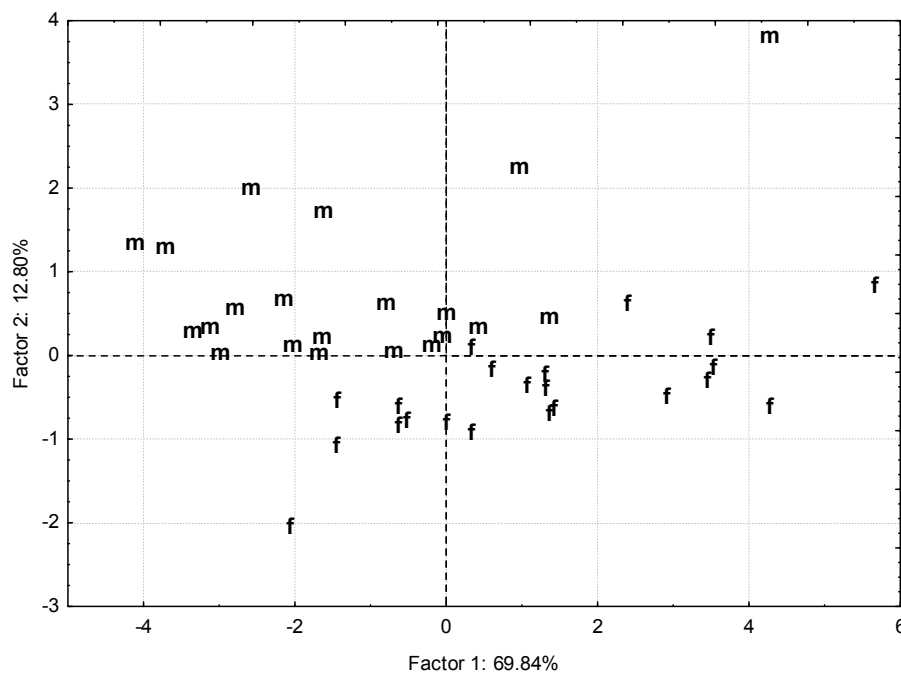
От изследваните 31 меристични белега, статистически достоверна разлика между индивидите от двата пола е установена само в броя на напречните редове коремни и гръдни щитчета (V) (ANOVA $F=14,92$, $P<0,05$).

От изследваните 20 метрични белези и индекси, статистически достоверна разлика е установена при 13 от тях: дължина на пилеуса (L/pil), широчина на главата (Latcap), широчина на пилеуса (Latpil), дължина на предния крайник (Pa), дължина на задния крайник (Pp), дължина на стъпката на задния крайник (Pp2), относителна дължина на пилеуса (Lpil/Lcor), относителна широчина на главата (Latcap/Lcor), относителна широчина на пилеуса (Latpil/Lcor), относителна дължина на предния крайник (Pa/Lcor), относителна дължина на задния крайник (Pp/Lcor), относителна дължина на стъпката на задния крайник (Pp2/Lcor), форма на главата (Latcap/Lpil).

Тенденциите по отношение на установените разлики при различните полови и възрастови класове са посочени и анализирани в глава „Дискусия”.

На база на анализа на половия диморфизъм при *L. viridis*, първите две оси (69,04% и 12,80%) от PCA определят като най-значими метрични белези за разграничаване на двата пола дължините на крайниците (Pa, Pp, Pp2). С по-ниска значимост са дължината на тялото (Lcor) и размерите на главата (Lpil, Latpil, Latcap), а с най-ниска дължината на опашката (Lcd).

Разпределението на възрастните индивиди от двата пола при *L. viridis* в мултивариационното пространство на първите две главни оси е показано на фигура 8. Половият диморфизъм е ясно свързан с първата главна ос.



Фигура 8. Разпределение на възрастните индивиди от двата пола спрямо двете главни оси от PCA при *L. viridis*

Собствените стойности на главните оси от PCA при възрастните индивиди от двата пола при *L. viridis* са представени в таблица 2. Първата ос е с най-голяма значимост и има най-висока собствена стойност.

Таблица 2. Собствени стойности (Eigenvalues) на главните оси от PCA при възрастните индивиди от двата пола при *L. viridis*.

	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	5,59	69,84	5,59	69,84
2	1,02	12,80	6,61	82,64
3	0,53	6,68	7,15	89,31
4	0,34	4,25	7,49	93,57
5	0,29	3,57	7,77	97,14
6	0,12	1,48	7,89	98,61
7	0,06	0,74	7,95	99,35
8	0,05	0,65	8,00	100,00

1. 3. Оценка и сравнение на половия диморфизъм при двата изследвани вида.

Първоначалното сравнение на половия диморфизъм при двата вида е осъществено чрез вариационен анализ (ANOVA) на базата на метричните индекси. Статистически достоверна разлика при сравняването между възрастните мъжки от двата вида и възрастните женски от двата вида е установена при следните индекси: Относителна дължина на пилеуса (L_{pil}/L_{cor} , DP индекс), Относителна дължина на опашката (L_{cor}/L_{cd} , DO индекс), Относителна дължина на предния крайник (P_a/L_{cor} - PK индекс), Относителна дължина на задния крайник (P_p/L_{cor} - DZ индекс), Относителна дължина на стъпката на задния крайник (P_p2/L_{cor} - DS индекс), Форма на главата (L_{atcap}/L_{pil} - H индекс), Форма на пилеуса (L_{atpil}/L_{pil} - Pileus индекс), Относителна дължина на крайниците един спрямо друг (P_a/P_p - L индекс).

Тенденциите по отношение на установените разлики при двата вида са посочени и анализирани в глава „Дискусия“.

Половия диморфизъм при изследваните видове е изследван и чрез дискриминантен анализ (DA). От изследваните белези с много висок принос за дискриминирането на групите са ширина на главата (Latcap), дължина на тялото (Lcor), дължина на задния крайник (Pp) и дължина на стъпката на задния крайник (Pp2) ($p < 0,001$), а с принос са дължина на пилеуса (Lpil) и дължина на опашката (Lcd) ($p < 0,05$).

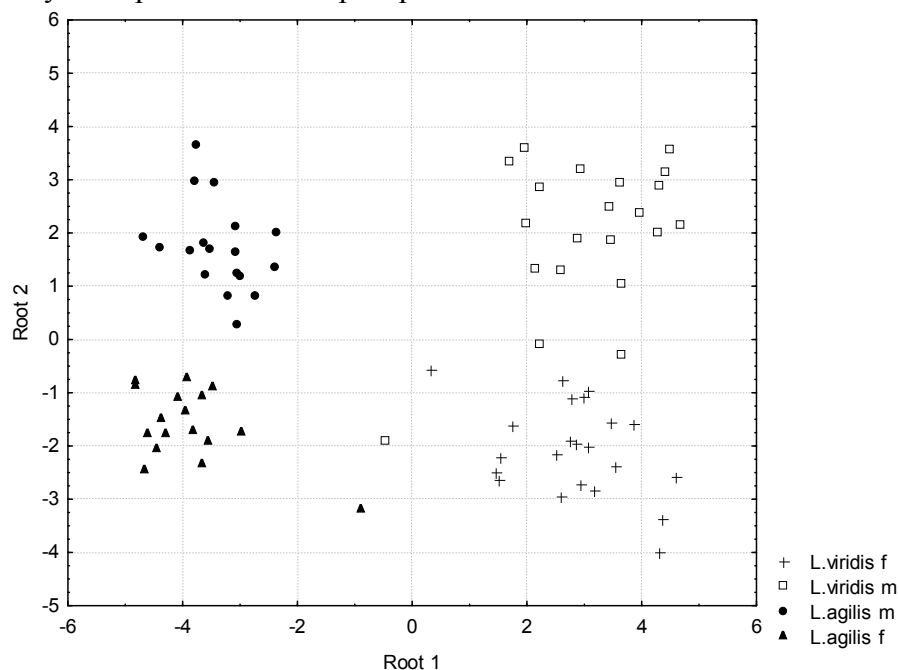
Квадратичното Махаланобисово разстояние между мъжките и женските зелени гущери е 16,62, а при ливадните гущери стойността му е 11,45. По-високата му стойност показва по-добре изразен полов диморфизъм, в случая при *L. viridis*. При *L. agilis* получената стойност показва по-слабо изразен полов диморфизъм. Резултатите от анализа показват много висока степен на диференциация между отделните групи ($p < 0,001$) (таблица 3).

Таблица 3. Квадратично Махаланобисово разстояние между отделните полове при възрастните *L. agilis* и *L. viridis*. Над диагонала са дадени степените на достоверност между групите.

вид, пол	<i>L. viridis</i> f	<i>L. viridis</i> m	<i>L. agilis</i> m	<i>L. agilis</i> f
<i>L. viridis</i> f	-	<0,001	<0,001	<0,001
<i>L. viridis</i> m	16,62	-	<0,001	<0,001
<i>L. agilis</i> m	52,70	41,45	-	<0,001
<i>L. agilis</i> f	45,32	60,96	11,45	-

Наблюдава се много висок процент на коректна класификация на индивидите от отделните групи при двата вида. Некоректното класифициране на 3 мъжки индивида при *L. viridis* вероятно се дължи на непълно отразени индивидуални метрични данни.

Разпределението на половете при *L. viridis* и *L. agilis* на база на дискриминантния анализ на метричните белези е показано на фигура 9. Четирите групи се разделят добре в мултивариационното пространство.



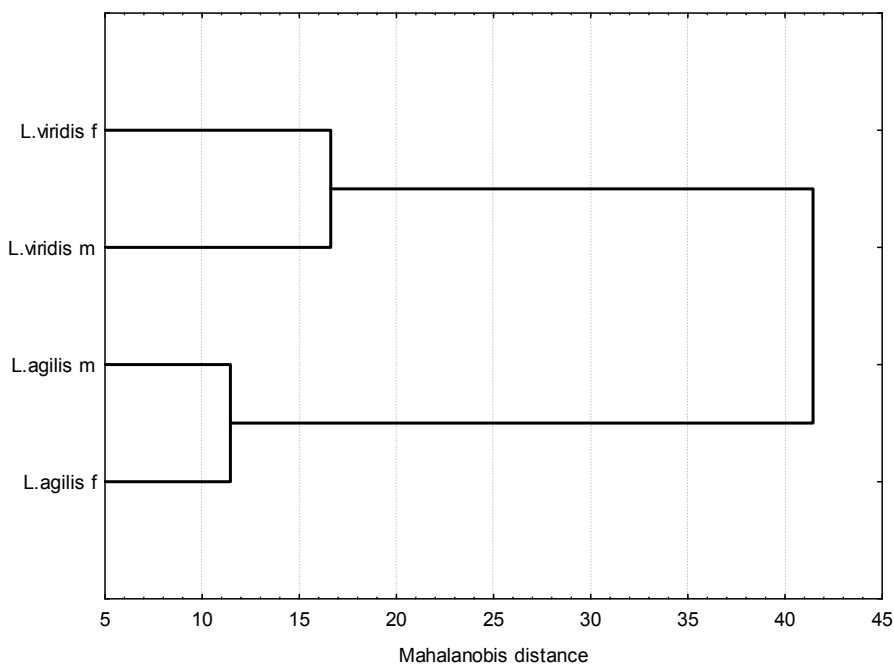
Фигура 9. Разпределение на половете при *L. viridis* и *L. agilis* на база на дискриминантния анализ на метричните белези.

Факторните тегла на отделните белези при дискриминантния анализ са дадени в таблица 4.

Таблица 4. Факторни тегла на отделните белези при дискриминантния анализ.

	Root 1	Root 2	Root 3
Lpil	-0,10	1,01	0,32
Latcap	-0,58	0,81	-0,52
Latpil	0,48	0,21	0,35
Lcor	-0,52	-0,97	-0,33
Lcd	0,41	0,04	-0,62
Pa	-0,15	-0,21	-0,42
Pp	0,99	-0,47	-0,13
Pp2	0,72	-0,04	0,82

На фигура 10 е показан Клъстър базиран на Махаланобисовото разстояние между отделните полове и отделните изследвани видове, онагледяващ факта, че разликите между видовете са по-големи от тези между половете и че разликите между половете са по-големи при *L. viridis*.



Фигура 10. Клъстър базиран на Махаланобисовото разстояние между отделните полове и отделните видове при *L. agilis* и *L. viridis*.

Сравняването на двата вида е осъществено и чрез дискриминантен анализ на метричните индекси. От изследваните индекси с много висок принос за дискриминирането на групите е относителна дължина на стъпката на задния крайник (Pp2/Lcor) ($p < 0,001$), с висок принос са относителна дължина на пилеуса (Lpil/Lcor) и относителна широчина на главата (Latcap/Lcor) ($p < 0,01$) и с принос са относителна дължина на предния крайник и относителна дължина на крайниците един спрямо друг (Pa/Pp) ($p < 0,05$).

Махаланобисовото разстояние между мъжките и женските зелени гущери е 16,83, а при ливадните гущери стойността му е 15,54. (табл. 5). По-високата му стойност показва по-добре изразен полов диморфизъм, в случая при *L. viridis*. При *L. agilis* получената

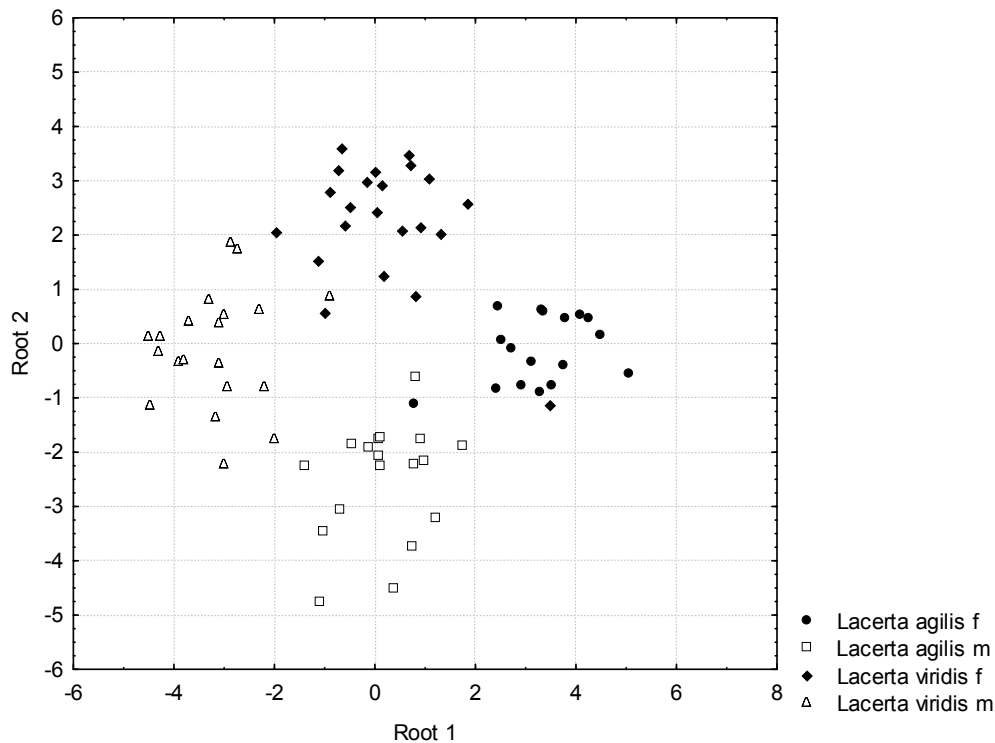
стойност показва по-слабо изразен полов диморфизъм. Резултатите от анализа показват много висока степен на диференциация между отделните групи ($p < 0,001$).

Таблица 5. Квадратично Махаланобисово разстояние между отделните полове при възрастните *L. agilis* и *L. viridis*, получено чрез анализ на метричните индекси. Над диагонала са дадени степените на достоверност между групите.

вид, клас	<i>L. agilis</i> f	<i>L. agilis</i> m	<i>L. viridis</i> f	<i>L. viridis</i> m
<i>L. agilis</i> f	-	<0,001	<0,001	<0,001
<i>L. agilis</i> m	15,54	-	<0,001	<0,001
<i>L. viridis</i> f	15,33	22,61	-	16,83
<i>L. viridis</i> m	41,71	17,21	16,83	-

Налице е много висок процент (над 90) на коректна класификация на индивидите от отделните групи при двата вида.

Наблюдава се и добро разделяне на групите при сравняване на половете при двата вида чрез дискриминантен анализ (фиг. 11).



Фигура 11. Разпределение на половете при *L. viridis* и *L. agilis* на база на дискриминантния анализ на метричните индекси.

Таблица 6. Факторни тегла на отделните белези при дискриминантния анализ.

	Root 1	Root 2	Root 3
Lpil/Lcor	-0,65	-0,32	0,38
Latcap/Lcor	-0,17	-0,56	-0,42
Latpil/Lcor	-0,04	-0,19	0,16
Pa/Lcor	0,51	0,21	0,30
Pp/Lcor	-0,25	0,24	-0,64
Pp2/Lcor	-0,85	0,62	0,01
Pa/Pp	-0,42	0,31	-1,03

Средната стойност на факторните тегла спрямо първата ос при женските индивиди на *L. agilis* е $1,47 \pm 0,46$ (-1,62 – 5,28) (средна стойност, стандартна грешка, интервал). При мъжките стойността е $-1,39 \pm 0,32$ (-4,55 – 0,65). На базата на тези стойности може да бъде изчислен мултивариационният индекс на размерен полов диморфизъм I_{PC1} . При *L. agilis* стойността на индекса е 2,86.

Средната стойност на факторните тегла спрямо първата ос при женските индивиди на *L. viridis* е $1,22 \pm 0,44$ (-2,06 – 5,67) (средна стойност, стандартна грешка, интервал). При мъжките стойността е $-1,27 \pm 0,44$ (-4,13 – 4,26). Стойността на мултивариационният индекс на размерен полов диморфизъм е 2,49.

Положителната стойност на индекса показва добре изразен размерен полов диморфизъм насочен към женските. По-високата стойност на индекса при *L. agilis* вероятно се дължи на по-ниския процент вариация, описван от първата ос при PCA, в сравнение с *L. viridis* (съответно 57,74 и 59,84).

2. Възрастов диморфизъм

2. 1. Изследване на възрастовия диморфизъм при ливадния гушер (*Lacerta agilis*)

Тъй като меристичните белези не подлежат на промени при възрастовите групи, те не са обект на тълкуване при изследването на възрастовия диморфизъм.

От изследваните белези и индекси, статистически достоверна разлика между възрастните и младите индивиди търсим само по индексите, тъй като стойностите на белезите са очаквано много различни при отделните възрастови класове. Статистически достоверна разлика при сравняването на младите с възрастните мъжки и на младите с възрастните женски беше намерена при следните индекси: Относителна дължина на пилеуса (L_{pil}/L_{cor} , DP индекс), Относителна широчина на главата (L_{atcap}/L_{cor} , SG индекс), Относителна широчина на пилеуса (L_{atpil}/L_{cor} , SP индекс), Относителна дължина на предния крайник (P_a/L_{cor} - PK индекс), Относителна дължина на задния крайник (P_p/L_{cor} - DZ индекс), Относителна дължина на стъпката на задния крайник (P_{p2}/L_{cor} - DS индекс), Форма на главата (L_{atcap}/L_{pil} - H индекс), Относителна дължина на крайниците един спрямо друг (P_a/P_p - L индекс).

Тенденциите в разликите на индексите при отделните възрастови и полови класове са посочени и коментирани в глава „Дискусия”

2. 2. Изследване на възрастовия диморфизъм при зеления гушер (*Lacerta viridis*)

От изследваните индекси, статистически достоверна разлика между възрастните и младите индивиди е установена при: Относителна дължина на пилеуса (L_{pil}/L_{cor} , DP индекс), Относителна широчина на главата (L_{atcap}/L_{cor} , SG индекс), Относителна широчина на пилеуса (L_{atpil}/L_{cor} , SP индекс), Относителна дължина на задния крайник (P_p/L_{cor} - DZ индекс), Относителна дължина на стъпката на задния крайник (P_{p2}/L_{cor} - DS индекс), Форма на главата (L_{atcap}/L_{pil} - H индекс), Относителна дължина на крайниците един спрямо друг (P_a/P_p - L индекс).

Тенденциите в разликите на индексите при отделните възрастови и полови класове са посочени и коментирани в глава „Дискусия”

2. 3. Оценка и сравнение на възрастовия диморфизъм при двата изследвани вида.

От изследваните белези с много висок принос за дискриминирането на групите са дължина на тялото (L_{cor}), дължина на задния крайник (P_p) и дължина на стъпката на задния крайник (P_{p2}) ($p < 0,001$), с висок принос е дължината на предния крайник (P_a) ($p < 0,01$) и с принос е ширина на главата (L_{atcap}) ($p < 0,05$).

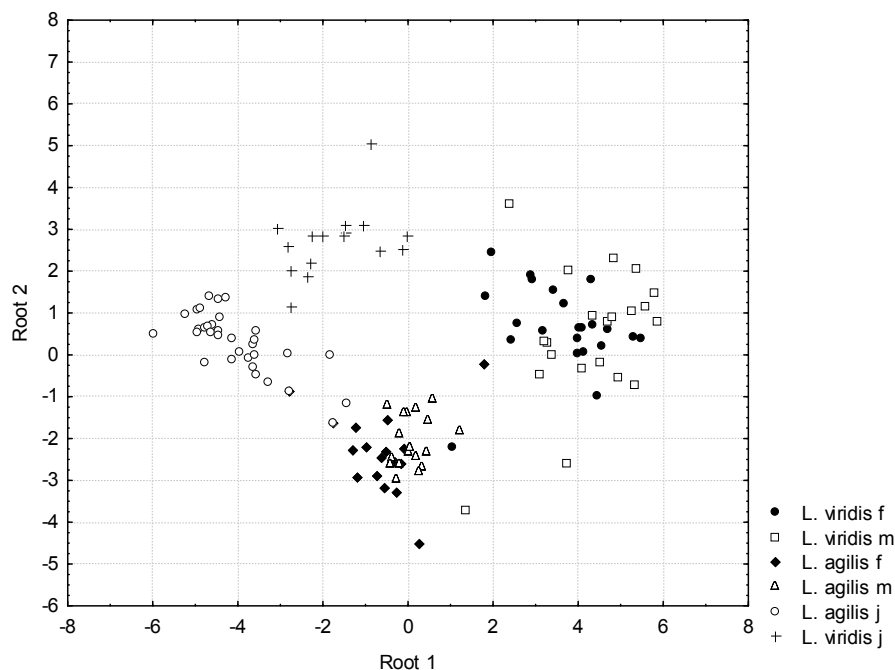
Квадратичното Махаланобисово разстояние между младите и възрастните мъжки и младите и възрастните женски зелени гущери е съответно 42,70 и 34,00, а при ливадните гущери стойността му е съответно 23,08 и 19,34. По-високата му стойност показва по-добре изразен възрастов диморфизъм, в случая при *L. viridis*. При *L. agilis* получената стойност показва по-слабо изразен полов диморфизъм. Резултатите от анализа показват много висока степен на диференциация между отделните групи ($p < 0,001$) (табл. 7).

Таблица 7. Квадратично Махаланобисово разстояние между отделните полови и възрастови групи при *L. agilis* и *L. viridis*, получено анализ на метричните индекси. Над диагонала са дадени степените на достоверност между групите.

	L.v f	L.v m	L.a f	L.a m	L.a j	L.v j
L. viridis f	–	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
L. viridis m	4,80	–	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
L. agilis f	27,17	35,14	–	<0,001	<0,001	<0,001
L. agilis m	22,94	24,00	2,98	–	<0,001	<0,001
L. agilis j	59,69	69,56	19,34	23,08	–	<0,001
L. viridis j	34,00	42,70	27,34	26,57	11,83	–

Наблюдава се много висок процент на коректна класификация на индивидите от отделните групи при двата вида.

Разпределението на половите и възрастовите класове при *L. viridis* и *L. agilis* на база на дискриминантния анализ на метричните белези е показано на фигура 12. Облакът изобразяващ младите индивиди в мултивариационното пространство е разположен по-далече от тези на възрастните при *L. viridis* в сравнение с *L. agilis*.



Фигура 12. Разпределение на половите и възрастовите класове при *L. viridis* и *L. agilis* на база на дискриминантния анализ на метричните белези.

Факторните тегла на отделните белези при дискриминантния анализ са дадени в таблица 8.

Таблица 8. Факторни тегла на отделните белези при дискриминантния анализ.

	Root 1	Root 2	Root 3
Lpil	-0,27	0,28	0,43
Latcap	-0,04	-0,56	-1,09
Latpil	0,38	0,21	-0,29
Lcor	0,20	-1,05	0,84
Lcd	0,23	0,19	-0,27
Pa	-0,20	-0,81	-0,52
Pp	0,64	0,92	0,07
Pp2	0,37	0,74	0,27

Сравняването на възрастовия диморфизъм при двата вида е осъществено и чрез дискриминантен анализ на метричните индекси.

От изследваните при дискриминантния анализ метрични индекси с много висок принос за дискриминирането на групите са относителна дължина на опашката (Lcor/Lcd) и относителна дължина на стъпката на задния крайник (Pp2/Lcor) ($p < 0,001$) а с принос е относителната широчина на главата (Latcap/Lcor) ($p < 0,05$).

Квадратичното Махаланобисово разстояние между младите индивиди и отделните полове при възрастните *L. agilis* и *L. viridis*, получено на базата на метрични индекси е показано в таблица 9.

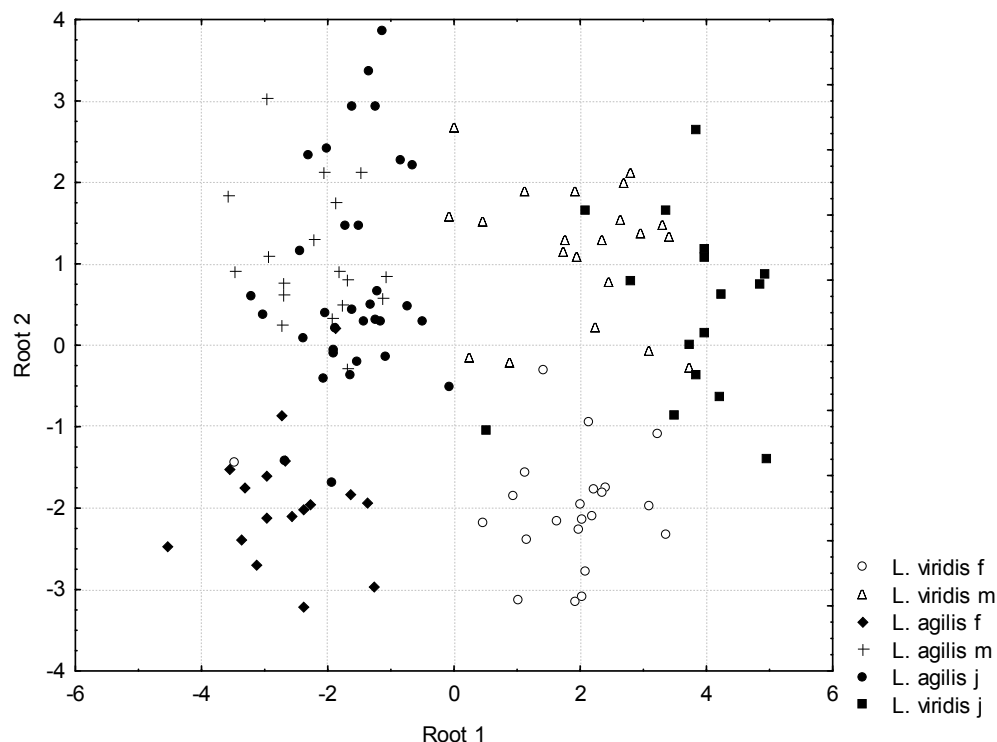
Разстоянието между младите и възрастните мъжки и младите и възрастните женски зелени гущери е съответно 8,88 и 12,39, а при ливадните гущери стойността му е съответно 4,32 и 9,94. По-високата стойност на Махаланобисовото разстояние и при този вариант на анализ показва по-добре изразен възрастов диморфизъм при *L. viridis*. При *L. agilis* получената стойност показва по-слабо изразен възрастов диморфизъм. Резултатите от анализа показват много висока степен на диференциация между отделните групи ($p < 0,001$).

Таблица 9. Квадратично Махаланобисово разстояние между отделните полове и възрастови групи при *L. agilis* и *L. viridis*, получено чрез анализ на метричните индекси. Над диагонала са дадени степените на достоверност между групите.

	L.v f	L.v m	L.a f	L.a m	L.a j	L.v j
L. viridis f	–	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
L. viridis m	11,14	–	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
L. agilis f	19,61	32,34	–	<0,001	<0,001	<0,001
L. agilis m	25,84	18,67	10,31	–	<0,001	<0,001
L. agilis j	20,16	17,19	9,94	4,32	–	<0,001
L. viridis j	12,39	8,88	47,18	39,00	29,09	–

Наблюдава се висок процент на коректна класификация на индивидите от отделните групи при двата вида.

Разпределението на половите и възрастовите класове при *L. viridis* и *L. agilis* на база на дискриминантния анализ на метричните индекси е показано на фигура 13. Облакът изобразяващ младите индивиди се припокрива с този на възрастните мъжки и при двата вида.



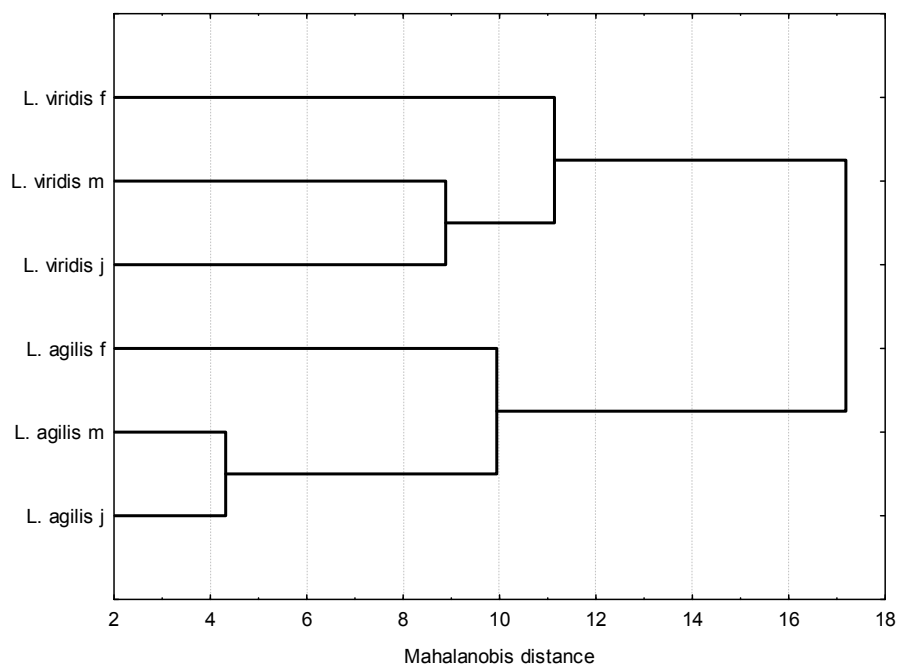
Фигура 13. Разпределение на половите и възрастовите класове при *L. viridis* и *L. agilis* на база на дискриминантния анализ на метричните индекси.

Факторните тегла на отделните белези при DA са показани в таблица 10.

Таблица 10. Факторни тегла на отделните белези при дискриминантния анализ.

	Root 1	Root 2	Root 3
Lpil/Lcor	-0,26	0,59	-1,10
Latcap/Lcor	-0,10	0,43	2,68
Latpil/Lcor	0,19	0,37	-1,59
Lcor/Lcd	-0,38	0,26	-0,57
Pa/Lcor	-0,22	-0,31	0,10
Pp/Lcor	0,33	-0,01	0,17
Pp2/Lcor	0,94	0,03	-0,33
Latcap/Lpil	-0,04	-0,05	-1,30
Latpil/Lpil	-0,18	-0,24	0,98
Pa/Pp	0,33	0,07	0,09

На фигура 14 е показан Клъстър базиран на Махаланобисовото разстояние между отделните полове и възрасти и отделните видове при *L. agilis* и *L. viridis*, получено при анализа на метричните индекси. Той онаглеждава сходството между младите индивиди и възрастните мъжки и при двата изследвани вида.



Фигура 14. Клъстер базиран на Махаланобисовото разстояние между отделните възрастни и полови класове и отделните видове.

3. Терморегулация

3. 1. Изследване на терморегулацията при ливадния гушер (*Lacerta agilis*)

Информацията от дескриптивната статистика за всеки клас при *L. agilis chersonensis* е представена в таблица 1. Клоакалната температура – T_b (средноаритметична стойност \pm стандартна грешка SE: 28.6 ± 0.47 °C, в интервала 21,3-34,9, при брой индивиди $n=61$) корелира както с температурата на въздуха T_a ($r_{\text{partial}} = 0.56$, $P < 0.0001$), така и с температурата на субстрата T_s ($r_{\text{partial}} = 0.41$, $P < 0.001$). Не бяха установени статистически достоверни разлики в средните стойности на T_b и T_a при различните възрастни и полови класове. Отчетена беше разлика при T_s (ANOVA $F = 3.07$, $P = 0.035$), но post hoc теста не показва между кои двойки класове е тя. При младите мъжки беше установена най-ниска средна стойност на T_s и статистически достоверна разлика при сравняване с T_s при възрастните женски (LSD test, $P = 0,005$).

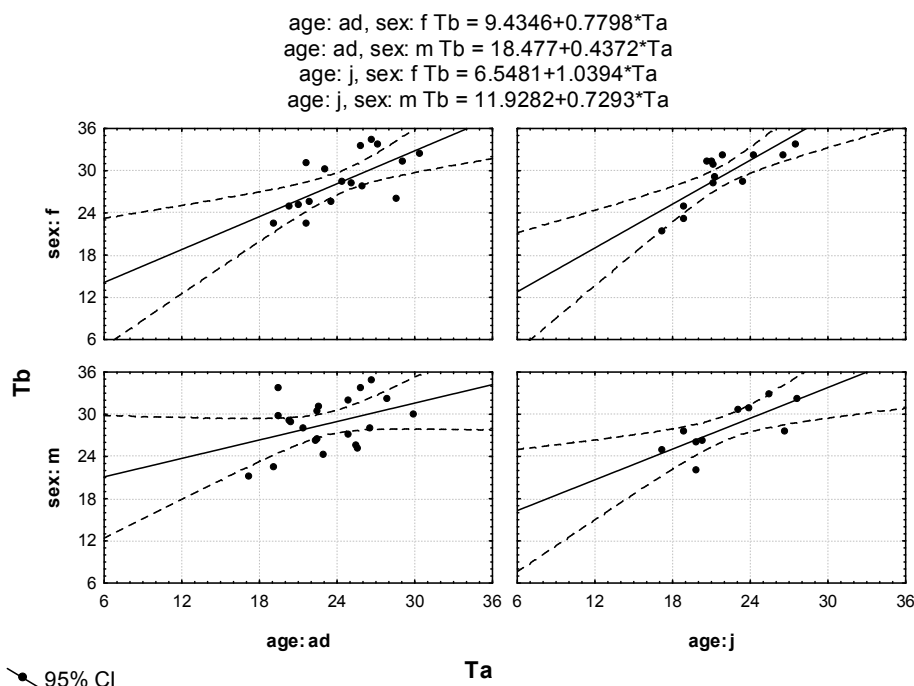
По отношение на I_t индекса е налице значима разлика между възрастните женски и двата пола при младите (ANOVA $F = 3.20$, $P = 0.030$). При женските стойността на I_t е най-ниска, а при младите съответно най-висока. Най – висока е вариацията на индекса при възрастните мъжки, а най-ниска при младите женски (табл. 11).

Таблица 11. Дескриптивна статистика (mean \pm se, min-max) за терморегулацията при *L.a. chersonensis*. Размер на извадката (n), женски (f), мъжки (m), възрастни (ad), млади (juv.), индекс на термоадаптация (I_t). Абревиатурите на температурите са посочени в глава “Материал и методи”.

T and I_t / age and sex	F		m	
	ad. n=17	juv. n=13	ad. n=21	juv. n=10
T_b	28,47 \pm 0,94 22,5 – 34,5	29,23 \pm 1,06 21,4-33,9	28,62 \pm 0,8 21,3-34,9	28,17 \pm 1,09 22,2-32,9
T_a	24,47 \pm 0,75 19,1 – 30,4	21,82 \pm 0,82 17,2 – 27,5	23,2 \pm 0,71 17,2 – 29,9	22,27 \pm 1,12 17,2 – 27,6

Ts	24,37±0,68 20 – 29,9	22,18±0,97 14,6 – 27,3	22,73±0,76 16,9 – 29,4	20,45±1,15 14,3 – 26,3
It	1,17±0,03 0,98 – 1,38	1,33±0,03 1,13 – 1,48	1,26±0,05 1,02 – 1,77	1,33±0,05 1,04 – 1,59

Сравнявайки регресионните криви на комбинациите Tb/Ta и Tb/Ts (не е представена) за всички класове (фигура 15) единствената значима разлика е отчетена между възрастните мъжки и младите женски (t тест, $P < 0.05$). Сравняването на регресионните линии показва по-голямо изменение на Tb спрямо Ta при двата класа млади в сравнение с това при възрастните, въпреки че статистически достоверните разлики са ограничени.



Фигура 15. Регресионни линии за комбинацията телесна температура (Tb) / температура на въздуха (Ta) при отделните възрастови и полови класове на *Lacerta agilis chersonensis*.

3. 2. Изследване на терморегулацията при зеления гушер (*Lacerta viridis*)

Информацията от дескриптивната статистика за всеки клас при *L. viridis* е представена в таблица 26. Наблюдава се разлика в корелацията на клоакалната температура с тази на въздуха и на субстрата при различните възрастови и полови класове. При младите индивиди клоакалната температура Tb ($31,72 \pm 0,69^\circ\text{C}$; 26,20 – 34,30; n=12) корелира много слабо с температурата на въздуха Ta ($r_{\text{partial}} = 0,23$, $P > 0,05$) и не корелира с температурата на субстрата Ts ($r_{\text{partial}} = -0,05$; $P > 0,05$). При възрастните женски се наблюдава слаба корелация на Tb ($30,53 \pm 0,81^\circ\text{C}$; 21,10 – 35,30; n=22) с Ta ($r_{\text{partial}} = 0,34$; $P > 0,05$) и с Ts ($r_{\text{partial}} = 0,37$; $P > 0,05$). При възрастните мъжки е налице статистически достоверна корелация на Tb ($31,13 \pm 0,64^\circ\text{C}$; 22,40 – 35,50; n=21) с Ta ($r_{\text{partial}} = 0,57$; $P < 0,05$) и много слаба корелация с Ts ($r_{\text{partial}} = 0,18$; $P > 0,05$).

Беше установена статистически достоверна разлика в средните стойности на Ts при различните класове (ANOVA $F = 5,66$; $P < 0,05$), като post hoc теста показва, че тя е между младите и двата класа възрастни индивиди.

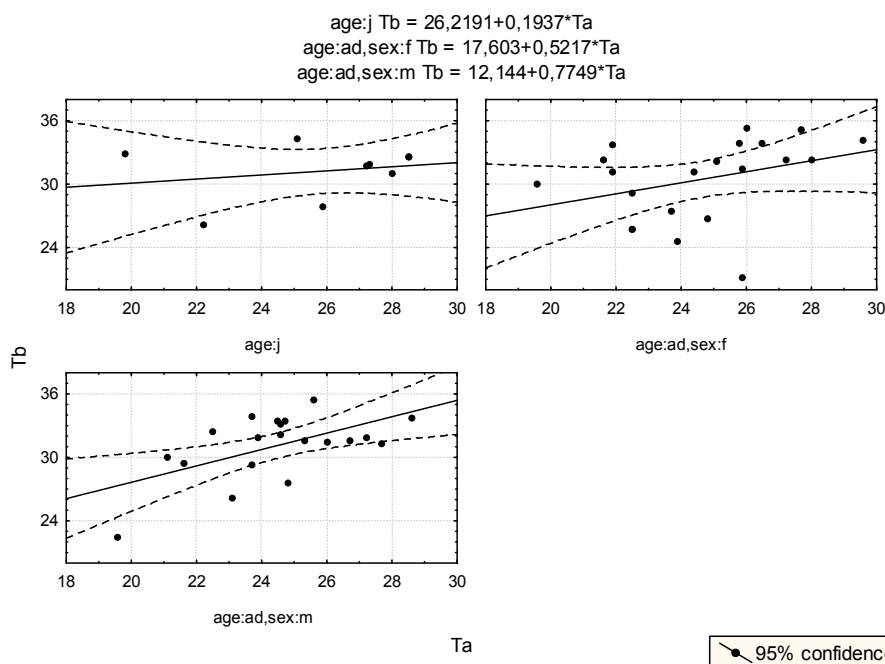
По отношение на It индекса не се наблюдава значима разлика между отделните класове. При възрастните мъжки средната стойност на It е най-висока, а при младите съответно най-ниска. Вариацията по отношение на този индекс е най-голяма при

младите, следвани от възрастните женски и най-малка при възрастните мъжки (табл. 12).

Таблица 12. Дескриптивна статистика (mean±se, min-max) за терморегулацията при *L. viridis*. Размер на извадката (n), женски (f), мъжки (m), възрастни (ad), млади (juv.), индекс на термоадаптация (It). Абревиатурите на температурите са посочени в глава “Материал и методи”.

Т и It / клас	m	f	juv.
Tb	31,13±0,64 22,40 – 35,50 n=21	30,53±0,81 21,10 – 35,30 n=22	31,72±0,69 26,20 – 34,30 n=12
Ta	24,48±0,50 19,60 – 28,60 n=20	24,62±0,55 19,60 – 29,60 n=21	24,96±0,87 19,80-28,50 n=12
Ts	22,30±0,58 18,70 – 28,00 n=19	22,73±0,73 18,30 – 30,50 n=21	26,36±1,39 18,50 - 35,00 n=14
It	1,34±0,03 1,10 – 1,50 n=19	1,29±0,04 0,92-1,60 n=21	1,23±0,08 1,02-1,72 n=8

Въпреки липсата на статистически достоверни разлики, при сравняване на регресионните линии на комбинацията Tb/Ta прави впечатление, че изменението на Tb спрямо това на Ta е по-слабо при младите индивиди в сравнение с двата класа възрастни (Фигура 16).



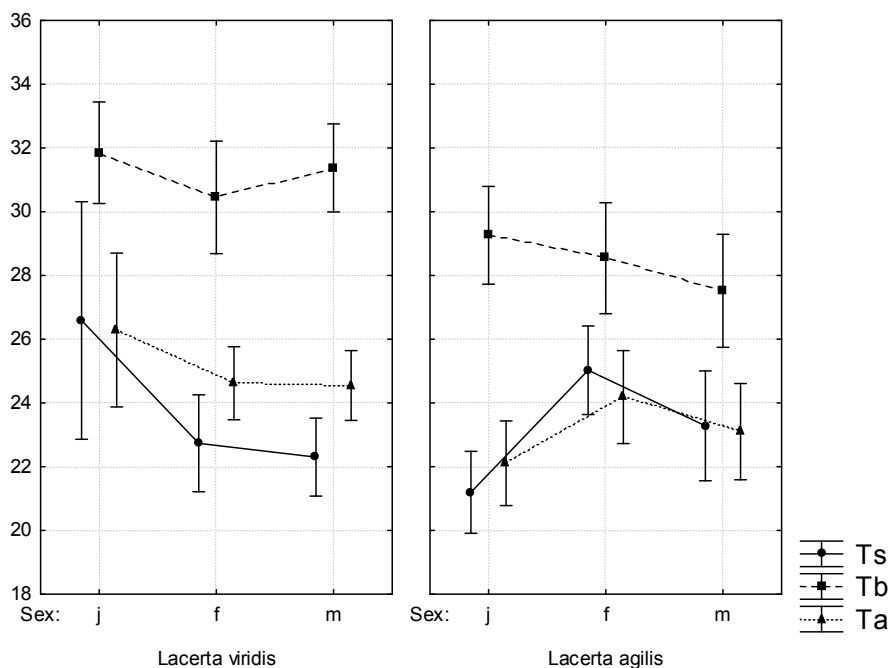
Фигура 16. Регресионни линии за комбинацията телесна температура (Tb) / температура на въздуха (Ta) при отделните възрастови и полови класове на *Lacerta viridis*.

3. 3. Сравнение на термоекологичните особености на *L. agilis* и *L. viridis*

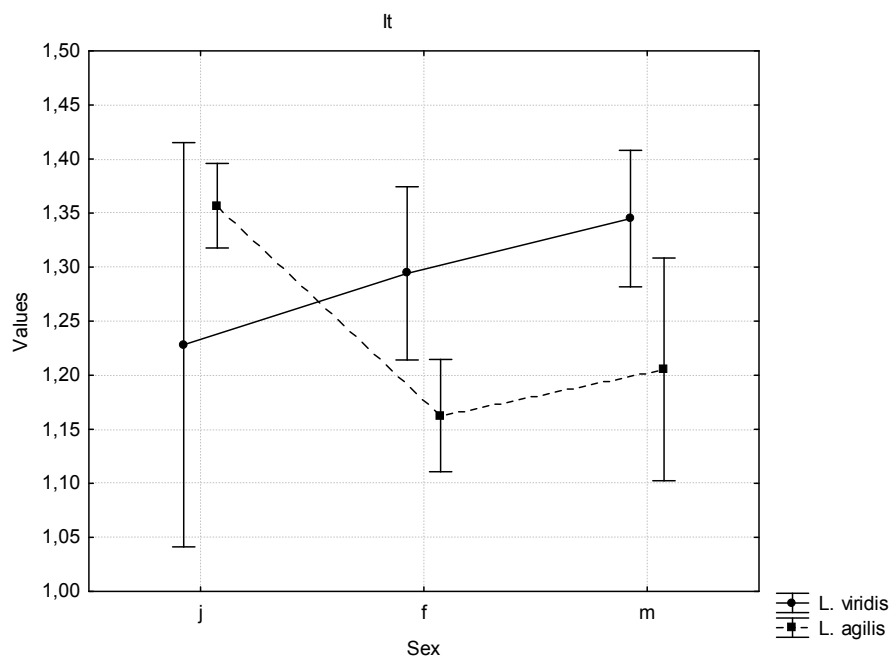
При сравняване на термоекологичните характеристики на двата вида чрез вариационен анализ (за целта на сравняването младите *L. agilis* бяха обединени в общ клас), бяха установени следните статистически достоверни разлики между съответните класове:

- Температура на субстрата: установена е много висока статистически достоверна разлика ($p < 0,001$) в T_s при младите зелени и ливадни гущери. При *L. viridis* стойностите на T_s са по-високи ($26,59 \pm 4,46$), а при *L. agilis* по-ниски ($21,20 \pm 3,32$). Налице е и достоверна разлика ($p < 0,05$) при T_s на възрастните женски при двата вида, като при *L. viridis* температурата е по-ниска ($22,73 \pm 3,34$), а при *L. agilis* по-висока ($25,03 \pm 2,88$).
- Температура на въздуха (T_a): установена е много висока статистически достоверна разлика ($p < 0,001$) в T_a при младите зелени и ливадни гущери. При *L. viridis* стойностите на T_a са по-високи ($31,85 \pm 1,90$), а при *L. agilis* по-ниски ($29,26 \pm 3,95$).
- Телесна температура (T_b): установена е висока статистически достоверна разлика ($p < 0,01$) в T_b при възрастните мъжки зелени и ливадни гущери. При *L. viridis* стойностите на T_b са по-високи ($31,37 \pm 2,87$), а при *L. agilis* по-ниски ($27,52 \pm 3,89$).
- Индекс на термоадаптация (I_t): достоверна разлика е установена при всички сравнявани класове. При младите I_t е по-висок при *L. agilis* ($1,36 \pm 0,10$) и по-нисък при *L. viridis* ($1,23 \pm 0,22$) ($p < 0,01$). При възрастните индивиди I_t е по-висок при мъжките ($1,35 \pm 0,13$) и женските ($1,29 \pm 0,18$) на *L. viridis*, сравнени съответно с мъжките ($1,21 \pm 0,23$) и женските ($1,16 \pm 0,11$) на *L. agilis* (резултати с нива на статистическа достоверност съответно $p < 0,05$ и $p < 0,01$).

Данните от сравнението на двата вида са визуализирани във фигура 17 и фигура 18.



Фигура 17. Средни стойности на T_s , T_b и T_a и доверителен интервал при отделните възрастови и полови класове на *L. agilis* и *L. viridis*.



Фигура 18. Средни стойности на индекса на термоадаптация It и доверителен интервал при отделните възрастови и полови класове на *L. agilis* и *L. viridis*.

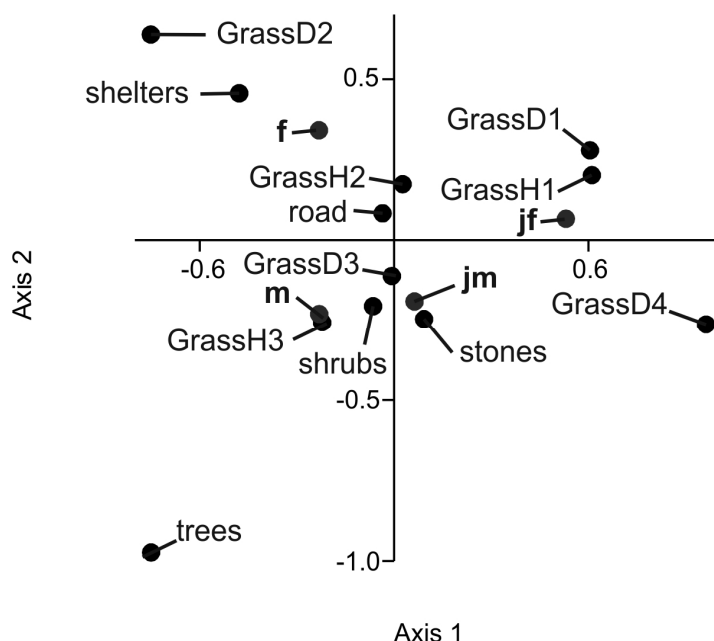
4. Микроместообитания

4. 1. Изследване на микроместообитанията при ливадния гущер (*Lacerta agilis*)

При *Lacerta agilis chersonensis* присъствието на различните възрастови и полови класове в определените микрохабитатни категории определя тревите (категории D3, H2 и H3) за най-определящи в избора на местообитание от вида. Тестът хи-квадрат не показва статистически достоверни разлики между възрастовите и половите групи ($P > 0,05$ за всички комбинации). Липсват статистически достоверни разлики между класовете по отношение на стойностите на индекса Shannon ($P > 0,05$). Първата и втората ос, получени чрез кореспондентен анализ, обхващат 79,8% от тоталната вариация, съответно 50,2% и 29,6% (Фигура 19). Първата ос разделя половите класове, възрастните и младите мъжки от възрастните и младите женски. Втората ос разделя възрастовите класове, възрастните мъжки и женски от младите мъжки и женски. Четирите групи са добре разделени в пространството. За възрастните мъжки, най-определящи микрохабитатни категории са трева H3 и храсталаци, както и от части дървета и трева D3. Възрастните женски са привързани към по-малка гъстота и височина на тревата (D2 и H2) и други типове укрития, главно изкуствени. Тревите от категория D3 и камъните са предпочитани от младите мъжки. Микрохабитатните категории с по-ниска пригодност (триви D1 и H1 и частично наличие на пътища) се заселват от младите женски. (Фиг. 19).

Изборът на различни микрохабитатни категории от различните класове е представен в проценти (% на присъствие на всеки елемент от микроместообитанието при всеки индивид, спрямо общия брой индивиди във всеки полов и възрастов клас) в таблица 28. При всички възрастови и полови класове тревата присъства като основен елемент на микроместообитанието при 100% от индивидите. При възрастните мъжки най-предпочитана е тревата с гъстота D3 (85%) и височина H2 и H3 (55 и 40%). Относително добре застъпени са и храстите (20%), камъните и наличието на пътища (по 15%). При възрастните женски най-предпочитана е трева с гъстота D3 (66,7%) и височина H2 и H3 (58,8% и 29,4%), като добре представени са и наличието на пътища

(22,2%) и убежища (22,2%). При младите мъжки най-добре е присъствието при наличие на трева с гъстота D3 (85,7%) и височина H3 (50%), а с еднаква тежест са представени наличието на пътища, храсти и убежища (при 14,3%). При младите женски присъствието е най-високо при трева с гъстота D3 (68,8%) и височина H2 и H1 (47,1% и 35,3%), като са представени и наличието на пътища (18,8%), храсти и камъни (по 12,5%). При визуализацията на данните от индекса на сходство на Jaccard, възрастните и младите индивиди се групират в отделни клъстери (фиг. 20).



Фигура 19. Разпределение на възрастовите и половите класове и микрохобитатните категории според първата и втората главни оси от кореспондентния анализ при *L. a. chersonensis*.

В таблици 13 и 14 са показани съответно факторните тегла на определените микрохобитатни категории и възрастови и полови класове според първите три оси и процентното присъствие на отделните класове в съответните микрохобитатни категории и съответните стойности на индекса на разнообразие на Shannon.

Таблица 13. Факторни тегла на определените микрохобитатни категории и възрастови и полови класове според първите три оси.

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
D1	0.6051	0.27884	0.15603
D2	-0.75126	0.63818	0.18419
D3	-0.00711	-0.11152	-0.02899
D4	0.96358	-0.26255	-0.58929
H1	0.61102	0.20187	-0.09882
H2	-0.03548	0.083488	0.18097
H3	-0.22191	-0.25654	-0.22819
Road/път	0.026597	0.17384	0.023066
Shrubs/храсти	-0.06496	-0.20551	0.090763
Stones/камъни	0.092518	-0.24575	0.28324
Trees/дървета	-0.75005	-0.97313	0.90408

Shelters/укрития	-0.47831	0.45587	-0.48652
m	-0.23113	-0.23004	0.17678
f	-0.23169	0.34131	-0.03437
jm	0.063074	-0.19042	-0.35262
jf	0.53079	0.066291	0.12216

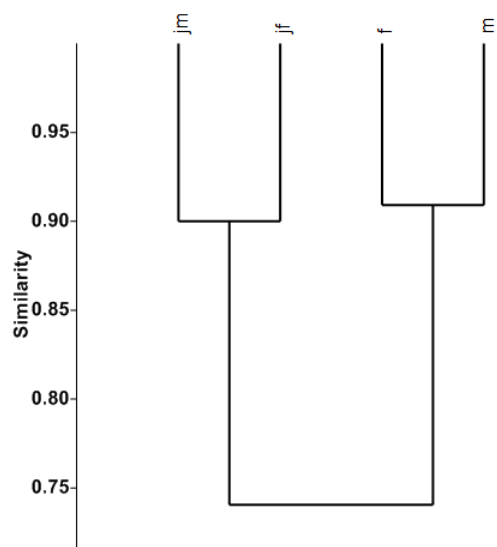
Таблица 14. Присъствие (в %) на четирите възрастови и полови класове при *L. a. chersonensis* в определените микрохабитатни категории и съответстваща стойност на индекс на разнообразие на Shannon(H') за всяка категория. Абревиатурите са посочени в глава „Материали и методи“.

Клас	Гъстота на тревата				Височина на тревата			път	храсти	камъни	дървета	убежища	трева	H'
	D1	D2	D3	D4	H1	H2	H3							
m	5.0	10.0	85.0	0.0	5.0	55.0	40.0	15.0	20.0	15.0	5.0	5.0	100.0	1.94
f	11.1	22.2	66.7	0.0	17.6	58.8	29.4	22.2	11.1	5.6	0.0	22.2	100.0	2.07
jm	7.1	0.0	85.7	7.1	21.4	28.6	50.0	14.3	14.3	7.1	0.0	14.3	100.0	1.94
jf	25.0	0.0	68.8	6.3	35.3	47.1	11.8	18.8	12.5	12.5	0.0	0.0	100.0	1.95
H'	1.21	0.64	1.37	0.69	1.23	1.33	1.29	2.49	2.30	2.08	0	1.95	4.22	

Таблица 15. Стойности на индекса на сходство на Jaccard и степени на статистически достоверни разлики.

	m	f	jm	jf
m	1	>0.05	>0.05	>0.05
f	0.91	1	>0.05	>0.05
jm	0.75	0.82	1	>0.05
jf	0.67	0.73	0.90	1

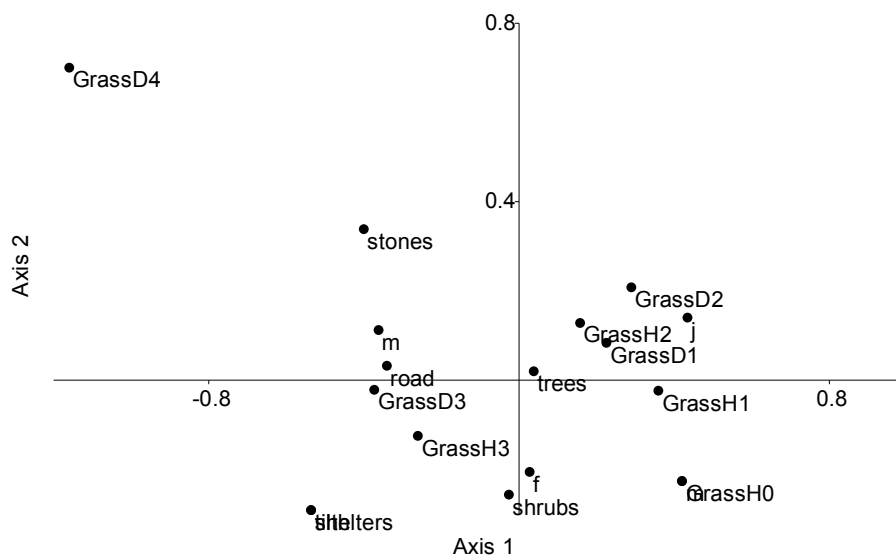
На фигура 20 е представен клъстер, базиран на стойностите на индекса на сходство на Jaccard. Двата класа млади са групирани отделно от двата класа възрастни.



Фигура 20. Клъстер базиран на стойностите на индекса на сходство на Jaccard.

4. 2. Изследване на микроместообитанията при зеления гушер (*Lacerta viridis*)

При избора на микроместообитания при *L. viridis* също се наблюдава доминиращата роля на тревите, като добре застъпени са и други категории. Изборът на различни микрохабитатни категории от различните класове е представен в проценти в таблица 31. Тестът хи-квадрат не показва статистически достоверни разлики между възрастовите и половите групи ($P > 0,05$ за всички комбинации). Липсват статистически достоверни разлики между класовете по отношение на стойностите на Shannon index ($P > 0,05$). Първата и втората ос, получени чрез кореспондентен анализ, обхващат 100% от тоталната вариация, съответно 79,15% и 20,85% (Фиг. 21). Първата ос разделя възрастните мъжки и младите от възрастните женски. Втората ос разделя младите и възрастните женски от възрастните мъжки. Трите групи са добре разделени в пространството. За възрастните мъжки, най-определящи микрохабитатни категории са пътища, камъни и трева D4. Възрастните женски са привързани към наличието на храсти, треви с различна височина (H1, H2, H4), треви с различна гъстота (D0, D3), наличие на укрития и оран. Предпочитани категории от младите индивиди са тревите с гъстота D1, D2 и височина H3, както и дърветата (Фиг. 21). Според процентното присъствие на индивидите в различни микрохабитатни категории, може да се отбележи, че при възрастните мъжки най-високо е присъствието на тревата (95,5%), като най-предпочитана е тревата с гъстота D1 и D3 (съответно 40,9 и 36,4%) и височина H3 (53,3%). Добре представени като елементи са и наличието на пътища (45,5%) и дървета (59,1%). При възрастните женски най-добре застъпени са тревата (78,3%) с преобладаваща гъстота D1 (47,8%) и височина H2, H3 (28,6 и 38,1%), дърветата (60,9%) и пътищата (30,4%). При младите индивиди най-високо е присъствието на тревата (85%) с гъстота D1 (60%) и височина H2 и H3 (31,6 и 47,4) и дърветата (55%) (табл. 17). При визуализацията на данните от индекса на сходство на Jaccard, възрастните и младите индивиди се групират в отделни клъстери (Фиг. 22).



Фигура 21. Разпределение на възрастовите и половите класове и микрохабитатните категории според първата и втората главни оси от кореспондентния анализ.

В таблици са показани съответно факторните тегла на определените микрохабитатни категории и възрастови и полови класове според първите три оси и процентното присъствие на отделните класове в съответните микрохабитатни категории и съответните стойности на индекса на разнообразие на Shannon.

Таблица 16. Факторни тегла на определените микрохабитатни категории и възрастови и полови класове при *L. viridis* според първите две оси.

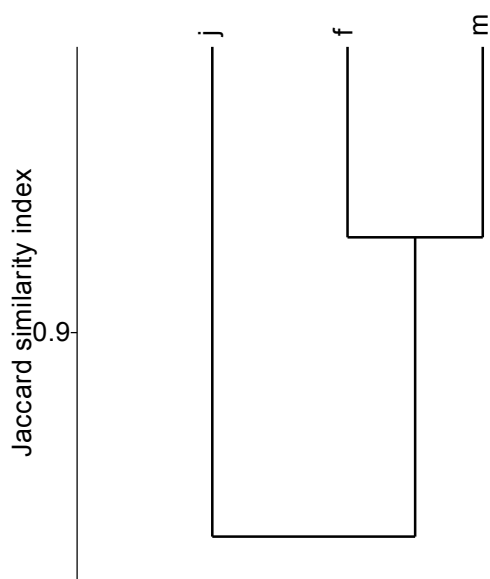
0	Axis 1	Axis 2
D0	0,42001	-0,22622
D1	0,22515	0,083708
D2	0,28938	0,20812
D3	-0,37335	-0,02166
D4	-1,1597	0,70046
H0	0,42001	-0,22622
H1	0,35905	-0,02353
H2	0,15729	0,12821
H3	-0,26101	-0,12482
Road/път	-0,34078	0,032263
Shrubs/храсти	-0,026224	-0,25659
Stones/камъни	-0,40034	0,33847
Trees/дървета	0,037837	0,01993
Shelters/укрития	-0,5362	-0,2913
Tilth/оран	-0,5362	-0,2913
m	-0,3622	0,11228
f	0,027273	-0,20566
j	0,43416	0,14009

Таблица 17. Присъствие (в %) на четирите възрастови и полови класове при *L. viridis* в определените микрохабитатни категории и съответстваща стойност на индекса на разнообразие на Shannon (H') за всяка категория. Абrevиатурите са посочени в глава „Материали и методи“.

Клас	Гъстота на тревата					Височина на тревата				път	храсти	камъни	дървета	убежища	оран	трева	H'
	D0	D1	D2	D3	D4	H1	H2	H3	H4								
m	4,5	40,9	9,1	36,4	9,1	6,7	20,0	53,3	20,0	45,5	13,6	13,6	59,1	27,3	4,5	95,5	2,41
f	17,4	47,8	8,7	26,1	0,0	19,0	28,6	38,1	14,3	30,4	21,7	4,3	60,9	26,1	4,3	78,3	2,46
j	15,0	60,0	15,0	10,0	0,0	15,8	31,6	47,4	5,3	15,0	10,0	5,0	55,0	0,0	0,0	85,0	2,22
H'	0,97	1,09	1,07	0,97	0	0,97	1,05	1,09	1,00	0,99	1,03	0,95	1,09	0,69	0,69	1,10	

Таблица 18. Стойности на индекса на сходство на Jaccard и степени на статистически достоверни разлики при *L. viridis*

	m	f	j
m	1	>0.05	>0.05
f	0,93333	1	>0.05
j	0,8	0,85714	1



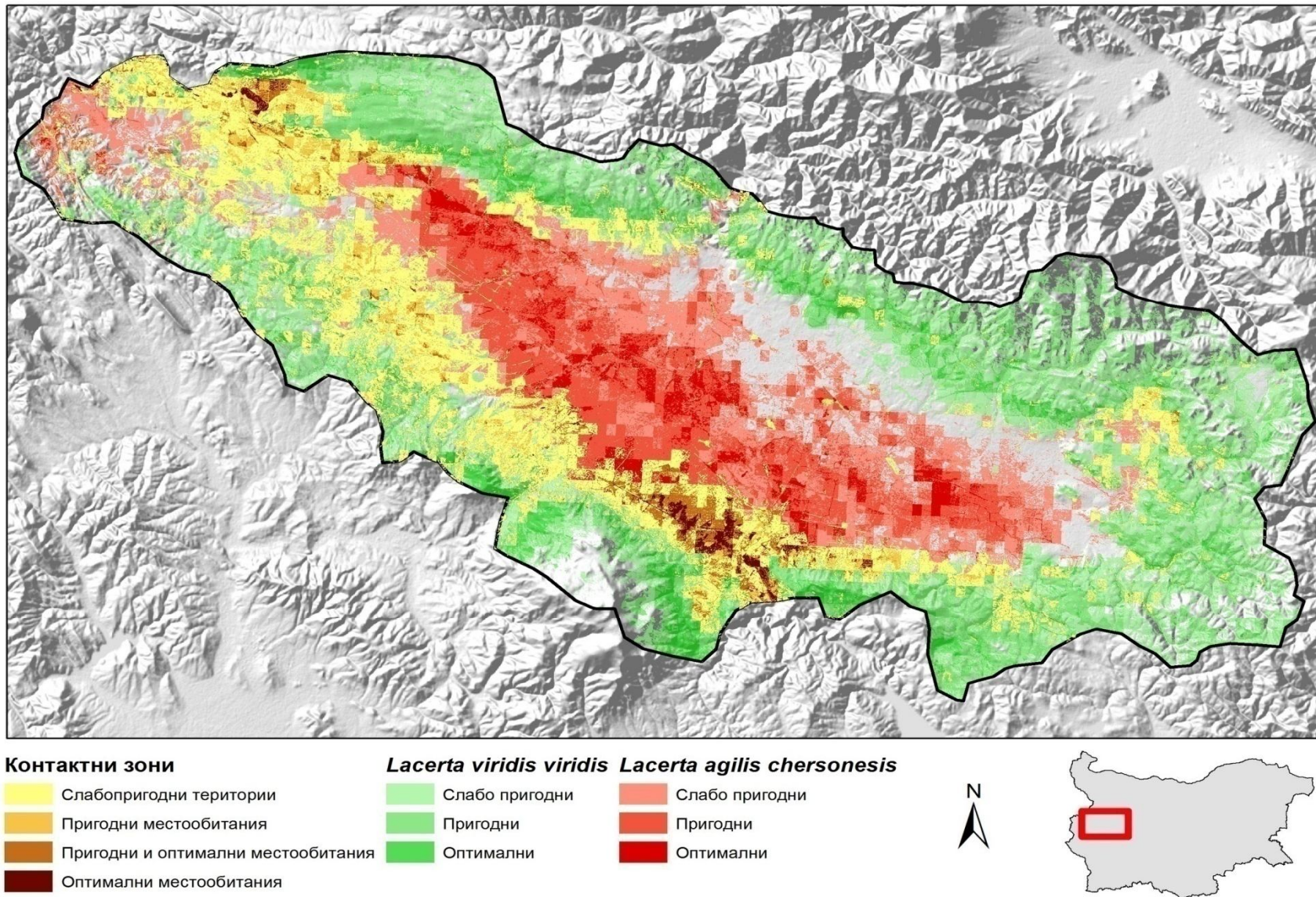
Фигура 22. Клъстър базиран на стойностите на индекса на сходство на Jaccard при трите определени класа при *L. viridis*.

4. 3. Сравнение на микроместообитанията при *Lacerts agilis* и *Lacerta viridis*

При сравняването на избора на микроместообитанията при двата вида съпоставими данни предоставя индекса за разнообразие на Shannon (H'). При мъжките *L. agilis* индекса е с по-ниски стойности (1,94) в сравнение с мъжките при *L. viridis* (2,41). Подобна е ситуацията при възрастните женски където индекса е със стойност 2,07 при *L. agilis* и 2,47 при *L. viridis*. При младите мъжки и младите женски ливадни гущери индекса е с по-ниски стойности (съответно 1,94 и 1,95) в сравнение с този при младите зелени (2,22).

5. Пространствен модел

Не фигура 23 е представен пространствен модел на разпространението на *Lacerta agilis chersonensis* и *Lacerta viridis* в Софийското поле. В различни цветове са визуализирани потенциалното разпространение на двата вида и зоните на припокриването им (категоризирането на зоните на припокриване е описано в глава „Материал и методи“).



Фигура 23. Пространствен модел на разпространението на зеления и ливадния гушер в Софийското поле.

В таблици 19 и 20 е представен приноса (в %) на отделните променливи за формиране на потенциалното местообитание на видовете съответно при *L. agilis chersonensis* и *Lacerta viridis*.

Таблица 19. Принос на променливите за формиране на потенциалното местообитание при *L. agilis chersonensis*.

Променливи	Принос в %
Валежи през най-сухата четвърт на годината	19.7
Начин на ползване на земята	13.6
Валежи през най-топлата четвърт на годината	13
Температурна сезонност (стандартно отклонение*100).	8.4
Годишни валежи	7.4
Цифров модел на релефа	6
Валежи пред най-студената четвърт на годината	5.1
Изотермалност (BIO2/BIO7)(*100)	4.1
BIO16	3
BIO8	3
Наклон на релефа	2.9
BIO13	2.7
Изложение на релефа	2.3
BIO5	1.7
BIO11	1.4
BIO10	1.3
BIO14	1.2
BIO9	1.1
BIO7	0.8
BIO6	0.4
BIO1	0.3
BIO15	0.2
BIO2	0.2

От начина на ползване на земята, като най-определящи (със стойности по ординатата над 2) за потенциалното разпространение на ливадния гущер в Софийското поле са отчетени: Водни площи, Населени места с плътно застрояване и Пасища.

Таблица 20. Принос на променливите за формиране на потенциалното местообитание при *L. viridis*.

Променливи	Принос в %
Начин на ползване на земята	31.7
Цифров модел на релефа	15.8
Годишни валежи	10.7
Валежи през най-топлата четвърт на годината	6.8
Изложение на релефа	5.7
Средна температура през най-студената четвърт на годината	3.3
BIO5	2.7
BIO16	2.7
BIO9	2.6
Наклон на релефа	2.2
BIO15	2.2
BIO3	2

BIO7	2
BIO13	1.8
BIO14	1.5
BIO10	1.5
BIO6	1.3
BIO4	1.2
BIO2	1
BIO19	0.7
BIO8	0.3
BIO17	0.3
BIO1	0.2

От начина на ползване на земята, като най-определящи (със стойности по ординатата над 2) за потенциалното разпространение на зеления гушер в Софийското поле са отчетени: Голи скали, Склерофилна растителност, Строителни обекти, Преходна дървесно-храстова растителност, Комплекси от раздробени земеделски земи, Места за спорт и отдих, Смесени гори, Полски и горски пътища.

В таблица 21 е посочен приноса на всички отделни променливи от слоя Начин на ползване на земята в пространствените модели на двата вида.

Таблица 21. Принос на отделните категории от слоя „Начин на ползване на земята” в пространствените модели на *L. agilis* и *L. viridis*.

Категория	<i>L. agilis</i>	<i>L. viridis</i>
3.1.3. Смесени гори	0,00	2,45
3.2.1. Естествени ливади	0,00	1,62
3.2.4. Преходна дървесно-храстова растителност	0,00	2,95
3.1.2. Иглолистни гори	0,00	0,00
2.4.3. Земеделски земи със значителни участъци естествена растителност	0,00	0,00
3.1.1. Широколистни гори	0,00	0,25
2.4.2. Комплекси от раздробени земеделски земи	0,00	2,90
1.1.2. Населени места със свободно застрояване	0,35	-0,03
2.1.1. Ненапоивана обработваема земя	0,00	1,73
2.3.1. Пасища	2,02	1,39
БУК	0,00	0,07
Смърч	0,00	0,00
Бял бор	0,00	1,57
Черен бор	0,00	1,50
ТОПОЛА	0,00	1,73
КЕЛЯВ ГАБЪР	0,00	0,00
Ела	0,00	0,00
ГАБЪР	0,00	0,35
ДЪБ	-0,13	1,13
3.3.3. Площи с рядка растителност	0,22	1,45
3.3.2. Голи скали	1,30	4,19
3.2.2. Растителни съобщества на храсти и треви	1,73	1,83
3.2.3. Склерофилна растителност	0,95	3,53
5.1.2. Водни площи	3,33	0,84

ПОЛСКИ И ГОРСКИ ПЪТИЩА	0,00	2,20
1.2.2. Пътна и жп мрежи, и прилежащата им земя	0,64	1,06
2.4.1. Едногодишни култури заедно с трайни насаждения	0,84	-0,19
2.1.2. Постоянно напоявана обработваема земя	1,30	0,00
5.1.1. Водни течения	1,53	1,36
1.4.2. Места за спорт и отдих	1,21	2,82
1.1.1. Населени места с плътно застрояване	2,19	0,00
2.2.2. Овощни и ягодови насаждения	0,00	1,58
1.3.3. Строителни обекти	0,00	2,96
1.2.1. Индустриални или търговски обекти	0,00	0,00
Бяла мура	0,00	0,00
Липа	0,00	0,00
2.4.4. Агро-лесовъдски площи	0,00	0,00
3.3.4. Опожарени площи	0,00	0,00
1.3.1. Кариери и открити рудници	0,00	1,66
1.3.2. Сметища	0,00	0,00
1.2.4. Летища	0,00	0,00

Изчислени са процентите на припокриване на потенциалното разпространение на двата вида във всяка категория на пригодност (подхода е описан в глава „Материал и методи“). Припокриването при слабо пригодните местообитания е 15,8%, при пригодните и пригодните и оптималните е 3,61% и при оптималните 0,54%.

V. Дискусия

1. Полов диморфизъм

Разликите между мъжките и женските индивиди по отношение на различни телесни размери (обобщени с термина „размерен полов диморфизъм“) са широко разпространени при влечугите (Roitberg & Smirina 2006). През последните десетилетия половия диморфизъм е тема на редица херпетологични проучвания, свързани с морфологична екология, еволюция и екология (Brana 1996, Stamps et al. 1997, Wikelski & Trillmich 1997, Butler et al. 2000, Rutherford 2004,). Основните хипотези, свързани с размерния полов диморфизъм при гущерите са: 1. По-големи размери на мъжките, свързани с предимство при брачните борби; 2. По-големи размери на женските, свързани с предимство при износването на яйцата (Cox et al. 2003). Гущерите от семейство Lacertidae показват големи вариации по отношение на степента и насоката на размерния полов диморфизъм (Fitch 1981). Въпреки това, публикуваните проучвания на тези вариации са относително малко (Brana 1996, Gvozdik & Boukal 1998, Molina-Borja 2003, Molina-Borja & Rodriguez-Dominguez 2004).

Събраните при настоящото изследване данни подкрепят общата информация и добавят нови детайли за конкретните таксони.

1.1. *Lacerta agilis*

Проучванията на вида са свързани главно с представяне на метрични данни без анализиране на самия полов диморфизъм със статистически подходи.

1.1.1. Меристични белези

Настоящото проучване установи много висока статистически достоверна разлика по отношение на броя напречни редове коремни и гръдни щитчета (V) при сравняването на двата пола. Този резултат потвърждава тенденцията свързана с белега при други влечуги, включително лацертидите като цяло и при други подвидове и популации на *L. agilis* (Яблоков 1976, Ushkalova 1976, Bischoff 1984, 1988, Munkhbayar et al. 1998, Moravec & Bohme 2005, Островских 2006, Туниев и Островских 2006). По-големият брой редове щитчета при женските се свързва хипотетично с износването и снасянето на яйца (Даревски 1979).

При изследването на останалите меристични белези не бяха установени достоверни разлики между половете при нито един от тях. Тези белези не се повлияват от промените в пропорциите на тялото с изключение на V, който е свързан с по-удълженото тяло при женските във връзка с осигуряването на достатъчно вътрешно пространство за яйцата (Olsson 2002). Единствено при този белег е намерена достоверна разлика. В публикуваните данни за други подвидове ливадни гущери и други лацертиди намираме потвърждение, че половия диморфизъм по отношение на меристичните белези е слабо изразен и е налице главно по отношение на V (Симонов 2008).

1.1.2. Метрични белези

Достоверни разлики между двата пола са установени при повече от половината от изследваните метрични белези и индекси.

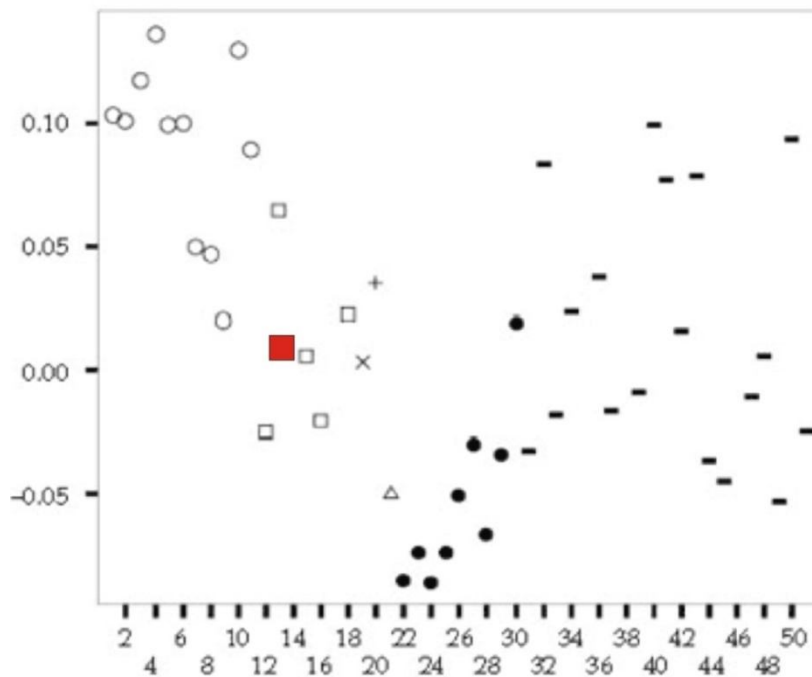
По отношение на белезите, свързани с размерите на главата (Lpil, Latcap, Latpil) се наблюдава достоверна тенденция към увеличаване на размерите при мъжките индивиди спрямо женските. Същата тенденция се наблюдава и по отношение на по-голямата част от съответните индекси (Lpil/Lcor, Latcap/Lcor, Latpil/Lcor, Latcap/Lpil). По-големи абсолютни и относителни размери на главата са установени при ливадните гущери от други подвидове и части на ареала на вида и при други видове от семейство *Lacertidae* (Brana 1996, Olsson et al. 2002, Kaliontzopoulou et al. 2005, Туниев и Островских 2006, Симонов 2008). Увеличаването на размера на главата е свързано с по-силно развитата челюстна мускулатура (Herrel et al. 1996, 1999), която има съществена роля при брачните и териториалните борби между мъжките, необходимостта от задържането на женската чрез захапване по време на копулацията, отбранителното поведение и др. (Verbeek 1972, Stamps 1983, Heulin 1988, News 1990, Gvozdik and Van Damme 2003, Perry et al. 2004).

Достоверни разлики са установени и при голяма част от белезите и индексите, свързани с размерите на крайниците. Налице е ясна тенденция, както по отношение на абсолютните (Pp, Pp2), така и на относителните (Pa/Lcor, Pp/Lcor, Pp2/Lcor) размери в полза на мъжките индивиди. В литературата не беше открита информация за сравняването на подобни показатели при вида. В проучването си на гущери от род *Podarcis*, Kaliontzopoulou (2012) установява, че по-дългите крайници при мъжките са свързани с по-висока скорост при активно бягане. При няколко вида гущери е установено, че по-голямата дължина на крайниците допринася за увеличаване на скоростта на бягане при гущерите чрез увеличаване на дължината на крачката (Garland & Losos 1994, Van Damme et al. 2003). Тази тенденцията може да бъде обяснена с поведенчески особености на мъжките, свързани с поддържането на индивидуална територия, брачните борби, активното преследване и охраняване на женските преди копулацията, като всички те са свързани с по-голямо излагане на хищническата преса (Castilla & Labra 1998, Cooper Jr 1999, Martín & López 2001, Cooper Jr & Vitt 2002). В

същото време такива елементи в поведението липсват при женските, които избягват много по-често хищниците чрез пасивно укриване (Schwarzkopf & Shine 1992).

Установена е и статистически достоверна разлика между двата пола в относителната дължина на опашката, като тя е относително по-дълга при мъжките. Такава разлика е установена и при лесостепната популация на *L. a. exigua* в проучването на Симонов (2008). Авторът обаче не намира достоверни различия в абсолютните размери на опашката. Такива различия са установени при други популации на *L. agilis* (Яблоков 1976; Булахова 2004). По-дългата опашка при мъжките може също да бъде свързана с по-голямата двигателна активност на пола, тъй като опашката играе роля на балансатор и в този смисъл координира движенията при гущерите (Суханов 1968).

В проучванията си на половия диморфизъм при ливадния гущер Roitberg (2007) съпоставя наличната информация за разликите в $L_{\text{сog}}$ при двата пола при различните подвидове като изчислява индекс на половия диморфизъм ($SDI = (L_{\text{сog}} \text{ на по-големия пол} / L_{\text{сog}} \text{ на по-малкия пол}) - 1$) (Lovich & Gibbons 1992). Данните са представени във фигура, допълнена тук с данните получени за индекса при настоящото проучване (Фиг. 24). От фигурата се вижда, че установената стойност на SDI от 0,01 попада в границите на вариацията, характерна за подвида *chersonensis*.



Фигура 24. Графично представяне на SDI – индекса (по ординатата) при различни популации на *L. agilis* (дадени като номера по абсцисата) по Roitberg (2007) с допълнения. Символи: бял квадрат-*L. a. chersonensis*, бял кръг-*L. a. agilis*, бял триъгълник-*L. a. ioriensis*, хикс-*L. a. grisinica*, плюс-*L. a. brevicaudata*, черен кръг-*L. a. boemica*, черен правоъгълник-*L. a. exigua*. С уголемен червен квадрат е представен индекса, получен при настоящото проучване.

1. 2. *Lacerta.viridis*

И при зеления гущер в литературните източници бяха открити сурови данни за метричните и меристичните белези от други части на ареала на вида, като липсват анализи на половия диморфизъм.

1.2.1. Меристични белези

По отношение на меристичните белези и при зеления гущер достоверна разлика между половете откриваме само в броя на напречните редове гръдни и коремни щитчета (V) Този резултат следва общата тенденция, характерна за семейството (вж. т. 1.1.1).

1.2.2. Метрични белези

При зеления гушер са установени достоверни различия при повечето от белезите (Lpil, Latcap, Latpil) и индексите (Lpil/Lcor, Latcap/Lcor, Latpil/Lcor, Latcap/Lpil), свързани с размерите на главата, като стойностите им са по-високи при мъжките индивиди. В литературата бяха намерени само частични, статистически неанализирани данни за някои от тези белези от други части на ареала на вида (Fuhn & Mertens 1959, Fuhn 1961, Щербак и Щербан 1980). Тези данни, макар и непълни потвърждават установената тенденция. Подобно на ливадния гушер и тук по-големите абсолютни и относителни размери на главата при мъжките могат да се свържат с поддържането на индивидуална територия, брачните схватки и необходимостта от задържане на женската с челюсти при копулацията (Stojanov et al. 2011). Известно е, че по-голямата глава е предимство при схватките между мъжките гущери (Fitch 1981, Anderson and Vitt 1990, Mouton and van Wyk 1993, Perry et al. 2004).

Налице са и достоверни разлики по отношение на абсолютната (Pa, Pp, Pp2) и относителната (Pa/Lcor, Pp/Lcor, Pp2/Lcor) дължина на крайниците при зеления гушер, като белезите и индексите са с по-високи стойности при мъжките. В литературата не бяха открити анализирани данни за тези показатели, а малкото сурови данни потвърждават установената тенденция (Fuhn & Mertens 1959, Fuhn 1961).

И при зеления гушер по-големите крайници при мъжките могат да бъдат свързани с по-голямата двигателна активност на пола, обусловена от особеностите в поведението (Castilla & Labra 1998, Cooper Jr 1999, Martín & López 2001, Cooper Jr & Vitt 2002).

1. 3. Оценка и сравнение на половия диморфизъм при двата изследвани вида

На базата на изчисленото при дискриминантния анализ Махаланобисово разстояние е установено, че половия диморфизъм е по-добре изразен при зеления гушер в сравнение с ливадния. Резултатите се потвърждават както при анализиране по метричните белези, така и при анализиране по метричните индекси.

По-добре изразения полов диморфизъм при зеления гушер генерално може да се обясни с факта, че мъжките поддържат по-голяма индивидуална територия (Korsos, 1986), поради което морфологично се отличават повече от женските.

При сравняване на отделните белези се наблюдава тенденция на увеличаване на относителната дължина на крайниците и опашката при зеления гушер. Тя може да бъде свързана с катеренето по храстова и дървесна растителност при този вид, което е много по-силно застъпено в сравнение с ливадния гушер. Във връзка с тези особености е и доброто представяне на дърветата и храстите в характерните местообитания на зеления гушер (Stojanov et al. 2011), потвърдено и в настоящото проучване в частта „Микроместообитания”.

2. Възрастов диморфизъм

2.1. *Lacerta agilis*

В литературата не бяха открити данни за анализиране на половия диморфизъм при изследваните видове, както и за групата като цяло.

По отношение на индексите, характеризиращи относителните размери на главата, настоящото проучване установи, че при голяма част от тях (Lpil/Lcor, Latcap/Lcor, Latpil/Lcor) има тенденция към увеличаване на стойностите при младите, в сравнение с възрастните индивиди. Тоест, младите индивиди имат относително по-голяма дължина и широчина на пилеуса и по-голяма широчина на главата от възрастните (таблица 2). Тъй като при младите размерите на главата не могат да бъдат тълкувани чрез поведенчески особености свързани с териториални схватки или копулация, най-

логично е да се потърси връзка с хранителната база. Известно е, че големината на главата при някои гущери е в положителна корелация разнообразие на хранителната им база. Ето защо, можем да допуснем, че относително по-големите размери на главата при младите ливадни гущери им дават възможност да се хранят с по-големи спрямо ръста им безгръбначни. От своя страна по-разнообразния хранителен спектър е предпоставка за повишаване на темповете на нарастване.

При младите ливадни гущери е установена и тенденция към по-високи стойности на относителната дължина на крайниците (P_a/L_{cor} , P_p/L_{cor} , P_p2/L_{cor}). Както вече беше дискутирано в предходната част на дискусиата (Полов диморфизъм), по-голямата дължина на крайниците е свързана с по-висока скорост на придвижване и е приспособление за избягването на хищническата преса. В този смисъл можем да допуснем, че при младите гущери по-голямата относителна дължина на крайниците е предпоставка за по-ефективно избягване на хищниците. Тази тенденцията частично компенсира по-малката абсолютна дължина на крайниците при младите, която ги прави по-уязвими при преследване от хищници в сравнение с възрастните.

2.2. *Lacerta viridis*

При младите зелени гущери се наблюдава тенденция към по-големи относителни размери на главата спрямо възрастните женски (таблица 6). Може да се допусне, че този резултат е свързан с увеличаване на разнообразието в хранителния спектър (виж т. 2.1). При възрастните мъжки по-големите относителни размери на главата могат да бъдат свързани с поведенческите им особености. В случая този клас превъзхожда младите по повече относителни размери на главата в сравнение с ливадния гущер, което можем да обясним с по-силно изразения полов диморфизъм при зелените гущери в сравнение с ливадните и съответно по-ясно изразените полови обусловени морфологични белези при възрастните мъжки (виж т. 1.3.).

Установена е и тенденция към по-големи относителни размери на задния крайник (P_p) и стъпката на задния крайник (P_p2) при младите в сравнение с един или с двата класа възрастни, както и предимство на задните крайници в съотношението им с предните (P_a/P_p) при младите индивиди. Като цяло, задните крайници при гущерите имат по-голяма роля при развиването на максимална скорост на бягане. Тези резултати също могат да бъдат свързани с подобряване на възможностите за избягване на хищниците от младите индивиди като по-уязвима група.

2.3. Оценка и сравнение на възрастовия диморфизъм при двата изследвани вида

При двата вида се наблюдават сходни тенденции по отношение на възрастовия диморфизъм. Чрез генерирания на базата на Махаланобисовото разстояние клъстер може да се заключи, че младите индивиди са по-близко до възрастните мъжки (Фигура 20). Близостта на младите до мъжките се дължи на сходство в пропорциите, което може да се обясни с потребността от по-разнообразна хранителна база (в количествен и качествен смисъл) и при двете групи. При младите тази потребност е свързана с по-интензивното нарастване, а при възрастните мъжки с енергийно обезпечаване на разнообразните им поведенчески прояви, описани в дискусиата за половия диморфизъм (виж т. 1).

На базата на дискриминантния анализ е установено, че възрастовия диморфизъм е по-добре изразен при зеления гущер. Причините за това могат да отново да бъдат свързани с по-високата активност на вида, свързана с поддържане на по-големи индивидуални територии (Korsos 1986), което води до по-голяма морфологична диференциация и съответно до по-големи стойности на Махаланобисовото разстояние между младите и възрастните в сравнение с ливадния гущер.

3. Терморегулация

Гущерите от семейство *Lacertidae* се терморегулират с голяма прецизност и ефективност. Основните поведенчески механизми, свързани с този процес са контролирането на периодите на активност, избора на микроместообитание, преместването в различни микроместообитания и излагането на слънчево греене (Castilla et al. 1999).

3. 1. *Lacerta agilis*

Подобно на други видове влечуги, изследваните популации се характеризират с по-висока клоакална температура (T_b) в сравнение с температурите на субстрата (T_s) и на въздуха (T_a). В проучване на терморегулацията при вида Amat et al. (2003) установяват, че ливадните гущери от планински райони на Пиринеите имат по-висока клоакална температура от индивидите в ниските части. Въпреки това, планинските популации са активни при по-ниски температури на субстрата и на въздуха. По-големите вариации в температурите при тези популации потвърждават тяхната по-висока термоадаптивност. Подобни резултати откриваме и в работите на Литвинов и Ганщук (2010) и Литвинов и др. (2010) за ниските части на Русия, западно от Урал. В тази зона индивидите имат по-високи вариации на температурите, но са активни при по-високи максимални стойности на T_a и T_s . Като взимаме в предвид наличната информация можем да допуснем, че изследваните популации на *L. a. chersonensis* имат най-ниска термоадаптационна способност и са до голяма степен стенотермни.

В подобно проучване Amat et al. (2003) откриват значими разлики при регресионните линии при всички класове. В настоящото проучване е отчетено, че регресионните линии при двата класа млади индивиди са с по-голям наклон, което свързваме с по-активната терморегулация при тези групи.

Публикуваните данни за I_t от Русия, показват че стойностите на индекса са свързани и корелират позитивно с надморската височина и особено с температурата и влажността (Литвинов и Ганщук 2010, Литвинов и др. 2010). Високите стойности на I_t са свързани с физиологични и поведенчески адаптации за запазване на по-висока клоакална (телесна) температура при по-ниски температури на средата, докато стойности близки до единица са свързани с поддържането на по ниска клоакална температура, когато стойностите на субстратната и въздушната температури са по-високи (Литвинов и Ганщук 2010). Средните стойности на I_t посочени от тези автори варират от 1,21 на север до 1,02 на юг. Нашето проучване установи по-високи стойности на индекса с изключение на възрастните женски. Този резултат вероятно се дължи на това, че женските толерират по-малки разлики на телесната си температура, спрямо температурите на субстрата и въздуха, което свързваме с по-големият им разход на енергия по време на износването на яйцата. Като цяло проучването на този аспект от екологията на ливадния гущер в Софийското поле показва, че видът е взискателен по отношение на терморегулацията. Младите индивиди се характеризират с по-добри терморегулационни механизми, докато при възрастните женски те са по-слаби, което вероятно се дължи на по-големите им енергийни разходи във връзка с износването на яйцата.

3. 2. *Lacerta viridis*

В литературата бяха открити оскъдни данни за терморегулацията при зеления гущер в лабораторни условия (Rismiller & Heldmaier 1988).

Както и при предходния вид, беше установена разлика в корелацията между клоакалната температура и температурите на въздуха и субстрата при отделните възрастови и полови класове.

При младите индивиди T_b корелира слабо с T_a и не корелира с T_s . Липсата на корелация с T_s , може да бъде обяснена с привързаността на вида към дървесна и храстова растителност, потвърдена и при проучването на микроместообитанията в настоящото изследване. В началните етапи на активност, младите индивиди вероятно се терморегулират като се изкачват по растителността, поради което температурата им не се влияе от тази на субстрата. Тази хипотеза се потвърждава и от преките полеви наблюдения, осъществени по време на изследването. При възрастните мъжки и женски индивиди е налице слаба корелация на клоакалната и субстратната температура, което също е свързано с използването на дървесната и храстовата растителност при терморегулацията.

Установената със статистическа достоверност по-висока субстратна температура при младите в сравнение с двата класа възрастни, показва че младите стават активни в по-късен етап на деня, когато температурите са достигнали по-високи стойности.

По отношение на индекса на терморегулация (I_t), най-високи стойности са отчетени при възрастните мъжки, следвани от възрастните женски, като най-ниски са при младите. Тези резултати показват, че възрастните женски вероятно толерират по-големи разлики между клоакалната температура и тези на въздуха и на субстрата. Високата средна стойност на I_t при мъжките е свързана с активността им в по-тесен температурен диапазон, за което говори по-малката вариация на стойностите на I_t в сравнение с другите два класа. Голямата вариация на I_t при младите, както и най-ниските му средни стойности показват, че тази група вероятно има сравнително бърза терморегулация, която е по-слабо ефективна в сравнение с тази на възрастните.

3. 3. Сравнение на термоекологичните особености при *L. agilis* и *L. viridis*

При сравняването на T_s е установено, че младите зелени гущери са активни при по-висока температура на субстрата в сравнение с младите ливадни. Този резултат свързваме с факта, че зеления гущер като цяло толерира по-високи температури на средата. С този факт може да се обяснят и статистически достоверните разлики при T_a , която е по-висока при младите зелени гущери в сравнение с младите ливадни, както и по-високата T_b при всички групи зелени гущери (достоверна разлика е отчетена при възрастните мъжки), при сравнение с ливадните. В същото време статистически достоверна разлика при сравняване на T_s е установена и при възрастните женски при двата вида, като тя е по-ниска при зеления гущер. Това вероятно се дължи на факта, че женските зелени гущери имат по-широк диапазон на толерантност към субстратната температура (Таблицы 25 и 26).

При сравняването на I_t на двата вида се наблюдават по-високи средни стойности на индекса при възрастните зелени гущери от двата пола. Тъй като проучваните популации на ливадния гущер заемат най-южната част от общото разпространение на подвида и съответно живеят при гранични температурни условия, те вероятно са активни само при възможно най-оптималните температури, което обяснява по-ниския I_t при този вид.

4. Микроместообитания

4. 1. *Lacerta agilis*

Настоящото изследване потвърждава наличието на избор на микроместообитания от ливадния гущер. В допълнение се наблюдава разделяне между половете и при двата възрастови класа. Възрастните мъжки, като доминантна група, заемат най-подходящите и сигурни микрохабитати, както разкриват и други проучвания (Glandt 1991). Тенденцията за заселване на високи треви е свързана с биологичните изисквания на вида за заемане на най-сигурните естествени убежища. Martens et al. (1996, 1997) посочват важността и съотношението между височината и структурата на растителността, като едни от основните фактори за разпространението на ливадния гущер. Като субдоминанти и субординати по отношение на възрастните мъжки и младите, възрастните женски заемат периферни микрохабитатни класове, които очевидно са с по-ниска пригодност. Камъните са рядко разпространени в изследваните полигони и заради малките си размери не са подходящи за възрастните и биват заемани от доминантния клас млади-мъжките. Микрохабитати с по-ниска пригодност, като участъци без укрития и с по-ниска трева, биват заемани от младите женски. В подобни проучвания възрастните и младите ливадни гущери, от една страна и новоизлюпените от друга, избират различни убежища, съответно плътна растителност в основата на храсти и границите на гъсто обрасли места (Nemes 2001, Nemes et al. 2006).

Настоящото изследване потвърждава предимството на мултивариационния статистически анализ пред класическите популярни тестове, като хи-квадрат (Nemes et al. 2006). Тревното покритие се оказва ключов компонент в микрохабитатите, като присъства във всички палогони. Обратно, гъстите храсти и дърветата като цяло, биват избягвани от изследваните популации. В други части от ареала на вида намаляването на индекса на слънчево греене, причинено от увеличаването на храстите и дърветата е определено като сериозна заплаха за оптималните местообитания на гущерите (Jackson 1979, Dent & Spelerberg 1987, Berglind 1995). Все пак участъците с гъста растителност имат практическа важност за гущерите като цяло (Vanhooydonck & Van Damme 2003) и са от основна важност като укрития и за ливадния гущер (Török 2002).

В южния край на разпространението на подвида *chersonensis* гъстотата и височината на тревата са от основно значение за избора на местообитания. В други популации от южната част на ареала, този подвид населява места с 60% до 80% растително покритие. Различна ситуация може да се наблюдава в северните популации, където ливадните гущери предпочитат по-рядка трева и храсти, смесени с участъци от гола земя (Glandt 1979) или заемат микрохабитати с повече отворени пространства и слабо покритие от храсти (Nemes et al. 2006). Подобни открити територии с рядка растителност са напълно избягвани от гущерите в нашето изследване, вероятно поради локалните микроклиматични характеристики като температура на субстратата, влажност на почвата и засушаване на хабитата, които определят, тези места като неподходящи. Castilla & Van Damme (1996) посочват наличието на отрицателна зависимост между изборът на местообитание от новоизлюпените и храстовото покритие, което се свързва с вероятното наличие на канибализъм. Amat et al. (2003) посочват, че взаимодействието между индивидите има основно влияние върху избора на местообитанието при ливадния гущер.

Височината и гъстотата на растителността изглежда са важни параметри за избора на микроместообитание при различните възрастови и полови класове. Martens et al. (1996, 1997) определя структурата и височината на растителността като основен ключов фактор. Glandt (1991) открива отрицателна корелация между височината на растителността и обилието на гущери, като оптималната височина е до 30 см. За

сравнение в нашето изследване най-предпочитаната височина на тревата е между 20 и 40 см. Предпочитаната височина вероятно се влияе от много фактори като индекс на слънчевото греене, присъствие на хищници, типове хищници (наземни или летящи) и влажност (Nemes at al.)

Изследваните популации на *L. a. chersonensis* не са адекватно защитени, особено на национално ниво. Въпреки че ливадният гушер е включен в приложение 3 на ЗБР, приложение 4 на директивата за хабитатите и приложение 2 на Бернската конвенция, разпространението на вида е силно повлияно от загубата на местообитания. Направен е план за действие за вида в Северозападна Европа (Anonymus 2005), който трябва да бъде приет за добра практика в усилията за опазване на вида, която трябва да бъде приложена и за други територии, включително и проучваната. Подобни изследване за микрохабитатните предпочитания имат не само теоретично, но и практическо значение за опазването на вида и управлението на местообитанията. За подобряване на плана за действие трябва да се вземат предвид хабитатните предпочитания на всички възрастни и полови класове, както и поведенческите и екологичните вариации при отделните групи животни. Под внимание трябва да се вземат и други слабопроучени фактори, като оцеляемост на различните класове, различията в хранителната им база, популационни параметри, като обилие и плътност, както и промени в местообитанията в резултата на сукцесия (вж. и т.5 „Пространствен модел“).

4. 2. *Lacerta viridis*

Проучването на темата при зеления гушер показва наличие на селекция по отношение на микроместообитанията и разделяне на различните полови и възрастни групи. Въпреки че отделните възрастни и полови класове са разделени в мултивариационното пространство, степента на припокриване на отделните пространствени ниши е голяма, което говори за слаба разлика в селекцията при отделните групи. Доминираща роля сред микрохабитатните категории и при този вид имат тревите с различна височина и гъстота, както и дърветата.

Като доминираща група възрастните мъжки заемат най-благоприятните екотонни микроместообитания – освен тревата добре представени елементи тук са дърветата и наличието на пътища. Възрастните женски и младите индивиди заемат тревни местообитания със сходна гъстота и височина на тревата. От съпътстващите елементи на микроместообитанията, възрастните женски избират такива подобни на тези избирани от мъжките – наличие на пътища и дървета. При младите индивиди пътищата не са добре застъпени. Тези по открити елементи на местообитанието предоставят подобри възможност за излагане на слънчево греене, но са по-неблагоприятни от гледна точка на хищническата преса.

Като цяло в микроместообитанията при всички изследвани групи добре представена е тревата с най-ниска гъстота (D1), което вероятно е свързано с терморегулационните изисквания на вида.

Проучването на хабитатните предпочитания на зеления гушер е свързано с дефинирането на мерки за опазване на вида. В Германия той е частично застрашен и е обект на мониторинг и разработване на план за подпомагането му (Elbing 2002).

4. 3. Сравнение на микроместообитанията при *L. agilis* и *L. viridis*

В проучената литература почти липсва информация за сравняване на микроместообитанията на двата изследвани вида (Korsos 1984, 1986).

В настоящото изследване съпоставимост на данните, свързани с избора на местообитания, беше получено чрез извеждане на индекс на разнообразието на Shannon. При сравняване на стойностите на индекса при различните възрастни и

полови класове беше установено, че те са по-ниски при всички класове на *L. agilis* в сравнение със съответстващите им такива при *L. viridis* (таблици 28 и 31). По-ниските стойности на индекса могат да бъдат обяснени с по-еднообразните местообитания на *L. agilis*, в които преобладават основно различни типове тревна растителност и в много по-ниска степен други елементи като дървета, храсти и др.

5. Пространствен модел

Информацията събирана за даден вид често се използва за планиране на конзервационни дейности за него или служи като основа за по-глобални оценки и планове, свързани с биоразнообразието (Rodrigues and Brooks 2007). Основните данни, които се събират за видовете са свързани с точкови локации на техните находища, които могат да бъдат събирани чрез полеви проучвания, ревизиране на информацията от музейни колекции и др. (Eken et al. 2004). Rondinini et al. (2006) сравняват предимствата и недостатъците на точковите локации и пространствените модели. Предимствата в първия случай са лесния достъп до данните и цялостната им надеждност (в зависимост от таксона), но тези данни обикновено са разпръснати географски, а работата с тях може да е свързана с технически грешки и изкривяване на извадките при трупане на данни основно от по-лесно достъпни за работа райони. В същото време, пространствените модели са един от най-ефективните начини да се преодолее проблема с диспергираните данни от точкови локации, като те се анализират чрез съпоставяне с набор от географски променливи и/или променливи на околната среда.

С най-голям принос при формиране на пространствения модел на ливадния гущер в Софийското поле са валежите през най-сухата и най-топлата четвърт на годината и начина на ползване на земята. Високата значимост на валежите може да се свърже с по-слабата термофилност на вида, чиито популации в изследвания район заемат най-южната част от неговия ареал, което стеснява и диапазона на оптималните температури на активност. Освен това ливадния гущер е свързан основно с тревисти местообитания, за които валежите са определящ фактор, свързан с гъстотата и височината на тревата. Анализ на слоя Начин на използване на земята, показва, че вида заема по-малко на брой типове местообитания от зеления гущер. Голяма част от точковите локации попадат в тези местообитания, което прави фактора значим при изготвянето на модела. Най-значимите категории за вида от слоя Начин на ползване на земята (land_use) са водните площи, населените места с плътно застрояване и пасищата. Присъствието на водните площи е свързано с генерализираните контури на полигоните очертаващи влажни зони и потвърждава присъствието на вида в местообитания с по-висока влажност. Много от конкретните находища на вида използвани са модела се намират в непосредствена близост до различни типове влажни зони. Голяма част от точковите локации попадат и в границите на населени места, където по същите причини биват включени във втората по значимост категория. Този резултат потвърждава силната уязвимост на вида и потенциалната опасност от унищожаване на местообитанията му в резултат на застрояване. Този процес беше наблюдаван и в рамките на самото проучване, при което в рамките на 3 години беше отбелязана значителна строителна дейност на територията на някои от полигоните. Трети по важност фактор от слоя са пасищата, което се потвърждава и от общите данни за предпочитанията на вида.

При анализа на ролята на слоя беше идентифицирана и категория с отрицателна роля за разпространението на вида – Дъб (дъбови гори). В Софийското поле дъбовите гори се срещат предимно по по-засушливите склонове в периферията на полигона, с което може да се обясни избягването им от изследвания таксон. Може да се заключи, че

въпреки че ливадния гушер може да заселва екотонната зона, като цяло горите са неблагоприятни за него и процесите на сукцесия могат да доведат до загуба на негови местообитания.

За зеления гушер с най-голям принос са начина на ползване на земята, цифровия модел на релефа и годишните валежи. Вида заема голям брой местообитания в изследвания полигон, в които попадат голяма част от точковите локации. Поради това начина на ползване на земята е важен фактор за модела на вида. Най-значими категории за разпространението на вида от този слой са Голи скали, Склерофилна растителност, Строителни обекти, Преходна дървесно-хростова растителност, Комплекси от раздробени земеделски земи, Места за спорт и отдих, Смесени гори, Полски и горски пътища. Тези резултати потвърждават общата информация за предпочитанията на вида към по-разнообразни местообитания, с добре представена дървесна и хростова растителност и екотонни зони (Mikatoва 2001, Stojanov et al. 2011, Щербак и Щербан 1980, Nettman & Rykena 1984, Korsos 1984, Ioannidis & Bousbouras 1997, Strijbosh 2002, Schmidtele 2002), както и резултатите от детайлното проучване на микростообитанията в настоящата работа.

Чрез анализ на слоя са идентифицирани и категории, влияещи негативно за разпространението на вида: Едногодишни култури заедно с трайни насаждения и Населени места със свободно застрояване. Този резултат позволява да бъдат идентифицирани потенциални заплахи за зеления гушер, които в случая са свързани с промяна на местообитанията от строителна дейност и интензивно земеделско ползване. Значимостта на цифровия модел на релефа е свързана с разнообразието на заеманите от вида територии по отношение на надморската височина в изследвания полигон. За разлика от ливадния гушер, който е привързан към равнинните територии с малка вариация на надморската височина, при зеления тази вариация е значително по-голяма. Значимостта на годишните валежи също откроява разлика с ливадния гушер, при който от значение са валежите в определени части на годината. Причината можем да търсим в по-разнообразните местообитания, заемани от зеления гушер по периферията на полигона, като за различните места влиянието на валежите има различен характер.

При анализ на зоните на припокриване на двата вида се вижда ясно, че процента на припокриване намалява силно с увеличаване на пригодността – съответно 3,61% за пригодните и пригодните и оптималните и 0,54% за оптималните местообитания. Този резултат показва, че като цяло двата вида са добре разделени в пространството по отношение на пространствените си ниши.

На картата на модела ясно се диференцират две ядра на припокриване на пригодните и оптималните местообитания на двата вида: района на гр. Драгоман и граничните райони на подножията на Витоша и Лозенска планина. В първия район зеления гушер преобладава като численост над ливадния (потвърдено чрез точковите локации), поради което може да се допусне, че при взаимоотношенията на двата вида доминираща роля има зеления гушер. Във втория район картината не е толкова ясна, което е свързано с наличието на значим допълнителен фактор – интензивно разширяващо се застрояване. Както беше коментирано, застрояването е сред основните отрицателно влияещи тенденции за разпространението на двата вида, поради което местоположението на втория район в приоритетна за строителство зона е рисков фактор и за зеления и за ливадния гушер.

VII. Изводи

I. Полов диморфизъм

- При двата изследвани вида се наблюдава полов диморфизъм на базата на метрични и меристични белези и индекси. Налице са достоверни разлики в абсолютните и относителните размери на главата и крайниците в полза на мъжките, което е свързано с поведенчески особености като поддържане на индивидуална територия, брачни борби, задържане на женската при копулация и избягване на хищници.
- Половият диморфизъм е по-ясно изразен при зеления гушер, което е свързано с поддържането на по-голяма индивидуална територия и съответно по-голяма двигателна активност, водеща до по-силна морфологична диференциация на мъжките.

II. Възрастов диморфизъм

- И при двата изследвани вида е установен възрастов диморфизъм на базата на метрични индекси, като при младите се наблюдават тенденции за по-големи относителните размери на главата и крайниците, във връзка с повишаване на разнообразието на хранителния спектър и по-ефективното избягване на хищници.
- По пропорции младите индивиди и при двата вида са по-близки до възрастните мъжки, защото и двете групи имат потребност за разнообразяване на хранителния спектър – съответно за по-интензивен растеж и за енергийно обезпечаване на поведенческите особености, които са свързани с по-висока активност.

III. Терморегулация

- При ливадния гушер младите се характеризират с най-добър терморегулационен потенциал, а с най-слаб са възрастните женски, при които са налице най-големи енергийни разходи във връзка с размножителния цикъл.
- При зеления гушер клоакалната температура корелира слабо или не корелира с температурите на субстрата, което е свързано със склонността на вида към терморегулиране над земята по дървесната и храстовата растителност.
- При всички класове зелени гущери клоакалната температура е по-висока в сравнение с ливадните, което определя зеления гушер като по-термофилен вид.
- Възрастните ливадни гущери имат по-ниски стойности на индекса на термоадаптация в сравнение със зелените, което е свързано с факта че в България се намира най-южната част на разпространение на вида и това определя по-тесни стойности на оптималните му температури на активност.

IV. Микроместообитания

- При ливадния гушер е налице селекция по възраст и по пол по отношение на заеманите микроместообитанията, като възрастните мъжки като доминантна група заемат най-оптималните такива.

- И при двата вида тревите имат основно значение при избора на микроместообитание, като зелените гущери предпочитат треви с по-малка гъстота и както и наличие на дървета и храсти, което свързваме с особеностите на терморегулацията при двата вида.
- Микроместообитанията на ливадните гущери се отличават в по-ниско разнообразие на съставните елементи, което е свързано с по-тясната пространствена ниша която заема вида в сравнение със зеления гущер.

V. Пространствен модел

- Пространствените ниши на двата изследвани вида са добре разделени в рамките на изследвания полигон което означава, че при близки симпатрично живеещи видове екологичните ниши се разделят ясно.
- Пространствения модел потвърждава по-високото разнообразие от заемани местообитания от зеления гущер, респективно неговата по-широка пространствена ниша, потвърдено и от проучването на микроместообитанията.
- Най-съществена заплаха за двата таксона в изследвания полигон е унищожаването на местообитания чрез застрояване, което дава основание да се препоръчат обосновани мерки за защита за видовете и местообитанията им като цяло.

Справка за приносите на дисертационния труд

- За първи път за двата таксона е направен детайлен анализ на половия диморфизъм с използване на голям брой белези и статистически подходи. За първи път в България е изследван половия диморфизъм на двата таксона.
- За първи път у нас и в световен мащаб е направен анализ на възрастовия диморфизъм на двата таксона.
- За първи път в България и в световен мащаб за двата таксона е проведено детайлно проучване на терморегулацията на отделните възрастови и полови групи.
- За първи път за двата таксона е проведен статистически базиран анализ на микроместообитанията на отделните възрастови и полови класове.
- За първи път е направен ГИС – базиран модел на потенциалното разпространение на двата таксона в избран полигон.
- За първи път чрез ГИС – моделиране са идентифицирани рискови фактори за двата таксона, които могат да послужат за планиране на природозащитни мерки за тях и за съответните местообитания.

Публикации във връзка с дисертацията

1. **Grozdanov, A.**, N. Tzankov, D. Peshev 2011. Thermal Ecology of the Lowland Subspecies of Sand Lizard *Lacerta agilis chersonensis* Adrejewski, 1832 (Squamata: Lacertidae) in Bulgaria. In: Младежка Научна Конференция „Климентови дни”, 22-23, ноември 2011, сборник статии: 81-83.
2. **Grozdanov, A.**, N. Tzankov, C. Andres, S. Popova (in press) Microhabitat use in sand lizard *Lacerta agilis chersonensis* (Squamata, Lacertidae) as an indicator for planning of different management practices for pastures. Bulgarian journal of agricultural science.

Участия в научни конференции

1. **Grozdanov, A.**, N. Tzankov, D. Peshev 2011 Thermal ecology of the lowland subspecies of sand lizard *Lacerta agilis chersonensis* Adrejewski, 1832 (SQUAMATA: LACERTIDAE) in Bulgaria. Младежка научна конференция “Климентови дни”, 22 – 23 ноември, 2011 г., Биологически факултет, Софийски университет. София.
2. **Grozdanov, A.**, N. Tzankov, C. Andres, S. Popova 2012 Microhabitat selection between sex and age classes in *Lacerta agilis chersonensis* Adrejewski, 1832(SQUAMATA:SAURIA:LACERTIDAE). Младежка научна конференция “Климентови дни”, 22 – 23 ноември, 2011 г., Биологически факултет, Софийски университет. София.
3. Попова, С, Н. Цанков, **A. Grozdanov** 2013 Тенденции в промяната на площите на пригодните местообитания на ливадния гущер *Lacerta agilis chersonensis* в Софийската котловина. Студентска научна конференция „Екология и околна среда”, 01 март, 2013г., Факултет по природни науки, Шуменски университет. Шумен.
4. Tzankov, N, G. Popgeorgiev; **A. Grozdanov** 2013 Spatial niche segregation among three Lacertid taxa living in close proximity in Bulgaria. 17th European congress of herpetology, 22-27 august 2013. Societas Europaea Herpetologica. Veszprem.
5. **Grozdanov, A.**, N. Tzankov 2013 Analysis and comparison of sexual size dimorphism in two lacertid species in Bulgaria (submitted) – International conference Bioscience – development and new opportunities, Faculty of biology, University of Sofia (20-22 November 2013).

Благодарности

Издавам дълбока благодарност на научният ми ръководител доц. д-р Даниело Пешев и на гл. ас. д-р Николай Цанков за всеотдайната помощ при осъществяване на настоящия дисертационен труд. Благодаря на всички колеги от катедра “Зоология и антропология” за подкрепата и предоставените добри условия за работа в катедрата.

Благодаря на проф. Павел Стоев, Стелияна Попова, Мирослав Славчев, д-р Георги Попгеоргиев, Симеон Луканов, Владислав Вергилов, Христина Кюркчийска, Андрей Стоянов, Томислав Попов Клаудия Андрес за помощта при теренната работа. Благодаря на д-р Георги Попгеоргиев за помощта и съветите при пространственото моделиране. Благодаря на д-р Борислав Наумов, д-р Николай Начев и на Юрий Корнилев за помощта и ценните препоръки. Благодаря на колегите от Националния природонаучен музей за съветите, подкрепата и отношението по време на целия период на работа. Благодаря и на всички колеги, приятели и на семейството ми, които помогнаха с идеи, препоръки и морална подкрепа този труд да стане реалност.

Biology and ecology on Green lizard *Lacerta viridis* and Sand lizard *Lacerta agilis* in Sofia and Plovdiv plains

(Summary)

The subject of the study is a research of different aspects of biology and ecology of two lacertid species in Bulgaria – Green lizard *Lacerta viridis* and sand lizard *Lacerta agilis*.

The aim of the PhD thesis is to research and analyze the sexual size dimorphism (SSD), age dimorphism, thermoregulation, microhabitat selection and spatial niche segregation of the two species. The following tasks were proposed for realization of that aim: identification of polygons in Sofia and Plovdiv plains, capturing of individuals with measuring and photographing, collection of point locations of individuals.

In the following data analyzing different statistical procedures were used: ANOVA, Canonical discriminant analysis (CDA), Principal component analysis (PCA), and Cluster analysis. For the spatial model was used specialized GIS software with implementing of WorldClim and Type of land use layers.

As a result of the work original results were received for every researched aspect.

The SSD were analysed by using of different metric and meristic traits. Tendencies for larger head size in males were identified for the Sand lizard and for larger head and longer limbs in male Green lizards. The level of SSD was stated higher for the Green lizard, based of Mahalanobis distance, received by CDA. Received results were discussed and explained through some aspects of the species biology.

The age dimorphism was analysed with similar methods. Tendencies for differences between the adult and juvenile individuals were identified and commented.

Thermoregulation researches identified more effective thermoregulation in juvenile sand lizards in comparison with adults. The Green lizards showed higher body temperatures than Sand, which defines them as more thermophilous species.

The research of the microhabitat selection identified the grass as major element of both species microhabitat. The Green lizard occupies more diverse microhabitats and is more related to shrubs and trees compared with the Sand lizard.

The generated model of spatial segregation of the two species showed that they are well separated in the researched polygon (Sofia plain), thus confirming their clear niche segregation. The model confirmed the more diverse habitats preferred by the Green lizard. For the first time negative factors for the species distribution were identified. This information could be used in the future planning of conservation activities for both species and their habitats, since the species conservation status is already unfavorable in other parts of their distribution.

In all of the researched aspects of the species biology and ecology the knowledge was enlarged both on national level and in general.