

СЕЗОННАЯ И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА МОРТМАССЫ СТЕПЕЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА

Дубынина С.С.¹

¹*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, e-mail: dubynina@irigs.irk.ru*

В статье на основе многолетних наблюдений уделено особое внимание продуктивности степей Юго-Восточного Забайкалья. Степи Забайкалья представляют основное хранилище растительного покрова и располагаются в центре Азиатского материка и ограничиваются координатами: 50° северной широты, 116° восточной долготы, примером служит Харанорская степь. В работе показана сезонная и многолетняя динамика запасов мортмассы экосистем ключевого участка. Выявлены изменения мортмассы растительных сообществ в многолетнем периоде, которые обусловлены метеорологическими условиями разных лет наблюдений. Показано, что резкие колебания количества осадков, их приуроченность к первой половине и к концу лета существенно влияют на величину создаваемой мортмассы. Установлены значительные изменения показателей мертвого вещества в течение вегетационного периода на полигон-трансекте как в сообществах вершинных поверхностей, склонов разных экспозиций, так и в днище пади. Созданы пространственно-временные модели, по которым можно судить об изменении мортмассы в многолетнем сопряженном ряду исследуемых сообществ полигон-трансекта Харанорской степи.

Ключевые слова: степи Юго-Восточного Забайкалья, микроклимат, экосистемы, полигон-трансект, растительный покров, фитомасса, степной войлок (мортмасса).

SEASONAL AND INTERANNUAL DYNAMICS OF MORTMASS STEPPES OF TRANSBAIKALIA IN CONDITIONS OF MODERN CLIMATE

Dubynina S.S.¹

¹*Institute of geography. V. B. SB RAS, Irkutsk, e-mail: dubynina@irigs.irk.ru*

The article, based on long-term observations, gives special attention to the productivity of the steppes of the South-Eastern Transbaikalia. The Transbaikalian steppes represent the main repository of vegetation cover and are located in the center of the Asian continent and are limited by coordinates: 50° north latitude, 116° east longitude, the example is the Kharanorskaya steppe. The paper shows the seasonal and long-term dynamics of reserves of the mortmass of the Kharanorskaya steppe ecosystems. Changes in the mortmass of plant communities in the long-term period, which are caused by meteorological conditions of different years of observations, are revealed. It is shown that sharp fluctuations in the amount of precipitation in their confinement to the first and to the end of summer, significantly affect the magnitude of the created mortmass. Significant changes in the dead matter indices during the growing season on the polygon-transect have been established both in communities of vertex surfaces, slopes of different exposures, and in the bottom of the fall. Spatial-temporal models of the change of the mortmass in the multi-year conjugate series of the studied communities of the polygon-transect of the Kharanorskaya steppe are created.

Keywords: steppes of the South-Eastern Transbaikalia, microclimate, ecosystems, polygon-transect, vegetation cover, phytomass, steppe felt (mortmass).

Изучение динамики наземной мортмассы степных сообществ проведено во взаимосвязи с природно-климатическими особенностями местности Забайкальского края Читинской области. Работы осуществлялись на Харанорском стационаре (50° северной широты, 116° восточной долготы) с 2001 по 2016 гг. Занимаемая площадь составляет 50 тыс. км², протяженностью с запада на восток более 300 км и с севера на юг – свыше 150 км [1]. Поверхность рассматриваемой территории отличается сглаженностью и округлостью форм. Нижние части склонов (днище пади), как правило, покрыты мощными задернованными почвами, накопленными в результате сноса материала с более высоких частей склона.

Господствующие почвы - черноземы глубокопромерзающие мучнисто-карбонатные маломощные малогумусные легкосуглинистые. Для изучаемой территории наиболее характерны разнотравно-тырсовые степи. Сообщества этих степей приурочены в основном к пологим склонам южной и западной экспозиций. Пологие склоны северной экспозиции и вершинные поверхности заняты разнотравно-пижмовыми степями. Для вершинных участков характерны хамеродосово-типчаковые степи. Для днища пади характерны вострецовые степи с большим количеством мезофильного разнотравья.

Цель работы: изучение сезонной и многолетней динамики мортмассы степей Юго-Восточного Забайкалья в условиях современного климата.

Материал и методы исследования

Существенной особенностью климатических условий является резкая континентальность, высокая температура воздуха, небольшое количество осадков и их неравномерное распределение по сезонам года и в многолетнем ряду (таблица).

Распределение атмосферных осадков и температуры воздуха в Харанорской степи

Год	Период (месяц)						Сумма осадков, за год, мм	Среднегодовая температура воздуха, С°
	V	VI	VII	VIII	IX	X		
2001	<u>23,9</u> 10,3	<u>10,5</u> 13,5	<u>35,5</u> 20,7	<u>17,8</u> 20,1	<u>23,2</u> 10,5	<u>5,9</u> 0,4	159	-2,1
2002	<u>36,2</u> 11,7	<u>70,2</u> 18,1	<u>74,8</u> 21,1	<u>38,6</u> 19,1	<u>37,2</u> 10,5	<u>8,1</u> 3,5	303	0,9
2003	<u>1,6</u> 8,5	<u>8,9</u> 16,4	<u>23,1</u> 18,6	<u>57,3</u> 15,2	<u>18,3</u> 8,5	<u>12,8</u> 0,9	165	-1,6
2004	<u>19,2</u> 9,1	<u>7,8</u> 20,4	<u>10,3</u> 21,1	<u>14,9</u> 18,5	<u>76,1</u> 10,5	<u>1,1</u> 2,1	159	-1,7
2005	<u>27,4</u> 8,9	<u>43,4</u> 18,1	<u>81,4</u> 20,5	<u>24,8</u> 18,3	<u>8,1</u> 11,2	<u>2,1</u> 1,1	216	-2,1
2006	<u>27,7</u> 10,3	<u>115,1</u> 15,3	<u>44,9</u> 19,2	<u>38,8</u> 17,2	<u>23,5</u> 10,5	<u>0,4</u> 0	288	-2,1
2007	<u>13,9</u> 11,2	<u>36,9</u> 19,5	<u>47,1</u> 21,1	<u>75,9</u> 19,1	<u>2,9</u> 12,7	<u>3,2</u> -0,5	216	0,3
2008	<u>35,5</u> 9,2	<u>103,3</u> 18,1	<u>46,1</u> 20,5	<u>3,5</u> 18,9	<u>2,9</u> 12,7	<u>3,2</u> -0,5	218	0,5
2009	<u>17,1</u> 11,9	<u>70,6</u> 15,4	<u>86,5</u> 19,2	<u>56,7</u> 16,8	<u>23,9</u> 8,6	<u>4,2</u> -1,3	286	-2,2
2010	<u>35,4</u> 12,1	<u>16,9</u> 20,7	<u>64,1</u> 20,8	<u>67,6</u> 16,2	<u>28,9</u> 10,4	<u>11,9</u> -1,5	278	-2,6
2011	<u>2,5</u> 9,8	<u>20,1</u> 19,4	<u>108,8</u> 19,6	<u>39,5</u> 18,7	<u>3,1</u> 7,8	<u>4,4</u> 1,2	193	-1,7
2012	<u>6,7</u> 11,7	<u>119,1</u> 17,1	<u>62,2</u> 21,1	<u>82,1</u> 16,6	<u>24,1</u> 10,9	<u>10,9</u> 0,2	335	-2,9
2013	<u>61,4</u> 11,9	<u>153,6</u> 16,1	<u>155,7</u> 18,7	<u>71,2</u> 16,5	<u>33,1</u> 8,8	<u>0,1</u> 0,3	520	-1,8
2014	<u>19,6</u> 10,1	<u>3,5</u> 17,9	<u>6,7</u> 19,1	<u>118,6</u> 16,5	<u>11,7</u> 9,7	<u>12,2</u> -1,4	183	1,1
2015	<u>22,5</u> 10,2	<u>53,1</u> 17,1	<u>62,7</u> 22,1	<u>37,7</u> 18,3	<u>17,3</u> 10,1	<u>8,1</u> 0,3	215	0,8
2016	<u>17,7</u> 10,5	<u>39,4</u> 16,4	<u>62,9</u> 21,6	<u>18,3</u> 17,2	<u>116,6</u> 11,5	<u>0,9</u> -1,2	276	-1,1

Примечание. В числителе – сумма осадков за месяц; в знаменателе среднегодовая температура воздуха, °С (по данным метеостанции «Борзя»).

Годовое количество осадков колеблется от 159 до 520 мм. Среднегодовая температура отрицательная: $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$; январь очень холодный, с температурой $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$; лето короткое и жаркое, среднегодовая температура самого теплого месяца июля $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На территории достаточно четко выражены сезоны года, момент перехода дневной температуры через 0° принят за начало весны, а переход через 15° характеризует начало летнего сезона, весной заморозки прекращаются при суточных температурах 13° , осенью начинаются при температуре 10° . Практически для большей части рассматриваемой территории такие температуры характеризуют промежуток времени с мая по октябрь (вегетационный период составляет 160 суток), поэтому для общей характеристики климата нужно брать именно этот период. Зима и весна отличаются не только низкими температурами, но и крайней сухостью. Безморозный период длится 110 суток. Снег выпадает в конце октября – начале ноября и держится недолго. Большая часть снега испаряется, так как сухость воздуха чрезвычайно велика. Суровый климат зимы характеризуется крайней сухостью воздуха и суточными контрастами основных элементов климата. Годовое количество атмосферных осадков в прошлом с 1955 до 2000 г. варьировали от 230 до 490 мм, это было чередование холодных и влажных или умеренно влажных лет, длительность которых составляла периоды от 4 до 6 лет, и сменой (1-2 года) сухими. В настоящее время с 2001 по 2016 г. эта закономерность нарушена [2; 3]. Сухой период длился 11 лет (с 2001 по 2011 г.). Сильное иссушение почв благодаря высоким температурам на поверхности почв в течение 11 лет привело степь к уменьшению высоты травостоя и проективного покрытия и уменьшению запасов надземной массы. В весенний и осенний сухой период степь приобретает убогий ветошный вид (скопление мортмассы). В летний период (июнь, июль), при большом количестве осадков 310 мм (2013 г.) – степь оживает, увеличивается в росте, наполняясь цветущими видами. Недостаточное увлажнение 2014, 2015 годов, от 183 до 215 мм, вновь вернуло почву в течение летнего сезона к прежнему дефициту недостающей влаги и малому количеству мортмассы. Наступление засухи приостанавливает процесс образования и разложения мертвого вещества, и наблюдается период полупокоя. Максимум накопления мортмассы смещается на более поздние сроки (август, сентябрь). Выпавшие осадки в 2016 г. (в сентябре до 116,6 мм) вновь увеличили годовую норму осадков, влажные условия хорошо согласуются с изменением факторов среды в исследуемых экосистемах при образовании мертвого вещества.

Объектом детальных исследований стал Харанорский полигон-трансект, где исследовались 6 фаций. Фации сопряжены друг с другом. Эти фации таковы: ф. 1 – элювиальная хамеродосово-типчакковая степь на черноземах слаборазвитых бескарбонатных

щепнистых; ф. 2 – трансэлювиальная пижмовая степь на черноземах мучнисто-карбонатных глубоковскипающих; ф. 3 – трансаккумулятивная полугидроморфная днища пади на лугово-черноземных почвах; ф. 4 – трансэлювиально-аккумулятивная вострещово-ковыльная степь на черноземах солонцевато-осолоделых; ф. 5 – трансэлювиальная разнотравно-ковыльная степь на черноземах мучнисто-карбонатных с повышенным вскипанием; ф. 6 – элювиальная ковыльно-пижмовая степь на древней поверхности выравнивания на черноземах мучнисто-карбонатных с пониженным вскипанием. Более детальные сведения об этих фациях содержатся в ранее опубликованной работе [4].

Изучение биологической продуктивности степей, которые отличаются особой экстремальностью природной среды обитания растений – очень актуально и необходимо. Исследования ведутся на многих стационарах по определению наиболее приемлемых методик по продуктивности надземной фитомассы [5; 6]. Для оценки биологической продуктивности сообществ используются данные общего запаса растительного вещества надземной части травостоя – зеленая масса и мортмасса [7]. Фитомасса – та масса живых и мертвых органов растений, которая находится на единице площади в момент измерения. Единицы измерения – г/м². Надземная масса растений учитывалась на площадках размером 0,25 м² методом укосов в 3–5-кратной повторности с разбором на зеленую часть и отмершую (ветошь, подстилку). Камеральный период обработки полевых материалов: образцы надземной массы, высушенные до абсолютно сухого состояния в сушильном шкафу при температуре 105°, взвешивались на электрических весах (ВЛТК-500). Проведенная статистическая обработка материала, собранного за многолетние исследования, показала, что для определения надземной массы достаточно 3-5 повторностей с площадок по 0,25 м². Достоверность учета надземной массы составляет ±15%.

Результаты исследования

Наши результаты указывают на различия параметров мортмассы в фациях полигон-трансекта в многолетнем ряду. Каждый исследуемый год своеобразен по метеорологическим условиям, и чередование сухих и влажных лет вносит существенные изменения в накопление мортмассы, так как она в первую очередь зависит от жизненного состояния и образования зеленой массы. Сокращение мортмассы связано с изменением ботанического состава сообществ, например когда дерновинные злаки замещаются разнотравьем и полукустарничками, сухие листья которых разрушаются в 2 раза быстрее [8]. Немаловажную роль в уменьшении мертвого вещества играют весенние пожары. На участке после пожара разложение идет быстрее потому, что подстилка, образованная из старой ветоши, разрушается быстрее. Изменение мортмассы на трансекте зависит от местоположения фаций. Фации, занимающие на полигон-трансекте высокие местоположения, имеют наименьшую

продуктивность мортмассы, они отличаются низкорослостью, разреженной растительностью и небольшим проективным покрытием. Все это объясняется каменистостью почвы, вершинные фации подвержены ветрам и обламыванию ветоши с переносом ее в низкие части склона. Отмечены на вершине сопки (хамеродосово-типчаковой, ф. 1) колебания запасов мертвого вещества за многолетний период (2001-2015 гг.) от 13 до 50 г/м². Самое минимальное количество мортмассы отмечено в 2007 и 2015 гг., так как все фации на полигон-трансекте подверглись палу [9]. Постепенное накопление мертвой массы после пала 2007 г. и ее средние величины выросли примерно в 2 раза в 2009, 2010 гг. до 100 г/м² (рис. 1).

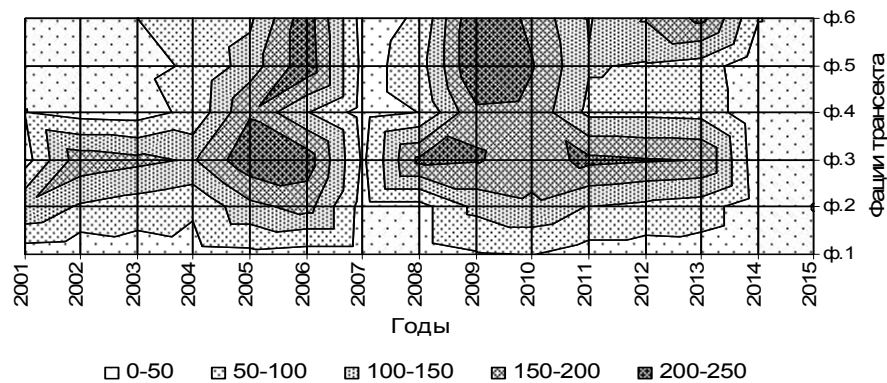


Рис. 1. Многолетние запасы надземной мортмассы в фациях полигон-трансекта Харанорской степи, г/м²

При анализе соотношения зеленой массы к мертвой массе можно отметить, что только в вершинных фациях мортмасса никогда не имеет преимущества над зеленой массой. Преобладание мертвой массы над зеленой массой наиболее характерно для фации днища пади со злаково-лугово-разнотравным сообществом (ф. 3) в период сухих лет в 1,5 и 2 раза, в 2005-2006 и 2008-2009 гг. В период влажных лет, 2013-2015, максимальные запасы зеленой массы составляют 370 г/м², а мортмассы 250 г/м². Хорошо прослеживается максимальное накопление мертвого вещества в разнотравно-ковыльном сообществе аккумулятивной части долинного педимента (ф. 5) в 2006 и 2009-2010 гг. и на древней поверхности выравнивания с ковыльно-пижмовым сообществом (ф. 6) в 2006, 2009, 2010 гг. и 2011, 2013 в количестве до 250 г/м².

При нынешнем состоянии климата все чаще наблюдаем увеличение числа и повторяемости различных аномальных явлений – осадков или засух. Их взаимосвязь очень тесная, поэтому, меняясь количественно, они создают те или иные условия накопления мортмассы. Важным является распределение мертвой массы как в годичных, так и в сезонных циклах [10]. Например, в фациях полигон-трансекта пространственно-временные

модели показывают ритмичность накопления мортмассы в течение вегетационного периода в сухом 2001 г. с мая по октябрь месяц. В хамеродосово-типчаковом сообществе (ф. 1) отмечается увеличение в июле и августе до 50 г/м^2 . Четко выражено увеличение запасов мортмассы, достигающих своих максимальных значений в мае, в пижмовом сообществе северного склона (ф. 2). Хотя при благоприятных для накопления мортмассы условиях на фации северного склона в июле и августе наступает ярко выраженный спад до 150 г/м^2 , и вновь увеличение происходит осенью, в сентябре и октябре, до 200 г/м^2 (рис. 2).

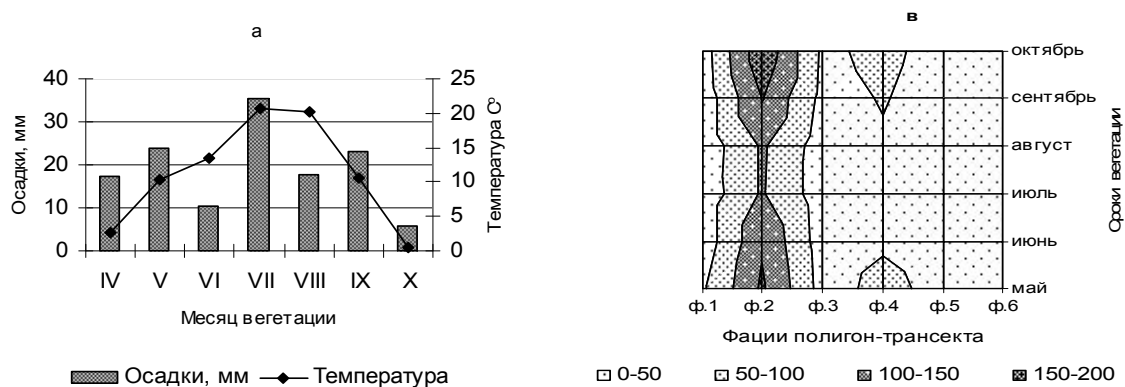


Рис. 2. Сезонная динамика запасов мортмассы и погодных условий в сухом 2001 г. на полигон-трансекте Харанорской степи:

а – среднемесячная температура воздуха и атмосферные осадки; в – пространственно-временные модели запасов мортмассы за вегетационный период. Топохроноизоплетами показаны запасы в г/м^2

Сезонные изменения отмершего вещества, начиная с фации днища пади (злаково-лугово-разнотравное сообщество, ф. 3), захватывая аккумулятивную часть долинного педимента с разнотравно-ковыльным сообществом и заканчивая фацией с ковыльно-пижмовым сообществом (ф. 6), позволяют четко проследить минимальное накопление мортмассы, начиная с мая по октябрь, до 50 г/м^2 , обусловленное термическими условиями сухого года. Весна и осень отличались повышенным содержанием мортмассы на южном склоне вострещово-ковыльного сообщества (ф. 4), запасы которого выше в 2 раза, по сравнению с предыдущими фациями, и составляют 100 г/м^2 .

Пространственно-временные условия по формированию мортмассы в 2013 г. в сообществах полигон-трансекта имеют свои особенности. Приспособляемость растительного покрова к резко меняющимся погодным и экологическим условиям достигается за счет изменения количества фитомассы (живой и мертвой) и флуктуации климатических условий,

а именно тепла и влаги. Варьирование запасов мортмассы во влажные годы значительно. Обильные дожди в 2013 г., поступившие с муссонами Тихого океана, промочили почву на глубину более 2 м. При этом запасы влаги в слое 0-100 см увеличились в 2,5 раза по сравнению с периодом засушливых лет, хотя жизнь степной растительности поддерживается преимущественно за счет поверхностного увлажнения. Запасы мортмассы в мае и октябре влажного 2013 г. достигают высоких показателей в фациях 3 и 6 - до 300 г/м² (рис. 3).

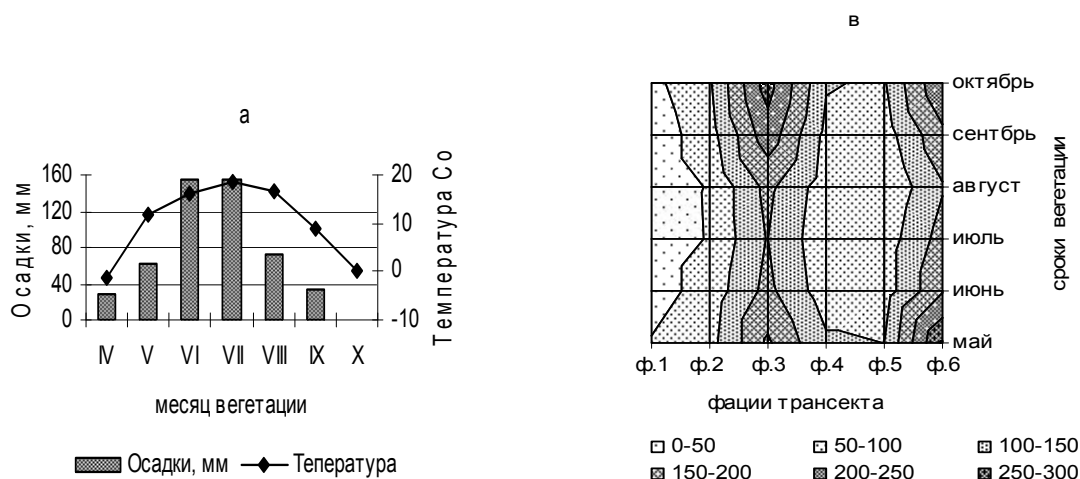


Рис. 3. Сезонная динамика запасов мортмассы и погодных условий влажного 2013 г. на полигон-трансекте Харанорской степи:

а – среднемесячная температура воздуха и атмосферные осадки; в – пространственно-временные модели запасов мортмассы за вегетационный период. Топохроноизоплетами показаны запасы в г/м²

Запас мортмассы весной в мае во влажный год увеличивается до 100 г/м² в вершинной фации хамеродосово-типчакового сообщества (ф. 1), а затем при переходе от весны к лету (июль, август) уменьшается до 50 г/м². Высокие показатели мортмассы наиболее характерны для фации днища пади (ф. 3) в весенний период в мае до 250 г/м², хотя в июле и августе наступает ярко выраженный спад, от 150 до 200 г/м², и вновь увеличение происходит осенью, в сентябре и октябре, от 250 до 300 г/м². При температуре воздуха 18-20 °С и сумме осадков 380 мм с июня по август происходит уменьшение мертвого вещества в фациях 4 и 5 до 100 г/м² с разницей в 3 раза по сравнению с фацией ковыльно-пижмового сообщества (ф. 6) и фации днища пади (ф. 3). Влажный 2013 г. не повлиял на вегетационный период 2014 г., и запасы мортмассы составляли всего 50-100 г/м² (рис. 3).

Выводы

Сравнение полученных данных по сезонной и годичной динамике и продуктивности степных сообществ Харанорской степи Юго-Восточного Забайкалья выявило сходство и

различие накопления мортмассы на полигон-трансекте. Исследования показали, что это все в первую очередь зависит от количества и времени выпадения осадков в весенне-летне-осеннем периоде, а также от положительных температур воздуха в верхнем горизонте почвы, от местоположения фаций и эколого-физиологических особенностей всей создаваемой наземной массы:

1. За длительный период наблюдений выявлены значительные флуктуации мортмассы на полигон-трансекте и в сезонной динамике максимум мортмассы приурочен к весеннему и осеннему периоду. Наибольшее количество мертвого вещества накапливается во влажные годы. Минимальное количество мортмассы отмечено в сухие годы в вершинных фациях. Однако эта закономерность может нарушаться и меняться.

2. Установлено, что весной количество мортмассы увеличивается за счет перехода мертвого вещества с прошлого года, примером может служить ф. 2 (2001 г.) массой до 200 г/м². В связи с наступлением засухи с июня по октябрь этого года, из-за недостатка влаги, сухости года, процессы жизни растений затормаживаются и мортмасса присутствует в небольших количествах, до 50 г/м², в фациях 3, 5 и 6.

3. Выявлено, что во влажные годы высокие показатели мортмассы наиболее характерны для фации днища пади (ф. 3) в весенний период в мае и осенний в сентябре и октябре колеблются от 250 до 300 г/м². Запасы мортмассы в мае и октябре влажного 2013 г. превышают сухой 2001 г. почти в 5-6 раз в вершинных фациях.

Список литературы

1. Алкучанский Говин. – М.; Л.: Наука, 1964. – 166 с.
2. Давыдова Н.Д., Дубынина С.С. Динамика показателей состояния Северных степей Центральной Азии в современных условиях // Мат-лы Международной конференции. «Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития» (Улан-Батор, 08-10 сентября 2015 г.). - Улан-Батор, 2015. – Т. 2. – С. 347-351.
3. Давыдова Н.Д. Динамика показателей степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья в условиях глобальных изменений климата // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2014. – № 4. – С. 120-125.
4. Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем Сибирских регионов. – Новосибирск: Наука, 2010. – 315 с.
5. Титлянова А.А., Шибарева С.В. Новые оценки запасов фитомассы и чистая первичная продукция степных экосистем Сибири и Казахстана // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2017. – № 4. – С. 43-55.

6. Казанцева Т.И. Продуктивность зональных растительных сообществ степей и пустынь Гобийской части Монголии. – М.: Наука, 2009. – 336 с.
7. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах. – М.: Мысль, 1978. – 182 с.
8. Степи Центральной Азии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 298 с.
9. Снытко В.А., Давыдова Н.Д., Дубынина С.С. Биологическая продуктивность как составная часть исследований на географическом стационаре в Сибири // География продуктивности и биогеохимического круговорота наземных ландшафтов к 100-летию профессора Н.И. Базилевич. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – С. 140-143.
10. Рупышев Ю.А., Убугунова В.И., Суткин А.В., Балданов Б.Ц. Внутрисезонные изменения состава продуктивности дерновиннозлаково-полукустарничковых степей Западного Забайкалья // Вестник Бурятской гос. сельскохозяйственной академии. - 2013. – № 1 (30). – С. 81-88.