

ЭКОЛОГИЯ/ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.56.6>

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПОДУРАЛЬЯ

Научная статья

Чердинцева Т.М.¹, Сафонов М.А.^{2,*}²ORCID : 0000-0002-7174-6876;^{1,2} Оренбургский государственный университет, Оренбург, Российская Федерация² Институт развития образования Оренбургской области, Оренбург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (safonovmaxim[at]yandex.ru)

Аннотация

Рассмотрено современное состояние растительного покрова сухих степей Южного Подуралья, приуроченных к темно-каштановым почвам. Установлена наибольшая видовая насыщенность семейств Poaceae и Asteraceae, при абсолютном доминировании на всех участках представителей семейства Poaceae. В общей сложности отмечено 56 видов, относящихся к 19 семействам. Сравнение растительного покрова склонов и возвышенности показало тенденции повышения видового разнообразия и продуктивности фитоценозов склонов северной экспозиции в сравнении со склонами южной экспозиции. Растительные сообщества северного склона возвышенности более схожи по видовому составу с сообществами на выровненном участке в зоне южных черноземов, чем с фитоценозом в зоне темно-каштановых почв.

Ключевые слова: Южное Подуралье, Оренбургская область, сухие степи, растительные сообщества, темно-каштановые почвы.

PLANT COMMUNITIES OF DARK CHESTNUT SOILS OF THE SOUTHERN SUB-URALS

Research article

Cherdintseva T.M.¹, Safonov M.A.^{2,*}²ORCID : 0000-0002-7174-6876;^{1,2} Orenburg State University, Orenburg, Russian Federation² Institute of Education Development of the Orenburg region, Orenburg, Russian Federation

* Corresponding author (safonovmaxim[at]yandex.ru)

Abstract

The current state of vegetation cover of dry steppes of the Southern Sub-Urals, attached to dark chestnut soils, is reviewed. The greatest species saturation of Poaceae and Asteraceae families was established, with absolute dominance of Poaceae family representatives at all sites. A total of 56 species belonging to 19 families were recorded. Comparison of vegetation cover of slopes and uplands showed tendencies of increasing species diversity and productivity of phytocenoses of slopes of northern exposure in comparison with slopes of southern exposure. Plant communities on the northern slope of the upland are more similar in species composition to the communities on the levelled area in the zone of southern chernozems than to the phytocenosis in the zone of dark chestnut soils.

Keywords: Southern Sub-Urals, Orenburg Oblast, dry steppes, plant communities, dark chestnut soils.

Введение

Сухие степи представляют собой южный форпост степной растительности на границе с пустынями. Ранее этот подтип растительности относили к подзоне северных полупустынь; Е.М. Лавренко [6], [7] отнес их к южной подзоне степи. По сути, это полынно-злаковые степи с незначительной сомкнутостью растительного покрова на каштановых почвах с включением солонцов.

Степи представляют собой лишенные деревьев равнинные ландшафты с относительно сомкнутым ксерофитным травостоем, распространенные от Восточной Европы до Монголии, с преобладанием видов, относящихся к семействам *Poaceae*, *Asteraceae*, *Amaranthaceae*. Из представителей этих семейств формируются две ключевые растительные группировки: дерновинные злаки и разнотравье. Дерновинные многолетние злаки играют важную роль в функционировании естественных степных экосистем, способствуя улучшению гигроскопических свойств почвы и образованию гумуса. Ключевыми семействами разнотравья в степи являются *Asteraceae* и *Fabaceae*, которые могут быть представлены многими жизненными формами (корневищные, стержнекорневые, корнеотпрысковые растения) [4], [5], [11].

Для растительных сообществ сухих степей характерно относительно низкое видовое разнообразие; доминирование ковылей и типчака и единичная встречаемость отдельных видов разнотравья [3].

Естественные фитоценозы сухих степей, сформированные на маломощных суглинистых, склонных к уплотнению, темно-каштановых почвах, чувствительны не только к антропогенному воздействию через использование почв в качестве пастбищ и сенокосов, но и физико-химическим свойствам почв. На уязвимость фитоценозов темно-каштановых почв наибольшее влияние оказывает высокая щелочность, которая негативно воздействует на рост и развитие большинства растений [2], [10].

Уязвимость (чувствительность) сообществ в ответ на значимые воздействия, отражаются в изменениях структурных показателей [12]. Чувствительность фитоценоза может проявляться через обеднение видового состава,

выпадение представителей семейства *Fabaceae*, внедрение не типичных фитоценозу видов, снижение биологической продуктивности, ксерофитизации [1].

Особый интерес в изучении растительности сухих степей определяется отмечаемыми тенденциями к смещению их на север [8]; соответственно, мониторинг растительности на границе сухих и настоящих степей имеет важное прогностическое значение.

Цель исследования – изучение структуры и продуктивности естественного фитоценоза темно-каштановых почв Южного Подуралья в условиях склонового ландшафта.

Методы и принципы исследования

Исследование проводилось на асимметричном участке сухой степи на водоразделе рек Илек и Малая Хобда Оренбургского Подуралья, приуроченном к Заволжско-Казахстанской (Прикаспийской) сухостепной провинции с темно-каштановыми почвами. Это типичные целинные участки сухой степи, сформированной в условиях засушливого резко-континентального климата с промывным типом водного режима. По хозяйственному назначению территория относится к сенокосам, распашка не ведется.

Модельным объектом изучения определена пологая возвышенность с высотой 254 м, крутизной около 4°, протяженностью около 3600 м. Почвы возвышенности сформированы на делювиальных карбонатных тяжелых суглинках с крупными обломками кальций содержащих пород. Почвы обоих склонов щелочные (среднее значение pH почвенной суспензии 8,64), уплотненные, водопрочные, с хорошей водопроницаемостью (80 – 128 мм/ мин). Дефицит атмосферных осадков и высокие летние температуры приводят к резким колебаниям гигроскопической влажности почвы в вегетационный период с падением значений до 4,13% на южном склоне в середине вегетационного периода. Глубина гумусового горизонта колеблется в пределах 20 – 35 см, запасы гумуса 3,22 – 4,45%.

Стандартные геоботанические описания проводились в вегетационные периоды 2022–23г. на вершине возвышенности, по ее склонам северной и южной экспозиции, у подножия, а также на удалении от возвышенности в зоне южного чернозема и темно-каштановых почв.

При проведении исследований были заложены серии геоботанических площадок 10×10 м в 10-кратной повторности в верхней, средней и нижней частях склонов северной и южной экспозиции, а также собственно на водоразделе. На площадках изучались свойства почв, определялся флористический состав растительных сообществ и проводилось их геоботаническое описание. Для определения растений использовался «Определитель сосудистых растений Оренбургской области» [9]. За время работ было сделано 280 геоботанических описаний.

Изучение надземной фитомассы проводилось методом укосов; подземной фитомассы – методом почвенных монолитов [13], [14].

Результаты и обсуждение

Общий флористический список всех участков включает 56 видов из 19 семейств. У семейств *Poaceae* и *Asteraceae* отмечена наибольшая видовая насыщенность (табл. 1). На долю семейств, представленных только одним видом, приходится 44%.

Таблица 1 - Представленность семейств на изученных площадках

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.56.6.1>

№	Семейства	число родов	число видов	Зона южных черноземов II	Склон северной экспозиции (1- 3-с)	Водораздельно е плато I	Склон южной экспозиции (1- 3-ю)	Зона темно- каштановых почв III
1	<i>Asteraceae</i>	6	11	++	++	++	++	++
2	<i>Poaceae</i>	9	11	+++	+++	+++	+++	+++
3	<i>Fabaceae</i>	6	8	+	+	+	-	+
4	<i>Brassicaceae</i>	3	4	+	+	-	-	-

№	Семейства	число родов	число видов	Зона южных черноземов II	Склон северной экспозиции (1- 3-с)	Водораздельно е плато I	Склон южной экспозиции (1- 3-ю)	Зона темно- каштановых почв III
5	<i>Lamiaceae</i>	2	3	+	-	+	-	-
6	<i>Amaranthaceae</i>	2	2	+	+	+	+	+
7	<i>Caryophyllaceae</i>	2	2	+	+	-	+	+
8	<i>Euphorbiaceae</i>	1	2	+	+	+	+	+
9	<i>Rosaceae</i>	2	2	+	-	-	-	+

№	Семейства	число родов	число видов	Зона южных черноземов II	Склон северной экспозиции (1- 3-с)	Водораздельно е плато I	Склон южной экспозиции (1- 3-ю)	Зона темно- каштановых почв III
10	<i>Apiaceae</i>	2	2	+	+	+	-	+
11	<i>Amaryllidaceae</i>	1	1	-	-	-	-	+
12	<i>Caprifoliaceae</i>	1	1	+	+	-	-	-
13	<i>Convolvulaceae</i>	1	1	-	-	-	-	+
14	<i>Grossulariaceae</i>	1	1	+	-	-	-	-

№	Семейства	число родов	число видов	Зона южных черноземов II	Склон северной экспозиции (1- 3-с)	Водораздельно е плато I	Склон южной экспозиции (1- 3-ю)	Зона темно- каштановых почв III
15	<i>Ephedraceae</i>	1	1	-	+	-	-	-
16	<i>Iridaceae</i>	1	1	-	+	-	-	+
17	<i>Plantaginaceae</i>	1	1	+	+	-	+	+
18	<i>Scrophulariaceae</i>	1	1	+	+	-	+	+
19	<i>Rubiaceae</i>	1	1	+	-	-	-	-

Примечание: условные обозначения: I - водораздельное плато (вершина возвышенности); 1-3-с - склон северной экспозиции (предвершинный участок, середина склона, основание возвышенности); 1-3-ю - склон южной экспозиции (предвершинный участок, середина склона, основание возвышенности); II - выравненный участок в зоне черноземов южных; III - выравненный участок в зоне темно-каштановых почв;
частота встречаемости: +++ - постоянно; ++ - часто; + - редко

Растительность исследуемой территории по своему составу соответствует зональной. Проективное покрытие увеличивается по направлению от вершины возвышенности к ее основанию по обоим полярным склонам (от 30% до 50% по южному склону, и до 65% по северному склону).

Растительность склона северной экспозиции более разнообразна, чем на вершине водораздельного плато и на южном склоне. Видовое разнообразие доминирующих семейства *Poaceae* и *Asteraceae* составляет 5-8 видов, в то время как остальные семейства представлены 1-3 видами. Структура растительного сообщества сложная, с доминантными и субдоминантными видами, а также видами, встречающимися единично. Ядро растительного сообщества составляют виды, представленные на всех участках возвышенности: *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn., *Artemisia austriaca* Jacq., *Achillea millefolium* L., *Bassia prostrata* (L.) Beck, *Psephellus marschallianus* K.Koch, *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC., *Crambe tatarica* Sebeók, *Berteroia incana* (L.) DC., *Centaurea cyanus* L., что составляет 23% от всего разнообразия растительности возвышенности.

Видовое разнообразие фитоценозов склоновых участков выше, чем на возвышенности. Проективное покрытие превышает 65%. Ядро фитоценозов составляют представители семейств *Poaceae* и *Asteraceae*. Доминант растительных сообществ в зоне темно-каштановых почв – *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin. Многочисленны и другие представители данного семейства: *Agropyron cristatum* (L.) Gaertn., *Leymus angustus* (Trin.) Pilg., *Poa bulbosa* L.; также высоко участие *Artemisia tomentella* Trautv.. В подзоне южного чернозема доминант – *Stipa capillata* L. Также из злаков отмечены *Phleum phleoides* (L.) H. Karst., *Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin, *Poa angustifolia* L.; из семейства *Asteraceae* часто встречается *Artemisia austriaca* Jacq. Доля разнотравья около участков 65–75% (темно-каштановые почвы и черноземы южные соответственно).

Высокое видовое сходство (по коэффициенту Сьеренсена-Чекановского) всех исследуемых фитоценозов связано с относительно небольшой крутизной и высотой исследуемой возвышенности и отсутствием значительных отличий в микроклиматических и почвенных условиях произрастания растений. Фитоценозы контрольных точек исследования так же имеют высокий коэффициент сходства (0,61) между собой, что связано с относительным однообразием микроклиматических условий и пространственной близостью точек друг к другу. Видовой состав сообществ северного склона более сходен с сообществами контрольного участка в зоне южных черноземов, а южного склона – с фитоценозом контрольного участка в зоне темно-каштановых почв.

Морфологические особенности строения почвенного профиля и физические свойства почв (в частности, плотность, пористость, гранулометрический состав, водопрочность и водопроницаемость) играют важную роль в формировании растительных сообществ территории. Также на видовой состав сообществ оказывает существенное влияние химический состав почв, особенно присутствие в них карбонатов.

Одним из ключевых показателей эффективности фитоценоза территории – общий запас фитомассы, производимый растениями за год. Средний общий запас фитомассы северного склона незначительно больше, чем на южном (2873 кг/м² и 2796 кг/м² соответственно). Отношение подземной фитомассы к надземной неравномерно меняется от вершины возвышенности в южном направлении от 1,29 к 2,42, в северном направлении изменения носят выравненный и незначительный характер от 1,29 на вершине к 1,31 в основании возвышенности с северной стороны. Данная динамика изменений скорее всего связана с плотностью фитоценоза. На южном склоне у его вершины и в середине склона отмечено более низкое проективное покрытие; растения произрастают разреженными группами, плотность произрастания растений значительно повышается по направлению к основанию возвышенности. На северном склоне отмечено постепенное ровное увеличение плотности травостоя от вершины к основанию возвышенности, участков с явно разреженной растительностью нет, проективное покрытие меняется равномерно в пределах 55–65%. Различия в видовом составе так же влияют на изменение данных показателей (таблица 2).

Таблица 2 - Сводная таблица геоботанических показателей описанных площадок

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.56.6.2>

Показатели	Зона южных черноземов II	Склон северной экспозиции (1-3-с)	Водораздельное плато I	Склон южной экспозиции (1-3-ю)	Зона темно-каштановых почв III
Растительное сообщество	Типчаково-ковыльное	Разнотравно-житняковое	Полынно-злаковое	Полынно-злаковое	Злаково-типчаковое
Проективное покрытие, %	75	55-65	30	40-50	65
Отношение сырой подземной фитомассы к надземной фитомассе, кг\м ²	2,89	1,46	1,29	3,15	2,82
Отношение сухой подземной фитомассы к надземной фитомассе, кг\м ²	2,5	1,85	8,05	3,85	1,81

На северном склоне, более защищенном от водной эрозии, создаются благоприятные условия для развития подземной фитомассы, поскольку плотное проективное покрытие способствует удержанию выпадающих осадков на поверхности листовых пластин и ее постепенному опусканию в зону корней. При этом мочковатые корневые системы злаковых растений эффективно связывают почвенные частицы, также способствуя уменьшению эрозионных процессов. Большой почвозащитной способности способствует и разнообразие представленных здесь видов растений, в сравнении с южным склоном. Плотная надземная растительность также препятствует перегреванию почвы.

Заключение

Естественные растительные сообщества, сформированные на темно-каштановых почвах в условиях склонного рельефа, имеют отличия в видовом составе на вершине возвышенности и ее полярных склонах. По направлению от вершины возвышенности к ее основанию по обоим склонам отмечается увеличение видового разнообразия растений и доли разнотравья, повышение плотности проективного покрытия, а также появление войлока. Ядро фитоценоза составляют семейства *Asteraceae*, *Amaranthaceae*, *Euphorbiaceae*, при доминировании *Poaceae*. Фитоценоз северного склона характеризуется большим видовым разнообразием и плотностью в сравнении с южным склоном. Также он более схож с фитоценозом выровненного участка в зоне южного чернозема, в то время как противоположный ему фитоценоз имеет тенденцию к сходству с фитоценозом выровненного участка в зоне темно-каштановых почв.

Естественные фитоценозы темно-каштановых почв характеризуются невысокими показателями общего проективного покрытия; высота травостоя не превышает 50–65 см в середине вегетационного периода. Запасы надземной фитомассы значительно ниже запасов корневой массы, что в целом характерно для сухостепного типа гумусообразования и гумусонакопления.

Особенности описанных фитоценозов отражают специфику климатических условий региона, а также взаимовлияние растительного и почвенного покрова, которое выражается в сниженном (относительно черноземов южных) содержании гумуса.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Авдеев Ю.М. Экологическая оценка параметров фитоценозов в зависимости от почвенно-климатических условий. / Ю.М. Авдеев // Территория инноваций. — 2017. — 8. — С. 24–29.
2. Байдюсен У.Ж. Биологическая продуктивность и биометрические показатели фитоценозов сухой степи в условиях повышенной антропогенной нагрузки. / У.Ж. Байдюсен, Г.Т. Ботабекова // Наука и мир. — 2014. — 3-1. — С. 77–79.
3. Бецыв А.В. Редкие ковыльные ассоциации на темно-каштановых и каштановых почвах, находящиеся под угрозой исчезновения в Акмолинской области / А.В. Бецыв // Ботанические исследования в Сибири. — Вып. 22. — Красноярск : Поликом, 2014. — С. 24.
4. Данжалова Е.В. Структура растительных сообществ сухих степей центральной Монголии и их реакция на условия увлажнения / Е.В. Данжалова, С.Н. Бажа, Э. Ариунболд // Аридные экосистемы. — 2011. — 17. — 3(48). — С. 83–90.
5. Каюмов Ф.Г. Природные фитоценозы и поддержание их продуктивности в зоне сухих степей Оренбургской области. / Ф.Г. Каюмов, Ю.Н. Сидоров, Н.Н. Докина // Достижения науки и техники. — 2014. — 28-10. — С. 40–43.
6. Лавренко Е.М. Провинциальное разделение Причерноморско-Казахстанской подобласти степной области Евразии. / Е.М. Лавренко // Ботанический журнал. — 1970. — 55-12. — С. 609–625.
7. Лавренко Е.М. Степи // Растительность Европейской части СССР. / Е.М. Лавренко. — Ленинград : Наука, 1980. — 272 с.
8. Петухов И.А. Многолетняя динамика состояния пастбищных экосистем в экотонной зоне сухих и пустынных степей Центральной Монголии (Среднеобийский аймак). / И.А. Петухов, С.Н. Бажа, Е.В. Данжалова и др. // Экосистемы: экология и динамика. — 2018. — 2(2). — С. 5–39.
9. Рябинина З.Н. Определитель сосудистых растений Оренбургской области / З.Н. Рябинина, М.С. Князев. — Москва : КМК, 2009. — 758 с.
10. Саблина О.А. Экологическое состояние темно-каштановых почв агрогенно-трансформированных экосистем Оренбургского Зауралья. / О.А. Саблина // Живые и биокосные системы. — 2014. — 10. — С. 1–12. — URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue10/article-3> (дата обращения: 10.02.25).
11. Самбуу А. Видовой состав фитоценозов сухих степей юга Тувы и их продуктивность. / А. Самбуу // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. — 2019. — 1(18). — С. 674–677.
12. Сафоов М.А. Реакция грибов-макромицетов на антропогенные нарушения среды. / М.А. Сафоов // Самарский научный вестник. — 2018. — 7-2(23). — С. 102–105.

13. Тилянова А.А. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности / А.А. Тилянова. — Новосибирск : Наука, 2018. — 110 с.

14. Kosykh N.P. Net primary production in peatlands of middle taiga region in western Siberia / N.P. Kosykh, N.P. Mironycheva-Tokareva, A.M. Peregon et al. // Russian Journal of Ecology. — 2008. — Vol. 39. — 7. — P. 466–474.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Avdeev Yu.M. E'kologicheskaya ocenka parametrov fitocenozy v zavisimosti ot pochvenno-klimaticheskix uslovij [Ecological assessment of phytocenosis parameters depending on soil and climatic conditions]. / Yu.M. Avdeev // The territory of innovation. — 2017. — 8. — P. 24–29. [in Russian]

2. Bajdyusen U.Zh. Biologicheskaya produktivnost' i biometricheskie pokazateli fitocenozy suxoj stepi v usloviyax povyshennoj antropogennoy nagruzki [Biological productivity and biometric indicators of phytocenoses of the dry steppe under conditions of increased anthropogenic load]. / U.Zh. Bajdyusen, G.T. Botabekova // Science and World. — 2014. — 3-1. — P. 77–79. [in Russian]

3. Betsiv A.V. Redkie kovilnie assotsiatsii na temno-kashtanovikh i kashtanovikh pochvakh, nakhodyashchiesya pod ugrozoi ischeznoeniya v Akmolinskoj oblasti [Rare cowberry associations on dark chestnut and chestnut soils, endangered in Akmola region] / A.V. Betsiv // Botanical research in Siberia. — Issue 22. — Krasnoyarsk : Polikom, 2014. — P. 24. [in Russian]

4. Danzhalova Ye.V. Struktura rastitelnykh soobshchestv sukhikh stepei tsentralnoi Mongolii i ikh reaktsiya na usloviya uvlazhneniya [The structure of plant communities in the dry steppes of central Mongolia and their response to humidification conditions] / Ye.V. Danzhalova, S.N. Bazha, E. Ariunbold // Aridnye ekosistemy [Arid ecosystems]. — 2011. — 17. — 3(48). — P. 83–90. [in Russian]

5. Kayumov F.G. Prirodny'e fitocenozy i podderzhanie ix produktivnosti v zone suxix stepej Orenburgskoj oblasti [Natural phytocenoses and maintenance of their productivity in the zone of dry steppes of the Orenburg region]. / F.G. Kayumov, Yu.N. Sidorov, N.N. Dokina // Achievements of science and technology. — 2014. — 28-10. — P. 40–43. [in Russian]

6. Lavrenko E.M. Provincial'noe razdelenie Prichernomorsko-Kazaxstanskoy podoblasti stepnoj oblasti Evrazii [Provincial division of the Black Sea-Kazakhstan subdistrict of the steppe region of Eurasia]. / E.M. Lavrenko // Botanical Magazine. — 1970. — 55-12. — P. 609–625. [in Russian]

7. Lavrenko Ye.M. Stepi // Rastitelnost Yevropeiskoi chasti SSSR [Steppes // Vegetation of the European part of the USSR.] / Ye.M. Lavrenko. — Leningrad : Nauka, 1980. — 272 p. [in Russian]

8. Petuxov I.A. Mnogoletnyaya dinamika sostoyaniya pastbishhny'x e'kosistem v e'kotonnoj zone suxix i pusty'ny'x stepej Central'noj Mongolii (Srednegobijskij ajmak) [Long-term dynamics of the state of pasture ecosystems in the ecotone zone of the dry and desert steppes of Central Mongolia (Srednegobiysk aimag)]. / I.A. Petuxov, S.N. Bazha, E.V. Danzhalova et al. // Ecosystems: ecology and dynamics. — 2018. — 2(2). — P. 5–39. [in Russian]

9. Ryabinina Z.N. Opredelitel sosudistikh rastenii Orenburgskoi oblasti [Determinant of vascular plants of the Orenburg region] / Z.N. Ryabinina, M.S. Knyazev. — Moscow : KMK, 2009. — 758 p. [in Russian]

10. Sablina O.A. E'kologicheskoe sostoyanie temno-kashtanovy'x pochv agrogenno-transformirovanny'x e'kosistem Orenburgskogo Zaural'ya [Ecological state of dark chestnut soils of agrogenically transformed ecosystems of the Orenburg Trans-Urals]. / O.A. Sablina // Living and biocos systems. — 2014. — 10. — P. 1–12. — URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue10/article-3> (accessed: 10.02.25). [in Russian]

11. Sambuu A. Vidovoj sostav fitocenozy suxix stepej yuga Tuvy i ix produktivnost' [Species composition of phytocenoses of the dry steppes of southern Tuva and their productivity]. / A. Sambuu // Problems of botany in Southern Siberia and Mongolia. — 2019. — 1(18). — P. 674–677. [in Russian]

12. Safoov M.A. Reaktsiya gribov-makromicetov na antropogenny'e narusheniya sredy [The reaction of macromycete fungi to anthropogenic environmental disturbances]. / M.A. Safoov // Samara Scientific Bulletin. — 2018. — 7-2(23). — P. 102–105. [in Russian]

13. Tilyanova A.A. Biologicheskaya produktivnost travyanykh ekosistem. Geograficheskie zakonomernosti i ekologicheskie osobennosti [Biological productivity of grass ecosystems. Geographical patterns and environmental features] / A.A. Tilyanova. — Novosibirsk : Nauka, 2018. — 110 p. [in Russian]

14. Kosykh N.P. Net primary production in peatlands of middle taiga region in western Siberia / N.P. Kosykh, N.P. Mironycheva-Tokareva, A.M. Peregon et al. // Russian Journal of Ecology. — 2008. — Vol. 39. — 7. — P. 466–474.