УДК: 598.26
ББК 28 Г (2)

К биоэкологии жаворонков (Passeriformes, Alaudidae) в условиях залежных и пастбищных земель засушливой степной зоны Центрального Казахстана

Чапурин Владимир Валерьевич,
магистрант Естественно-географического факультета, Геоэкология и химия окружающей среды, 2 курс.
Артемьева Елена Александровна,
доктор биологических наук, профессор кафедры географии и экологии, Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова,
г. Ульяновск, Россия

Аннотация. Рассматриваются основные тенденции разделения экологических ниш жаворонков в условиях засушливых залежных и пастбищных земель Центрально Казахстана. Подчеркивается роль основных сельскохозяйственных градиентов в формировании популяций жаворонков, а именно – времени заброшенности сельхозугодий и интенсивности выпаса. Рассматривается зависимость состояния популяций модельных видов жаворонков на исследуемой территории от сельскохозяйственной заброшенности и сокращения количества поголовья крупного рогатого скота.

Ключевые слова: биоэкология, птицы, жаворонки, степи и полупустыни, залежные и пастбищные земли, Центральный Казахстан.

Введение

Виды жаворонков (Passeriformes, Alaudidae) играют значительную роль в биоценозах, как естественных, так и агрокультурных ландшафтов степной зоны Евразии, в том числе Казахстана. Биоэкология жаворонков остается малоизученной на территории Центрального Казахстана. Жаворонки (Alaudidae)

– доминирующее семейство орнитофауны исследуемого региона. Евразийские степи и полупустыни являются областью высокого разнообразия данной группы (6 родов и 13 видов) и центром максимального разнообразия рода *Melanocorypha* [20; с. 30].

Жаворонки достигают чрезвычайно высокой плотности и биомассы в Центральном Казахстане [18; с. 279–297], 4 вида жаворонков составляют 75% от общей биомассы птиц в длинно- и коротко-злаковых степях (89% на пахотных землях и 50% в полупустыне). В степях Казахстана и юга России обитает 2 эндемичных вида жаворонков: черный жаворонок *Melanocorypha yeltoniensis*, который ограничен более продуктивными землями, и белокрылый жаворонок *Melanocorypha leucoptera*, который достигает самой высокой плотности в полупустынях и сухих степях Казахстана [5; с 120]. Жаворонки представляют собой ключевой компонент степных сообществ, являются индикаторами мелкомасштабных экологических изменений на огромных площадях природных и модифицированных открытых местообитаний [13, с. 289–300; 14, с. 309–318; 15, с. 27–34; 19, с. 391–397].

Исследовались 5 видов данной группы: белокрылый жаворонок *Melanocorypha leucoptera* (Pallas, 1811), черный жаворонок *Melanocorypha yeltoniensis* (Forster, 1767), малый жаворонок *Calandrella brachydactyla* (Leisler, 1814), степной жаворонок *Melanocorypha calandra* (Linnaeus, 1766) и полевой жаворонок *Alauda arvensis* (Linnaeus, 1758) в зависимости от возраста и состояния залежных земель и интенсивности выпаса. Серый жаворонок *Calandrella rufescens* (Vieillot, 1820) исключен из анализа, его распространение ограничивается глинистыми, засоленными почвами и оголенными поверхностями, которые не используются в сельском хозяйстве.

Цель работы – изучение биоэкологии жаворонков Центрального Казахстана в условиях засушливых залежных земель и выпаса скота.

Материал и методы

В течение полевого сезона 2009 г. исследования проводились на территории залежных земель Коргалжынского района Акмолинской области в

Центральном Казахстане (50°35 'с. ш., 70°00' в. д.). Район представлен нетронутыми сухими ковыльными, ковыльно-типчаковыми и полынными степями на богатых перегноем каштановых почвах [12, с. 45]. В течение полевого сезона 2010 г. исследования проводились на территории пастбищных земель в Тургайском, Джангельдинском и Амангельдинском районах Костанайской области в Центральном Казахстане, которые расположены в пустынных ковыльных и полынных степях и полупустыне на бедных перегноем, сильно засоленных каштановых почвах и камбисоли.

На изучаемой территории случайным образом выбирались точки у бывших совхозов, закладывались 106 линейных трансект по 500 м, расстояние между которыми составляет 2 км: 26 трасект находились на используемых пашнях яровой пшеницы. Эти участки покрыты стерней, либо всходами пшеницы; 23 трансекты находились на полях, покрытых житняком гребенчатым *Agropyron cristatum*, для корма скота; 57 трансект находились на заброшенных зерновых полях различного возраста (до 16 лет). На изучаемой территории 15 маршрутов расположены у населенных пунктов, где преобладает выпас скота [9, с. 35; 16, с. 87–110]. Через каждый км вдоль маршрута перпендикулярно закладывались 2 трансекты. В целом, обследовано 7 населенных пунктов и получено 136 трансект.

На залежных землях учет птиц (белокрылого, черного и полевого жаворонков) проводился с 5 по 23 мая 2009 г. и с 25 мая по 13 июня 2009 г. (малого жаворонка). На пастбищных землях учет птиц проводился с 7 мая по 26 мая 2010 г. Учет птиц проводился с 4 до 10 часов. Для учета использовался метод финских линейных трансект [12, с. 47]. Расстояния по перпендикуляру к каждой птице оценивалось в пределах расстояния полос 0–5 м, 5–10 м, 10–25 м, 25–50 м, 50–100 м, 100–200 м, 200–500 м и заносились в таблицу. Расстояние до птицы оценивалось с помощью с помощью лазерного дальномера (модель Bushnell Scout 1000).

Для описания характеристик вегетационного градиента залежных и пастбищных земель, которые отражают сукцессию и воздействие выпаса скота,

выбраны следующие переменные: общее покрытие, покрытие разнотравьем, покрытие ковылем, покрытие полынью, максимальная высота растительности, покрытие навозом. Покрытия разнотравьем и полынью являются хорошими индикаторами интенсивности выпаса: полынь остается нетронутой, остальные травы поедаются животными, что приводит к повышению доли полыни в общей доле растительного покрова с увеличением пастбищной нагрузки [2, с. 239–242; 21, с. 43–46]. На заброшенных полях в растительном покрытии доминируют различными видами полыни.

На залежных землях описание проводилось на площадках 2 м х 2 м через каждые 100 м по каждому разрезу трансекты (6 участков в трансекте = 636 участков в общей сложности). Величины всех переменных среды обитания усреднены для анализа внутри данных 6 участков. На пастбищных землях проводилось описание только одного участка 10 м х10 м на 1 разрез трансекты. Покрытие растениями оценивалось визуально с точностью до 10% (с точностью до 1% в случае с покрытием ниже 10%). В исследованиях учитывалось влияние крупного рогатого скота и овец, так как они концентрируются в плотные стада на небольших участках и, вероятно, влияют на состояние растительности сильнее, чем стада полудиких лошадей, которые свободно передвигаются по степи [21, с. 43–46]. Для количественной оценки пространственных масштабов передвижений и выпаса домашнего скота применялись GPS логгеры (устройства слежения). Они были прикреплены к животным (11 голов крупного рогатого скота и 7 овец) в каждом населенном пункте Тургайской области с помощью специального ошейника. Логгеры были запрограммированы для фиксации положения животных и их позиций каждые пять минут с 06:00 до 18:00 в течение 5 дней. Полученные данные обработаны в программе Arcgis 9.3.

Данные по плотности населения птиц обрабатывались в программе DISTANCE 6.0. Расстояния от наблюдателя до каждой особи закладывались отдельно. Для разных видов жаворонков и их местообитаний составлены кривые обнаружения в программе DISTANCE 6.0. Моделирование кривых обнаружения видов проверялось с помощью информационного критерия Акаике. Для связи

плотности птиц с переменными местообитаний использована нелинейная обобщенная аддитивная модель (Generalized Additive Model). Все модели построены с использованием квазиподхода Пуассона для проверки различной степени избыточного рассеивания. Участки исследования на залежных и пастбищных землях показали изменение растительности и дерна на большой площади, поэтому они были включены в качестве обязательного фактора для всех моделей.

Многомерные модели построены со всеми возможными комбинациями, с использованием одной из пары коррелированных переменных (коэффициент корреляции Спирмена $r_s >= 0,7$), которые имели более высокий показатель r_s в одномерной модели. Для выбора наиболее информативных переменных, модели ранжированы по весу их $QAIC_C$ (Quasi Akaike Information Criterion – Квази Акаике информационный критерий) и Акаике критериев. Модели с весом суммы до значения 0,95 рассматривались в качестве информативных [3, с. 36]. Для оценки степени перекрытия ниш видов жаворонков в пределах учтенных переменных местообитаний созданы обобщенные адаптивные модели смешанного типа (GAMMs). Анализ данных проводился в программе R 2.13.1 с использованием дополнительных пакетов «mgcv» и «randomForest» [11, с. 18–22]. $QAIC_C$ критерии ценности получены с помощью функции реализованной в пакете «MuMIn» [1, с. 23].

Результаты

В целом на исследованных участках залежных и пастбищных земель выявлено 180 видов 43 семейств высших сосудистых растений, при этом доминантами являются ковыли, полыни и типчак. В течение 8–11 лет на залежных и пастбищных участках площадь растительного покрытия возрастает, начиная с первого года от 10% до 60% на полях. Травянистое покрытие *Festuca sulcata* и *Stipa lessingiana* остается низким до 11 лет, впоследствии оно превышает 20%. Аналогичная картина получена и для различных видов древесной полыни *Artemisia austriaca*, *A. schrenckii* и *A. pauciflora*, в то время как покрытие травянистыми видами полыни *A. dracunculus* и *A. marschalliana*

увеличивается в течение 8 лет, затем значительно снижается. Высота растительности возрастает до 60 см к 3 годам заброшенности и остается стабильной до 10 лет, затем снижается. Вероятно, это вызвано постепенным замещением высокорослых видов полыни на низкорослые степные злаки *Stipa lessingiana* и *Festuca valesiaca*. В растительном покрове старой луговой залежи присутствовали высокие растения *A. cristatum* (около 60%) и низкорослые виды полыней. На площадках выпаса скота в Тургайской области общее количество растительного покрова увеличивается вдоль пастбищных градиентов от 10% на краю поселения, до 30% на расстоянии 9 км от поселений. Это свидетельствует, вероятно, о высокой доле непокрытой поверхности земли в 1 км от населенного пункта. Травяной покров и покрытие древесными видами полыней *A. austriaca, A. pauciflora* и *A. semiarida* также увеличиваются по градиенту, но показывают менее выраженный узор, свидетельствующий о мозаичности выпаса. Максимальная высота растительности на данных участках сохраняется довольно низкой в пределах 2 км от населенных пунктов с последующим возрастанием по мере удаления от них.

Плотность выпаса скота оказалась самой высокой в радиусе 2 км от населенных пунктов и заметно снизилась в радиусе более 3 км. На территориях дальше 6 км выпас не проводился совсем или проводился с предельно низкой плотностью выпаса. Максимальное расстояние, на которое животные отходили от поселений, составляло 9,8 км для крупного рогатого скота и 7,6 км для овец.

Плотность полевого жаворонка *Alauda arvensis* и черного жаворонка *Melanocorypha yeltoniensis* возрастает с увеличением времени заброшенности поля до максимума в среднем на 9-м году, затем вновь снижается. Вероятно, экологический оптимум данных видов соответствует их гнездованию на средних и старых залежных землях. Плотность малых жаворонков *Calandrella brachydactyla* достигает высоких показателей на скошенных полях и недавно (<3 лет) брошенных, данный вид избегает старых залежных участков. Белокрылые жаворонки *Melanocorypha leucoptera* отмечаются на скошенных полях в низкой плотности (d=0,02 ос./га ±0,01 GP, n=86 трансекты), они избегают заброшенные

поля уже после первого года. На полях, засеянных кормовыми травами, плотность полевого и черного жаворонков схожа с их плотностью на старых заброшенных пшеничных полях (0,45 ос./га ±0,07 SE и 1,44 ±0,12 GP), в то время как плотность малого жаворонка низкая и составляет 0,06±0,04 SE. Белокрылые жаворонки не отмечаются совсем. Полевой жаворонок и черный жаворонки показывают достаточно высокую плотность на высоких и плотных растительных покровах (общее покрытие растительности 60% и растительность высотой 60 см). Черный жаворонок не гнездится на пастбищных участках. Малый жаворонок отсутствует на травянистых участках с растительностью, высотой более 30 см, с высокой долей голой поверхности земли, как на скошенных полях, так и на недавно брошенных полях. Полевые жаворонки предпочитают участки со средней высотой травяного покрова. Покрытие сорной растительностью и древесной полынью положительно влияет как на полевого, так и на черного жаворонков, и отрицательно влияет на малого жаворонка.

Плотность всех видов жаворонков первоначально увеличивается с ростом расстояния от населенного пункта, что указывает на сильное влияние выпаса. Плотность белокрылого и полевого жаворонков достигает пика на промежуточных расстояниях и затем заметно сокращается. Расстояние до населенного пункта является значимой переменной для всех видов, кроме черного жаворонка. Переменная расстояния сохраняется в многомерной GAM модели с наивысшим весом, что предполагает сильное влияние выпаса на все виды жаворонков, с избеганием участков с сильным выпасом и предпочтением высокой и густой растительности. Для степных жаворонков оптимумом является около 40% наличия растительного покрова. Для белокрылых жаворонков важна высокая доля древесных видов полыней в растительном покрове участка. Полевые жаворонки отдают предпочтение сильно заросшим густым травянистым участкам с вкраплениями полыни. Плотность малого жаворонка снижается с увеличением общей доли растительного покрова.

Согласно обобщенной аддитивной модели (GAM), высота и площадь покрытия растительности участка являются наиболее важными переменными, влияющими на плотность населения исследуемых видов жаворонков (рис. 1).

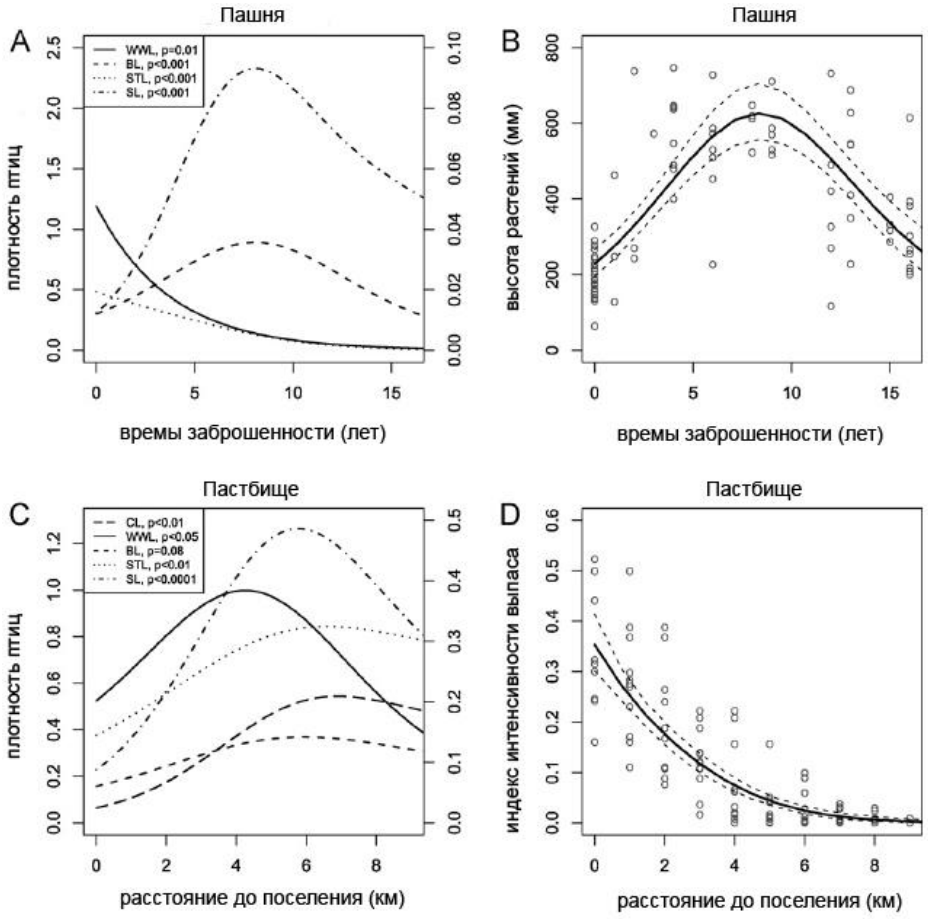


Рис. Визуализация одномерной обобщенной аддитивной модели (Gams) видов жаворонков по градиенту времени заброшенности поля и интенсивности выпаса. CL – степной жаворонок, WWL – белокрылый жаворонок, BL – черный жаворонок, STL – малый жаворонок, SL – полевой жаворонок.

Обсуждение

Исследования показали, что в условиях залежных земель засушливой степной зоны Центрального Казахстана экологические ниши модельных видов жаворонков достаточно четко разделены, тогда как на пастбищных землях сухих степей и полупустынь ниши жаворонков частично перекрываются.

Разделение экологических ниш у модельных видов жаворонков, вероятно, обусловлено различиями в длине и форме клюва: длина клюва увеличивается от среднего значения 11,2 мм у малых жаворонков до 18,9 мм у степных жаворонков [7, с. 56], форма клюва также сильно меняется, указывая на

различные пищевые ниши. Жаворонки, живущие в плотно заросших местообитаниях (заброшенные поля), имеют значительно более длинные пальцы и когти, чем те виды, которые населяют оголенные поверхности (стерня на полях, сильно выбитое скотом пастбище). Длинные пальцы и когти предназначены для облегчения перемещения по неровной и неустойчивой растительности («эффект снегоступов») [8, с. 126–133].

Для черных жаворонков и полевых жаворонков гнездование на заброшенных сельскохозяйственных землях постсоветского пространства обусловило увеличение их численности, в то время как белокрылые жаворонки и малые жаворонки не смогли гнездиться на участках залежных земель из-за неподходящей структуры растительности.

На залежных землях население чёрного жаворонка и полевого жаворонка увеличилось в период между 1991 и 2000 гг., но затем начало снижаться из-за рекультивации заброшенных полей [10, с. 2607–2614]. Тенденции изменения численности белокрылого и малого жаворонка противоположны.

Численность диких и домашних копытных упала в начале 90-х гг. XX века [16, с. 87–110]. После распада Советского Союза домашний скот, в основном, находится в частных владениях. Также после 90-х гг. водная инфраструктура страны разрушилась из-за вывода государственных субсидий, и сельские сообщества были не в состоянии поддерживать работу плотин и колодцев. Отсутствие топлива и оборудования привело к прекращению сезонных кочевок скота, увеличению биомассы растений, росту растительности и растительного покрова на обширных участках степей и полупустынь [4, с. 497–509; 6, с. 547–562].

Жаворонки, как правило, рассматриваются именно как «птицы сельхозугодий». Евразийские степи можно считать типичным местом обитания данной группы, где жаворонки образуют крупные и стабильные популяции. Таким образом, полученные данные, должны помочь понять выбор местообитаний птицами на сельхозугодиях в других регионах с аналогичными условиями.

Заключение

Распределение модельных видов жаворонков в засушливых степных и полупустынных зонах Казахстана зависит от двух основных сельскохозяйственных градиентов: времени заброшенности сельхозугодий и интенсивности выпаса.

1. Изменение высоты растительности в зависимости от времени заброшенности сельхозугодий в гнездопригодных биотопах жаворонков имеет нелинейную зависимость. Высота растительности в начальный год составляет, в среднем, 20 см и затем медленно увеличивается. В течение 5–10 лет высота растительности достигает своего пика, в среднем, 60 см. Затем происходит медленный спад, и на 16-м году высота растительности составляет, в среднем, 25 см.

2. Изменение интенсивности выпаса в зависимости от расстояния до населенных пунктов в гнездопригодных биотопах жаворонков также характеризуется нелинейной зависимостью. Интенсивность выпаса достигает максимальной величины у самой границы населенных пунктов. При увеличении расстояния от населенных пунктов интенсивность выпаса падает. Структура и состав растительности пастбищных участков существенно меняются с момента прекращения сельскохозяйственной деятельности и с изменением интенсивности выпаса.

3. Модельные виды жаворонков показывают нелинейные градиенты в распределении экологических ниш. Черный, степной и полевой жаворонки отдают предпочтение более высокой растительности по сравнению с белокрылым и малым жаворонками.

4. Состояние популяций модельных видов жаворонков зависит от интенсивности выпаса скота. В целом, умеренный выпас хорошо сказывается на состоянии популяций всех исследуемых видов жаворонков.

Состояние популяций модельных видов жаворонков на обширной территории засушливых степей и полупустынь постсоветсткого пространства в

целом, вероятно, обусловлено сельскохозяйственной заброшенностью и сокращением количества поголовья крупного рогатого скота.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю признательность основным исполнителям данного исследования, выполнение которого было бы невозможно без их участия: Йоханес Камп, Татьяна Сидорова, Салемгереев Альберт, Уразалиев Руслан, Пауль Дональд, Норберт Холзлб, Михаил Бромбачер, Данияр Дожжанов, Талгат Кисыбаев, Саят Мухтаров, Генриетта Пуликова, Александр Питилин, Сергей Скляренко, Алена Шмиленко, Марк Ундерхилл, Штефан Зеер.

Список литературы

1. Barton K. MuMIn: Multi-model Inference. R Package Version 1.0.0, Availableat. 2011.

2. Bock C.E., Bock J.H., Kenney W.R., Hawthorne V.M. Responses of birds, rodents, and vegetation to livestock exclosure in a semidesert grassland site. J. Range Manage. 1984. 37, 239–242.

3. Burnham K.P., Anderson D.R. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information–Theoretic Approach. Springer, 2002. New York.

4. De Beurs K., Henebry G. Land surface phenology, climatic variation, and institutional change: analyzing agricultural land cover change in Kazakhstan. Remote Sens. Environ. 2004. 89, 497–509.

5. Dolgushin I., Korelov M., Kuz'mina M., Gavrilov E., Gavrin V., Kovshar A., Borodikhin I., Rodionov E. Birds of Kazakhstan. Vol. 3. Academy of Sciences of the Kazakh SSR, Alma-Ata, 1970. (in Russian).

6. Dubinin M., Lushchekina A., Radeloff V. Climate, livestock, and vegetation: what drives fire increase in the arid ecosystems of Southern Russia Ecosystems. 2011.14, 547–562.

7. Glutz von Blotzheim, U.N., Blotzheim, U.N., Bauer, K.M., Bezzel, E. Handbuch der Vцgel Mitteleuropas. Aula, Wiesbaden, 1987–1999 (in German).

8. Green R.E., Barnes K.N., Brooke M.D.L. How the longspur won its spurs: a study of claw and toe length in ground-dwelling passerine birds. J. Zool., 2009. 277, 126–133.

9. Kamp J., Sheldon R., Koshkin M.A., Donald P.F., Biedermann R. Post-Soviet steppe management causes pronounced synanthropy in the globally threatened. 2009.

10. Kamp J., Urazaliev R., Donald P.F., Hulzel N. Post-Soviet agricultural change predicts future declines after recent recovery in Eurasian steppe bird populations. Biol. Conserv., 2011.144, 2607–2614.

11. Liaw A., Wiener M. Classification and regression by randomForest. R News, 2002. 2, 18–22.

12. McCauley M., Khrushchev and the Development of Soviet Agriculture: The Virgin Lands Program 1953–1964. Holmes & Meier, New York, 1976.

13. McMahon B., Giralt D., Raurell M., Brotons L., Bota G. Identifying set-aside features for bird conservation and management in northeast Iberian pseudo steppes. Bird Study, 2010. 57, 289–300.

14. Moreira F. Relationships between vegetation structure and breeding bird densities in fallow cereal steppes in Castro Verde, Portugal. Bird Study, 1999. 46, 309–318.

15. Reino L., Porto M., Morgado R., Moreira F., Fabiao A., Santana J., Delgado A., Gordinho L., Cal J., Beja P. Effects of changed grazing regimes and habitat fragmentation on Mediterranean grassland birds. Agric. Ecosyst. Environ., 2010. 138, 27–34.

16. Robinson S., Milner-Gulland E.J. Political change and factors limiting numbers of wild and domestic ungulates in Kazakhstan. Human Ecol., 2003. 31, 87–110.

17. Robinson S., Milner-Gulland E.J., Alimaev I. Rangeland degradation in Kazakhstan during the Soviet Era: re-examining the evidence. J. Arid Environ., 2003. 53, 419–439.

18. Ryabov V.F. Changes in bird communities of the steppes of Northern Kazakhstan under human influence. Ornitologiya, 1974. 11, 279–297 (in Russian).

19. Serrano D., Astrain C. Microhabitat use and segregation of two sibling species of Calandrella larks during the breeding season: conservation and management strategies. Biol. Conserv., 2005. 125, 391–397.

20. Suarez F., Hervbs I., Herranz J. Las alondras de Espana peninsular. Direcciyn General para la Biodiversidad. Ministerio de Medoi Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, 2009 (in Spanish).

21. Yunusbaev U.B., Musina L.B., Suyundukov Y.T. Dynamics of steppe vegetation under the effect of grazing by different farm animals. Russ. J. Ecol., 2003. 34, 43–46.