На правах рукописи

Лувсандорж ЖАРГАЛСАЙХАН

ДИНАМИКА ПАСТБИЩНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ ВОСТОЧНОЙ МОНГОЛИИ

Специальность 03.00.16 – экология

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Абатуров Борис Данилович

Научный консультант:
Заслужный деятель науки Монголии,
академик АНМ Надмидын Улзийхутаг

МОСКВА
2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **4**

Глава I. ОБЗОР ИЗУЧЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТЕПЕЙ **8**

1.1. Степи Монголии. 8

1.2. Степи сопредельных территорий 11

Степи Забайкалья 11

Степи Внутренней Монголии 13

Глава II. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ **15**

2.1. Расположение 15

2.2. Рельеф 16

2.3. Климат 16

2.4. Почвы 17

2.5. Растительный покров 18

Глава III. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ **22**

3.1. Ковыльно-разнотравно-пижмовое сообщество 22

3.2. Ковыльно-разнотравно-вострецовое сообщество 28

3.3. Разнотравно-ковыльное сообщество 29

3.4. Методика исследований 31

Глава IV. ДИНАМИКА ФИТОМАССЫ ОСНОВНЫХ ПАСТБИЩНЫХ СООБЩЕСТВ **35**

4.1. Динамика фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества 38

4.2 Динамика фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества 47

4.3. Динамика фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества . . .53

Глава V. СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ ОСНОВНЫХ СООБЩЕСТВ **60**

5.1. Структура фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества 60

5.2. Структура фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества 63
5.3. Структура фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества . . 66
5.4. Истинная продукция разнотравно-крупноковыльного сообщества . . . 70
5.5. Сохранность фитомассы по сезонам 72

Глава VI. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ФИТОМАССЫ ОСНОВНЫХ СООБЩЕСТВ 76

6.1. Зависимость динамики продуктивности зеленой фитомассы от погодных условий 76
6.2. Зависимость надземной зеленой фитомассы от водного баланса растений 79
Stipa krylovii Roshev. 79
Elymus chinensis (Trin.) Keng 85
Iris dichotoma Pall. 88
Artemisia frigida Willd. 89
Pulsatilla turczaninovii Kryl. et Serg. 92
Potentilla tanacetifolia Willd. ex Schlecht. 94
6.3. Зависимость растительности и почв от зоогенной деятельности 100
Типчаково-петрофитноразнотравная степь с маломощными почвами на элювии коренных пород 101
Пижмово-разнотравно-ковыльная степь с караганой на щебенистых мучнисто-карбонатных почвах 103
Разнотравно-ковыльная степь с караганой на мучнисто-карбонатных почвах 107

ВЫВОДЫ **112**
ЛИТЕРАТУРА **115**

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Крупномасштабные глобальные изменения природной среды в настоящее время становятся все более очевидными. Они прослеживаются на различных уровнях во всех геосферах Земли и оказывают все возрастающее влияние на развитие человеческого общества. Главным фактором глобальных изменений является прогрессирующее потепление климата, которое продолжается уже больше 100 лет (Касимов, Клиге, 2006). В последние десятилетия глобальные изменения климата и нерациональное ведение хозяйства вызывают в той или иной степени деградацию экосистем, трансформацию почвенного и растительного покрова, и, как следствие, сокращение ареала или даже полное исчезновение отдельных видов растений. Особенно это касается экосистем, расположенных в зонах аридного климата, в частности в таких, как степные экосистемы Восточной Монголии. Охрана природы и рациональное использование ее ресурсов не только способствуют сохранению экосистем и отдельных видов, но и обеспечивают стабильное развитие страны, что особенно актуально для новых экономических условий.

Цель работы. Выявить главные закономерности функционирования основных растительных сообществ степей Восточной Монголии (на примере сомона Тумэнцогт) и тренды текущих многолетних изменений, связанные с климатическими флуктуациями и воздействием зоогенных факторов, в том числе с пастьбой скота.

Задачи.

1. Определить фитоценотические характеристики основных растительных сообществ степей Восточной Монголии.
2. Изучить динамику сезонного развития растений в типичных степных фитоценозах.
3. Установить зависимость продуктивности и структуры фитомассы основных растительных сообществ степной экосистемы от изменения климатических факторов.

4. Выявить основные тенденции изменения растительного покрова за 25 лет наблюдений в связи с природными и антропогенными факторами.

Научная новизна работы.

1. Впервые проведено непрерывное четвертьвековое стационарное изучение динамики продуктивности и структуры фитомассы степей Восточной Монголии.
2. Выявлена зависимость динамики степной растительности Восточной Монголии от особенностей климатических и антропогенных факторов.
3. Установлен тренд изменений растительного покрова за 25 лет, выявлены основные причины изменений.

Защищаемые положения.

1. Величина зеленой фитомассы значительно варьирует, что связано не только с количеством атмосферных осадков и температурными условиями, но и с биологическими циклами развития растений. Наблюдаются периоды максимальной скорости прироста зеленой массы, которые совпадают с фазой массового цветения и плодоношения доминирующих видов.

2. Декадная сумма выпавших осадков и температуры воздуха не оказывает мгновенного эффекта на прирост фитомассы. Показатели прироста существенно запаздывают по сравнению со сроками выпадения осадков. Сезонную динамику зеленой фитомассы за период вегетации определяет интегральная сумма осадков и температур.

3. Истинная продуктивность растительных сообществ, рассчитанная для всего периода вегетации растений, превышает продукцию в период максимальной фитомассы в 2 раза.

4. Относительная конкурентоспособность видов растений в сообществе определяется в большей степени эффективностью использования почвенной влаги и в меньшей – способностью перехватывать материально-энергетические ресурсы у других видов.

5. Сукцессионные ряды степных экосистем в значительной степени зависят от роющей деятельности мелких норных млекопитающих.

Вклад автора в разработку проблем. В основу работы положены материалы полевых и камеральных исследований, проведенных автором за 25 летний период (1982-2006 гг.) в составе Совместной Российско – Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ. Материалы, полученные в результате долговременных стационарных исследований степной растительности, и установленные закономерности ее изменений могут рассматриваться как модель при изучении Восточномонгольских степей, и необходимы для прогноза их состояния, разработки мер по сохранению степных экосистем и оптимизации пастбищного землепользования. Результаты комплексного изучения нашли отражение в совместных публикациях с Б. Дашнямом, С.Н. Шереметьевым, П.П. Дмитриевым, О.И. Худяковым, В.Д. Лимом, У.Г. Начиншонхором, Р. Баатаром, Б. Мандах, Н. Нарантуяа и др. Все полевые исследования, обработка и анализ данных по продуктивности сделаны самим автором.

Апробация работы. Основные результаты работы и положения диссертации представлялись и обсуждались на следующих конференциях, совещаниях, симпозиумах и семинарах:

Международные: конференция “Природные условия и биологические ресурсы Монгольской Народной Республики” (Москва, 1986); “International symposium on grassland resources” (Huhehot, Inner Mongolia, China,1993); конференция “The Grassland Ecosystem of the Mongolian Steppe” (Racine, Wisconsin, USA, 1993); “Fifth International Rangeland Congress, Salt Lake City, Utah, USA, 1995”; конференция “Asian Ecosystems and their Protection (Ulaanbaatar, 1995); “International Conference on Temperate Grasslands for the 21st Century’ (Beijing, China, 1996); симпозиум “Grassland Ecosystems Management in Mongolia Plateau” (Xilinhot, China, 1999); конференция “Central Asian Ecosystems-2000” (Ulaanbaatar, 2000); симпозиум “Biodiversity of Asia's dryland regions: Experiences and prospects” (Ulaanbaatar, 2001); конференция “Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: Natural resources, biodiversity and ecological prospects” (Ulaanbaatar, 2005).

Республиканские: конференция “Вопросы интенсификации сенокосного производства в пойменных лугах” (Улаанбаатар, 1987); симпозиум “Применение математических методов в природоведении” (Улаанбаатар, 1989); симпозиум “Исследование флоры и растительности Монголии за последние 20 лет” (Улаанбаатар, 1994); семинар “Национальная сеть долгосрочных экологических исследований” (Улаанбаатар, 2007).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 37 печатных работ, в том числе одна монография (в соавторстве).

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы; содержит 122 страницы текста, включает 30 таблиц, 44 рисунка. Список литературы включает 162 наименований, в том числе 36 на иностранных языках.

Благодарности. Автор диссертации выражает глубокую благодарность монгольским и российским ученым Ц. Даваажамцу, Ч. Санчиру, Б. Чойжамцу, Ч. Дугаржаву, С. Цэрэндашу, П.Д. Гунину, Н.И. Дорофеюк, А.В. Прищепе, П.П. Дмитриеву, С.Н. Шереметьеву, О.И. Худякову, В.Н. Храмцову, И.А. Дмитриеву, К.З. Омарову, Р.М. Муртазалиеву, Г. Начиншонхору а также всем научным сотрудникам, работавшим на восточно-степном стационаре СРМКБЭ РАН и АНМ за научные консультации, поддержку в организации научных исследований и помощь в работе.

Искреннюю признательность выражаю руководству СРМКБЭ РАН и АНМ, а также коллективам отдела экологии растительности Института ботаники АНМ и лаборатории экологии аридных территорий Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН.

Автор особенно признателен научному руководителю работы Б.Д. Абатурову и своим учителям: Д. Шагдару, Д. Банзрагчу, Б. Дашняму, Н. Улзийхутагу, Х. Буян-Оршиху.

Глава I. ОБЗОР ИЗУЧЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТЕПЕЙ

Евразиатские степи, занимающие около 8 млн км^2, распаханы на 65-70%. Большие массивы нераспаханных степных земель (2,3 млн км^2) остались сегодня только в Центральной Азии. Центральноазиатские степи до сих пор представляют основное хранилище видового и экосистемного биоразнобразия и являются вместе с тем возобновляемым ресурсом, используемым в хозяйственной деятельности. На территории Центральной Азии разнообразие типов степных экосистем велико, как нигде более. Эти степи занимают высотный интервал от 500 до 3400 метров над уровнем моря и практически определяют основное лицо ландшафтов. С центральноазиатскими степями связано множество эндемичных видов, причем процессы видообразования активно продолжаются и в настоящее время. Здесь представлен ряд уникальных типов степей, характеризующихся своеобразной флорой и фауной, интересной пространственной структурой и динамикой биоценозов (Гаджиев, Королюк, Титлянова, и др., 2002).

1.1. Степи Монголии. Первые сведения о растительности Монголии отражены в трудах и заметках Российских учёных и путешественников конца XVIII - начала XIX веков (Пржевальский, 1875; Потанин, 1881; Певцов, 1883; Комаров, 1905, Палибин, 1904, и др.).

После образования Монгольской Народной Республики первые ботанические исследования проводил Н.В. Павлов (1928). Следом вышли в свет некоторые труды по растительности Монголии (Проханов, Иконников-Галицкий, 1929; Победимова, 1933; Полынов, 1929; Баранов, 1934; Десяткин, 1969, Юнатов, 1950; Грубов, 1955; 1963; 1982; и др.).

В настоящее время хорошо изучены природные условия и закономерности распределения растительности, почв и ландшафтов степей.

Степная зона в Монголии образует клиновидную полосу, расширяющуюся к востоку (от 90° до 120° в.д.). На юге ее распространение ограничено 46° с.ш. Ландшафты монгольских степей функционируют под постоянным прессом экстремальных экологических условий.

Исследованиями установлено, что формирование современных степных ландшафтов началось на этой территории около 11,5 тысяч лет назад после де-

градации древнего оледенения в результате последовательной трансформации сообществ позднего плейстоцена, причем последние 4 тысячи лет рассматриваются многими авторами как единый период усиления континентальности и аридизации климата, деградации лесов и общего остепнения Монголии (Виппер и др., 1981; Динесман и др., 1989; Дорофеюк, 2008). О процессе ксерофитизации степных экосистем свидетельствуют, в частности, признаки былой луговости в профилях горных черноземов и каштановых почв, максимальное развитие которой, возможно, связано с деградацией древнего оледенения (Ногина, 1978). Признаками некогда существовавшего влажного периода являются древние озерные террасы, располагающиеся на значительной высоте и большом расстоянии от современной береговой линии, отшнуровавшиеся реки, несоразмерные с шириной русла долины (Мурзаев, 1952).

Само географическое положение территории на стыке южно-сибирских, центрально-азиатских и прихинганских ландшафтов обусловило экотонный характер степных ландшафтов Монголии. Удаленность срединных частей Монголии от океанов и морей, закрытость их от влияния влагопереносящих потоков, при высоком гипсометрическом уровне страны определяют суровость природных условий Монголии. Экстремальность экологических условий определяется прежде всего резко-континентальным климатом, основными чертами которого являются значительные суточные и годовые амплитуды температур, малое количество атмосферных осадков и большая сухость воздуха, преобладание в течение года ясного неба, холодная и малоснежная зима, а также сильная многолетняя изменчивость метеорологических характеристик (Климанова, 1998).

Природные условия Монголии способствовали развитию на ее территории достаточно своеобразных по составу и строению типов растительности, формирование которых происходило на фоне аридности и континентальности климата.

В Монголии, как и на всей территории Евразиатской степной области, степи являются типом растительности, где господствуют многолетние микротермные и часто склерофильные дерновинные травы. Даурско-монгольские степи образованы ковылями из ряда Capillatae, видами рода *Cleistogenes, Agropyron*, *Poa* и

другими. В даурско-монгольских степях встречаются своеобразные сообщества, сформированные видами рода *Filifolium* (корневищное разнотравье) и корневищным злаком *Elymus chinensis*. В центральноазиатской степи широко распространены дерновиннолуковые сообщества (Лавренко, Карамышева, Никулина, 1991).

В центральной и восточной Монголии господствуют настоящие (разнотравно-дерновиннозлаковые и дерновиннозлаковые) сухие степи, которые при продвижении на юг сменяются опустыненными степями.

Изучение непосредственно динамики растительности в различных типах степи проводили Ю.М.Мирошниченко (1964; 1965; 1967), Д.Банзрагч (1967а; 1967б; 1968; 1970; 1982), Ц. Даваажамц (1954; 1974), А.В.Калинина (1954, 1974), Б.Дашням (1974), при этом следует отметить, что в основном это были разовые точечные, маршрутные или полустационарные исследования.

С 1954 года ведущий монгольский ботаник Б. Дашням впервые в Восточной Монголии начал проводить полустационарные наблюдения по динамике урожайности 5 основных сообществ в районе Энгэршанд (Дорнод аймак), исследовав закономерности растительности, структуры и урожайности основных типов пастбищ (Дашням, 1966; 1974).

Основные стационарные работы по изучению продуктивности были начаты с 1970 года в рамках программы Совместной Советско-Монгольской комплексной биологической экспедиции. В первые же годы работ были организованы три стационара: в горно-лесостепной зоне, в горах Восточного Хангая (сомон Тувшрулэх Архангайского аймака), в сухостепной подзоне (сомон Унжул Центрального аймака) и в пустынно-степной зоне (сомон Булган Южно-Гобийского аймака). Основные результаты исследований по динамике продуктивности, полученных на этих стационарах изложены в работах О.Чогний (1978), И.А.Банниковой (1978; 1983; 1986а; 1986б; 1992; 1998; 2003), И.А.Банниковой, Р.В.Суховерко, Д.Баясгалан (1986; 1992), Т.К.Гордеевой и др. (1984), Т.И.Казанцевой, Ц.Даваажамца (1988), Т.И.Казанцевой (1978), Т.К.Гордеевой, Т.И.Казанцевой, Ц.Даваажамца (1977, 1981а; 1981б), С.Цэрэндаша (1980; 1996).

С 1977 года в пустынной зоне (сомон Шинэжинст Баянхонгорского аймака) были начаты стационарные комплексные биологические исследования на 6 участках. Основные результаты исследований изложены в работах Т.И.Казанцевой (1980, 1983, 1986, 1988, 1998, 1999, 2005), Н.Н.Слемнева и др. (1983, 1988), Л.Чимэдрэгзэна и др. (1996).

Согласно плану научного сотрудничества АН СССР и АН МНР, в 1982 году в подзоне настоящих (сухих) степей был организован Восточно-степной стационар Совместной Российско-Монгольской Комплексной Биологической Экспедиции (СРМКБЭ), который и до настоящего времени функционирует на территории сомона Тумэнцогт Сухбаатарского аймака.

Биологические комплексные исследования проводились методами стационарного изучения в трех основных сообществах, характерных для настоящих (сухих) степей Восточной Монголии. В результате стационарного исследования были опубликованы многочисленные работы по динамике и продуктивности растительности, влажности почв и водному режиму растений, их биоморфологии, оценке пастбищной дигрессии и сукцессионным рядам зоогенного генезиса (Батбаяр, 1994; Волкова, 1988; 1995; Дашням, Жаргалсайхан, 1987; Дмитриев, 2006; Дмитриев, Худяков, 1989; Дмитриев, Шауер, 1987 а; 1987 б; Дмитриев и др., 1990; Жаргалсайхан, 1986; 1989; 2007; Жаргалсайхан и др., 1994 а; 1994 б; Мандах, 1999; Микляева, 1996; Микляева, Лысак, 1996; Климанова, 1998; Начиншонхор и др., 2001; Худяков и др., 1997; Шереметьев, 1991; 2002; 2005; Шереметьев, Жаргалсайхан, 1989; 1990 а; 1990 б; Chuluun et al. 1993; 1995; Baatar, Jargalsaikhan, 1999; 2000; Baatar et al., 2003; Dmitriev et. al., 2005; Jargalsaikhan, 1999; Jargalsaikhan et al., 1995; 2004; 2007; Jargalsaikhan, Jargal, 1999; Jargalsaikhan, Li Yong-Hong, 2000; Khudyakov, Jargal-saikhan, 1993; Khudyakov et al. 1992; 1997; Kogan et al., 2004; Li Yong Hong, Jar-galsaikhan, 1993; Nachinshonhor et al., 2000a; 2000b; 2001a; 2001b; 2003; 2006; Mandakh, 1995; 1996; Rudnev, Jargalsaikhan, 1996; и др.).

1.2. Степи сопредельных территорий.

Степи Забайкалья. В степной зоне Забайкалья наибольшее распростране-ние имеют пижмовые, ковыльные и типчаковые сообщества. Их описание про-

ведено А.А.Горшковой (1973). Пижмовые (*Filifolium sibiricum*) степи приурочены преимущественно к склонам сопок. Эти местообитания отличаются пониженными температурами субстрата и резкими суточными их колебаниями. В связи с этим пижмовые степи разрежены, степень проективного покрытия колеблется от 40 до 70%. Пижмовые степи используются в основном как летние пастбища. Ветошь пижмы быстро разрушается и разносится ветром. Однако участие в травостое степных злаков и осок, обладающих хорошей сохранностью ветоши, позволяет использовать эти пастбища и зимой (Горшкова, 1973).

В межгорных депрессиях и по равнинам широко распространены тырсовые степи, где основным доминантом является ковыль (*Stipa baicalensis*). Ковыльные степи очень характерны для Забайкалья и для северо-востока Монголии. Наряду с ковылем в этих степях много мелкодерновинных злаков (*Festuca lenensis, Koeleria cristata, Cleistogenes squarrosa*). Обычен также длиннокорневищный злак *Leymus chinensis*. Помимо злаков в составе ковыльных степей большое участие принимает разнотравье, а также степные кустарники (*Caragana microfilla*). В зависимости от степени сбитости травостоя проективное покрытие колеблется от 50 до 70%. Ковыльные степи используются обычно под пастбища, но в отдельные годы они могут выкашиваться. Побеги *Stipa baicalensis* хорошо сохраняются в ветоши и зимой служат пастбищным кормом.

На третьем месте по степени распространенности находятся типчаковые степи, приуроченные к наиболее крутым элементам рельефа и вершинам сопок. Сильная защебненность почвы с поверхности затрудняет развитие покрова, в связи с чем общее проективное покрытие не превышает 40-50%. Типчаковые степи – хорошие пастбища с высоким качеством корма.

Для Забайкалья характерны также луговые леймусовые степи, встречающиеся в поймах рек, в депрессиях с умеренным засолением. Весьма обширны эти степи и в Монголии.

Исследования заповедных вариантов степей проводились на территории юго-восточного Забайкалья в Онон-Аргунском округе Монгольской степной провинции. Комплекс экспериментальных работ осуществлялся в Читинской области на Харанорском стационаре. Здесь в растительном покрове распростране-

ны степные ассоциации, относящиеся к криоксерофильному варианту настоящих степей с господством злаков – типчака (*Festuca lenensis*), леймуса (*Leymus chinensis*), тырсы (*Stipa baicalensis*). В разнотравье преобладает пижма. Для травостоя характерны низкорослость и изреженность. Одни и те же виды растений являются доминантами в относительно мезофильных и более ксерофильных условиях (Гаджиев, Королюк, Титлянова и др., 2002).

Основные результаты по динамике продуктивности стационарных исследований степей Забайкалья изложены в трудах А.А. Горшковой (1966; 1971), А.А. Горшковой, Л.В. Подмешальской (1971), Н.П. Дружининой (1970, 1971, 1973), Б.Б. Намзаловым (1994); Л.Г. Нефедьевой (1970, 1971), А.А. Титляновой, С.А. Коляго (1968) и.др.

Степи Внутренней Монголии расположены в юго-восточной части Монгольского плато. На них приходится 20% площади всех природных травяных экосистем Китая. В отличие от других азиатских степей, подчиняющихся широтной зональности, эти степи ориентированы по долготе. На северо-востоке лежат луговые степи, в пределах 43-44° с. ш. и 115-117° в.д. расположен ареал настоящих степей, и опустыненные степи занимают территорию с координатами 41-42° с.ш. и 110-112° в.д. Эффект смены направления зональности вызван влиянием Монгольской области высокого давления и гор Большого Хингана (Гаджиев, Королюк, Титлянова и др., 2002).

Общая площадь степей – 78,8 млн га. В связи с увеличением плотности населения пастбищная нагрузка на степные экосистемы во второй половине столетия все время возрастала. По данным Zhao, Xu (1997), ныне ежегодно деградируют из-за перевыпаса 83 тыс. га, продуктивность всех пастбищ падает.

С 1978 года для изучения степей Внутренней Монголии, влияния пастбищной нагрузки на видовой состав травостоя и его продуктивность Китайской Академией Наук была организована Станция исследования травяных экосистем (Li, 1989; 1993; Zhao, Xu, 1997; Lao et al., 1990; Chen, Huang, 1985; 1988). Основной полигон работ – бассейн р. Шилийн Гол, занимающий восточную часть плато Внутренней Монголии с координатами 43°- 44 ^{o} с.ш. и 115 ^{o} - 117 ^{o} в.д. Территория постепенно понижается с востока на запад. Параллельно с понижением

высоты падает количество осадков, повышается среднегодовая температура, луговые степи сменяются настоящими, а затем опустыненными. Настоящие степи на каштановых почвах покрывают 65% территории, из них 35% приходится на вострецовые и 30% - на ковыльные сообщества.

В настоящее время все степные экосистемы Внутренней Монголии находятся в разных стадиях пастбищной дигрессии, по мере усиления которой в травостое снижается участие типичных степных злаков и повышается обилие *Artemisia frigida*. В настояшее время холоднополынные степи покрывают уже 20% территории бассейна р, Шилийн гол, заместив леймусовые и ковыльные степи (Xiao et al., 1997).

Материалы, накопленные за достаточно продолжительный период исследования Центральноазиатских степей, были обобщены И.М. Гаджиевым с соавторами (2002), однако данные по продуктивности пастбищных сообществ Восточномонгольских степей не нашли должного отражения в монографии. Наша работа по изучению динамики и связей растительности с факторами внешней среды в какой-то мере призвана восполнить этот пробел.

Глава II. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Расположение. Восточно-степной стационар СРМКБЭ, на котором выполнены основные исследования, расположен на территории сомона Тумэнцогт Сухбаатарского аймака в пределах между 47°15’ – 47°38’ северной широты и 112°02’ – 112°43’ восточной долготы. На юге и юго-западе сомон Тумэнцогт граничит с сомоном Мунххаан (Сухбаатар аймак), на севере с сомоном Баян-Овоо (Хэнтий аймак) и на востоке с сомоном Хулэнбуйр (Дорнод (Восточный) аймак). Расстояние от Улаанбаатара до центра сомона 500 км, от Баруун-урта 150 км, от Ундерхаана 150 км (рис. 2.1).

Сомон Тумэнцогт, как административная единица, был создан в 1960 году, одновременно с организацией одноименного госхоза, основным направлением хозяйственной деятельности которого было земледелие, а с 1966 года еще и пастбищное животноводство. До 1998 года общая площадь сельскохозяйственных угодий составляла 212350 га, из них 193198 га занимали пастбища, 9724 га сенокосы, а 9428 га пашня.

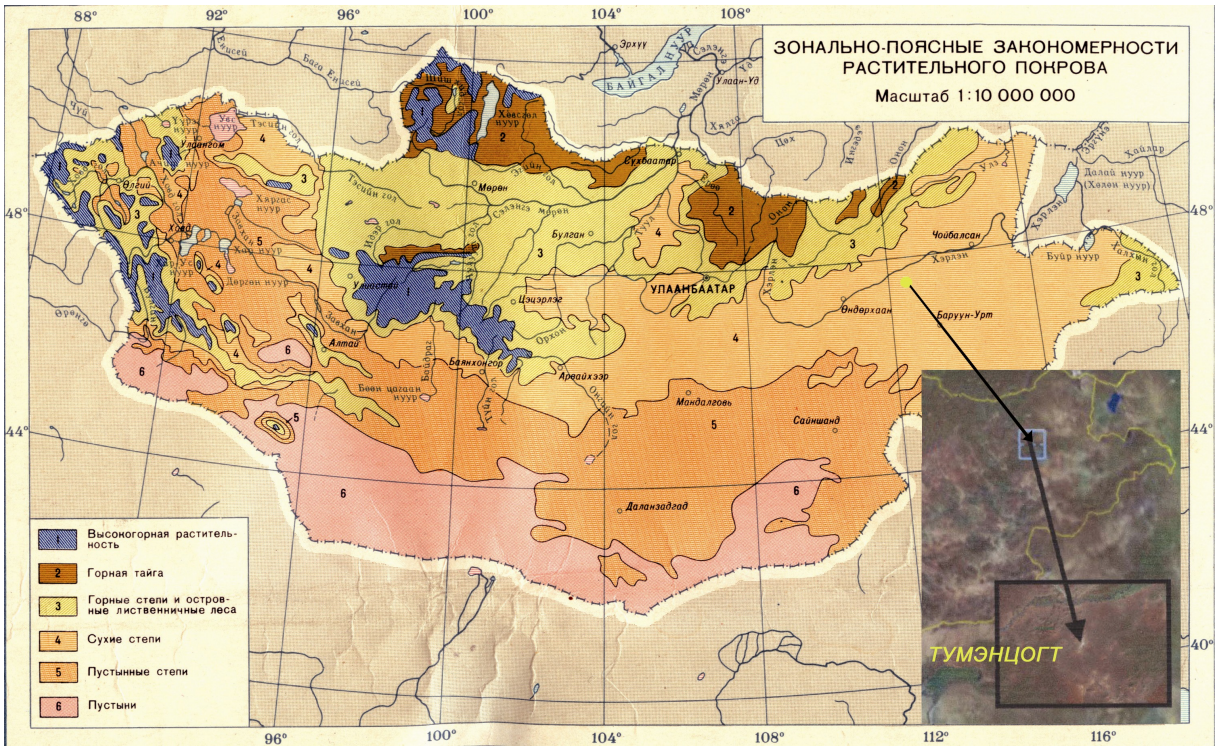


Рис. 2.1. Местоположение района исследований на карте зонально-поясных закономерностей растительного покрова Монголии (Юнатов, Дашням, 1979).

2.2. Рельеф. По физико-географическому районированию Ш. Цэгмида (1969) территория сомона Тумэнцогт относится к Средне-Халхаскому округу Восточно-Монгольской равнинной области.

В соответствии с геоморфологической картой (Тимофеев, 1984), на территории сомона преобладают группы равнин трех гипсометрических уровней: высокие (1100-1260 м н.у.м.), средневысотные (1050-1150 м) и низкие (900-1080 м).

Высокие равнины подразделяются на увалистые и увалистохолмистые в зависимости от морфологии поверхности, характера эрозионного расчленения и типа слагающих пород.

Средневысотные увалистые и увалистохолмистые равнины отличаются от высоких равнин лишь своей абсолютной высотой и, соответственно, меньшей глубиной эрозионного расчленения. Они по происхождению – денудационные равнины и срезают породы разного возраста и литологии.

Низкие плоские аккумулятивные равнины полигенетического характера, развитые на севере, юге и юго-востоке, занимают днища межгорных впадин.

На территории сомона выделяются горы двух морфогенетических групп: 1) возрожденные новейшими движениями глыбовые низкогорья и плоскогорья, развитые на западе и отдельными массивами на востоке сомона; 2) несколько морфологических типов, не подвергнутых новейшим дифференцированным движениям, остаточных и денудационно-литоморфных гор, распространенных на юге и востоке.

По сочетаниям различных типов рельефа территория сомона подразделяется на шесть геоморфологических районов.

2.3. Климат. Одним из важнейших факторов формирования степных экоси-стем Восточной Монголии являются специфические условия тепло- и влагообес-печенности вегетационного периода, тем более важным, что суровость и сухость зимнего периода, обусловленная резкой континентальностью климата этих райо-нов, приводит к сокращению сроков вегетации. Осадки, выпадающие главным образом летом, пополняют весьма скудные влагозапасы почвы (Самарина, 1986). Территория сомона Тумэнцогт по климатическому типу принадлежит к относи-тельно влажной Керуленской области (Бадарч, 1971).

По данным метеостанции Тумэнцогта (1981-2006 г.г.) годовые температуры воздуха в среднем составляют +1.5°С, в январе -17.3°С (минимальная -39.5°), в июле +20.1°С, сумма активных температур 2057°С, продолжительность периода без мороза 198 суток, среднегодовая скорость ветра 3.9 м/сек., годовая сумма осадков 249,7 мм (рис. 2.2). Основные осадки связаны с летними муссонами (май-сентябрь), когда выпадает в среднем 239,2 мм осадков (95.8% от годовой суммы).

Низкогорные массивы, расположенные, в основном по окраинам сомона, вызывают орографические поднятия воздушных масс и формирование дождевой облачности, однако не в состоянии служить серьезной границей на пути следования воздушных масс. Как следствие, не наблюдается существенных различий в количестве выпадающих осадков на склонах различных экспозиций (Самарина, 1986).

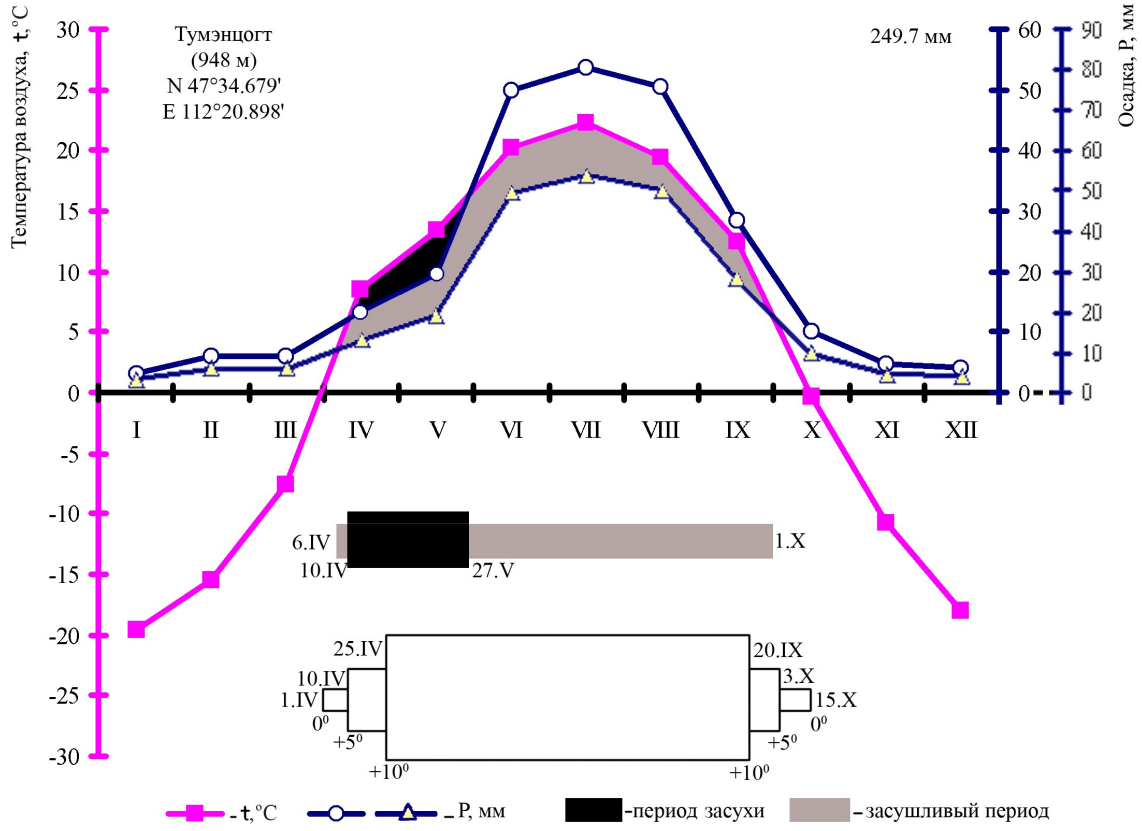


Рис. 2.2. Климадиаграмма (по Вальтеру-Госсену) метеостанции сомона Тумэнцогт.

2.4. Почвы. Почвенный покров района исследования относится к Тумэнцогтскому округу Восточно-Монгольской провинции Хангайской области

(Доржготов, 1992). Систематический список почв сомона Тумэнцогт составлен Д. Батбаяром (1994).

По особенностям рельефа и морфологической структуры почвенный покров подразделяется на почвы гор и возвышенностей и почвы равнинных территорий.

Горные массивы (Хар-Ямаат, Тумэнцогт, Хайлантын-Овоо и др.) неоднородны по почвенному покрову. К северным увлажненными склонам в основном приурочены горные черноземы под горнолуговыми степями, а в нижней части склонов появляются горные темнокаштановые, обычно бескарбонатные почвы. Южные склоны заняты почвами только одного типа – горными темнокаштановыми. В верхних облесенных частях гор встречается темно-серый подтип серых лесных почв, который по горизонтальной структуре довольно близок к горным черноземам.

На равнинах с сопочно-увалистым и мелкосопочным рельефом основной фон почвенного покрова составляют темнокаштановые почвы.

Для темнокаштановых почв характерен легкий механический состав, непрочность структуры, защебненность профиля, отсутствие гипсовых горизонтов и обедненность легкорастворимыми солями.

Изучение водного режима темнокаштановых мучнисто-карбонатных почв показало, что летом, в те периоды, когда осадки выпадают концентрировано, наблюдается сквозное промачивание почв, а в сухие жаркие дни профиль практически полностью иссушается (Батбаяр, 1994).

2.5. Растительный покров. По схеме районирования А.А. Юнатова (1950), территория сомона Тумэнцогт расположена в пределах Мунх-Ханского округа Даурско-Монгольской степной провинции, а по районированию В.И. Грубова (1955) и Н. Улзийхутага (1989) - на стыке двух округов: Средне-Халхинского и Восточно-Монгольского. Таким образом, стационар Тумэнцогт находится в регионе, где растительность является переходной от среднехалхаских к восточномонгольским степям, и поэтому в растительном покрове господствуют сообщества как типично монгольские, так и восточномонгольские. Кроме того, в некоторых сообществах имеется примесь видов с дауро-маньчжурским *(Filifolium sibiricum)* или маньчжурским *(Clematis hexapetala, Iris dichotoma, Polygonum divaricatum, Saposhnikovia divaricata)* типом ареала, что говорит о связи этого региона с Восточной Азией (Волкова, 1986). Велико число бореальных

элементов. Встречаются и пустынно-степные виды. Всего на территории сомона произрастает 427 видов сосудистых растений, относящихся к 220 родам 61 семейства.

По результатам маршрутных исследований была составлена геоботаническая карта территории сомона М 1:100000 (Волкова, 1988). Низкие равнинные растительные сообщества занимают 49,8% от общей площади сомона, средневысотные увалистые и увалистохолмистые равнинные – 25,4%, низкогорные, плоскогорные и высокоравнинные – 6,4%.

На равнинах в плакорных или близких к плакорным условиях преобладают сухие тырсовые степи. Одной из господствующих ассоциаций является карагановo-злаково-тырсовая *(Stipa krylovii, S.grandis, Cleistogenes squarrosa, Elymus chinensis, Agropyron cristatum, Poa attenuata, Caragana microphylla).* Широко распространены карагановo-вострецово-тырсовые (*Stipa krylovii, Elymus chinensis, Caragana microphilla*), а на более легких почвах карагановo-холоднополынно-змеевково-тырсовые степи (*Stipa krylovii, Cleistogenes squarrosa, Artemisia frigida, Caragana microphilla*). На равнинах и во внутренних долинах встречаются карагановo-злаково-крупноковыльные (*Stipa grandis, Cleistogenes squarrosa, Poa attenuata, Elymus chinensis, Stipa krylovii, Caragana microphilla, C. stenophilla*) степи.

Из сообществ других формаций для этой территории характерны вострецовые (*Elymus chinensis*) и змеевковые (*Cleistogenes squarrosa*). Первые представлены карагановo-змеевково-тырсово-вострецовыми (*Elymus chinensis, Stipa krylovii, Cleistogenes squarrosa, Caragana microphilla)* степями, вторые – карагановo-холоднополынно-злаково-змеевковыми (*Cleistogenes squarrosa, Stipa krylovii, Agropiron cristatum, Poa attenuate, Caragana microphilla*) степями, распространенными в некоторых внутренних долинах на почвах легкого механического состава.

Интересным типом сухих степей, широко распространенных в юго-восточной части сомона, являются карагановo-четырехзлаковые *(Stipa krylovii, Poa attenuata, Koeleria macrantha, Cleistogenes squarrosa, Caragana microphylla)* степи.

На более высоких уровнях равнин, а также на обширных увалах, окаймляющих территорию сомона, распространены разнотравно-злаковые степи.

Они представлены сообществами нескольких формаций. Прежде всего, это разнотравно-тырсовые *(Stipa krylovii, Stellera chamaejasme, Leontopodium leontopodiodes, Thymus gobicus, Iris dichotoma)* степи, иногда разнотравно-пижмово-тырсовые *(Stipa krylovii, Filifolium sibiricum, Bupleurum scorzonerifolium, Pulsatilla turczaninovii, Iris dichotoma)*. На вершинах плоских увалов встречаются разнотравно-типчаково-тырсовые *(Stipa krylovii, Festuca lenensis, Serratula centauroides, Galium verum, Polygonum divaricatum)* степи.

В восточной части сомона распространены разнотравно-злаково-двухковыльные *(Stipa sibirica, S.krylovii, Cleistogenes squarrosa, Koeleria macrantha, Poa attenuata, Potentilla tanacetifolia, Galium verum, Clematis hexapetala)* степи, они приурочены к высоким песчаным равнинам.

Значительные площади заняты разнотравно-злаково-трехковыльными *(Stipa grandis, S.sibirica, S.krylovii, Poa attenuata, Koeleria macrantha, Elymus chinensis, Serratula centauroides, Astragalus tenuis, Polygonum divaricatum, Potentilla tanacetifolia)* степями. Также, как и для сухих степей, в группе разнотравных степей выделяются четырехзлаковые (*Stipa krylovii, Poa attenuate, Koeleria macrantha,* Cleistogenes squarrosa) степи.

Для склонов скалистых, резко расчлененных горных массивов характерны серии сообществ от петрофитных до кустарничково-осоково-разнотравно-злаковых *(Stipa sibirica, S.krylovii, Festuca lenensis, Poa attenuata, Polygonum angustifolium, Filifolium sibiricum, Stellera dichotoma, Carex pediformis, Spiraea aquilegifolia, Amygdalus pedunculata, Potentilla fruticosa, Caragana pygmaea, C. microphylla).* На крутых гранитных склонах встречаются также осоково-злаково-разнотравно-кустарниково-абрикосовые сообщества.

Для западной окраины сомона характерны возрожденные глыбовые низкогорья, в растительном покрове которых четко проявляется вертикальная поясность. Здесь господствуют байкальскоковыльные луговые степи. Очень интересен тип разнотравно-пижмово-байкальскоковыльных *(Stipa baicalensis, Filifolium sibiricum, Astragalus tenuis, Saposhnikova divaricata, Iris dichotoma, Bupleurum scorzonerifolium)* степей. Реже встречаются осоково-разнотравно-байкальскоковыльно-овсяницевые *(Festuca sibirica, Stipa baicalensis, Filifolium sibiricum, Stellera chamaejasme, Pulsatilla turczaninovii, Carex pediformis)* степи с кустарниками *(Cotoneaster melanocarpa, Potentilla fruticulosa)*, и осоково-

разнотравно-овсяницево-типчаковые *(Festuca lenensis, F.sibirica, Filifolium sibiricum, Saussurea salicifolia, Polygonum angustifolium, Carex pediformis)* степи с кустарниками *(Dasiphora fruticosa, Amygdalus pedunculata)*.

В самой центральной части территории сомона расположены солончаковые впадины. Их днища обычно заняты пухлыми солончаками, далее от центра к окраинам впадин встречаются бескильницевые *(Puccinellia tenuiflora)*, ячменные *(Hordeum brevisubulatum)* осочковые сообщества, окаймляют такие впадины вострецовые *(Elymus chinensis)* сообщества с чием *(Achnatherum splendens).* В слабозасоленных плоских депрессиях, по окраинам солончаков довольно часто встречаются ирисовые *(Iris lactea)* сообщества, местами распространены довольно большие участки чиевников *(Achnatherum splendens)*.

Часть территории вокруг административного центра сомона, колодцев и зимовок сильно нарушена. Здесь представлены дигрессионные варианты естественного растительного покрова. Наиболее нарушенные участки заняты осочково-полынными *(Artemisia adamsii, Carex duriuscula)* сообществами, кроме того, встречаются караганово-осочково-вострецовые *(Elymus chinensis, Carex duriuscula, Caragana microphylla)* и караганово-змеевково-вострецовые *(Elymus chinensis, Cleistogenes squarrosa, Carex duriuscula, Caragana microphylla)* сообщества.

На основании соотношения постоянства видов, по разному относящихся к воздействию выпаса скота, выделено четыре основных и три переходных стадии деградации растительного покрова. В описываемом районе наиболее распространены сообщества, отнесенные ко II стадии, сообщества IV стадии занимают небольшую площадь (Микляева, 1996; Микляева, Лысак, 1996; Климанова, 1998).

С конца 1998 года на территории сомона полностью прекратилось земледелие. В связи с этим часть территории занимают залежи в различных стадиях восстановления. Естественное восстановление залежных земель протекает медленно, для полного восстановления необходимо более 20 лет. Флористический анализ показал, что антропогенные воздействия, в частности весенние палы, значительно ускоряют этот процесс. Так после палов флористическое богатство и структура растительного покрова 10-летней залежи сходна с 20-летней (Микляева, 1996; Климанова, 1998).

Глава III. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Многолетние наблюдения за динамикой фитомассы и водным режимом почвы проводили в трех типах сообществ, которые наиболее характерны для Восточно-Монгольской степи, наблюдения за водным режимом растений проводились только в ковыльно-разнотравно-вострецовом сообществе.

3.1. Ковыльно-разнотравно-пижмовое сообщество. Участок, представляющий ковыльно-разнотравно-пижмовое сообщество *(Filifolium sibiricum + Bupleurum scorzonerifolium + Ptilotrichum dahuricum + Cymbaria dahurica+Stipa grandis+S.sibirica),* расположен на плоской вершине небольшого увала, сформированного на элюво-делювии гранитов и песчаников на высоте 1100 м н.у.м., в 12 км к северо-западу от центральной усадьбы сомона Тумэнцогт. На площадке 60х50 м отмечено 107 видов высших растений, относящихся к 29 семействам и 69 родам (табл. 3.1). Наиболее представительные семейства: *Leguminosae* (16 видов), *Compositae* (15 видов), *Gramineae* (11 вид). Из них 82,9% видов многолетники, 13,5% – одно-двухлетники, 3,6% – кустарники и полукустарники. Общее проективное покрытие варьирует от 35 до 60%, в видовом составе стержнекорневые занимают 42,4%, корневищные – 27,9%.

Главную роль в сложении сообщества играет пижма *Filifolium sibiricum.* Обычно она встречается с обилием *cop*, однако в июле 1989 года все ее побеги были уничтожены гусеницами бабочки-листовертки. В качестве соэдификаторов пижме сопутствуют *Stipa grandis, S.sibirica* с обилием *cop-sp*. Постоянно присутствующих видов немного, встречаются они с обилием sp (*Bupleurum scorzonerifolium, Ptillotrichium dahuricum, Cimbaria dahurica).*

В растительности отмечается большая пестрота, которая обусловлена микрорельефом, климатом, температурным режимом местности и почвенными разностями.

Таблица 3.1.

Сводный список растений, встречающихся на трех исследованных ключевых участках

№№ п.п.		Названия растений	Обилие			Встречаемость		
рода	вида		I	II	III	I	II	III
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
1. EPHEDRACEAE Dum.								
1	1	*Ephedra sinica* Stapf	-	-	sol	-	-	16
2. GRAMINEAE Juss.								
2	2	*Stipa sibirica* (L.) Lam.	sp-sol	sol	cop-sp	60	4	78
	3	*S. grandis* P. Smirn.	sp	sol	cop	56	16	84
	4	*S. krylovii* Rosher.	sol	sp	sol	36	84	60
3	5	*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng	sol	sp	sol	44	92	64
4	6	*Koeleria macrantha* (Ldb.) Schult.	sol	sp	sol	48	92	32
	7	*K. mukdenensis* Domin	sol	-	sol	4	-	4
5	8	*Poa attenuate* Trin.	sol	cop-sp	sol	68	92	68
6	9	*Festuca lenensis* Drob.	-	-	sol	-	-	28
	10	*F. sibirica* Hack. ex Boiss.	un	-	un	4	-	28
	11	*F. valesiaca* Gaud.	sol	-	sol	25	-	4
7	12	*Agropyron cristatum* (L.) P. B.	sol	sp	sol	28	28	52
8	13	*Elymus chinensis* (Trin.) Keng	sp	cop	sp	92	100	100
3. CYPERACEAE Juss.								
9	14	*Carex duriuscula* C. A. Mey	sol	sol	sol	16	20	8
	15	*C. korshinskyi* Kom.	sol	sol	sol	80	96	88
4. LILICEAE Juss.								
10	16	*Allium odorum* L.	sol	-	sol	4	-	4
	17	*A. leucocephalum* Turcz. ex Ldb.	-	-	un			0
	18	*A. senescens* L.	sp	sol	sol	4	16	4
	19	*A. prostratum* Trev.	-	un	-	-	4	-
	20	*A. anisopodium* Ldb.	sol	sol	sol	56	24	40
	21	*A. bidentatum* Fisch. ex Prokh	sol	sol	sol	28	20	16
	22	*A. tenuissimum* L.	un	un	sol	4	4	16
11	23	*Lilium pumilum* DC.	sol	-	-	4	-	-
12	24	*Asparagus dahuricus* Fisch.	sol-un	-	un	4	-	4
5. IRIDACEAE Juss.								
13	25	*Iris dichtoma* Pall.	sol	sp	-	32	76	-

Продолжение табл. 3.1.

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
	26	*I. tenuifolia* Pall.	-	-	sol	-	-	4
6. SANTALACEAE R. Br.								
14	27	*Thesium longifolium* Turcz. Ex Ldb.	sol	-	-	4	-	-
7. POLYGONACEAE Juss.								
15	28	*Polygonum divaricatum* L.	un	un	sol	4	4	16
	29	*P. angustifolium* Pall.	sol	-	-	4	-	-
16	30	*Rumex acetosella* L.	-	-	sol	-	-	4
8. CHENOPODIACEAE Vent.								
17	31	*Chenopodium aristatum* L.	sol	-	sol	4	-	4
	32	*Ch. album* L.	sol	sol	sol	4	4	4
18	33	*Axyris prostrata* L.	-	-	un	-	-	4
19	34	*Kochia prostrate* (L.) Schrad.	sol	sol	sp	4	16	56
20	35	*Salsola collina* Pall.	sol	sol	sol	4	4	4
	36	*S. pestifera* Nels.	sol	-	-	4	-	-
9. CARYOPHYLLACEAE Juss.								
21	37	*Stellaria dichotoma* L.	sol	-	-	4	-	-
22	38	*Silene jenisseensis* Willd.	sol	sol	sol	20	4	4
23	39	*Gypsophila dahurica* Turcz.	sol	sol	sol	4	4	12
24	40	*Melandrum apricum* (Turcz.) Rohrb.	un	-	un	4	-	4
10. RANUNCULACEAE Juss.								
25	41	*Pulsatilla bungeana* C.A.Mey.	sol	sp	sol	4	4	4
	42	*P. turczaninovii* Kryl. et Serg.	sp	sp	sol	52	56	4
26	43	*Clematis hexapetala* Pall.	sol-un	-	-	4	-	-
27	44	*Thalictrum squarrosum* Steph. Ex Willd.	sol	sol	sp	4	4	20
11. CRUCIFERAE Juss.								
28	45	*Lepidium densiflorum* Schrad.	un	un	un	4	4	4
29	46	*Thlaspi cochleariforme* DC.	sol-un	-	-	4	-	-
30	47	*Ptilotrichum dahuricum* Feschk.	sp	sol	sol	88	4	16
31	48	*Dontostemon integrifolius* (L.) C. A. Mey	sol	sol	sol	8	8	32
32	49	*Erysimum fiavum*(Georgi) Bobr.	un	un	un	4	4	4
12. CRASSULACEAE DC.								
33	50	*Sedum aizoon* L.	-	sol	-	-	4	-
34	51	*Orostachys malacophylla* (Pall.) Fisch.	sol	sol	sp	4	4	84

Продолжение табл. 3.1.

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
	52	*O. fimbriata* (Turcz.) Berger	sol	sol	-	4	4	-
	53	*O. spinosa* (L.) C. A. Mey.	sol	sol	sp	4	4	4
13. ROSACEAE Juss.								
35	54	*Potentilla bifurca* L.	sol	sp	sol	4	92	4
	55	*P. verticillaris* Steph. Ex	sol	sol	sol	20	12	8
	56	*P. conferta* Bge.	sol	sol	sol	4	12	4
	57	*P. strigosa* Pall. ex Pursh	sp	sol	sp	56	4	40
	58	*P. tanacetifolia* Willd. ex Schlecht.	sp	sp-sol	sp	32	28	24
	59	*P. leucophylla* Pall.	sol	-	sol	4	-	4
	60	*P. acaulis* L.	sol	sol	sp	4	4	60
36	61	*Sibbaldianthe adpressa* (Bge.) Juz.	sol	sol	sol	4	56	20
37	62	*Chamaerhodos erecta* (L.) Bge.	un	-	sp	8	-	80
14. LEGUMINOSAE Juss.								
38	63	*Thermopsis dahurica* Czefr.	sol	sp	sol	4	16	16
39	64	*Medicago ruthenica* (L.) Ldb.	sp	sp	sp	56	76	48
40	65	*Caragana microphylla* (Pall.) Lam.	sol	sol	sol	24	8	28
	66	*C. stenophylla* Pojark.	-	-	un	-	-	4
41	67	*Gueldenstaedtia verna* (Georgi) Boriss.	un	sol	-	4	4	-
42	68	*Astragalus membranaceus (Fisch.)* Bge.	sol	-	-	4	-	-
	69	*A. tenuis* Turcz.	sp	sp	sp	40	36	48
	70	*A. adsurgens* Pall.	sol	sp	sp	4	4	4
	71	*A. galactites* Pall.	sol	sp	sol	4	12	4
	72	*A. scaberrimus* Bge.	-	un	un	-	20	4
43	73	*Oxytropis caespitosa* (Pall) Pers.	un	-	-	4	-	-
	74	*O. filiformis* DC.	un	-	-	4	-	-
	75	*O. leptophylla (*Pall.) DC.	un	-	-	4	-	-
	76	*O. myriophylla* (Pall.) DC.	sol	sol	sol	8	4	4
	77	*O. oxyphylla* (Pall.) DC.	sp	sp	-	8	4	-
	78	*O. nitens* Turcz.	sol	-	-	4	-	-
44	79	*Lespedeza dahurica* (Laxm.) Schindl.	un	-	-	4	-	-
	80	*L. hedysaroides* (Pall.) Kitag.	un	-	-	4	-	-
45	81	*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.	-	sol	-	-	4	-
15. LINACEAE S. F. Gray								
46	82	*Linum sibiricum* DC.	sol	-	sol	4	-	4

Продолжение табл. 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
16. POLYGALACEAE R. Br.								
47	83	*Polygala tenuifolia* Willd.	sol	sol	sol	48	8	36
17. EUPHORBIACEAE Juss.								
48	84	*Euphorbia discolor* Ldb.	sol	-	sp	4	-	64
18. THYMELAEACEAE Juss.								
49	85	*Stellera chamaejasme* L.	sp	sol	sol	16	4	8
19. UMBELLIFERAE Juss.								
50	85	*Bupleurum scorzonerifolium* Willd.	sp	sp	sol	72	72	8
	86	*B. bicaule* Helm.	un	un	-	4	4	-
51	87	*Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk.	sp	sp	sol	56	76	4
20. PRIMULACEAE Vent.								
52	88	*Androsace incana* Lam.	sol	-	-	4	-	-
21. PLUMBAGINACEAE Juss								
53	89	*Goniolimon speciosum* (L.) Bioss.	sol	sol	-	24	4	-
54	90	*Limonium bicolor* (Bge.) Ktze.	-	-	sp	-	-	40
22. GENTIANACEAE Juss.								
55	91	*Gentiana dahurica* Fisch.	-	sol	sol	-	4	4
	92	*G. decumbens* L. f.	sol	-	-	4	-	-
23. BORAGINACEAE Juss.								
56	93	*Amblynotus rupestris* (Pall.) M. Pop. ex Serg.	sp	-	sol	32	-	4
24. LABIATAE Juss.								
57	94	*Scutellaria scordiifolia* Fisch. Ex Schrank	sol	sol	-	4	4	-
58	95	*Schizonepeta multifida* (L.)	un	-	sp	4	-	12
59	96	*Phlomis tuberose* L.	sol	sol	-	4	4	-
60	97	*Thymus gobicus* Tschern.	-	-	sol	-	-	4
25. SCOROPHULARIACEAE Juss.								
61	98	*Linaria buriatica* Turcz.	sol	sol	sol	16	4	4
62	99	*Pedicularis striata* Pall.	sol	-	-	4	-	-
	100	*P. flava* Pall	un	-	-	4	-	-
63	101	*Veronica incana* L.	sol	sol	sol	4	4	4
64	102	*Cymbaria dahurica* L.	sp	sp	sol	80	68	24
26. RUBIACEAE Juss.								
65	103	*Galium verum* L.	sol	sol	sol	4	4	4

Продолжение табл. 3.1.

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
27. DIPSACACEAE Juss.								
66	104	*Scabiosa comosa* Fisch.	-	-	un	-	-	4
28. CAMPANULACEAE Juss.								
67	105	*Adenophora stenanthina* (Ldb.) Kitag.	sp	sol	-	4	4	-
	106	*A. crispata* (Korsh.) Kitag.	un	-	-	4	-	-
29. COMPOSITAE Giseke								
68	107	*Heteropappus altaicus* (Willd.) Novo-pokr.	sp	sol	sp	12	8	32
69	108	*Leontopodium leontopodioides* (Willd.) Beauvd.	sp	un	sp	4	4	16
70	109	*Filifolium sibiricum* (L.) Kitam.	cop	un	-	96	4	-
71	110	*Artemisia dracunculus* L.	sol	sol	sol	4	4	4
	111	*A. pectinata* Pall.	-	sol	-	-	4	-
	112	*A.palustris* L.	-	-	sol	-	-	4
	113	*A. scoparia* Waldst. et Kit.	sp	sp	sp	4	60	4
	114	*A. gmelinii* Web. ex Stechm.	sol	sol	sol	4	4	4
	115	*A. frigida* Willd.	sol	sp	sol	32	72	40
	116	*A. commutata* Bess.	sol	sol	sol	4	4	4
	117	*A. xanthochroa Krasch.*.	sol	-	-	4	-	-
72	118	*Saussurea salicifolia* (L.) DC.	-	-	sol	-	-	4
73	119	*Serratula centauroides* L.	un	sol	sp	4	4	100
74	120	*Leuzea uniflora* (L.) Holub	sol	-	sol	4	-	4
75	121	*Scorzonera austriaca* Willd.	sp	sol	sol	4	12	4
76	122	*Youngia tenuifolia* (Willd.) Babc. et Steb-bins	sp	sol	-	24	8	-
77	123	*Crepis flexuosa* (Ldb.). Clarke	sol	sol	-	4	16	-
78	124	*Taraxacum collinum* DC.	sol	sol	-	4	4	-
Всего зарегистрировано таксонов		Семейств	**27**	**22**	**26**			
		Родов	**69**	**53**	**59**			
		Видов	**107**	**79**	**88**			

I – Ковыльно-разнотравно-пижмовое сообщество; II – Ковыльно-разнотравно-вострецовое сообщество; III – Разнотравно-ковыльное сообщество; обилие видов даны по шкале Друде: cop – обыльно, sp - рассеяно, sol - редко, un – единично; встречаемость по Раункиеру, %

Почвы темно-каштановые легкосуглинистые, щебнистые и мучнисто-карбонатные. Профиль этих почв имеет следующее строение: A-AB-B-Bca-BcaC. Гумусовый горизонт (A+AB=34 см) среднемощный, карбонатно-иллювиальный горизонт начинается с глубины 50 см. В пределах верхней метровой толщи весь профиль щебнистый и имеет сравнительно однородный легкосуглинистый состав. Содержание гумуса в верхних горизонтах 2,4-4,1%. Количество CO_2 в карбонатной толще 5-7%. Реакция среды слабощелочная в верхних горизонтах, а щелочная в нижних.

Наименьшая влагоемкость по профилю почвы в основном зависит от механического состава генетических горизонтов. Для гумусового слоя она составляет 18,5-24,9%, а в нижележащих горизонтах изменяется меньше (17,8-19,3%).

Эта важная водно-физическая константа в метровом слое составляет 240 мм, что соответствует общепринятой градации для легкосуглинистых почв (Роде, 1960; 1965).

Влажность завядания, благодаря довольно однородному механическому составу, почти не изменяется по всему профилю. Она колеблется в пределах метровой толщи от 8,6 до 10,1 % (Батбаяр, 1994).

3.2. Ковыльно-разнотравно-вострецовое сообщество. Ковыльно-разнотравно-вострецовое сообщество *(Elymus chinensis + Poa attenuata + Potentilla bifurca + Iris dichotoma + Saposhnikovia divaricata + Stipa krylovii)* расположено в верхней части межуваловой долины на высоте 1070 м н.у.м., в 15 км к западу от центра сомона. На площадке размером 60x50 м зарегистрировано 79 видов высших растений, относящихся к 22 семействам и 53 родам. Наиболее представлены семейства: *Compositae* (14 видов), *Leguminosae* (11 видов), *Gramineae* (8 видов). Из них 78,1% видов – многолетники, 17,1% – одно-двухлетники, 4,8% – кустарники и полукустарники. Общее проективное покрытие варьирует от 40 до 65%. В видовом составе стержнекорневые занимают 35,4%, а корневищные – 17,0%. Эдификатором этого сообщества является китайско-маньчжурско-даурско-монгольский вид *Elymus chinensis* (Лавренко, 1978). Он относится к числу наиболее распространенных злаков Монголии, очень обилен в восточной части страны и является наряду с ковылем основным эдификатором степей (Юнатов, 1954; Дашням, 1974; 1976; 1986).

Почвы луговые остепненные среднесуглинистые. Профиль их имеет следующее строение: A'-A"-AB-AC-C1-C2. Гумусовый горизонт мощный (A+AB=80 см), среднесуглинистый (<0.01=33-40%), на некоторой глубине существуют признаки остаточной солонцеватости. Ниже 20 см встречаются слабозаметные ржавые пятнышки. Карбонатно-иллювиальный горизонт морфологически не выражен, но на глубине 20-80 см отмечается слабое вскипание (CO_2 0,1-1,7%). С глубины 140 см почва подстилается пролювиально-аллювиальным галечниково-песчаным наносом.

Количество гумуса в верхней полуметровой толще – 2,4-4,1% (Батбаяр, 1994). Реакция среды слабощелщчная в верхних горизонтах, щелочная – в нижних. Количество обменного Na составляет 10% от емкости поглощения, что подтверждает, слабую солонцеватость этих почв. Они не содержат легкорастворимых солей (сух. ост. 0,13 – 0,19%).

По оструктуренности (72 %) и водопрочности агрегатов (66 %) эти почвы не уступают зональным темнокаштановым почвам суглинистого состава.

Плотность в верхней части гумусового горизонта – 1,13 г/см3. Величина общей порозности в гумусовом горизонте составляет 51,8 – 57,2 %, а в солонцеватом – 50,6 %. Удельная масса в гумусовых горизонтах довольно изменчива (2,58 – 2,67 г/см3), а в нижележащих почти постоянная.

Наименьшая влагоемкость в гумусовом горизонте около 25,2 % и она постепенно уменьшается с глубиной. В подстилающей породе она составляет 9,2 %. Ее запасы в слое 0 – 100 см равны 210 мм. Влажность завядания в мелкоземистой толще колеблется в пределах 5,7 – 8,9 %. Запасы продуктивной влаги в слое 0 – 100 см равны 112 мм, что близко к средним оценкам (Батбаяр, 1994).

3.3. Разнотравно-ковыльное сообщество. Разнотравно-ковыльное сообщество *(Stipa grandis + S. sibirica + Serratula centauroides + Potentilla tanacetifolia + Polygonum divaricatum + Caragana microphylla)* расположено в центральной части широкой межсопочной равнины, на высоте 925 м н.у.м., в 12 км к северо-востоку от центральной усадьбы сомона. Для изучения влияния пастбищного животноводства на степные ценозы в 1982 г. был огорожен опытный участок (100х100 м), не подверженный воздействию пастьбы скота. На участке зарегистрировано 88 видов высших растений, относящихся к 26

семействам и 59 родам. Наиболее представительные семейства: *Compositae* (12 видов), *Gramineae* (12 видов), *Rosaceae* (9 видов), *Leguminosae* (9 видов). Двухлетников – 17 видов, однолетников – 14. Общее проективное покрытие 45-65%. Эдификатором этого растительного сообщества являются *Stipa grandis, S. sibirica.*

Почвы темнокаштановые супесчаные, мучнистокарбонатные, имеют следующий профиль: A-AB-BcaC-C1-C2. На поверхности существует рыхло-песчаный слой мощностью 0,5-1,0 см. Под гумусовым слоем (A+AB=40 см) супесчаного состава (<0.01=18-19%) непосредственно залегает суглинистый карбонатно-иллювиальный (CO_2 2-6%) горизонт, а с глубины 80 см начинается гравелисто-песчаная толща. Она местами сцементирована карбонатами. Гумус в верхних горизонтах 1,4-3,1%. Реакция среды аналогична с легкосуглинистой разностью. Отсутствуют легкорастворимые соли (сух. ост. 0,04 – 0,10 %) и солонцеватость.

Плотность почв изменяется по профилю. Ее значение в верхней части гумусового горизонта составляет 1,23 г/см^3, в карбонатном горизонте 1,36 – 1,50 г/см3, а в почвообразующей породе 1,60 г/см^3.

Удельная масса супесчаных почв почти не отличается от легкосуглинистых. Порозность в верхней части гумусового горизонта 50,4 – 53,2 %, а к нижним слоям постепенно уменьшается и в гравелисто-песчаной толще достигает 34,7 – 41,2 %.

Наименьшая влагоемкость в гумусовом и переходном горизонтах составляет 10,5 – 13,8 %, в карбонатном горизонте 9,8 – 10,7 %, в почвообразующей породе 7,5 – 9,2 %, а в слое 0-100 см – 150 мм, что характерно для супесчаных почв. Влажность завядания низкая, по профилю почвы она изменяется в пределах от 2,5 до 6,0 %, при этом наибольшая ее величина отмечается в горизонтах АВ и Вса. Максимально возможное количество продуктивной влаги небольшое, в метровой толще оно составляет 91 мм (Батбаяр, 1994).

На всей исследованной территории стационара в растительности и почвах отмечается большая пестрота, которая обусловлена последствиями жизнедеятельности землероющих млекопитающих.

3.4. Методика исследований. Изучение динамики фитомассы, как уже отмечалось, проводили в 1982-1997 гг. в пижмовом и вострецовом сообществах, а с 1982 г. и по настоящее время в крупноковыльном. Учеты надземной фитомассы проводили на площадках размером 1 $м^2$ в 3-5-ти кратной повторности ежегодно в весенне-летне-осенний период (май-сентябрь) в каждой декаде месяца. Растения срезали на уровне поверхности почвы раздельно по видам.

Определяли проективное покрытие общее и по видам, подсчитывали количество экземпляров каждого вида, измеряли среднюю высоту растений и отмечали их фенологические состояние. Срезанный травостой высушивали до воздушно-сухого состояния и взвешивали раздельно по видам. Параллельно в те же даты проводили наблюдения за динамикой влажности почвы до глубины 100 см (иногда до 50 см) с интервалом по глубине 10 см. Массу корней учитывали методом монолита (25х25х100см).

Кроме надземной фитомассы учитывалась и способность растений к повторному отрастанию побегов – отавность (Полюшкин, Горшкова, 1979). Для этого было заложено по 6 площадок размером 50х50 см для каждого из семи вариантов скашивания (табл. 3.2). Срезание растений производилось на высоте 3 см от поверхности, зеленая фитомасса высушивалась до воздушно-сухого состояния и затем взвешивалась.

Таблица 3.2.

Схема изучения отавности надземной фитомассы.

Варианты	Срок начального скашивания	Повторность скашиваний
А	Июнь	Июль +Август+Сентябрь
Б	Июнь	Август+Сентябрь
В	Июнь	Июль+Сентябрь
Г	Июнь	Сентябрь
Д	Июль	Август+Сентябрь
Е	Июль	Сентябрь
Ж	Август	Сентябрь

Определение вертикальной структуры фитомассы сообществ заключалось в послойном срезании (0-2 см; 2-5; 5-7; 7-10; 10-15; 15-20; и т.д.) надземной массы и учете массы побегов (Гордеева, 1977).

Для определения полной продуктивности сообществ использовался метод “минимальной оценки”, предложенный А.А. Титляновой (1977). Для каждого срока учета t_i значения, соответствующие разным видам, складывались для получения суммарных запасов живой фитомассы $G_i=G(t_i)$, а путем сложения запасов ветоши и подстилки определялось текущее количество наземной мортмассы $D_i=D(t_i)$. Для каждого временного интервала t_i-t_{i-1} расчет выполнялся по формулам (Титлянова, 1977; Гильманов и др., 1990):

$$ANPP(t_1,t_2)=\begin{cases}0, \text{если } \{G_2 < G_1\} \text{ и } \{[D_2 < D_1] \text{ или } [(D_2 > D_1) \text{ и } (G_2 + D_2) < (G_1 + D_1)]\};\\ G_2 - G_1, \text{если } (G_2 > G_1) \text{ и } (D_2 < D_1);\\ G_2 - G_1 + D_2 - D_1, \text{если } \{(D_2 > D_1)\} \text{ и } \{(G_2 > G_1) \text{ или } [(G_2 < G_1) \text{ и } (G_2 + D_2 > (G_1 + D_1)]\}\end{cases}$$

были рассчитаны нижние оценки продукции надземной фитомассы $ANPP(t_{i-1},t_i)$.

Средняя суточная продуктивность надземной фитомассы (ц/га/сут) рассчитывалась по формуле:

$$P_A(t_i)=\frac{ANPP(t_{i-1},t_i)}{t_i - t_{i-1}}.$$

В 1983-1986 гг. проводили круглогодичные изучения сезонной сохранности фитомассы. Для этого в пастбищных угодьях сомона было выбрано 22 участка, различающихся по типам растительности и геоморфологическому местоположению. На каждом участке, начиная с точки максимального накопления фитомассы (первая декада августа), один раз в сезон (декабрь, февраль, май) в трехкратной повторности на площадке 1×1 м проводили укосы надземной общей фитомассы для мониторинга изменения запасов продукции в период отсутствия вегетации.

Водный режим растений исследовали в 1984-1985 гг. на ковыльно-разнотравно-вострецовом сообществе. Были изучены следующие показатели: интенсивность транспирации, реальный водный дефицит, содержание воды и осмотическое давление клеточного сока листьев.

Для определения интенсивности транспирации был использован метод быстрого взвешивания Л.А. Иванова (Иванов и др., 1950). Срезанные листья взвешивали на торсионных весах ВТ-500 и ВТ-1000 и экспонировали приблизительно в тех же условиях, откуда они были взяты. Время

экспонирования определено экспериментально и составляло 3-5 мин. Нами проводились дневные и сезонные измерения величины интенсивности транспирации. Наблюдения проводили 5-6 раз в течение светового дня, сделана также серия ежечасных промеров и круглосуточные наблюдения. В последнем случае интенсивность транспирации измеряли каждые 2 часа и рассчитывали на единицу сырой массы. Определения интенсивности транспирации сопровождались наблюдениями за температурой и влажностью воздуха, а также за испарением со свободной поверхности (испаряемостью).

Для определения реального водного дефицита нами был использован метод И. Чатского (Catsky, 1962). Согласно этому методу происходит насыщение высечек листьев. Насыщение производилось в камерах, размещенных в полиуретане. Для расчета величины реального водного дефицита (ВД) использована формула, предложенная О. Штокером (Stocker, 1929):

$$ВД = (a-b)/(a-c)\times 100\%,$$

где a – масса после насыщения, b – масса до насыщения, c – сухая масса.

Содержание воды в органах ассимиляции мы определяли обычным гравиметрическим методом. Собранные пробы высушивали при температуре 100-105°С в течение 5-6 часов до абсолютно сухого состояния. Содержание воды в органах ассимиляции всех исследованных растений определялось в дневной и сезонной динамике. Измерения проводили 5-6 раз, каждое измерение сделано в пятикратной повторности.

Осмотическое давление клеточного сока листьев определяли криоскопическим методом (Слейчер, 1970). Этот показатель характеризует связь между относительным содержанием воды и водным потенциалом. Пробы для определения осмотического давления отбирали в середине дня в трехкратной повторности.

Объектами наблюдений были доминанты и эдификаторы сообщества – *Stipa krylovii, Elymus chinensis, Iris dichotoma, Pulsatilla turczaninovii, Potentilla tanacetifolia, Artemisia frigida*.

Использованы данные наблюдений метеостанции Тумэнцогт за 1982-2006 гг. Ежегодные метеорологические данные нами обрабатывались, обобщались и анализировались.

Полученные данные обрабатывали с помощью стандартных статистических методов. Кроме того, с помощью корреляционного и множественного регрессионного анализа выявлено влияние внешних и внутренних факторов на динамику фитомассы сообществ. Сила влияния каждой из независимых переменных на отклик (зависимую переменную) оценивалась с помощью критерия Фишера (Лиепа, 1973). Переменные, влияние которых было признано недостоверным, исключались и расчеты проводили вновь, т.е. был применен метод исключения переменных (Дрейнер, Смит, 1973; Розенберг, 1984). Все коэффициенты парной (r^2) или множественной (R^2) детерминации, приводимые в работе (кроме отдельных, специально оговоренных в тексте случаев), достоверны на доверительном уровне P=0,95.

Глава IV. ДИНАМИКА ФИТОМАССЫ ОСНОВНЫХ ПАСТБИЩНЫХ СООБЩЕСТВ

В Монголии самым распространенным типом растительности являются степи. Степная область протягивается от западной до восточной границ (90° – 120° в.д.) и с севера на юг от 52° до 42° с.ш. Общая площадь степей – 117 млн. га, из них достаточно продуктивных настоящих и сухих степей – 63 млн. га (Chuluun et al., 1993). Основным видом хозяйственного использования степей является пастбищное животноводство. После 1990 года поголовье скота в Монголии непрерывно увеличивалось, нагрузка на пастбища заметно возросла, и перевыпас стал серьезнейшей проблемой, особенно в центральной части страны. В восточной же ее части пастбищная нагрузка пока еще остается в разумных пределах, т.е. более или менее соответствует животноводческой емкости пастбищ. Однако, общая тенденция увеличения поголовья домашних животных, а особенно мелкого рогатого скота, отмечается сейчас и на восточных территориях (табл. 4.1), а с учетом негативной тенденции изменений внутривековых общих климатических параметров (уменьшение среднегодового количества осадков (рис. 4.1) и увеличение среднегодовой температуры воздуха, (рис. 4.2)) в отдельных частях Восточной Монголии начинают проявляться признаки пастбищной дигрессии степных экосистем.

Таблица 4.1. Поголовье домашних животных в сомоне Тумэнцогт (по данным районного статистического управления).

	Всего	Верблюд	Лошадь	КРС	Овца	Коза
1983	26125	273	4831	13243	7674	104
1989	23903	239	4071	12687	6804	102
2000	53973	359	10004	13633	19670	10307
2001	52024	322	9383	9321	20153	12845
2003	55151	331	9729	8956	20601	15534
2004	49452	309	9117	7664	17728	14634
2005	65070	447	9687	7952	25123	21861
2006	73293	450	10038	8464	28567	25774

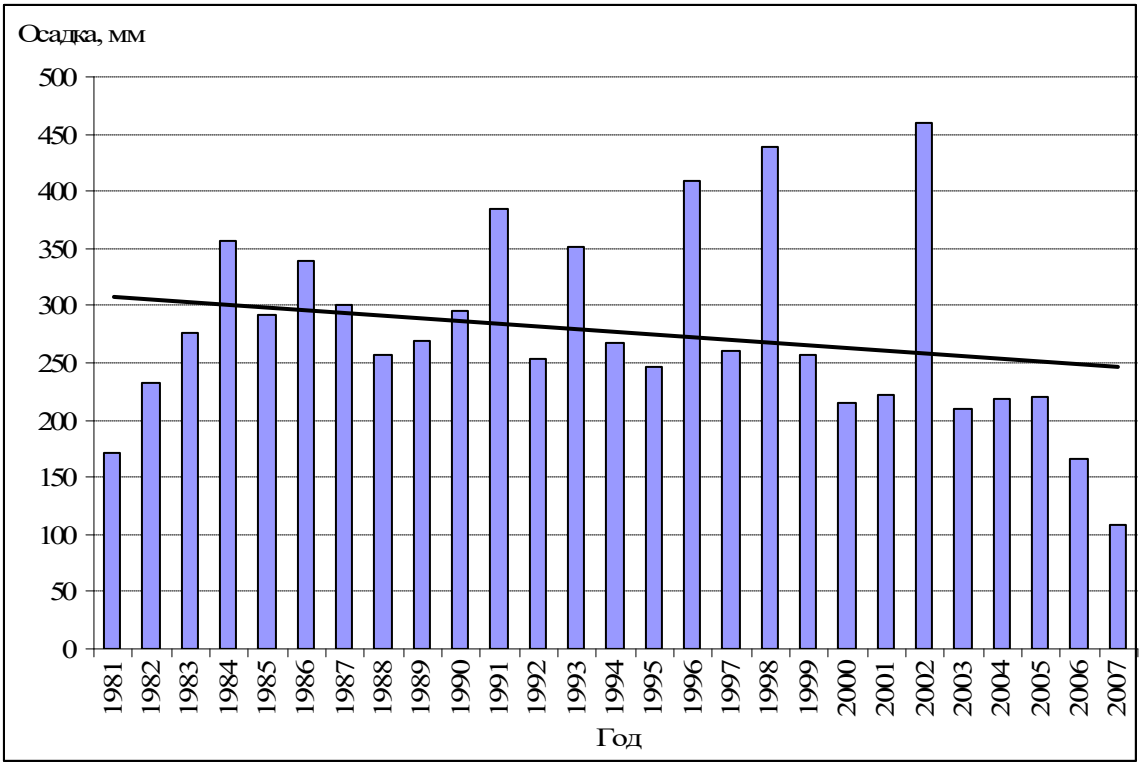


Рисунок 4.1. Многолетний тренд изменения годовой суммы осадков (метеостанция Тумэнцогт).

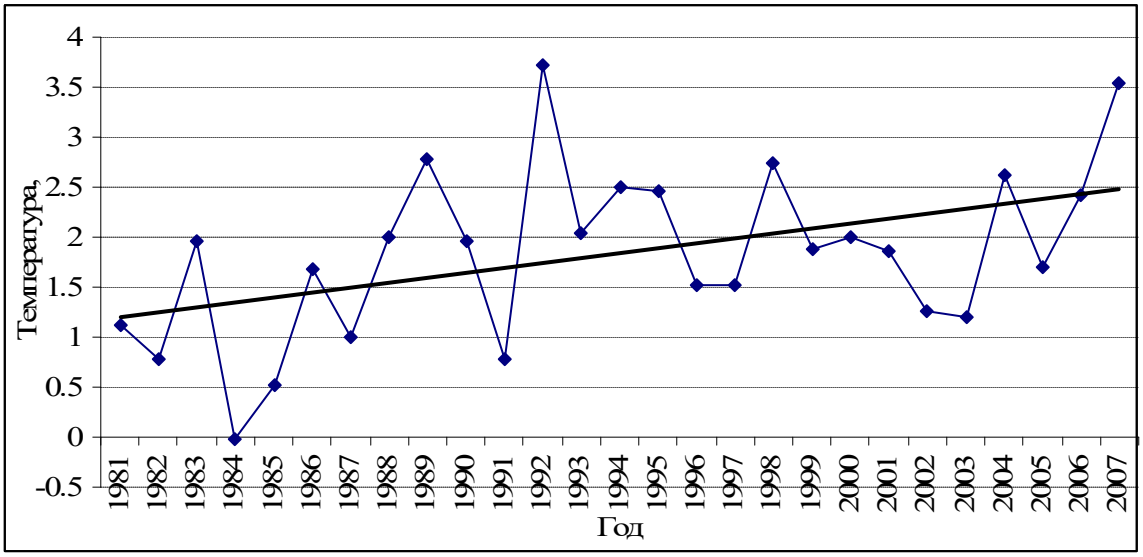


Рисунок 4.2. Многолетний тренд изменения средней годовой температуры воздуха, °С (метеостанция Тумэнцогт).

В данной ситуации высокую значимость приобретает изучение динамики продуктивности пастбищной растительности основных типов степных экосистем. В связи с этим нами были выбраны и исследованы нижеописанные сообщества.

Говоря о продуктивности степей, необходимо уточнить смысл, вкладываемый нами в этот термин, так как иногда это понятие употребляется в разных значениях. Нами была использована терминология, предложенная И.М.Гаджиевым с соавторами (2002). Продуктивность – сложное понятие, включающее в себя способность фитоценоза создавать и сохранять живую фитомассу. В связи с этими двумя свойствами продуктивность характеризуется двумя параметрами: чистой первичной продукцией и запасами фитомассы. Чистая первичная продукция – это количество органического вещества, которое создается фитоценозом на единице площади за единицу времени. Продукция может измеряться в т/га, ц/га или г/м^2 за год или любой другой промежуток времени – день, месяц, сезон. Мы обычно использовали размерность ц/(га·декада), ц/(га·сутки) или г/(м^2·декада). Измеряли надземную, подземную и полную продукцию. Запас фитомассы это та масса живых органов растений (надземных и подземных), которая находится на единице площади в момент измерения. В течение сезона эта величина изменяется. Единицы измерения – ц/га или г/м^2, с указанием толщины почвенного слоя, в котором определялись подземные органы.

Далее рассматривается динамика продуктивности трех наиболее распространенных пастбищных сообществ в степных экосистемах Восточной Монголии.

4.1. Динамика фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества

В Монголии пижмовые и пижмово-злаковые степи распространены начиная от Прихинганья до Северного Хангая (Банзрагч, 1970) и на Восточно-Монгольской равнине (Дашням, 1974), но не встречаются в Алтае, центральной части Хангая и в глубине степной зоны. Пижмовые степи распространяются до Кореи, севера Китая и заходят в Россию (Читинская область, Бурятия, равнины при озере Ханх и в степях юго-восточного Забайкалья, Дружинина, 1973).

В Северном Хангае пижмовые степи встречаются на более увлажненных участках, таких как склоны и каменистые вершины гор (Банзрагч, 1970), а в Восточной Монголии на равнинах и сопках с почвами от каменистых до супесчаных (Дашням, 1974). Пижмовая степь является одной из доминирующих ассоциаций настоящей степи, поэтому мы выбрали ковыльно-разнотравно-пижмовое сообщество для закладки пробных площадей. На территории сомона степи с участием пижмы встречаются на верхних частях гор Тумэнцогт, Хар-Ямаат и увалистых равнинах Баян-Обо и Сондгой, занимая площадь около 8000 га. Здесь преобладают сообщества пижмово-петрофитноразнотравно-злаковые (на мелкосопочниках и равнинах), разнотравно-пижмово-ковыльные и разнотравно-пижмово-вострецово-ковыльные (на склонах), ковыльно-разнотравно-пижмовые (на высоких равнинах).

Вегетация в ковыльно-разнотравно-пижмовом сообществе в среднем начинается 15 апреля и продолжается 155 дней – до 20 сентября. Период активной вегетации растений в годы наблюдений колебался в пределах от 50 дней (в засушливом 1988) до 100 дней (во влажных, теплых 1984, 1989, 1993, 1996), и в среднем составлял 75 дней, с 1 июня до 15 августа. Разгар вегетации приходится на срок с 15 июня по 15 июля и связан с вегетацией видов с летнезеленым феноритмотипом (Мандах, 1999).

Годы, в течение которых проводились исследования в ковыльно-разнотравно-пижмовом и ковыльно-разнотравно-вострецовом сообществах, мы подразделили на пять основных градаций, отталкиваясь от их отличий от среднего многолетнего значения годовой суммы осадков (табл. 4.2). Отличающиеся в ту или иную сторону на 10-30% от этого значения мы

проградуировали как засушливые либо влажные, а имеющие отличие от среднего на более чем 30%, мы обозначили как сухие либо экстравлажные, соответственно.

Таблица 4.2.

Классификация годов наблюдений по количеству осадков.

Шкала	Сухие	Засушливые	Средние	Влажные	Экстравлажные
	<70%	70-90%	90-110%	110-130%	>130%
Годы	1981	1982 1988 1992 1995 1997	1983 1985 1987 1989 1990 1994	1984 1986 1993	1991 1996
Количество лет	1	5	6	3	2
Повторяемость, %	5.9	29.4	35.3	17.6	11.8

В таблице 4.3. показана общая многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы в засушливые годы (рис. 4.3). Максимальные значения надземной живой фитомассы варьировали от 13,0 (1992 г.) до 20,7 ц/га (1982 г.), при среднем значении 16,2 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 5,9 (начало июня) до 20,7 (середина августа), достигая среднего максимального значения 15,5 ц/га (середина августа). Среднедекадная продукция колебалась от -1,7 до 4,4 ц/га, при этом хорошо заметны три пика колебаний. Максимумы ежедекадно измеренных запасов продукции приходятся на третью декаду июня и вторые декады июля и августа. Первый подъем, таким образом, совпадает с разгаром вегетации основных видов сообщества (рис.4.4), второй связан с формированием генеративных побегов и цветением (рис. 4.5), а третий, относительно небольшой, приходится на период плодоношения и обсеменения (рис. 4.5). Далее количество зеленой фитомассы начинает постепенно убывать к концу сентября.

Таблица 4.3

Сезонная динамика зеленой фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества (ц/га, сух. масса) в засушливые годы

Месяц		Июнь			Июль			Август			Сентябрь	max
№ декады		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	
Годы	1982				11.7	15.8	18.1	15.1	20.7	14.2		20.7
	1988	5.9	10.3	12.4	11.4	15.4	14.6	16.1	13.1	15.0	13.3	16.1
	1992						10.6	12.8	13.0	10.4	10.1	13.0
	1995						14.9	15.7	15.5	14.9	14.1	15.7
	1997						12.6	13.5	15.3	14.5	13.0	15.3
Ср		5.9	10.3	12.4	11.6	15.6	14.2	14.6	15.5	13.8	12.6	16.2
Декадный прирост фитомассы			4.4	2.1	-0.9	4.1	-1.4	0.5	0.9	-1.7	-1.2	

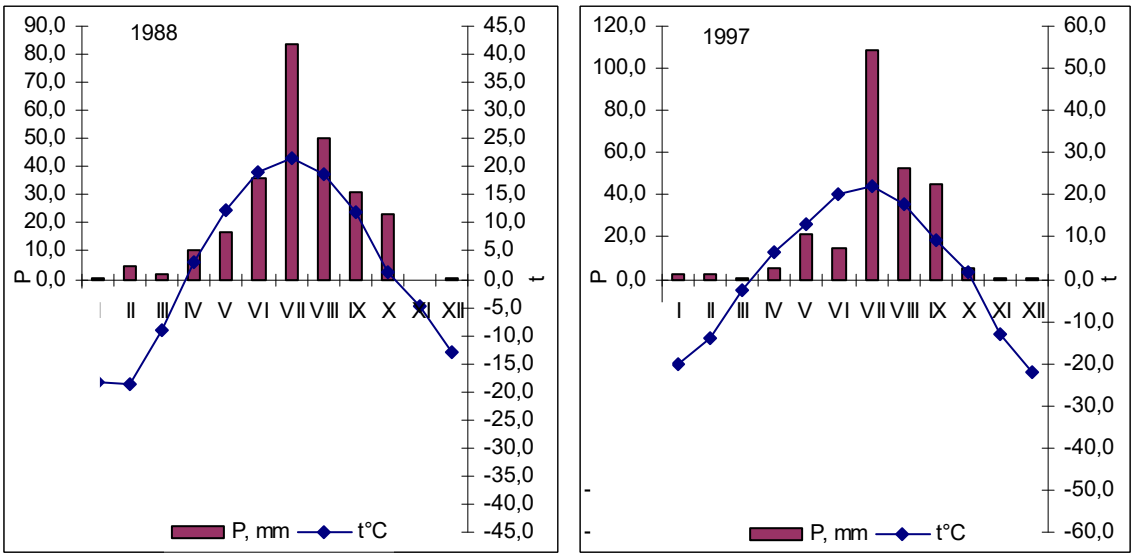


Рисунок 4.3. Климадиаграммы наиболее типичных годов (1988, 1997), относимых нами к засушливым по средним многолетним значениям влажности за период исследований.

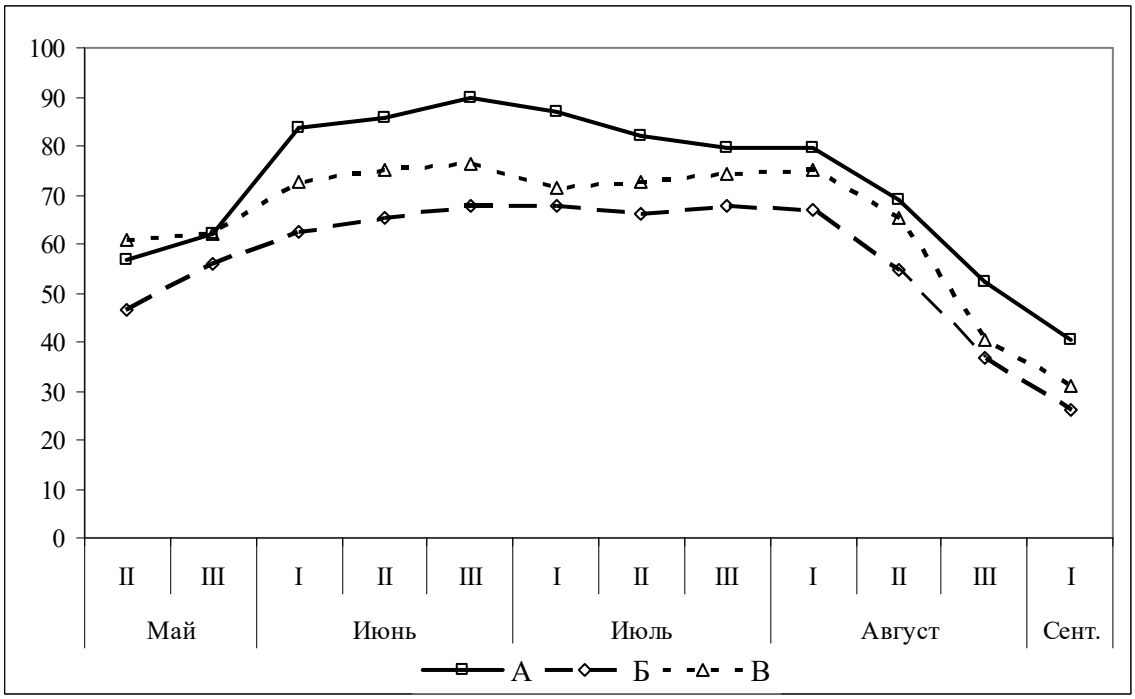


Рисунок 4.4. Кривые вегетации пижмового (А), вострецового (Б) и крупноковыльного (В) сообществ степей. Показатели от средней многолетней 1982-1990 г.г. По оси ординат – число видов, по оси абсцисс – даты (по Мандах, 1999).

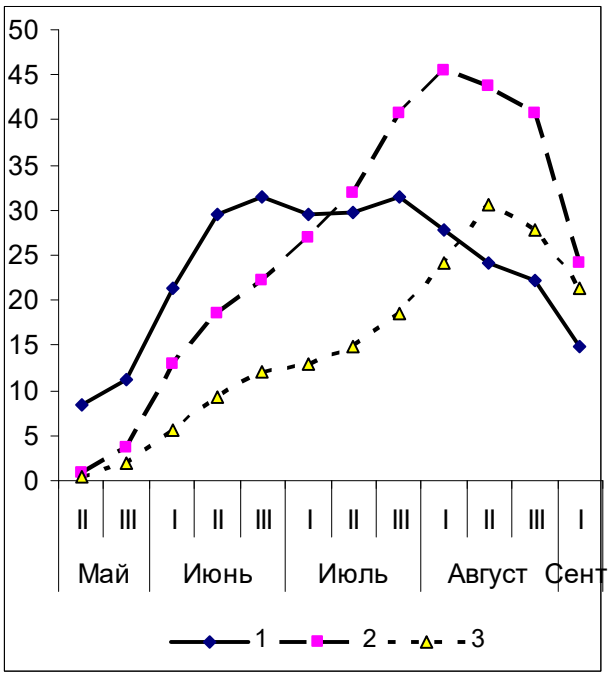


Рисунок 4.5. Кривые цветения (1), плодоношения (2) и обсеменения (3) пижмового сообщества. Показатели от средней многолетней 1982-1990 г.г. По оси ординат – число видов, по оси абсцисс – даты (по Мандах, 1999).

Близкими к средним годичным показателям увлажнения оказались 6 лет из нашего ряда наблюдений (рис. 4.6). В таблице 4.4. показана общая многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы в средние по увлажнению годы. Максимальные значения надземной живой фитомассы наблюдались в пределах от 13,3 (1987 г.) до 23,5 ц/га (1985 г.), при среднем показателе 18,3 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 1,3 (начало июня) до 23,5 (конец июля), достигая среднего максимального значения 16,9 ц/га (конец августа). Среднедекадная продукция колебалась от -5,7 до 3,3 ц/га, показывая в течение периода вегетации два максимума (середина июля и середина августа), последний при этом был выражен слабее. Средний максимум ежедекадно измеренных запасов продукции был зафиксирован в третьей декаде августа, причем он относительно равномерно увеличиваясь от начала вегетации, достиг этого значения. Очевидно, что при такой погодной ситуации, когда влага достаточно ритмично поступает к растениям в течение всего периода вегетации (рис. 4.6), и, количество ее является достаточным, то формирование зеленой фитомассы происходит равномерно без пиков и провалов на протяжении практически всего теплого периода, т.е. до конца августа. Далее, с понижением температуры и постепенным прекращением процесса вегетации, количество зеленой фитомассы начинает постепенно убывать.

Таблица 4.4

Сезонная динамика зеленой фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества (ц/га, сух. масса) в годы средние по увлажнению.

Месяц		Май	Июнь			Июль			Август			Сентябрь		max
№ декады		III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	
Годы	1983		6.6	5.5	6.2	9.2	10.5	15.0	17.6	15.8	15.3	15.4	10.6	17.6
	1985					17.4	18.8	23.5	20.7	21.1	19.4	20.3		23.5
	1987		4.5	5.2	6.5	7.3	10.8	12.7	13.3	12.2		12.8		13.3
	1989	6.0			10.1	9.8	12.7	14.9	10.6	11.3	11.8	12.7	8.7	14.9
	1990		1.3		6.2	6.7		13.0	14.5	21.2	19.9			21.2
	1994					10.3	14.3	15.8	18.0	19.2	18.2	15.7		19.2
Ср		6.0	4.1	5.4	7.3	10.1	13.4	15.8	15.8	16.8	16.9	15.4	9.7	18.3
Декадный прирост фитомассы			-1.9	1.2	1.9	2.9	3.3	2.4	0.0	1.0	0.1	-1.5	-5.7	

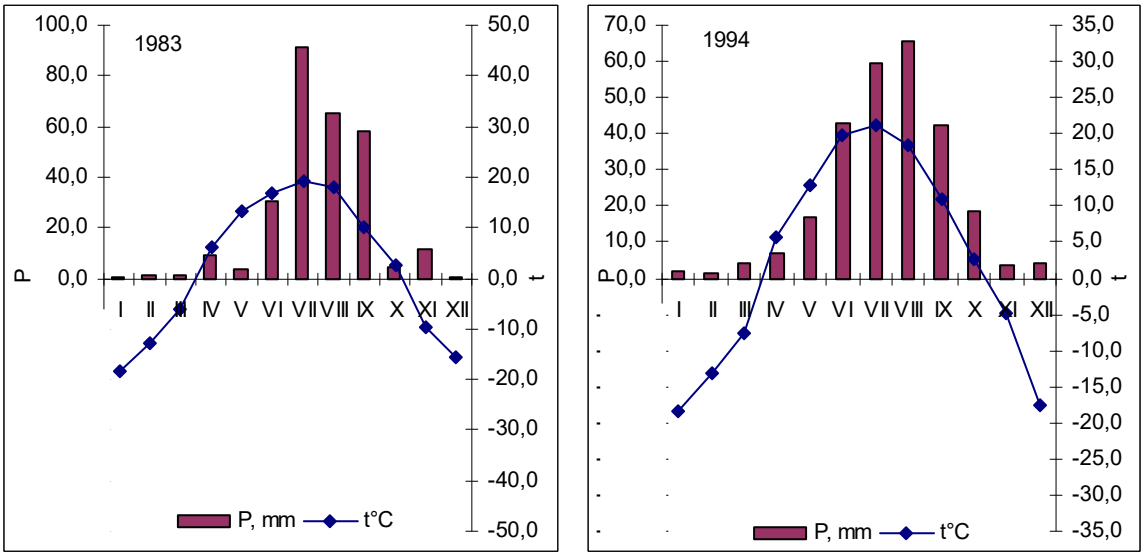


Рисунок 4.6. Климадиаграммы типичных годов (1983, 1994) наиболее близких к средним многолетним значениям влажности за период исследований.

В таблице 4.5. отображена общая многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы во влажные и экстравлажные годы. Максимальные значения надземной живой фитомассы варьировали от 14,6 (1991 г.) до 19,1 ц/га (1996 г.), при среднем значении 16,0 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 1,2 (середина мая) до 19,1 (конец июля), достигая среднего максимального значения 15,7 ц/га (начало августа). Среднедекадная продукция колебалась от -0,9 до 4,3 ц/га, с двумя достаточно ясными летними пиками и слабовыраженным в начале осени. Эти пики прироста приходятся на вторые декады июня и июля и, таким образом, совпадают со стадиями развития основных видов сообщества (рис. 4.4). Ежедекадно измеренные запасы продукции достигают максимума в начале августа. Далее количество зеленой фитомассы незначительно падает, а затем даже несколько увеличивается к началу сентября. Здесь следует отметить, что, несмотря на избыточное, по сравнению со средним, количество осадков в течение сезона выпадение их было крайне неравномерным (рис. 4.7), и к тому же им предшествовали засушливые апрель и май, что в совокупности привело к тому, что урожайность описываемого сообщества в указанные годы оказалась даже ниже чем в годы со средним увлажнением. Таким образом, становится понятно, что на продуктивность растительности влияет не только суммарное количество осадков, но и распределение их во времени в течение периода вегетации.

Величина максимального укоса, таким образом, находится как в зависимости от биологических особенностей растений, так и от метеорологических условий текущего года. Лето (конец июня – середина августа) является наиболее влажным сезоном года, в который выпадает в среднем 54% от годовой суммы осадков. Соответственно за это время происходит наибольшее накопление фитомассы, в июле декадный прирост зеленой массы составляет 1,4 – 3,7 ц/га, а от конца июля к середине августа скорость прироста зеленой фитомассы замедляется (1,2 – 0,5 ц/га). В среднем, максимальная величина (15,9 ц/га) зеленой фитомассы наблюдается в середине августа, а в увлажненные годы этот показатель смещается к концу июля. За годы наблюдений этот максимум колебался в пределах от 11,8 (1986) до 23,5 (1985) ц/га.

Таблица 4.5

Сезонная динамика зеленой фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества (ц/га, сух. масса) во влажные и экстравлажные годы.

Месяц		Май		Июнь			Июль			Август			Сент.	max
№ декады		II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	
Годы	1984	1.2	2.3	3.9	6.3	7.9	11.1	15.5	17.0	17.3	17.7	17.8	16.4	17.8
	1986						8.9	9.5	9.2	11.8	11.1	11.5		11.8
	1993							15.1	16.0	16.7	15.8	13.5	14.0	16.7
	1991						7.3	11.4	13.5	14.6	13.8	13.0	13.3	14.6
	1996							15.3	19.1	18.2	18.0	16.3	15.0	19.1
Ср		1.2	2.3	3.9	6.3	7.9	9.1	13.4	15.0	15.7	15.3	14.4	14.7	16.0
Декадный прирост фитомассы			1.1	1.6	2.4	1.6	1.2	4.3	1.6	0.8	-0.4	-0.9	0.3	

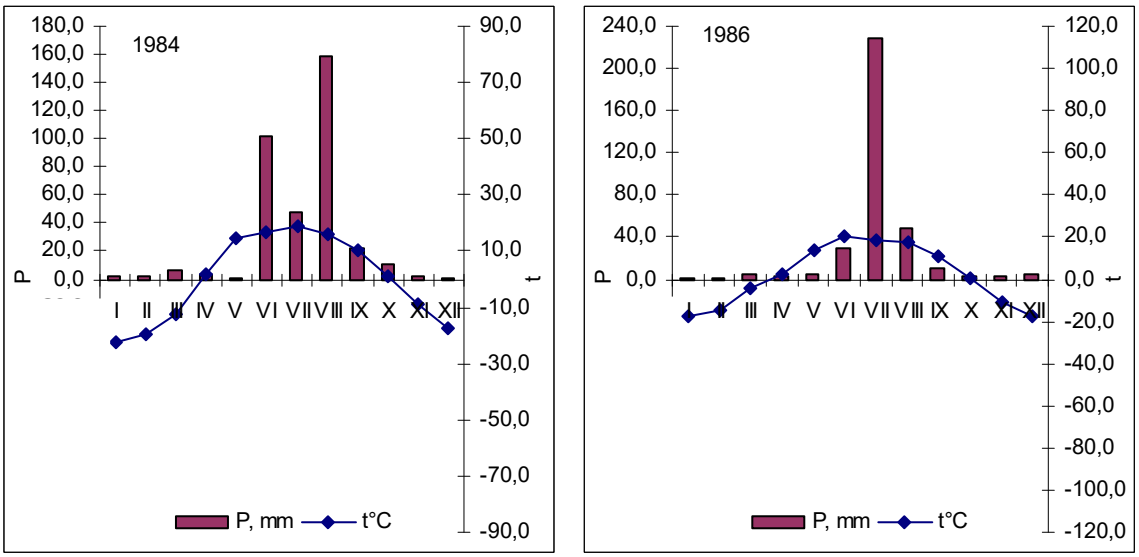


Рисунок 4.7. Климадиаграммы наиболее типичных годов (1984, 1986), относимых нами к влажным по средним многолетним значениям влажности за период исследований.

На рис. 4.8 показан общий многолетний ход подекадного накопления зеленой фитомассы. На основании долговременных наблюдений выявлена закономерность, которая описывается полиномиальным уравнением (R^2=0,9087). При изучении многолетнего изменения максимального запаса продукции (рис. 4.9) подобных закономерностей выявлено не было (R^2=0,1361).

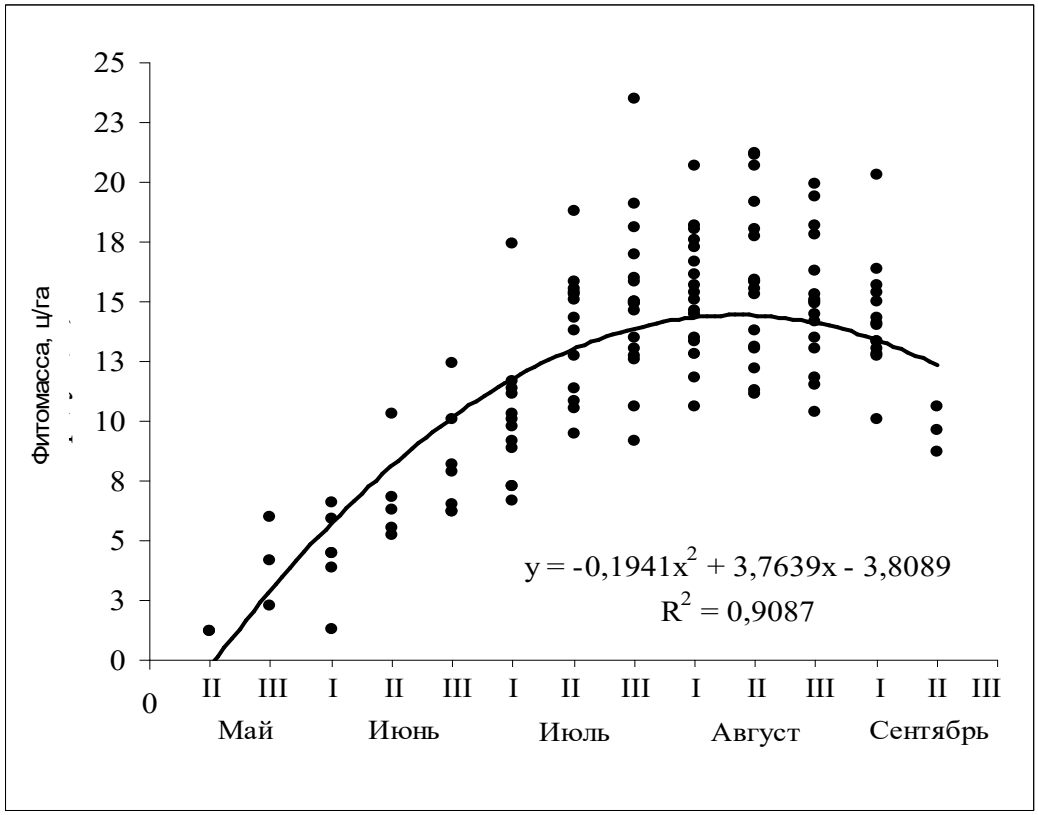


Рисунок 4.8. График подекадного накопления зеленой фитомассы в ковыльно-разнотравно-пижмовом сообществе за период вегетации (по многолетним данным).

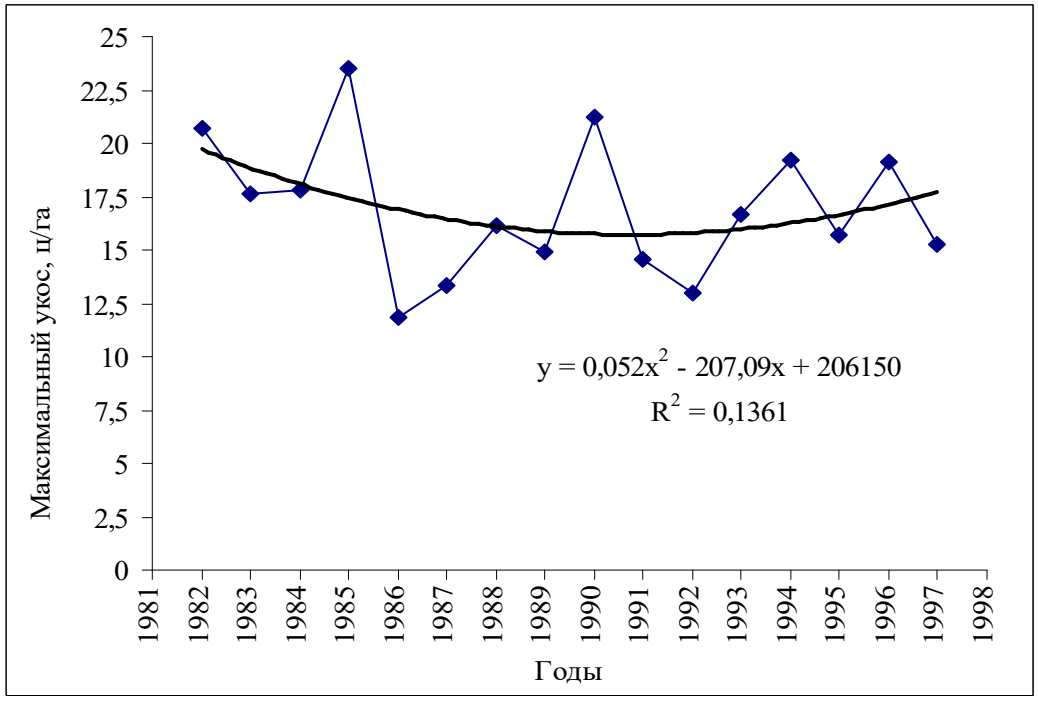


Рисунок 4.9. Многолетний тренд изменения величины максимального запаса продукции в ковыльно-разнотравно-пижмовом сообществе.

4.2 Динамика фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества

Вострецовая степь – одна из самых распространенных растительных ассоциаций в Монголии. Она распространяется от северной границы пустынь на юге по засоленным низменностям, целиком охватывает степную зону, по межгорным долинам достигает горных степей и даже проникает в таежный пояс (Юнатов, 1950; Калинина, 1954; Лавренко, 1978). В Восточной Монголии вострец в той или иной степени участвует практически во всех сообщества. Дашням (1974) выделил 31 группу ассоциаций, входящих в 5 классов ассоциаций (злаково-вострецовая, осоково-вострецовая, разнотравно-вострецовая, полукустарничково-вострецовая, кустарниково-вострецовая) вострецовых степей Монголии. Такое широкое распространение послужило причиной изучения этих типов степи. Для закладки пробных площадей было выбрано ковыльно-разнотравно-вострецовое сообщество.

Вегетация здесь начинается с конца апреля и продолжается 145-150 дней, период активной вегетации составляет от 60 дней (1988, засушливый год) до 130 (1990, влажный год). Разгар вегетации этого сообщества обычно приходится на июль-август, и в основном состоит из растений с весенне-летним феноритмотипом (Мандах, 1999).

В таблице 4.6. показана общая многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества в засушливые годы. Максимальные значения надземной живой фитомассы варьировали от 10,0 (1992 г.) до 17,8 ц/га (1988 г.), при среднем значении 15,0 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 6,7 (начало июня) до 17,8 (начало сентября), достигая среднего максимального значения 14,3 ц/га (середина августа). Среднедекадная продукция колебалась от -2,6 до 4,5 ц/га, образуя три волны. Средние максимумы ежедекадно измеренных запасов продукции приходятся на третью декаду июня и вторые декады июля и августа. Таким образом, видно, что динамика зеленой фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества совпадает с таковой для ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества, т.е. совпадает с основными стадиями вегетации основных видов. И также

количество зеленой фитомассы постепенно убывает к концу сентября, за исключением данных, полученных в 1988 г., когда наблюдался прирост на 2,4 ц/га в первой декаде сентября причину которого объяснить нам представляется затруднительным.

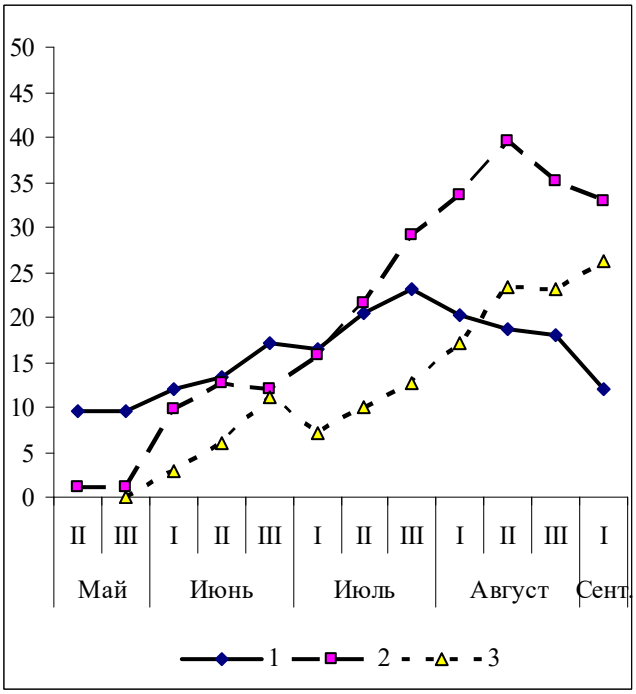


Рисунок 4.10. Кривые цветения (1), плодоношения (2) и обсеменения (3) ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества. Показатели от средней многолетней 1982-1990 г.г. По оси ординат – число видов, по оси абсцисс – даты (по Мандах, 1999).

Таблица 4.6

Сезонная динамика зеленой фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества (ц/га, сух. масса) в засушливые годы

Месяц		Июнь			Июль			Август			Сентябрь	MAX
№ декады		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	
Годы	1982				7.9	9.1	13.4	14.2	15.5	16.4		16.4
	1988	6.7	11.2	12.9	12.8	16.1	13.2	13.0	15.1	15.4	17.8	17.8
	1992						9.5	10.1	10.9	9.4	8.6	10.9
	1995						13.8	14.2	15.1	15.0	13.4	15.1
	1997						11.6	13.5	14.8	11.3	11.0	14.8
Ср		6.7	11.2	12.9	10.4	12.6	12.3	13.0	14.3	13.5	12.7	15.0
Декадный прирост ф/м			4.5	1.7	-2.6	2.3	-0.3	0.7	1.3	-0.8	-0.8	

В таблице 4.7 показана общая многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы в средние по увлажнению годы. Максимальные значения надземной живой фитомассы наблюдались в пределах от 10,8 (1994 г.) до 28,4 ц/га (1985 г.), при среднем показателе 18,0 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 1,2 (начало июня) до 28,4 (конец июля), достигая среднего максимального значения 16,3 ц/га (конец июля – начало августа). Среднедекадная продукция колебалась от -4,1 до 5,0 ц/га. Максимальный средний прирост пришелся на конец июля, а далее значения динамики постепенно и относительно равномерно, без значительных всплесков, уменьшаются к середине сентября, что в значительной мере схоже с динамикой ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества. Таким образом, и для развития ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества при средних показателях увлажнения определяющую роль играет равномерность поступления влаги в течение сезона вегетации. Основное отличие между этими двумя сообществами заключается в сроках наступления максимального среднего ежедекадно измеренных запасов продукции (конец июля – начало августа против конца августа, соответственно), что объясняется более ранним наступлением стадии обсеменения и плодоношения в вострецовом сообществе, чем в пижмовом.

Таблица 4.7

Сезонная динамика зеленой фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества (ц/га, сух. масса) в годы средние по увлажнению.

Месяц		Май		Июнь			Июль			Август			Сентябрь		MAX
№ декады		II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	
Годы	1983			2.6	3.4	3.3	3.9	5.6	9.3	13.6	13.7	13.4	13.5	11.9	13.7
	1985						22.4	27.6	28.4	26.4	25.6	26.1			28.4
	1987			4.2	2.6	4.4	5.3	5.7	10.4	11.5	13.5	12.4			13.5
	1989	1.7	6.2			12.8	11.8	16.0	19.8	18.2	13.1	12.8	11.5	9.7	19.8
	1990			1.2		5.6			17.1	17.5	12.7	10.2			17.5
	1994						6.0	6.2	6.0	8.1	10.8	10.3	9.1		10.8
Ср		1.7	6.2	2.7	2.6	7.6	11.4	13.9	16.3	16.3	15.1	14.4	10.3	9.7	18.0
Декадный прирост ф/м			4.5	-3.5	-0.1	5.0	3.8	2.5	2.5	0.0	-1.2	-0.8	-4.1	-0.6	

Таблица 4.8

Сезонная динамика зеленой фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества (ц/га, сух. масса) во влажные и экстравлажные годы.

Месяц		Май	Июнь			Июль			Август			Сент.	MAX
№ декады		III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	
Годы	1984	1.4	2.6	4.3	6.9	13.1	18.2	17.4	16.9	19.4	18.9	14.9	19.4
	1986					4.9	5.6	7.5	7.5	8.3	6.6		8.3
	1993						14.6	14.0	16.8	17.0	15.3		17.0
	1991						5.9	11.8	13.9	14.1	14.0	13.1	14.1
	1996						12.7	15.5	14.5	15.3	13.7	12.9	15.5
Ср		1.4	2.6	4.3	6.9	9.0	11.4	13.2	13.9	14.8	13.7	13.6	14.9
Декадный прирост ф/м			1.2	1.7	2.6	2.1	2.4	1.8	0.7	0.9	-1.1	-0.1	

В таблице 4.8 показана средняя многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы во влажные и экстравлажные годы. Максимальные значения надземной живой фитомассы варьировали от 8,3 (1986 г.) до 19,4 ц/га (1984 г.), при среднем значении 14,9 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 1,4 (конец мая) до 19,4 (середина августа), достигая среднего максимального значения 14,8 ц/га (середина августа). Среднедекадная продукция колебалась от -1,1 до 2,6 ц/га, с двумя слабовыраженным летними пиками. Максимум ежедекадно измеренных запасов продукции приходится на вторую декаду августа. До него и после количество зеленой фитомассы более или менее постоянно нарастает и уменьшается, соответственно. Продукция описываемого сообщества в указанные годы не превышает таковой в годы со средним увлажнением. Аналогично ситуации с предыдущим сообществом отчетливо видно, что на продуктивность растительности влияет распределение осадков во времени в течение периода вегетации.

Таким образом многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества в значительной мере схожа с таковой у ковыльно-разнотравно-пижмового. Ходы динамики формирования фитомассы сообщества также изменяются в зависимости от погодных условий. Основные отличия заключаются в периодах наступления максимумов подекадных запасов, что связано с различиями в сроках основных стадий вегетации.

На рис. 4.11 показан общий многолетний ход подекадного накопления зеленой фитомассы. На основании долговременных наблюдений выявлена закономерность, которая описывается полиномиальным уравнением (R^2=0,9219). При изучении многолетнего изменения максимального запаса продукции (рис. 4.12) подобных закономерностей выявлено не было (R^2=0,0687).

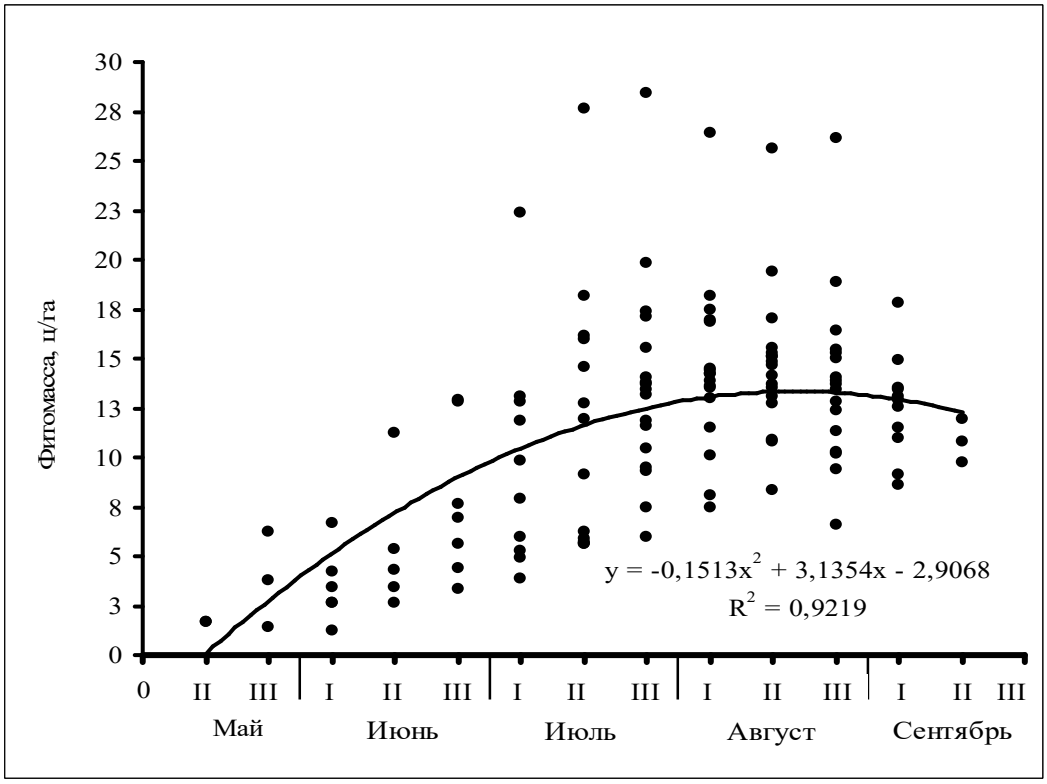


Рисунок 4.11. График подекадного накопления максимальной величины зеленой фитомассы в ковыльно-разнотравно-вострецовом сообществе за период вегетации (по многолетним данным).

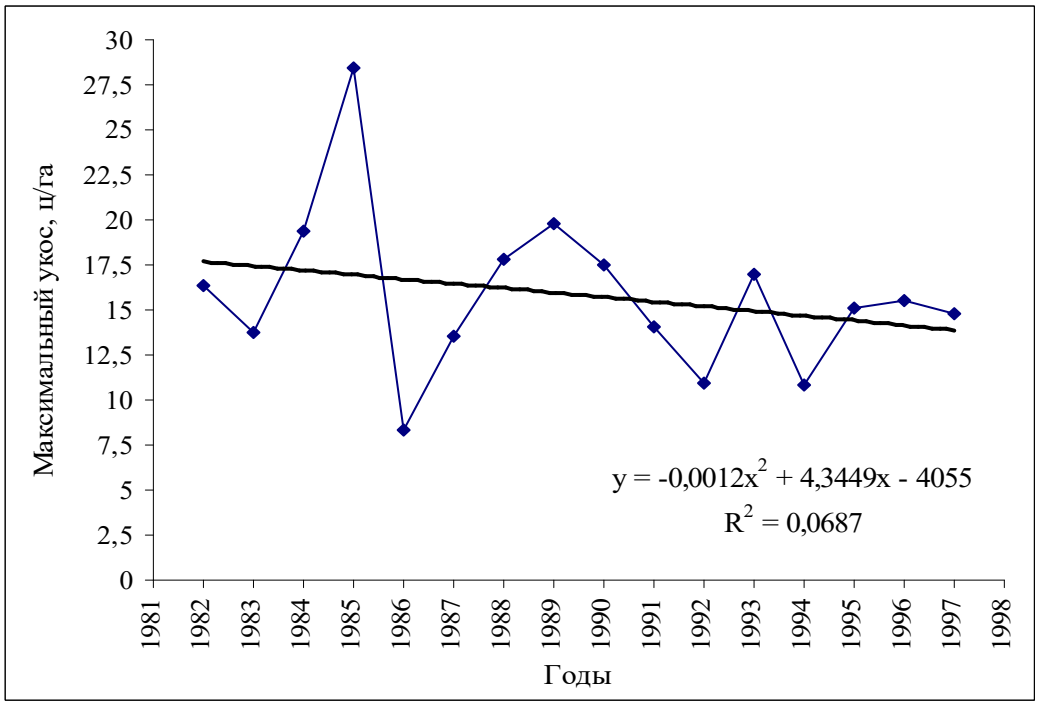


Рисунок 4.12. Многолетний тренд изменения величины максимального запаса продукции в ковыльно-разнотравно-вострецовом сообществе

4.3. Динамика фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества

Ковыльные степи – основная растительная формация Монголии. Являясь основным эдификатором степей, ковыли распространены практически по всему степному поясу.

Б. Дашням (1966) подробно описал ковыльные степи Восточной Монголии. Он выделил здесь 5 больших групп (ковыльная, злаково-ковыльная, разнотравно-ковыльная, полукустарничково-ковыльная, кустарниково-ковыльная). Д. Банзрагч (1970) подчеркнул, что эта классификация применима для всех степных территорий страны. Из всех этих типов мы выбрали для стационарных исследований разнотравно-крупноковыльное сообщество, изучение которого было наиболее широкомасштабным и продолжительным (1982 г. – наст. время).

Вегетация в среднем начинается 15 апреля и продолжается около 150 дней. Период активной вегетации может составлять от 60 дней (в засушливые июнь-август 1986, 2006) до 120 дней (увлажненные 1987, 2002). Разгар вегетации растений этого сообщества приходится на начало июля и конец августа (Мандах, 1999).

В таблице 4.10 показана общая многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества в засушливые годы (табл. 4.9). Максимальные значения надземной живой фитомассы варьировали от 8,5 (2004 г.) до 15,0 ц/га (2005 г.), при среднем значении 12.5 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 2,6 (конец мая) до 15,0 (конец августа), достигая среднего максимального значения 12,4 ц/га (конец августа). Среднедекадная продукция колебалась от -1,3 до 2,9 ц/га, демонстрируя за сезон вегетации два явных подъема. Первый максимум ежедекадно измеренных запасов продукции приходится на первую декаду июля, а второй, не так явно выраженный после незначительных колебаний, наступает в третьей декаде августа. Таким образом, оба эти подъема совпадают со стадиями развития сообщества (рис. 4.13). Первый пик – с цветением, в основном, разнотравной части сообщества, а второй пик и поддержание уровня запасов между ними являются результатом стадии

плодоношения разнотравья и выходом генеративных побегов и обсеменения крупных ковылей. Как среднее, так и максимальные значения запасов продукции для разнотравно-крупноковыльного сообщества меньше, чем для двух вышеописанных сообществ.

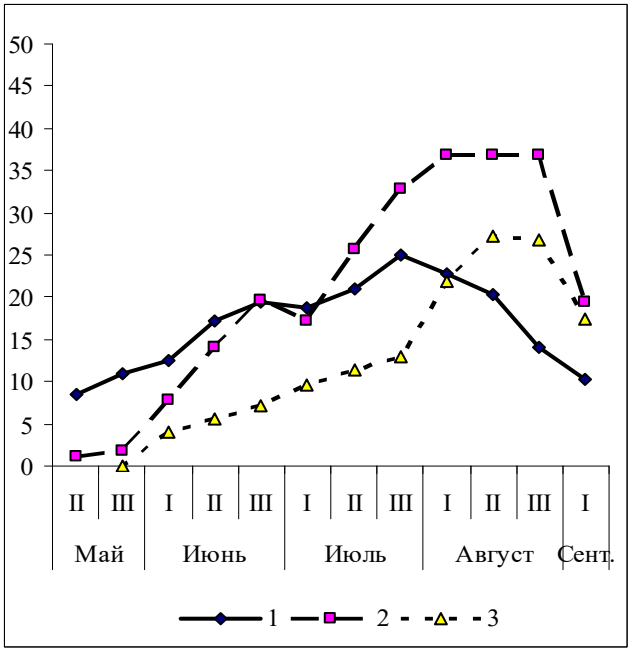


Рисунок 4.13. Кривые цветения (1), плодоношения (2) и обсеменения (3) разнотравно-крупноковыльного сообщества. Показатели от средней многолетней 1982-1990 г.г. По оси ординат – число видов, по оси абсцисс – даты (по Мандах, 1999).

Таблица 4.9

Классификация годов наблюдений разнотравно-крупноковыльного сообщества по количеству осадков.

Шкала	Сухие	Засушливые	Средние	Влажные	Экстравлажние
	<70%	70-90%	90-110	110-130	130>
Годы	1981 2006	1982 1992 1995 2000 2001 2003 2004 2005	1983 1985 1987 1988 1989 1990 1994 1997 1999	1984 1986 1993	1991 1996 1998 2002
Количество лет	2	8	9	3	4
Повторяемость, %	7.7	30.8	34.6	11.5	15.4

Таблица 4.10

Сезонная динамика зеленой фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества (ц/га, сух. масса) в засушливые годы

Месяц		Май	Июнь			Июль			Август			Сент.	max
№ декады		III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	
Годы	1982						6.3	8.6	11.3	12.6	13.4	13.1	13.4
	1992							9.5	10.4	12.7	12.5	11.8	12.7
	1995							12.6	13.8	13.7	12.8	11.9	13.7
	2000									11.2			11.2
	2001									12.8			12.8
	2003		5.7	6.6	9.5	12.7	10.1	12.3	13.6	11.3	14.3	11.2	14.3
	2004		7.8	5.4	4.8	7.6	8.5	8.0	7.9	8.5	7.7	7.4	8.5
	2005	2.6	4.5	6.5	8.2	11.0	11.7	9.5	17.1	10.9	15.0		15.0
	2006		4.1	4.1	5.9	6.8	7.4	10	8.8	11.3	11.0		11.0
Ср		2.6	5.5	5.7	7.1	9.5	8.8	10.1	11.8	11.7	12.4	11.1	12.5
Декадный прирост фитомассы			2.9	0.1	1.5	2.4	-0.7	1.3	1.8	-0.2	0.7	-1.3	

Наиболее близкими к средним годичным показателям увлажнения оказались 9 лет из общего ряда наблюдений разнотравно-крупноковыльного сообщества (табл. 4.11). В этой таблице показана общая многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы в средние по увлажнению годы. Максимальные значения надземной живой фитомассы наблюдались в пределах от 11,4 (1990 г.) до 21,2 ц/га (1985 г.), при среднем показателе 13,8 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 2,5 (начало июня) до 21,2 (начало августа), достигая среднего максимального значения 13,6 ц/га (начало августа). Среднедекадная продукция колебалась от -1,3 до 2,8 ц/га с максимумом в конце июня, а далее с небольшим снижением была практически одинакова до конца июля, после чего происходило плавное уменьшение к середине сентября. Средний максимум ежедекадно измеренных запасов продукции был зафиксирован в первой декаде августа. До и после этого значения происходили плавные процессы накопления фитомассы, и,

соответственно, ее уменьшения. Аналогично вышеописанным сообществам, в данном случае основным регулятором интенсивности процесса формирования зеленой массы является ритмичность поступления осадков. После завершения стадий плодоношения и обсеменения (рис. 4.13) рост растений останавливается, и количество живой надземной фитомассы начинает постепенно убывать.

Таблица 4.11

Сезонная динамика зеленой фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества (ц/га, сух. масса) в годы средние по увлажнению.

Месяц		Май	Июнь			Июль			Август			Сентябрь		max
№ декады		III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	
Годы	1983				8.0	11.2	8.4	12.1	12.9	13.4	11.9	12.6	10.4	13.4
	1985					14.2	20.4	20.0	21.2	19.9				21.2
	1987			3.8	5.2	6.6	8.2	11.9	12.4	11.5	11.3	12.6		12.6
	1988			4.9	8.4	8.4	8.4	13.4	14.9	11.7	11.9	12.0	8.9	13.4
	1989	2.9			8.9	8.4	12.0	12.4	11.8	9.4	10.2	3.8		12.4
	1990		2.5		5.4	5.8		10.8	13.0	11.4	11.3			11.4
	1994					7.4	8.7	10.9	12.6	13.1	12.5	12.1		13.1
	1997								10.1	10.9	13.2	12.7		13.2
	1999									13.8				13.8
Ср		2.9	2.5	4.4	7.2	8.9	11.0	13.1	13.6	12.8	11.8	11.0	9.7	13.8
Декадный прирост фитомассы			-0.4	1.9	2.8	1.7	2.2	2.1	0.5	-0.8	-1.0	-0.8	-1.3	

Далее в таблице 4.12 отображена многолетняя динамика сезонного формирования живой надземной фитомассы во влажные и экстравлажные годы. Максимальные значения надземной фитомассы изменялись от 11,8 (1986 г.) до 22,3 ц/га (1984 г.), при среднем значении 16,7 ц/га. Подекадный запас зеленой фитомассы в различные годы изменялся от 2,7 (конец мая) до 22,3 (середина августа), достигая среднего максимального значения 15,2 ц/га (середина августа). Среднедекадная продукция колебалась от -0,3 до 3,9 ц/га, с двумя слабовыраженными подъемами в первых декадах июля и августа. Эти пики прироста не вполне совпадают со стадиями развития основных видов сообщества (рис.), и скорее всего объясняются погодными условиями.

Ежедекадно измеренные среднемноголетние запасы продукции достигают максимума в середине августа. Нарастание фитомассы перед этим пиком и отмирание после него происходит равномерно, без заметных всплесков и провалов. Продуктивность описываемого сообщества в указанный период превышает таковую в годы со средним, и тем более, недостаточным увлажнением. Таким образом, в разнотравно-крупноковыльном сообществе на продуктивность растительности достаточное влияние оказывает не только распределение осадков во времени в течение периода вегетации, но также их суммарное количество, поскольку в каштаново-супесчаных почвах не происходит избыточного увлажнения, да и ковыли – эдификаторы сообщества – являются растениями скорее «сухотерпимыми», чем сухолюбивыми.

Таблица 4.12

Сезонная динамика зеленой фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества (ц/га, сух. масса) во влажные и экстравлажные годы.

Месяц		Май	Июнь			Июль			Август			Сентябрь		max
№ декады		III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	
Годы	1984	2.7	5.0	7.7	7.9	12.5	16.4	15.0	17.8	22.3		15.5	15.3	22.3
	1986					5.5	7.4	8.2	11.8	9.4	7.6			11.8
	1993							12.8	14.6	14.9	13.3	13.0		14.9
	1991					10.1	9.5	10.8	12.8	14.5	12.9	12.5		14.5
	1996						10.8	13.5	15.3	15.9	16.1	15.8		16.1
	2002		8.1	10.3	7.2	13.9	12.4	14.5	16.1	14.0	20.8	12.4	12.5	20.8
Ср		2.7	6.6	9.0	7.6	10.5	11.3	12.5	14.7	15.2	14.1	13.8	13.9	16.7
Декадный прирост фитомассы			3.9	2.5	1.5	3.0	0.8	1.2	2.3	0.4	-1.0	-0.3	0.1	

На рис. 4.14 показан общий многолетний ход подекадного накопления зеленой фитомассы. На основании долговременных наблюдений выявлена закономерность, которая описывается полиномиальным уравнением (R^2=0,9719). При изучении многолетнего изменения максимального запаса продукции (рис. 4.15) подобных закономерностей выявлено не было (R^2=0,0622).

Из вышесказанного можно заключить, что во всех степных сообществах подекадное накопление зеленой фитомассы подчиняется полиномиальной зависимости.

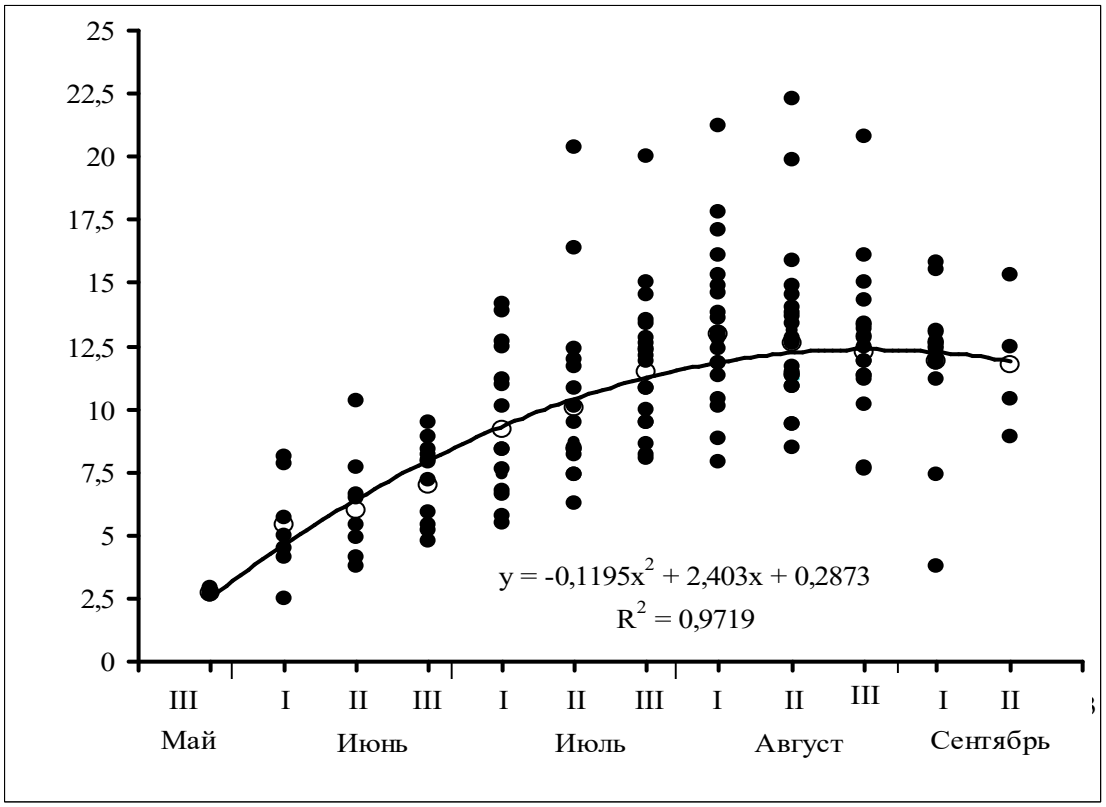


Рисунок 4.14. График подекадного накопления максимальной величины зеленой фитомассы в разнотравно-крупноковыльном сообществе за период вегетации (по средним многолетним данным).

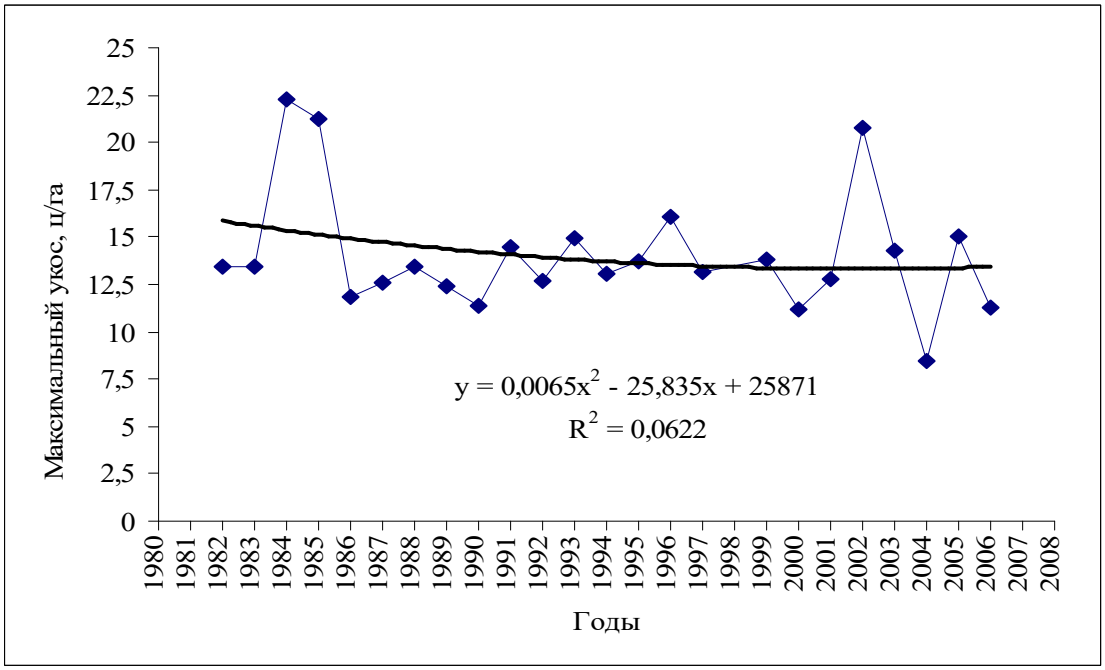


Рисунок 4.15. Средний многолетний тренд изменения величины максимального запаса продукции в разнотравно-крупноковыльном сообществе.

Следует отметить, что для всех рассмотренных сообществ максимальная величина количества зеленой фитомассы в значительной степени совпадает с фазой массового цветения и плодоношения доминирующих видов, что подтверждается наблюдениями И.В. Ларина (1957) для степей вообще. Исходя из рассмотренных фактов, можно заключить, что за период вегетации наблюдается три периода максимальной скорости прироста зеленой массы, которые связаны с биологическими циклами развития растений и погодными условиями.

Глава V. СТРУКТУРА ФИТОМАССЫ ОСНОВНЫХ СООБЩЕСТВ

5.1. Структура фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества

По многолетним средним данным, в структуре максимального летнего укоса наибольшую долю занимают злаки (59,6%) и разнотравье (24,8%). Среди злаков по массе доминируют *Stipa grandis* (28,1%), а среди разнотравья – *Filifolium sibiricum* (10,5%).

Как видно из рисунка 5.1, на протяжении периода вегетации в этом сообществе соотношение живой и мертвой растительной массы изменяется. В начале периода преобладает мортмасса, составляя 67,8% от общей массы. К середине лета занимаемые ими доли выравниваются практически до соотношения 1:1, во второй половине сезона начинает доминировать зеленая фитомасса (приблизительно в соотношении 3:2), а в сентябре, после замедления вегетации соотношение масс меняется в обратную сторону (2:3, живая и мертвая, соответственно). Однако, как видно из графиков, динамика количества общей фитомассы хорошо коррелирует с динамикой мертвой массы, и практически совпадает с ней во времени.

Изучение вертикального распределения зеленой фитомассы в период ее максимума (середина августа) показало, что ярусность в этом сообществе выражена слабо, лишь в интервале 10-15 см заметно незначительное увеличение доли зеленой массы за счет вегетативных частей злаков. Следует заметить, что 14,6% массы растительности находится в интервале высоты 0-3 см, 45,4% в интервале 0-7 см, а 95,1% в интервале 0-20 см. Это показывает, что подавляющая часть доминирующих растений сообщества находится в пределах этой высоты. Как показано на рисунке 5.2, существует полиномиальная зависимость между ярусностью фитомассы и видовым составом растений. Пик графика от середины пяти основных интервалов смещен вверх (интервал 5-10 см, коэффициент детерминации 0,7356) и отображает массу, сформированную листьевыми частями разнотравья.

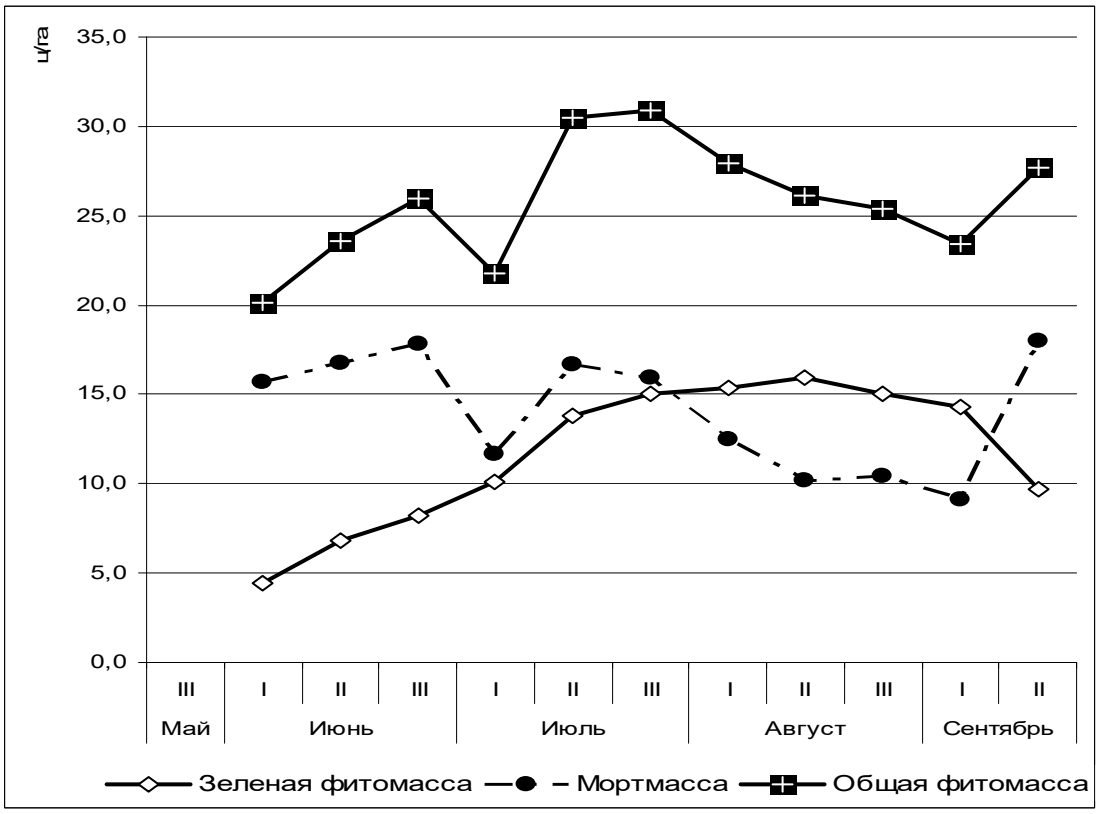


Рисунок 5.1. Сезонная динамика фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества.

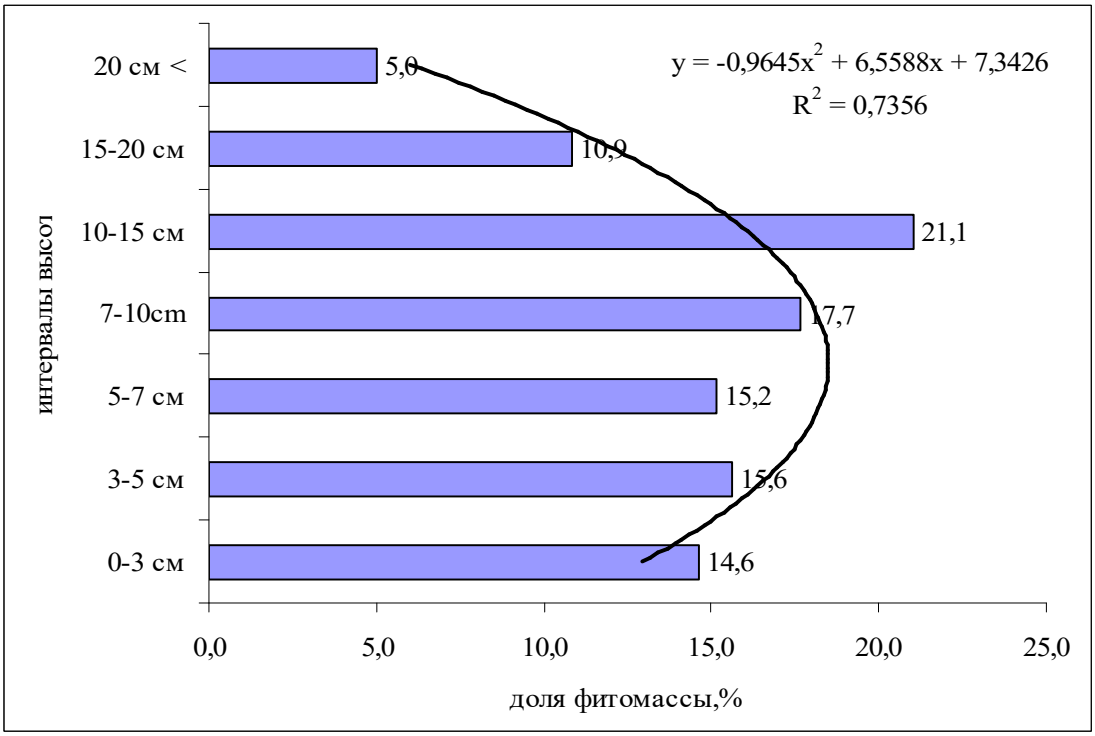


Рисунок 5.2. Среднее многолетнее вертикальное распределение фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества.

Опыты по изучению отавности были проведены в 7 вариантах отчуждения фитомассы с изменением дат скашивания (табл. 5.1). Наиболее высокий уровень отавности показали варианты А, Б и В (40%, 34,2% и 42,4% от общей зеленой фитомассы, соответственно). То есть, если говорить о прикладном применении этих результатов, то итоговый наибольший сезонный выход зеленой фитомассы из сообщества получается при активном ее использовании (пастьба или кошение) в июне, июле и сентябре (вариант В).

Таблица 5.1.

Отавность изученных сообществ в зависимости от даты первого скашивания (ц/га, сух. масса).

№№ участков	месяцы	Варианты опытов						
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
1	июнь	70,12	84,00	62,12	58,80			
	июль	39,52		43,48		88,80	122,92	
	август	6,60	42,68			2,72		68,28
	сентябрь	0,62	0,90	2,30	23,00	0,65	1,83	1,27
	Σ	116,86	127,58	107,90	81,80	92,17	124,75	69,55
2	июнь	77,32	86,00	84,40	79,00			
	июль	29,67		34,73		97,47	152,87	
	август	3,67	23,73			3,13		80,33
	сентябрь	0,87	1,07	5,07	12,07	0,99	1,87	0,35
	Σ	111,52	110,80	124,20	91,07	101,59	154,73	80,68
3	июнь	67,13	77,60	53,73	62,93			
	июль	26,07		24,67		103,73	104,27	
	август	8,13	34,73			6,00		79,33
	сентябрь	1,07	1,20	8,53	24,80	0,87	5,80	0,53
	Σ	102,40	113,53	86,93	87,73	110,60	110,07	79,87

Примечание: участок 1 – ковыльно-разнотравно-пижмового сообщество; участок 2 – ковыльно-разнотравно-вострецового сообщество; участок 3 – разнотравно-крупноковыльного сообщество.

Исследования распределения по глубине подземной фитомассы (рис. 5.3) показали, что в интервале 0-20 см находится 68,7% корней (671,3 г), в интервале 0-30 см – 78,1% (763,9 г), а в интервале 0-50 – 90,2% (882,2 г). Из этого видно, что основная масса корней проникает до глубины 50 см, что видно из

расположения линии графика экспоненциальной зависимости (R^2=0,9313). Общая же подземная фитомасса (977,6 г/м^2) в этом сообществе превышает надземную в 6,1 раза.

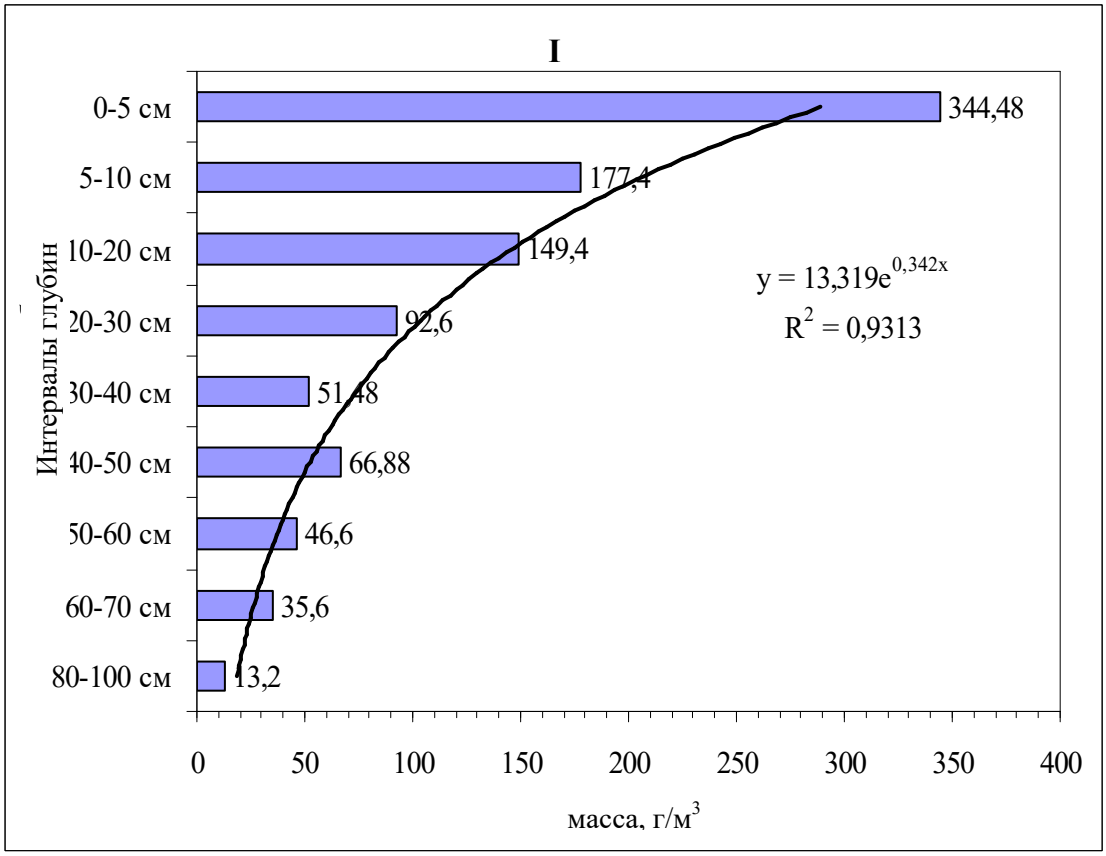


Рисунок 5.3. Среднее вертикальное распределение подземной фитомассы ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества.

5.2. Структура фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества

По многолетним средним данным, в структуре максимального летнего укоса наибольшую долю занимают злаки (60,5%) и разнотравье (20,6%). Среди злаков по массе доминируют *Stipa krylovii* (12,8%), а среди разнотравья – *Iris dichotoma* (11,1%).

Как видно из рисунка 5.4, на протяжении периода вегетации в этом сообществе соотношение живой и мертвой растительной массы также непостоянно. В начале июня преобладает мертвая фракция, составляя 75% от общей массы. Выравнивание долей происходит в начале июля. К началу августа доминирование зеленой фитомассы максимально (соотношение 2,2:1), а к

середине сентября происходит постепенное сближение линий трендов, но, тем не менее, преобладание зеленой фитомассы составляет 3:2. Корреляция динамики количества общей фитомассы с динамикой мертвой массы выражена не столь явно, как в предыдущем сообществе, но все же заметна достаточно отчетливо.

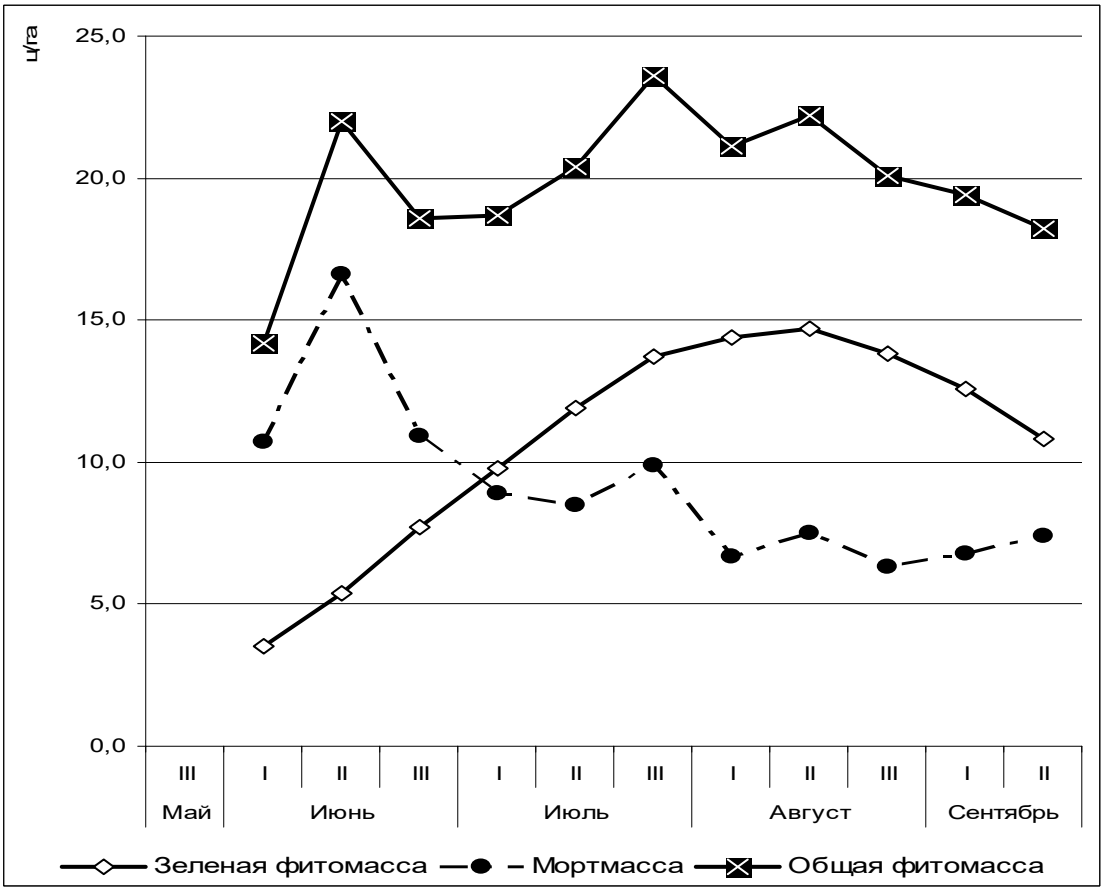


Рисунок 5.4. Сезонная динамика фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества

Изучение средней многолетней структуры вертикального распределения зеленой фитомассы в период ее максимума (середина августа) показало, что 17,1% находится в интервале высоты 0-3 см, 51,6% в интервале 0-7см, а 96,0% в интервале 0-20 см (рис. 5.5). Это показывает, что большая часть доминирующих растений сообщества находится в пределах этой высоты. Ярусность в этом сообществе до высоты 15 см практически не выражена, вершина полиномиальной кривой находится практически в центре основных пяти

градаций (коэффициент детерминации выше – 0,9193). Сформирована эта часть фитомассы разнотравьем и вострецом.

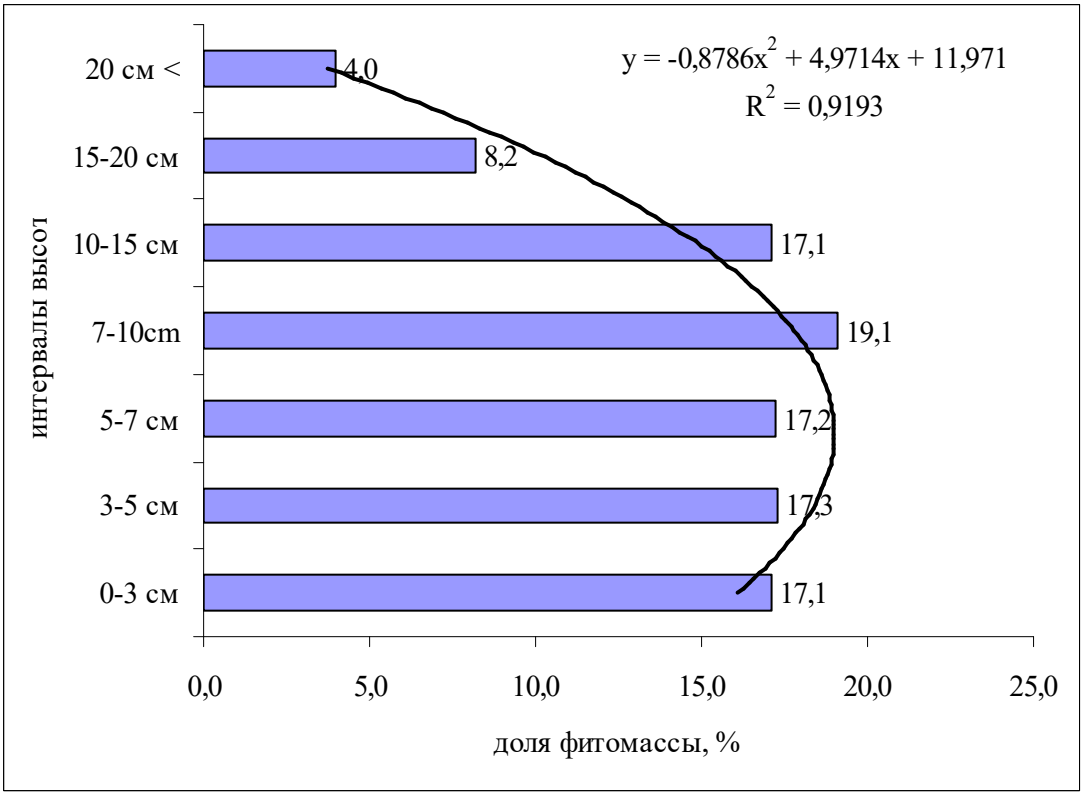


Рисунок 5.5. Среднее многолетнее вертикальное распределение фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества.

Наиболее высокий уровень отавности (табл. 5.1) показали опыты в вариантах А, Б и В (30,7%, 22,4% и 32,0% от общей зеленой фитомассы, соответственно). Итоговый наибольший сезонный выход зеленой фитомассы из сообщества получается при активном ее использовании аналогично предыдущему сообществу, т.е. вариант В.

Исследования распределения по глубине подземной фитомассы (рис. 5.6) показывают, что в интервале 0-20 см находится 57,9% корней (382,4 г), а в интервале 0-50 – 86,3% (569,4 г), т.е. наблюдается экспоненциальная зависимость (R^2=0,8834). Общая подземная фитомасса (659,9 г/м^2) в этом сообществе превышает надземную в 4,5 раза.

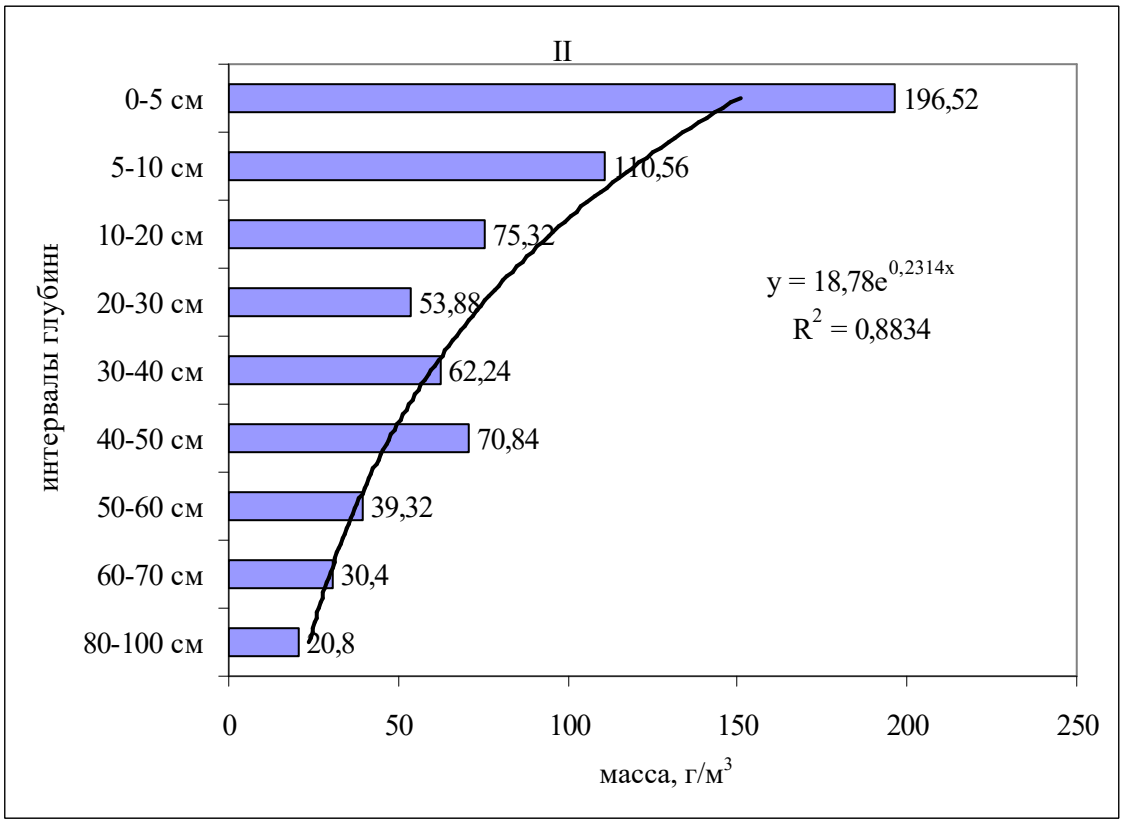


Рисунок 5.6. Среднее вертикальное распределение подземной фитомассы ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества.

5.3. Структура фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества

По многолетним средним данным, в структуре максимального летнего укоса наибольшую долю занимают злаки (60,9%) и разнотравье (21,1%). Среди злаков по массе доминируют *Stipa grandis* + *S. sibirica* (46.4%), а среди разнотравья – *Serratula centauroides* (16,1%).

На протяжении периода вегетации (рис. 5.7) в данном сообществе изменение соотношения живой и мертвой растительной массы имеет специфическую картину. В начале вегетации (конец мая) мертвая фракция составляет 92.9% от общей массы, превышая зеленую массу более чем в 13 раз. К концу июля происходит сближение трендов, но линии так и не пересекаются, т.е. преобладание мортмассы сохраняется приблизительно в соотношении 1,2:1. И далее до середины сентября это соотношение остается практически постоянным, с незначительными колебаниями порядка 0,1. Превышение мортмассы связано с доминатами этого сообщества *Stipa* spp., грубые

одревесневшие побеги которых плохо поддаются разложению. Ход линии изменения количества общей фитомассы варьирует хотя и не так сильно, как линия хода мертвой массы, но, тем не менее, рисунки этих колебаний схожи, что также позволяет нам говорить о зависимости количества общей фитомассы от доли мертвой фракции.

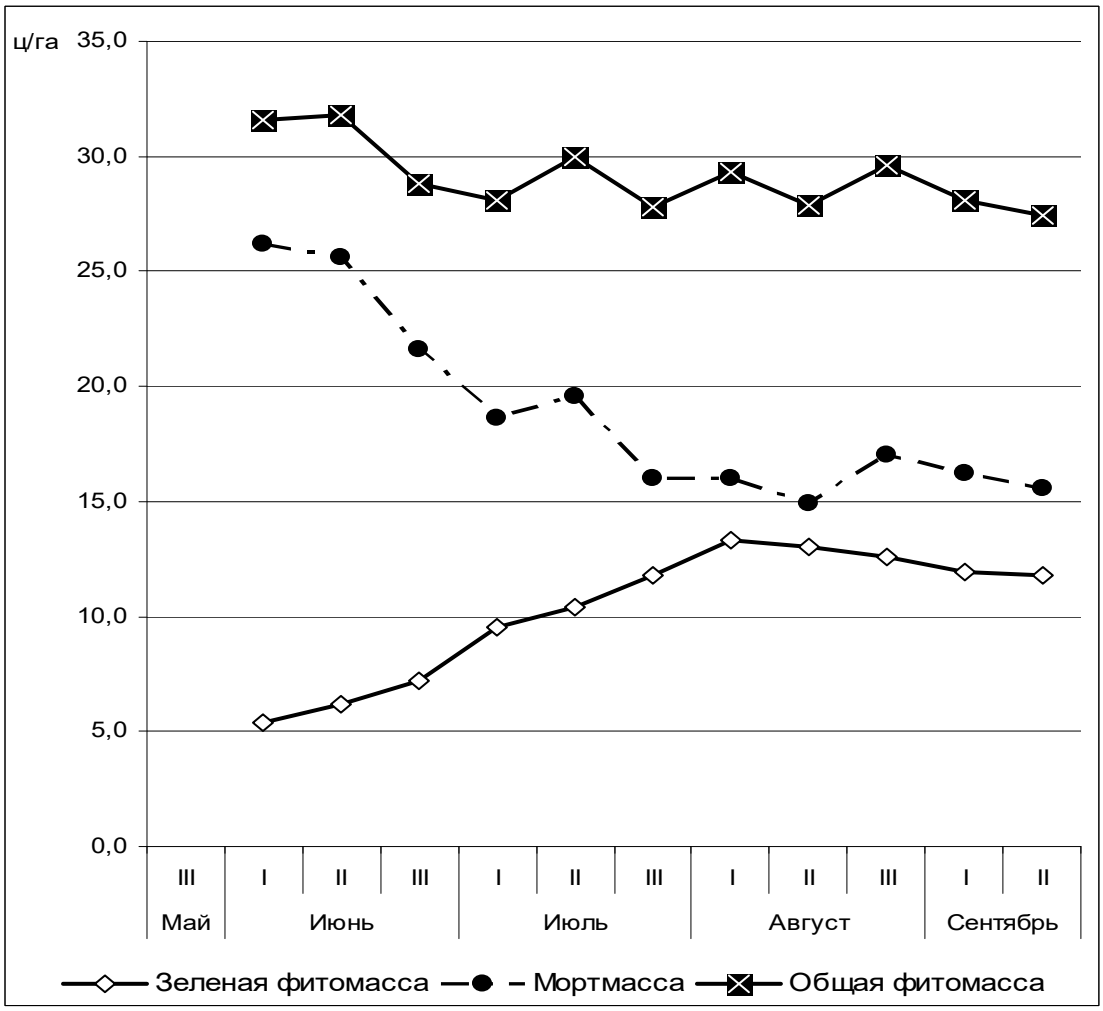


Рисунок 5.7. Сезонная динамика фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества

Изучение структуры вертикального распределения зеленой фитомассы в разнотравно-крупноковыльного сообществе проводилось в период ее максимума (август) на двух участках. Первый из них это типичное пастбище, т.е. степь, которая без каких-либо ограничений (за исключением сенокошения) используется в качестве кормового ресурса для целей животноводства. Второй

же, называемый нами «условно заповедным», размером 100×100 м (1 га), был огорожен в течение 1982-1995 г.г. и с 1999 г. по настоящее время, и тем самым полностью исключен из хозяйственного использования. Таким образом, была получена возможность сравнения функционирования степных экосистем, как под воздействием пастбищной нагрузки, так и при ее отсутствии.

При сравнении этих двух подучастков разнотравно-крупноковыльного сообщества нами были использованы более дробные градации вертикальной структуры растительности. В первую очередь следует отметить, что максимальная высота растений выше в «заповеднике» (рис. 5.9), чем на пастбище (рис. 5.8), 115 см и 85 см, соответственно. А далее, при рассмотрении долевого участия слоев, видно, что экспонента, описывающая их распределение, в своей нижней части расположена более полого в «заповеднике» (R^2=0,9625), чем на пастбище (R^2=0,9748), т.е. изменение весового участия слоев в «заповеднике» идет более плавно. Так на пастбище 60,5% всей фитомассы находится в слое 0-10 см, в слое 0-20 см – 87,8%, а ниже высоты 30 см лежит 94,7% продукции. В то время, как на «заповедной» территории в слое 0-10 см лежит лишь 42,9% зеленой массы, в слоях 0-20 и 0-30 см – 72,4% и 86,6%, соответственно, а сравнимое значение в 94,6% от валовой продукции появляется только на высоте 45 см. Этому факту имеется два следующих объяснения. Первое, наиболее очевидное и распространенное, заключается в том, что при выедании растений, они физически не успевают вырастать в высоту и находятся в некоем балансе со скусыванием, а также не всем особям при этом (главным образом это касается злаков) удается сформировать полноразмерные генеративные побеги, которые, в основном, и образуют верхние ярусы степной растительности. Второе объяснение отталкивается от того факта, что повышенное накопление опада образует достаточно заметный слой подстилки, который в свою очередь не позволяет вегетировать разнотравью и другим мелким побегам, дающим основную массу нижнего яруса. Мы полагаем, что обе этих причины, в той или иной степени участвуют в разнице, наблюдаемой между подучастками.

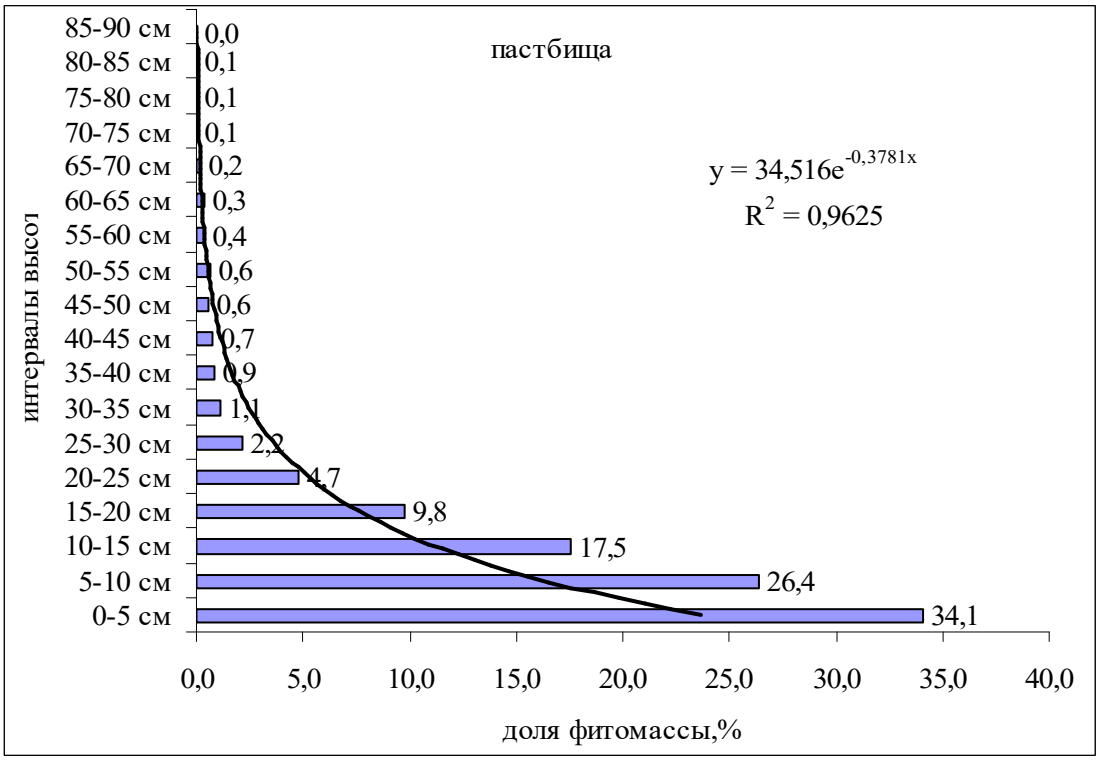


Рисунок 5.8. Среднее многолетнее вертикальное распределение фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества. Пастбищный подучасток.

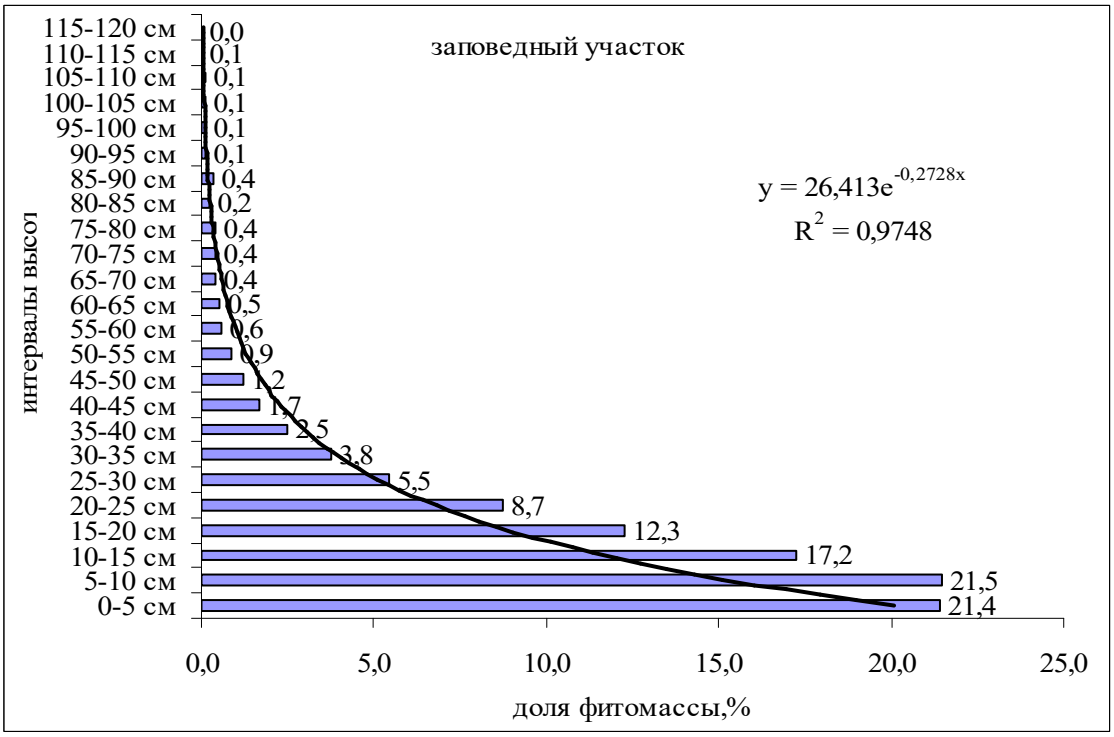


Рисунок 5.9. Среднее многолетнее вертикальное распределение фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества. Условно «заповедный» участок.

Наиболее высокий уровень отавности показали опыты в вариантах *А, Б, В* и *Г* (34,4%, 31,6%, 38,2% и 28,3% от общей зеленой фитомассы, соответственно). Таким образом, вариант *В* является наиболее предпочтительным для активного хозяйственного использования.

Исследования подземной фитомассы (рис. 5.10) показали, что в интервале 0-20 см находится 80,8% корней (847,8 г), а в интервале 0-50 – 92,3% (968,1 г). Общее распределение корневой массы хотя и схоже с таковым в предыдущих сообществах, но описывается полиномиальной зависимостью (R^2=0,8443). Превышение подземной фитомассы (1049, 4 г/м^3) над надземной составило 7,9 раза.

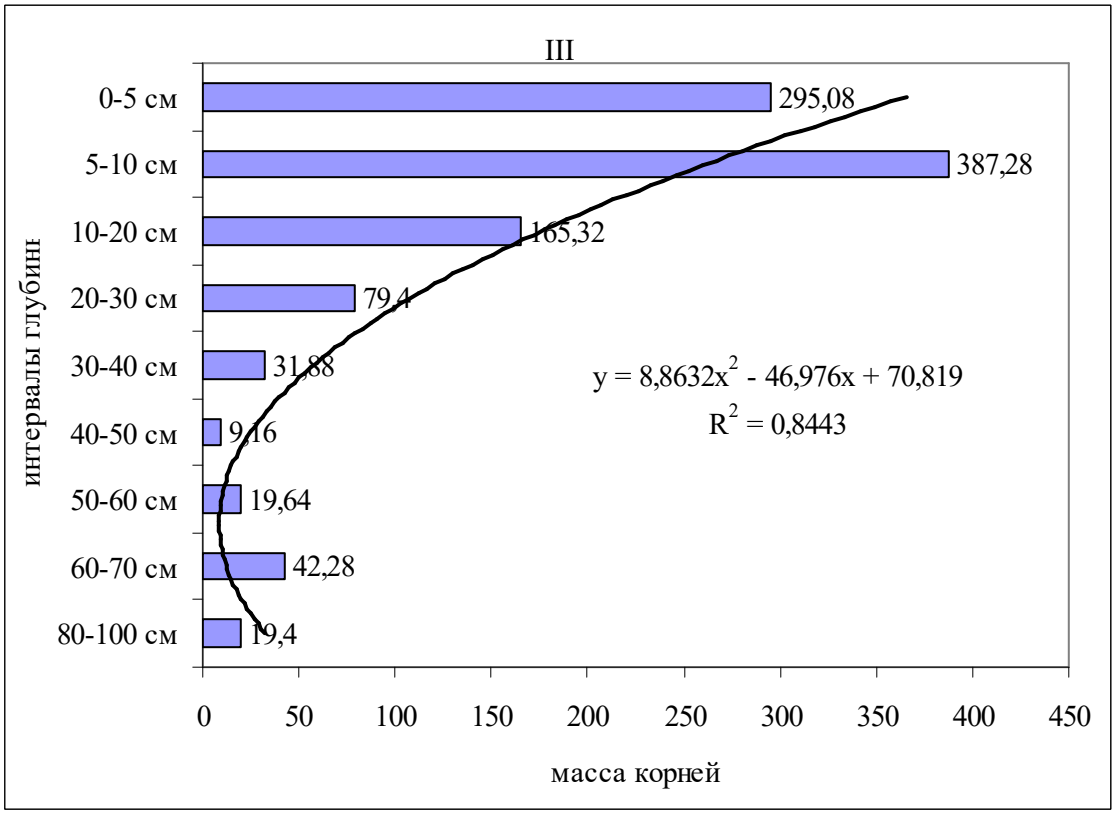


Рисунок 5.10. Среднее вертикальное распределение подземной фитомассы разнотравно-крупноковыльного сообщества.

5.4. Истинная продукция разнотравно-крупноковыльного сообщества.

За последние 5 лет исследований в данном сообществе проводились работы по изучению продукции надземной фитомассы на 2-х участках: на участке с постоянным круглогодичным выпасом животных и на участке с полным

исключением выпаса (условно заповедном). Определялась величина максимальной фитомассы, которая характеризует величину живой массы в момент ее максимального накопления, и действительная величина надземной первичной продукции. Из таблицы 5 видно, что максимальный укос не является точным показателем интенсивности продукционного процесса степных сообществ. Так, среднее значение этого показателя в «заповеднике» превышает таковое для выпасаемого участка всего лишь в 1,5 раза, в то время как разница в значениях истинной продуктивности составляет 2,0. Скорость накопления мертвой части фитомассы (а она формируется из отросших живых частей) на участке без выпаса выше в 4,3, а ее разложение в 2,7 раза. Объясняется этот факт тем, при «заповедности» происходит постепенное повышенное накопление ветоши, тогда как на выпасаемых участках накопление ветоши сокращено из-за выедания надземной фитомассы животными. Возможно также, что на заповедном участке мортмасса служит своеобразным защитным экраном, препятствующим поверхностному испарению влаги, и этим способствует ее удержанию и увеличению влагозапаса в почве.

Таблица 5. 2.

Продукция надземной фитомассы умеренно выпасаемого и изолированного участков.

Участки	Годы	Максимальный укос	Чистая продуктивность	Образование мортмассы	Разложение мортмассы	Продуктивность среднесуточная
Внутри забора	2002	20,8	42,6	37,9	32,2	0,286
	2003	14,3	24,0	12,8	21,8	0,169
	2004	13,2	50,8	42,6	40,4	0,388
	2005	17,1	33,8	23,3	25,2	0,13
	2006	11,3	28,9	17,8	42,0	0,219
	Среднее	15,3	36,0	26,9	32,3	0,2
Вне забора	2002	13,9	21,5	5,8	10,5	0,144
	2003	12,4	23,4	8,2	12,1	0,165
	2004	7,3	12,3	3,6	9,3	0,094
	2005	10,2	14,2	4,0	9,9	0,108
	2006	8,1	17,9	9,8	17,6	0,135
	Среднее	10,4	17,9	6,3	11,9	0,1

5.5. Сохранность фитомассы по сезонам.

Исследованные нами типы пастбищ, достигнув к середине августа максимального запаса продукции, со второй половины этого месяца начинают его неумолимо снижать, несмотря на продолжающиеся благоприятные метеорологические условия (табл. 5.3). Однако степень сохранности урожая достаточно высока. В среднем на степных пастбищах сохраняется на корню от летнего максимума к осени 56,5-88,0%, к зиме 45,2-85,8%, а к весне 36,7-69,3% (табл. 5.4). Причем зависит это не только от состава травостоя, но и от степени и характера хозяйственного использования.

В зависимости от указанных выше причин различные сообщества резко отличаются по сохранности травостоя в различные сезоны года. Лучше всего сохраняется разнотравно-горно-луговое (88,0; 85,8; 69,3% соответственно). Однако это, скорее, связано не с особенностями травостоя, а с тем, что на горных лугах практически не происходит выпаса скота в связи с труднодоступностью. В связи с преобладанием разнотравья сохранность травостоя пижмового сообщества оказалась одной из самых низких. Она составляет осенью 53%, зимой – 49%, а весной 47%. Также невысока сохранность у разнотравно-типчакового и пижмово-разнотравно-типчакового сообществ (56,5; 47,4; 40,5 и 74,3; 45,2; 36,7 %% соответственно). В вострецовом сообществе соответственно 66,7%, 65,2%, 58,6%; а в ковыльном 71,5%, 66,7%, 51,0%. При этом лучшая сохранность ковыльного сообщества связана с преобладанием злаков, которые довольно устойчиво держатся на корнях даже в ветошном состоянии. Достаточно высокую сохранность также показывают сообщества с участием караганы и ковылей, что связано с одной стороны, как мы уже отмечали, с устойчивостью злаков, а с другой, практически с отсутствием разложения, а тем более перехода в ветошь, одревесневших частей караганы. Относительна хорошая сохранность также и у солончакового сообщества (64,0; 62,8; 49,5 %%, соответственно). Однако это связано в большей мере с отсутствием там зимней пастьбы, поскольку в нем практически отсутствуют кормовые виды растений, и в гораздо меньшей собственно от устойчивости растений. Сохранность остальных типов пастбищных сообществ

весьма различна и колеблется в указанных пределах (см. выше), имея следующую общую закономерность: чем выше доля разнотравья и меньше доля злаков, тем ниже сохранность травостоя во вневегетационный период, и наоборот. Как мы уже отмечали, связано это, во-первых, с низким уровнем прочности трав и высоким – злаков, а во вторых, с низкой пищевой ценностью злаков в зимний период и более высокой – разнотравья, которое соответственно выедается в первую очередь, а также вытаптывается при пастьбе.

Таблица 5.3.

Сезонная сохранность валового урожая (ц/га) основных растительных сообществ сомона Тумэнцогт.

№	Лето (авг.)				Осень (ноя. - дек.)				Зима (фев.)				Весна (апр.)			
выделов	1982	1983	1984	1985	1982	1983	1984	1985	1983	1984	1985	1986	1983	1984	1985	1986
1	35,3	33,9	26,4	43,76	16,4	16	18,1	23,86	15,2	13	16,6	23,73	14,1	14,4	14,1	23,34
2	26,6	20,5	27,4	39,97	17,6	15,55	18,6	24,68	17,1	18,4	13,3	25,8	16,5	13,4	13,6	23,53
3	26,6	22,1	35,7	38,4	16,4	21,8	23,4	21,61	18,9	19,2	16,7	21,04	17,1	17,9	16,5	20,58
4	21,3	21,15	27,86	36,43		11,15	25,13	30,13		10,78	13,97	29,93	24,7	8,43	10,1	20,1
5	8,4	17,54	8,56	11,3		7,66	10,34	7,01		8,75	6,01	5,99	8,77	5,25	3,96	4,5
6	11,17	9,4	18,46	24,96	5,44	7,76	11,63	24,18	10,39	7,36	11,13	14,12	6,73	5,5	7,1	5,4
7	19,3	17,63	21,93	24,07	10,39	6,79	17,74	17,77	8,53	6,01	10,4	16,68	9,47	5,83	7,96	15,4
8	16,37	10,7	22,59	27,34			16,25				10,23	17,48			8,49	16,5
9	12,74	12,58	22,49	14,68	6,94	6,08	12,38	13,85		4,66	8,67	11	8,38	4,13	6,31	9,97
10	9,01	5,48	7,4	9,92	3,24	1,75	6,34	6,67		1,51	3,33	6,48	3,05	1,63	3,73	4,46
11	15,25	15,49	15,92	36,71	10,89	7,54	14,61	22,66		6,71	11,91	20,33	10,37	7,41	8,65	14,97
12	13,73	13,07	25,07	34,41		6,62	26,08	22,71		6,68	14,83	23,87	9,37	9,67	12,47	24,77
13	9,74	18,04	31,95	32,59	8,13	9,38	15,45	24,42	7,93	9,58	12,54	22,96	6,39	5,1	11,02	22,29
14	28,89	35,58	40,27	37,72		23,8	27,58	30,65		16,5	40,34	23,48	35,77	13,44	20,41	22,99
15	14,05	15,35	20,29	24,17		9,95	17,56	13,68		3,01	6,13	15,88	6,94	5,99	4,21	9,43
16	17,98	15,92	29,45	29,26	10,33	8,33	23,91	18,96	8,97		8,96	18,97	12,74	7,84	6,57	15,23
17	18,36	12,86	25,11	29,41	9,81	6,96	20,04	24,51	8,81	5,12	19,9	23,31	8,36	4,6	11,55	19,23
18	14,62	14,14	18,32	42,49	11,04	6,87	28,25	24,47	8,89	4,28	21,32	25,48	10,9	7,48	15,59	13,58
19	23,23	14,21	26,72	37,03	14,9	7,41	21,48	25,69	18,47	7,19	17,53	25,44	17,23	5,46	12,07	21,54
20	17,9	15,35	19,94	31,95		8,15	14,98	27,43		5,11	16,39	26,06	19,38	5,23	9,44	21,25
21			8,97	8,27			3,38	5,52				5,41				4,27
22			51,88	43,43			36,91	46,96			32,05	49,77			20,78	45,27

Примечание: названия сообществ для выделов указаны в табл. 5.4.

Таблица 5.4.

Средняя многолетняя сохранность фитомассы (в %% от максимального летнего запаса).

№ выде-лов	Названия сообщества	Координаты		Общая надземная фитомасса, г/м^2				Сохранность, %			
		Широта	Долгота	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна
1	Ковыльно-разнотравно-пижмовое	N47°36'	E112°12'	34,8	18,6	17,1	16,5	100,0	53,4	49,2	47,3
2	Ковыльно-мятликово-вострецовое	N47°35'	E112°10'	28,6	19,1	18,7	16,8	100,0	66,7	65,2	58,6
3	Разнотравно-ковыльное	N47°38'	E112°25'	30,7	20,8	19,0	18,0	100,0	67,8	61,8	58,7
4	Разнотравно-ковыльное с караганой	N47°38'	E112°40'	26,7	22,1	18,2	15,8	100,0	83,0	68,3	59,3
5	Типчаково-разнотравное	N47°35'	E112°43'	11,5	8,3	6,9	5,6	100,0	72,8	60,4	49,1
6	Разнотравно-пижмово-типчаковое	N47°22'	E112°42'	16,0	12,3	10,8	6,2	100,0	76,6	67,2	38,6
7	Вострецово-разнотравно-ковыльное	N47°26'	E112°39'	20,7	13,2	10,4	9,7	100,0	63,5	50,2	46,6
8	Разнотравно-мятликово-ковыльное	N47°21'	E112°36'	19,3	16,3	13,9	12,5	100,0	84,4	72,0	64,9
9	Караганово-змеевково-ковыльное	N47°25'	E112°13'	15,6	9,8	8,1	7,2	100,0	62,8	51,9	46,1
10	Разнотравно-типчаковое (каменистое)	N47°15'	E112°18'	8,0	4,5	3,8	3,2	100,0	56,5	47,4	40,5
11	Холоднополынно-мятликово-ковыльное	N47°22'	E112°14'	20,8	13,9	13,0	10,4	100,0	66,8	62,3	49,7
12	Караганово-змеевково-мятликово-ковыльное	N47°22'	E112°06'	21,6	18,5	15,1	14,1	100,0	85,6	70,1	65,2
13	Разнотравно-караганово-ковыльное	N47°28'	E112°07'	23,1	14,4	13,3	11,2	100,0	62,2	57,4	48,5
14	Осоково-пижмово-беломятликовое	N47°33'	E112°02'	35,6	27,3	26,8	22,9	100,0	76,8	75,2	64,4
15	Пижмово-разнотравно-типчаковое	N47°39'	E112°07'	18,5	13,7	8,3	6,8	100,0	74,3	45,2	36,7
16	Ковыльно-вострецовое	N47°35'	E112°32'	20,7	15,4	12,3	10,6	100,0	74,5	59,6	51,3
17	Разнотравно-ковыльное	N47°37'	E112°30'	21,4	15,3	14,3	10,9	100,0	71,5	66,7	51,0
18	Караганово-разнотравно-ковыльное	N47°32'	E112°36'	23,4	17,7	15,0	11,9	100,0	75,5	64,1	50,8
19	Холоднополынно-вострецово-типчаково-ковыльное	N47°27'	E112°25'	25,3	17,4	17,2	14,1	100,0	68,7	67,8	55,7
20	Караганово-злаково-ковыльное	N47°27'	E112°29'	21,1	16,9	15,9	12,0	100,0	79,8	75,1	56,7
21	Солончаковое	N47°27'	E112°17'	8,6	5,5	5,4	4,3	100,0	64,0	62,8	49,5
22	Разнотравно-горно-луговое	N47°38'	E112°07'	47,7	41,9	40,9	33,0	100,0	88,0	85,8	69,3
Средняя				22,7	16,5	14,7	12,4	100,0	71,6	63,0	52,7

Глава VI. ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ФИТОМАССЫ ОСНОВНЫХ СООБЩЕСТВ

6.1. Зависимость динамики продуктивности зеленой фитомассы от погодных условий.

В настоящее время всем уже хорошо известно, что «каждое сообщество имеет свой собственный климат, определяющийся в значительной степени составом и строением самого же сообщества» (Сукачев, 1926).

Работ, посвещенных взаимосвязи между климатом и накоплением травяной массы, довольно много (Алексеенко, 1958, 1976; Банникова, Измайлова, Максимович, 1982; Дружинина, 1973; Гаджиев, Королюк, Титлянова, и др., 2002; Гордеева, Казанцева, Даваажамц, 1981; Горшкова 1973, 1990; Нахуцрищвили, Чхиквадзе, Хецуриани, 1980; Ничипорович, Строганова и др., 1961; Макаревич, 1965; Работнов, 1950, 1951, 1961, 1974; Pumpel, 1977, и т. д.).

В зоне сухих степей, к которым относится Восточная Монголия, основными факторами, определяющими функционирование растительных сообществ и формирование зеленой фитомассы, являются количество осадков и температурный режим. Из таблицы 6.1 можно увидеть, что существует вполне выраженная корреляция между летними максимумами фитомассы, сроками их наступления, количеством весенних осадков и суммой температур.

Количество максимальной фитомассы хотя и зависит от суммы осадков за апрель, май и июнь (r = 0,56; 0,82; 0,65), но различно для каждого сообщества. Это обусловлено различиями в рельефе мест произрастания, их почвенных условий и, что наиболее значимо, структуре растительного сообщества. Отрицательная корреляция с температурой (r =-0,63; -0,55; -0,50) объясняется тем, что обычно в дни выпадения осадков температура понижается. То есть, в годы с жаркой, и соответственно, сухой весной количество максимальной фитомассы невелико, а в годы с влажными, и значит прохладными веснами, она образуется в большем размере. Между суммой весенних осадков (IV+V+VI) и сроками наступления максимумов наблюдается более тесная отрицательная зависимость (r=-0,64; -0,75; -0,63). Отсюда вытекает заключение, что во влажные

весны максимум зеленой фитомассы достигается быстрее, а в годы с меньшим увлажнением этот период удлиняется.

Таблица 6.1

Корреляционная матрица между весенними погодными показателями и максимумами количества зеленой фитомассы и сроками их наступления.

Показатели	Временные интервалы, месяцы	Максимальная фитомасса			Срок наступления максимума		
		1	2	3	1	2	3
осадки	IV	0,45	0,66	0,43	-0,38	-0,11	-0,22
	V	0,27	0,46	0,22	-0,33	-0,52	-0,40
	VI	0,43	0,72	0,74	0,01	-0,68	-0,33
	IV+V	0,39	0,63	0,07	-0,49	-0,51	-0,44
	IV+V+VI	0,56	0,82	0,65	-0,64	-0,75	-0,63
	V+VI	0,46	0,76	0,57	-0,09	-0,56	-0,41
температура	IV	-0,16	-0,02	-0,43	-0,12	-0,08	-0,02
	V	-0,13	-0,06	-0,33	-0,05	-0,53	-0,38
	VI	-0,51	-0,59	-0,30	-0,12	-0,30	-0,18
	IV+V	-0,32	-0,04	-0,32	-0,18	-0,56	-0,35
	IV+V+VI	-0,63	-0,55	-0,50	-0,23	-0,01	-0,35

1 – ковыльно-разнотравно-пижмовое сообщество
2 – ковыльно-разнотравно-вострецовое сообщество
3 – разнотравно-крупноковыльное сообщество

Таблица 6.2

Корреляционная матрица подекадных погодных показателей и количества фитомассы.

Показатели		Фитомасса, ц/га		
		1	2	3
Осадки, мм	P_i	0,05	0,15	0,01
	P_{i-1}	0,38	0,41	0,57
	P_{i-2}	0,83	0,85	0,88
	P_{i-3}	0,98	0,92	0,93
Температура, ^{0}C	T_i	0,58	0,59	0,61
	T_{i-1}	0,65	0,80	0,78
	T_{i-2}	0,77	0,81	0,76
	T_{i-3}	0,67	0,77	0,74

i – нумерация декад (начиная от третьей декады апреля)
1 – ковыльно-разнотравно-пижмовое сообщество
2 – ковыльно-разнотравно-вострецовое сообщество
3 – разнотравно-крупноковыльное сообщество

В таблице 6.2 показана корреляция между подекадными погодными показателями и количеством фитомассы, откуда видно, что на размер укоса определенной декады сильно влияет количество осадков (r = 0.98; 0,92; 0,93), выпавших в предыдущие декады (особенно 2-3 декады тому назад), и температуры (r = 0,77; 0,81; 0,76) предшествующих декад (1-2 декады назад).

Из этого следует, что выпавшие осадки и положительные температуры не оказывают мгновенный эффект на прирост фитомассы, а требуется определенное время для воздействия на растительность этих абиотических факторов.

Из таблицы 6.3 видно, что совокупность различных метеорологических факторов оказывает прямое влияние на формирование зеленой фитомассы.

Таблица 6.3

Коэффициенты корреляции между суммарными метеорологическими факторами и количеством зеленой фитомассы.

Сообщество	Факторы	X_1	X_2	X_3
Пижмовое	Y	0.949	0.958	0.948
Вострецовое	Y	0.932	0.934	0.936
Крупноковыльное	Y	0.870	0.904	0.878

Y - фитомасса

X_1 – фактор времени (до укоса), начиная от 1-го мая

X_2 – фактор количества осадков до укоса, начиная от 1-го мая

X_3 – фактор суммы среднесуточных температур, начиная с 1-го мая

Для исследованных сообществ эта зависимость описывается приведенными ниже многомерными регрессионными уравнениями.

Для ковыльно-разнотравно-пижмового сообщества:

$$Y=0,9638+0,3313X_3+0,0594X_2-0,0179X_1.$$

В этой зависимости множественный корреляционный коэффициент R=0,956, а коэффициент детерминации D=0,92. При вычислении по методу И.Я. Лиепа (1973) получаем следующие доли влияния переменной X: X_1=36,4%, X_2=18,2%, X_3=37,3%. Из этого следует, что нам удалось учесть 91,9% из всех факторов, влияющих на формирование фитомассы. Средняя относительная ошибка вычислений составляет 0,091.

Для ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества:

$$Y=8,5698-0,49497X_3+0,025X_2+0,0301X_1$$

Здесь множественный корреляционный коэффициент R=0,89, коэффициент детерминации D=0,79, а доли влияния переменной составили: X_1=30,2%, X_2=13,4%, X_3=35,7%. Доля учтенных факторов составила 79,3%. Средняя относительная ошибка вычислений 0,13.

Для разнотравно-крупноковыльного сообщества:

$$Y=17,83-0,928X_3+0,071X_2-0,0444X_1$$

В этом сообществе множественный корреляционный коэффициент был R=0,93, коэффициент детерминации D=0,87, а доли влияния переменной X_1=41,0%, X_2=8,7%, X_3=37,8%. Доля этих факторов составила 87,5%, а ошибка вычислений 0,1.

Вышеописанные зависимости наглядно демонстрируют, что для изученных сообществ характерны следующие закономерности:

1) количество весенних осадков является основным фактором, определяющим величину максимума летней зеленой фитомассы и срока его наступления;

2) декадная сумма выпавших осадков и температуры воздуха не оказывают мгновенного эффекта на прирост фитомассы, а требуется определенное время для воздействия на растительность этих абиотических факторов;

3) интегральная сумма осадков и температур за период вегетации определяет сезонную динамику зеленой фитомассы.

6.2. Зависимость надземной зеленой фитомассы от водного баланса растений.

Наблюдения за водным режимом растений и динамикой фитомассы проводили в ковыльно-разнотравно-вострецовом сообществе в 1982-1986 г.г. Объектами наблюдений были следующие виды: *Stipa krylovii, Elymus chinensis, Iris dichotoma, Artemisia frigida, Pulsatilla turczaninovii, Potentilla tanacetifolia.*

Stipa krylovii.

Stipa krylovii (ковыль Крылова) является наиболее конкурентоспособным видом в ковыльно-разнотравно-вострецовом сообществе и принимает заметное

участие в его сложении (Шереметьев, Жаргалсайхан, 1990). В наиболее благоприятные периоды условий произрастания этот вид составляет до 30% от общей массы травостоя (рис. 6.1, а), но наиболее часто от 5 до 10%. Вместе с тем частотное распределение растений по массе свидетельствует о преобладании вегетативных побегов.

Надземная фитомасса *Stipa krylovii* изменялась в широких пределах по годам наблюдений (табл. 6.4). Наибольшая фитомасса была отмечена в 1985 г., наименьшая – в 1982 и 1983 гг. Удалось выяснить, что погодичная динамика надземной фитомассы (рассчитанная как средняя за июль – август каждого года) определяется суммой осадков в июле – сентябре предшествующего года (r = 0,881; рис. 6.2, а). В этот же период предшествующего года происходит кущение (Мандах, 1997), поэтому условия увлажнения предшествующего года могут оказывать существенное влияние на уровень надземной фитомассы следующего года.

Были предприняты попытки выявить влияние факторов среды на сезонную динамику надземной фитомассы, которые, однако, оказались безрезультатными. Вместе с тем обнаружилась сравнительно тесная зависимость ее колебаний в течение вегетационного периода (при величинах, превышающих 4 г/м^2) от реального водного дефицита в листьях растений (r = - 0,796; рис. 6.3). Улучшение условий произрастания и уменьшение водного дефицита сопровождаются заметным увеличением надземной фитомассы, что связано, по-видимому, с активизацией в этих условиях процессов фотосинтеза. Ухудшение условий произрастания (усиление сухости воздуха и почвы) и соответствующее этому увеличение реального дефицита приводят, по всей видимости, к снижению интенсивности фотосинтеза, угнетению растений и увеличению доли отпада их зеленой фитомассы. Известно, что недостаток воды оказывает угнетающее воздействие на фотосинтез (Тарчевский, 1964; Boyer, 1976, и др.).

Урожай надземной фитомассы является основным фактором, определяющим расход воды растениями (r = 0,96; рис. 6.4, *а*). Эта зависимость выражается формулой:

$$y = \frac{0{,}36}{19{,}844e^{-0{,}0162x} + 1},$$

где y – расчетные значения расхода воды растениями (мм), x – надземная фитомасса (кг/га).

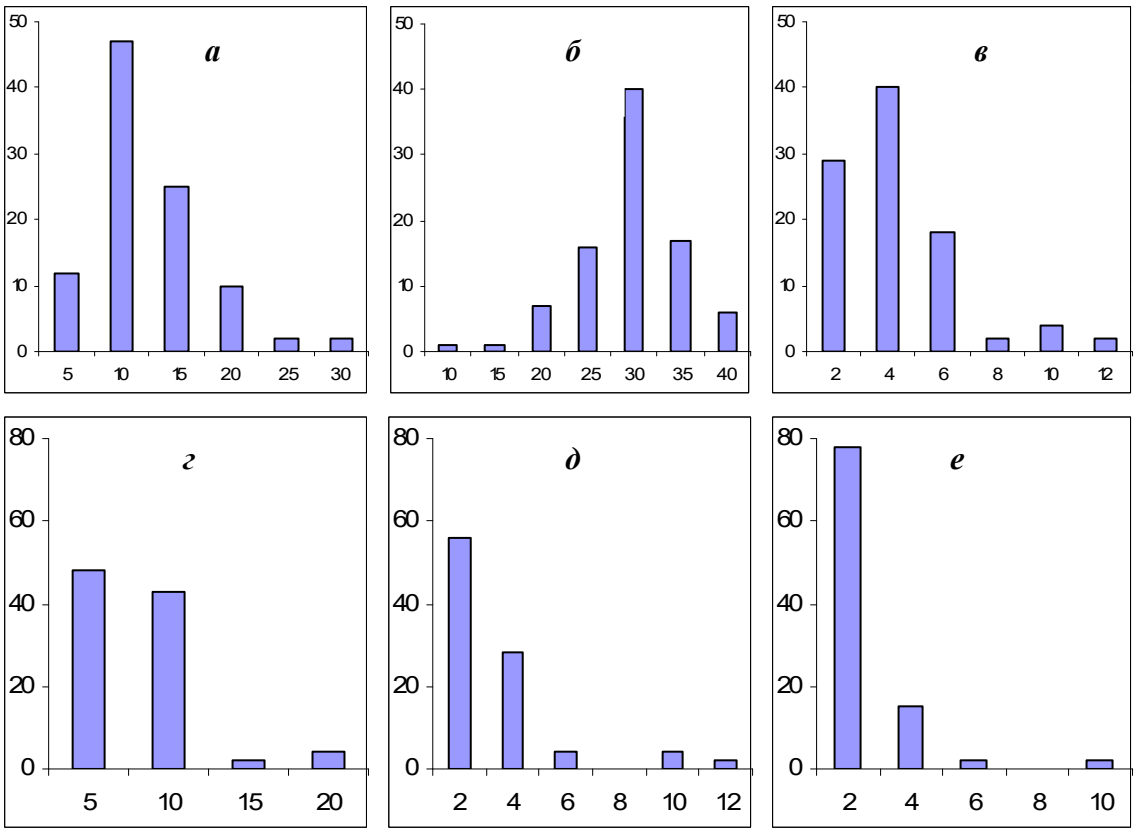


Рисунок 6.1. Частотное распределение живой надземной фитомассы *Stipa krylovii(а), Elymus chinensis (б), Iris dichotoma (в), Artemisia frigida (г), Pulsatilla turczaninovii(д), Potentilla tanacetifolia (е)* от общей массы травостоя. *По оси абцисс* – участие вида в сообществе (% от общей массы травостоя), *по оси ординат* – частота (%).

Таблица 6.4

Динамика надземной фитомассы (PM; кг/га) и расход воды растениями (RW; мм/дек) *Stipa krylovii*

Год			1982		1983		1984		1985		1986	
Показатели			PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW
Июнь	декады	I	*	*	8.2	0,2	28.7	0.27	*	*	*	*
		II	*	*	25.2	0.25	62	0.44	*	*	*	*
		III	*	*	39	0.31	37.3	0.3	*	*	*	*
Июль		I	40.4	0.32	66.8	0.47	39.7	0.32	242.6	2.6	135.9	1.13
		II	66.6	0.47	117.8	0.92	183.8	1.8	172.2	1.63	94.6	0.68
		III	33.6	0.29	92.8	0.67	131	1.07	388.3	3.47	115.8	0.89
Август		I	107.6	0.81	153.4	1.36	92.7	0.67	159.5	1.45	135.9	1.13
		II	101	74	86.4	0.61	215.6	2.25	62.5	0.44	46.6	0.35
		III	160.4	1.46	124	0.99	114.6	0.88	115.3	0.89	71.4	0.5
Сентябрь		I	*	*	109	0.82	83	0.58	*	*	*	*
		II	*	*	62.3	0.44	*	*	*	*	*	*
Расход воды	Всего		4.1		7		8.6		10.5		4.7	
	в среднем за	декаду	0.7		0.6		0.9		1.8		0.8	
		месяц	2.1		1.9		2.6		5.2		2.3	

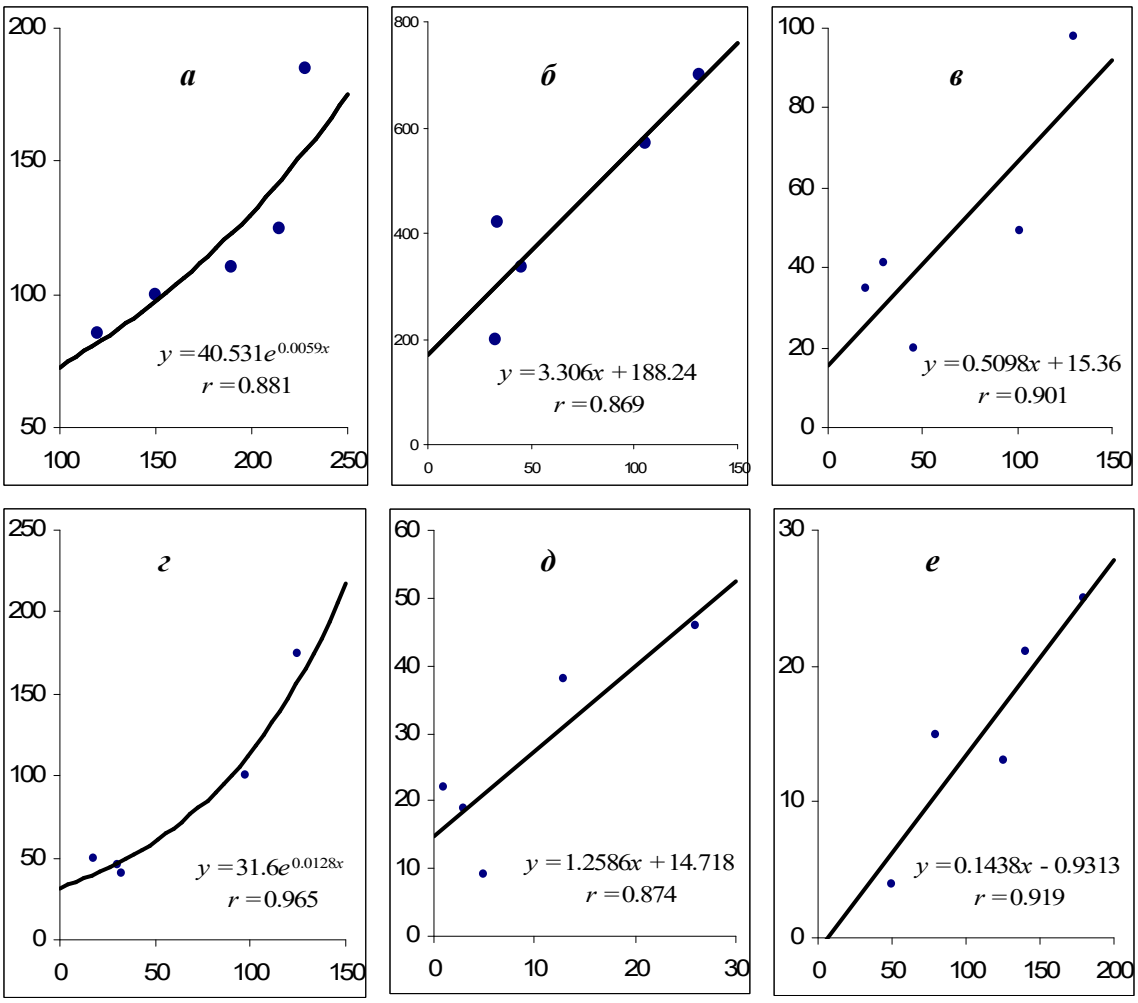


Рисунок 6.2. Зависимость погодичной динамики живой надземной фитомассы *Stipa krylovii (а), Elymus chinensis (б), Iris dichotoma (в), Artemisia frigida (г),Pulsatilla turczaninovii(д), Potentilla tanacetifolia (е)* от количества осадков. *По оси абсцисс* – осадки (мм), выпадающие в июле – сентябре предшествующего года (*а*), апреле – июне текущего года (*б*), мае – июне текущего года (*в, г*), мае текущего года (*д*) и августе – сентябре предшествующего года (*е*), *по оси ординат* – фитомасса (кг/га).

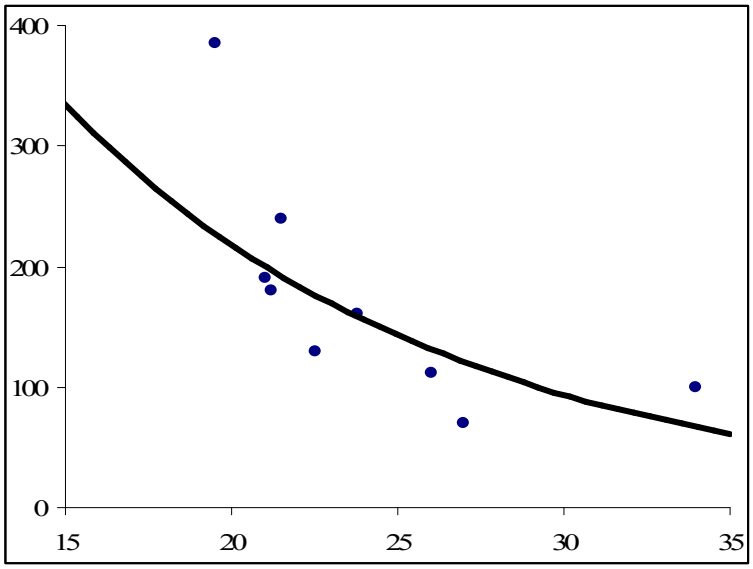


Рисунок 6.3. Зависимость сезонной динамики живой надземной фитомассы *Stipa krylovii* от реального водного дефицита в листьях растений. *По оси абсцисс* – реальный водный дефицит (%), *по оси ординат* – надземная фитомасса (кг/га).

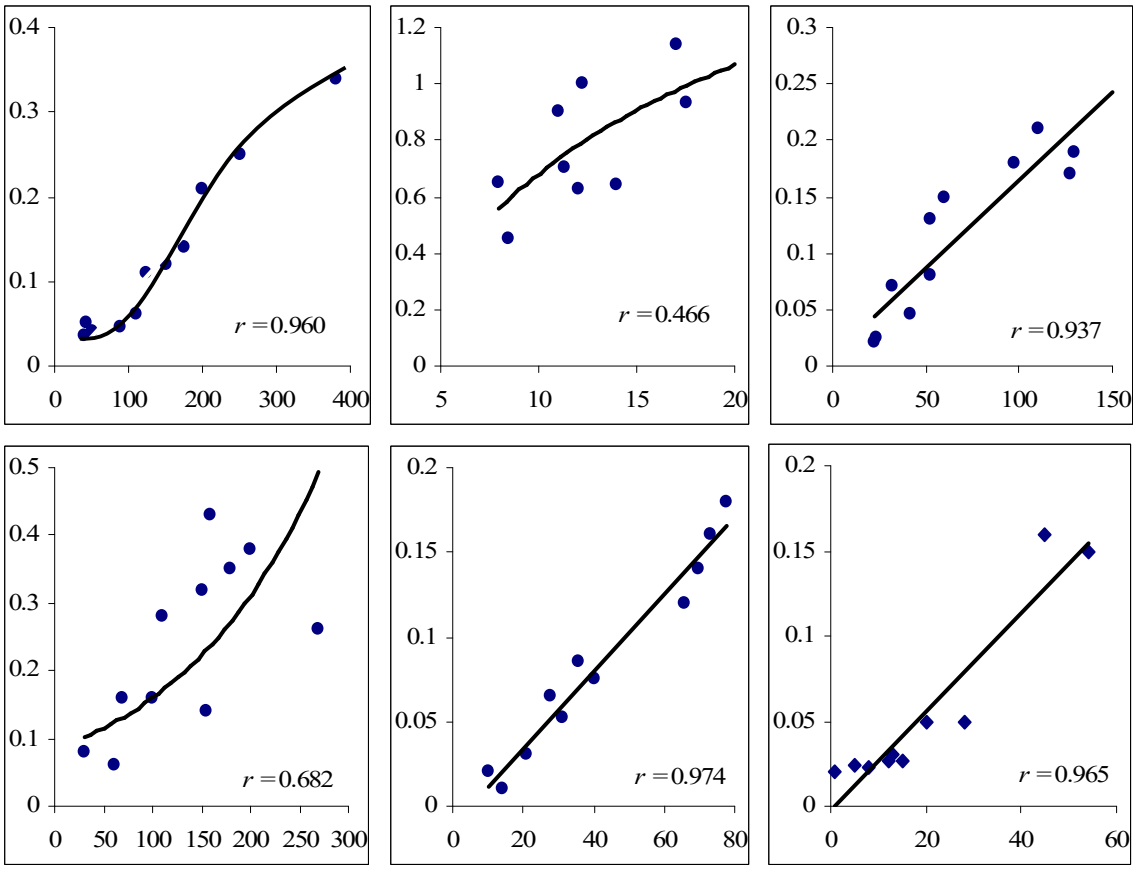


Рис. 6.4. Зависимость расхода воды растениями *Stipa krylovii (а), Elymus chinensis (б), Iris dichotoma (в), Artemisia frigida (г), Pulsatilla turczaninovii(д), Potentilla tanacetifolia (е)* от интенсивности транспирации (*б*) и живой надземной фитомассы (*а, в – е*). *По оси абсцисс* – надземная фитомасса (*а, в – е*; кг/га), интенсивность транспирации (*б*; г/(г·сут.)), *по оси ординат* – расход воды растениями (мм/сут).

Исходя из этого, появилась возможность рассчитать расход воды растениями *Stipa krylovii* во все сроки наблюдений за динамикой фитомассы (табл. 6.4) и оценить элементы его водного баланса (табл. 6.5).

Таблица 6.5

Оценка элементов водного баланса видов ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества.

Год		1982	1983	1984	1985
Сумма осадков (мм), выпавших за период наблюдений (А)		167	239.9	316.9	146.3
Запас влаги (мм) в слое 0-30 см перед началом наблюдений (Б)		71	26.2	43.1	53
Запас воды (А+Б)		238	266.1	360	199.3
Запас влаги (мм) в слое 0-30 см после окончания наблюдений (В)		47.8	42.2	71.9	38.1
Расход воды ((А+Б) - В)		190.2	223.9	288.1	161.2
Расход воды растениями (мм) за период наблюдений	*Stipa krylovii*	4.1	7	8.6	10.5
	Elymus chinensis	*	*	28.3	50.8
	Iris dichotoma	3.9	3.5	7	9.9
	Artemisia frigida	7.3	12.5	15.3	17.4
	Pulsatilla turczaninovii	4.5	5.5	4.2	6
	Potentilla tanacetifolia	2.4	5	2.4	4.4
Расход воды растениями (% от общего расхода воды из почвенного слоя 0-30 см за период наблюдений при условии отсутствия стока)	*Stipa krylovii*	2.2	3.1	3	6.5
	Elymus chinensis	*	*	9.8	31.5
	Iris dichotoma	2.1	1.6	2.4	6.1
	Artemisia frigida	3.8	5.6	5.3	10.8
	Pulsatilla turczaninovii	2.4	2.5	1.5	3.7
	Potentilla tanacetifolia	1.3	2.2	0.8	2.7

Из данных таблиц видно, что растения расходуют на транспирацию 2 – 7% от общих потерь воды из почвенного слоя 0 – 30 см.

Elymus chinensis.

Растения данного вида уступают по относительной конкурентоспособности ковылю Крылова, несмотря на то, что доля участия их в сообществе весьма высока. Чаще всего участие *Elymus chinensis* в ковыльно-разнотравно-вострецовом сообществе составляет 25 - 40% (рис. 6.1, *б*) за счет большого количества вегетативных побегов (Шереметьев, Жаргалсайхан, 1990).

Погодичная динамика надземной фитомассы *Elymus chinensis,* насколько можно судить по нашим расчетам, зависит от количества осадков, выпадающих в апреле – июне текущего года (r = 0,869; рис. 6.2, *б*). Это, вероятно, связано с тем, что вегетация *Elymus chinensis* начинается довольно рано. В конце апреля верхушечные почки озимых побегов и корневищ раскрываются и формируются

надземные побеги, а в течение мая и июня происходит их интенсивный рост (Федоскин, 1979).

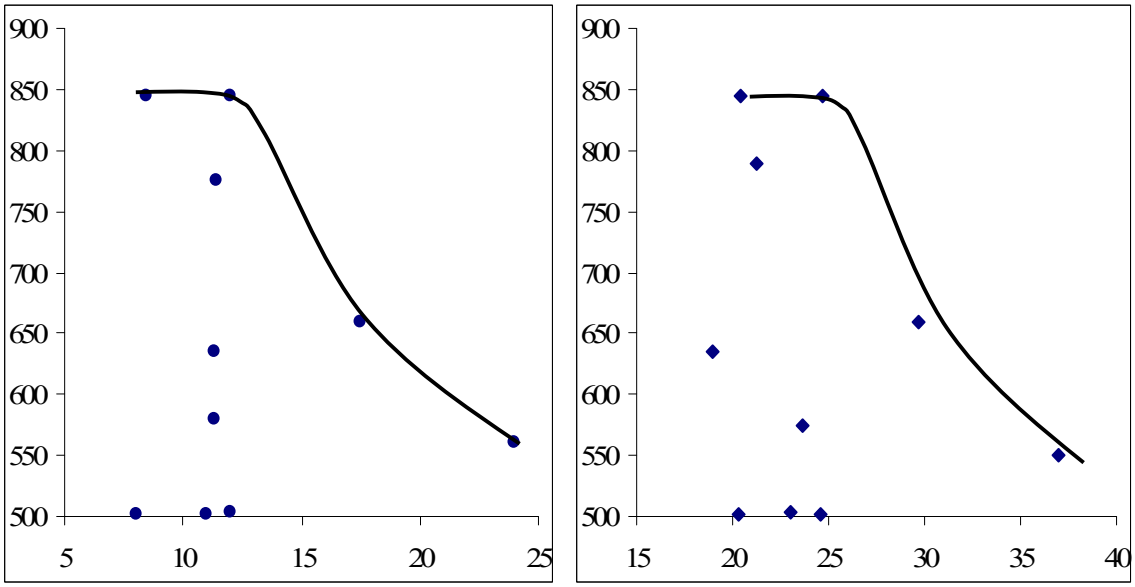


Рисунок 6.5. Связь между реальным водным дефицитом и осмотическим давлением клеточного сока листьев *Elymus chinensis* и сезонной динамикой живой надземной фитомассы. *По оси абсцисс* – реальный водный дефицит (а; %) и осмотическое давление клеточного сока (б; $\times 10^{-1}$ Мпа), *по оси ординат* – надземная фитомасса (кг/га).

Не удалось выявить зависимость сезонной динамики надземной фитомассы от колебаний факторов среды. Вместе с тем можно показать тенденцию увеличения фитомассы при низких значениях у растений реального водного дефицита и осмотического давления клеточного сока методом огибающей кривой. Этот метод использовался рядом авторов (Tranquillini, 1954; Заленский и др., 1961; Вознесенский, 1977; Кайбияйнен, 1984, и др.) для нахождения оптимума физиологических процессов при влиянии на них каких-либо внешних или внутренних факторов. При этом точки, расположенные ниже огибающей кривой на диаграмме «процесс – фактор», будут указывать на то, что лимитирующим также является какой-либо другой, кроме исследуемого, фактор (Кайбияйнен, 1984). Применение данного метода требует большого числа пар наблюдений, чего нет в нашем случае (рис. 6.5), однако мы пытаемся выявить здесь лишь тенденцию. Видно, что максимальные величины фитомассы данного вида наблюдаются при самых низких значениях реального водного дефицита и осмотического давления клеточного сока. Однако небольшие величины

фитомассы при тех же величинах водного дефицита и осмотического давления свидетельствуют о влиянии каких-то других факторов на сезонную динамику надземной фитомассы вострец китайского. Можно предположить, что одним из этих факторов являются конкурентные отношения вострец китайского с другими видами. Более подробно на этом вопросе мы остановимся в разделе сравнительного анализа.

Таблица 6.6

Динамика надземной фитомассы (РМ; кг/га) и расход воды растениями (RW; мм/дек) *Elymus chinensis.*

Год			1982		1983		1984		1985		1986	
Показатели			PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW
Июнь	декады	I	*	*	91.4	*	52.7	*	*	*	*	*
		II	*	*	102	*	177.7	*	*	*	*	*
		III	*	*	104.8	*	88.7	*	*	*	*	*
Июль		I	248.4	*	156.8	*	501.7	6.82	625	11.33	124.7	*
		II	273	*	190.8	*	515	9.31	776	9.87	165.2	*
		III	423	*	359	*	657	7.24	507	6.61	238.3	*
Август		I	403.4	*	421.2	*	552	4.93	831	9.07	172.5	*
		II	636.2	*	462.2	*	654.3		576	6.94	217.6	*
		III	631.8	*	365.4	*	599.6		828	6.95	225.4	*
Сентябрь		I	*	*	438.4	*	561	*	*	*	*	*
		II	*	*	497	*	*	*	*	*	*	*
Расход воды	Всего		*		*		28.3		50.8		*	
	в среднем за	декаду	*		*		7.1		8.5		*	
		месяц	*		*		21.2		25.4		*	

Расход воды растениями данного вида не зависит от колебаний фитомассы, но связан с интенсивностью транспирации (рис. 6.4, *б*). Поэтому величины расхода удалось рассчитать только для тех вегетационных сезонов, когда проводились наблюдения за водным режимом растений (табл. 6.6). Согласно этим данным, вострец китайский в среднем за месяц испаряет 21 – 25 мм. Всего

за период наблюдений в 1984 г. растения этого вида израсходовали 28,3 мм, или 9,8%, от общего количества воды, испарившейся из почвенного слоя 0 – 30 см. В 1985 г. эти цифры составили соответственно 50,8 мм, или 31,5% (табл. 6.6).

Iris dichotoma.

Растения данного вида принимают сравнительно небольшое участие в сложении сообщества. Наиболее часто они составляют 2 – 4% от массы растений, но в некоторых случаях доля их участия поднимается до 8 – 12% (рис. 6.1, *в*). В формировании фитомассы ценопопуляции касатика вильчатого основную роль играют вегетативные побеги.

Погодичная динамика надземной фитомассы данного вида зависит от количества осадков, выпадающих в мае – июне текущего года (r=0,843; коэффициент корреляции достоверно отличается от нуля на доверительном уровне P=0,90; рис. 6.2, *в*). Эта зависимость, вероятно, определяется тем, что вегетация касатка вильчатого начинается сравнительно поздно – в конце мая – начале июня (Горшкова, 1966; Мандах, 1999).

Что касается сезонной динамики надземной фитомассы (табл. 6.7), то не удалось выявить ее связи ни с факторами среды, ни с показателями водного режима.

Расход воды растениями зависит в основном от величины их надземной фитомассы (r=0,937; рис. 6.4, *в*):

$$y = 0{,}003 + 0{,}0016x,$$

где y – расход воды (мм/сутки), x – надземная фитомасса (кг/га).

Наличие тесной связи между величинами надземной фитомассы и расхода воды позволило рассчитать элементы водного баланса данного вида во все сроки наблюдений за первым из этих показателей (табл. 6.5; 6.7). Из этих данных видно, что растения *Iris dichotoma* расходуют от 1,6 до 6,1% от общих потерь воды из почвенного слоя 0 – 30 см.

Таблица 6.7

Динамика надземной фитомассы (PM; кг/га) и расход воды растениями (RW; мм/дек) *Iris dichotoma.*

Год			1982		1983		1984		1985		1986	
Показатели			PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW
Июнь	декады	I	*	*	4	0.1	4	0.1	*	*	*	*
		II	*	*	1.4	0.05	3	0.08	*	*	*	*
		III	*	*	3.4	0.09	37.7	0.65	*	*	*	*
Июль		I	23.2	0.41	5.2	0.12	16.7	0.31	59.2	1	11.9	0.23
		II	19.2	0.35	14.2	0.26	51.6	0.88	127.5	2.13	61.7	1.04
		III	45.4	0.78	13.4	0.25	46	0.79	67.3	1.14	21.1	0.38
Август		I	70.4	1.19	11	0.21	23.7	0.42	97	1.62	54.4	0.92
		II	65.4	1.11	51	0.87	48.3	0.82	111.5	1.86	70.8	1.19
		III	0.4	0.04	24.1	0.43	113.3	1.89	128.7	2.15	20.1	0.36
Сентябрь		I	*	*	31.8	0.55	61.6	1.04	*	*	*	*
		II	*	*	31.3	0.55	*	*	*	*	*	*
Расход воды	Всего		3.9		3.5		7		9.9		4.1	
	в среднем за	декаду	0.7		0.3		0.7		1.7		0.7	
		месяц	1.9		1		2.1		5		2.1	

Artemisia frigida.

Полынь холодная несколько уступает по относительной конкурентоспособности касатику вильчатому. Вместе с тем участие этого вида в формировании надземной фитомассы сообщества несколько выше и часто достигает 10% (рис. 6.1, *г*).

Погодичная динамика надземной фитомассы *Artemisia frigida* зависит от количества осадков, выпадающих в мае – июне текущего года (r=0,965; рис. 6.2, *г*). Это может быть связано с тем, что перезимовавшие озимые побеги и почки возобновления боковых побегов трогаются в рост, начиная со второй декады мая, и в течение всего июня идет интенсивное отрастание побегов (Горшкова, 1966).

Сезонная динамика надземной массы полыни (табл. 6.8) связана с влажностью почвы. Причем влияние влажности почвы на величину фитомассы проявляется только через две декады (r=0,751; рис. 6.6). Кроме того, следует отметить, что если сезонный уровень фитомассы (определяемый осадками, выпадающими в мае – июне) невысок, то значительное повышение влажности почвы в июле (более 20%) уже не вызывает прироста надземной фитомассы (рис. 6.6). С этим обстоятельством, по-видимому, связан и тот факт, что отчуждение фитомассы в середине июня вызывает гибель 25% массы растений, значительное снижение жизненности сохранившихся особей и энергии их отрастания (Полюшкин, Горшкова, 1979). Иными словами, интенсивное отрастание побегов может происходить только в том случае, если растения получают достаточное количество влаги в первые 1,5 – 2 месяца вегетации, что может быть связано с характером развития корневой системы данного вида.

Расход воды растениями полыни холодной определяется количеством надземной фитомассы (r=0,682; рис. 6.4, *г*):

$$y = 0{,}089e^{0{,}0062},$$

где y – расход воды (мм/сутки), x – надземная фитомасса (кг/га).

Эта зависимость не очень тесная, но, тем не менее, позволяет оценить расход воды растениями по данным о надземной фитомассе в те сроки, когда наблюдения за водным режимом не проводились (табл. 6.5; 6.8). Из этих данных видно, что за период наблюдения растения испаряли от 7 до 17 мм влаги, или от 3,8 до 10,8%, от общего ее расхода из почвенного слоя 0 – 30 см.

Таблица 6.8

Динамика надземной фитомассы (PM; кг/га) и расход воды растениями (RW; мм/дек) *Artemisia frigida*

Год			1982		1983		1984		1985		1986	
Показатели			PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW
Июнь	декады	I	*	*	19.6	1	54.7	1.25	*	*	*	*
		II	*	*	23.2	1.03	32.3	1.09	*	*	*	*
		III	*	*	8.4	0.94	36.7	1.12	*	*	*	*
Июль		I	33	1.09	29.2	1.07	97.7	1.63	103.4	1.69	10.4	0.95
		II	42.6	1.16	13.2	0.96	64.4	1.33	186.2	2.84	16.4	0.98
		III	79	1.45	17	0.99	66	1.34	159.5	2.4	26.6	1.05
Август		I	52.2	1.23	53.4	1.24	151.5	2.29	143.8	2.18	34.1	1.1
		II	20.8	1.01	78.2	1.45	142	2.15	198.8	3.07	114	1.8
		III	67	1.35	72.4	1.4	77.6	1.44	282.7	5.18	47.1	1.19
Сентябрь		I	*	*	66.2	1.34	104	1.7	*	*	*	*
		II	*	*	30.6	1.08	*	*	*	*	*	*
Расход воды	Всего		7.3		12.5		15.3		17.4		7.1	
	в среднем за	декаду	1.2		1.1		1.5		2.9		1.2	
		месяц	3.7		3.4		4.6		8.7		3.5	

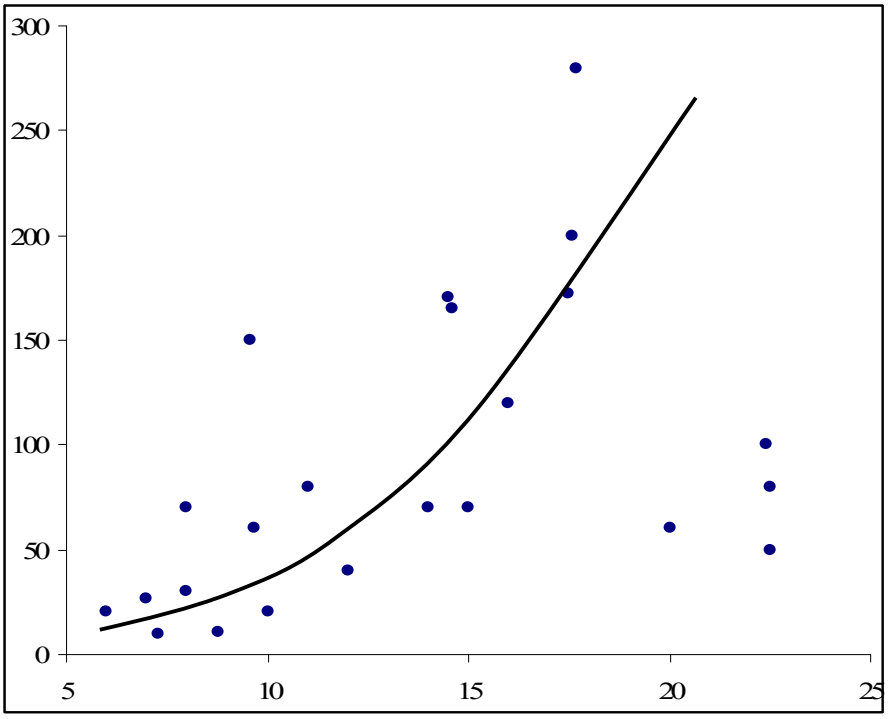


Рисунок 6.6. Связь сезонной динамики надземной фитомассы *Artemisia frigida* с влажностью почвы. *По оси абсцисс* – влажность почвы с лагом в две декады (%), *по оси ординат* – надземная фитомасса (кг/га).

Pulsatilla turczaninovii.

Растения *Pulsatilla turczaninovii* (прострел Турчанинова) принимают незначительное участие в сложении сообщества – обычно менее 2-4% от общей массы травостоя (рис. 6.1, *д*).

Погодичная динамика живой надземной фитомассы связана с осадками, выпадающими в мае текущего года (r=0,874; рис. 6.2, *д*). Так же как и в предыдущих случаях, это может определяться тем, что отрастание листьев начинается во второй декаде мая.

Сезонные колебания надземной фитомассы (табл. 6.9) в определенной степени связаны с состоянием водного режима растений и не зависят от изменений факторов среды (во всяком случае мы такую зависимость не обнаружили). В наибольшей степени сезонная динамика надземной фитомассы (при величинах, превышающих 1 г/м^2 или 10 кг/га) связана с колебаниями осмотического давления клеточного сока (r=-0,875; рис. 6.7, *б*) и скорости испарения воды растениями (r=0,798; рис. 6.7, *а*). Если обратиться к данным по водному режиму растений то можно увидеть, что увеличение накопления

осмотически активных веществ происходит при усилении сухости воздуха и почвы. В этих же условиях происходит снижение скорости испарения воды. Известно, что у растений с повышенным осмотическим давлением интенсивность фотосинтеза несколько ниже, чем у растений с невысоким уровнем этого показателя (Реуцкий,1984). В нашем случае это проявляется довольно отчетливо: ухудшение условий произрастания приводит к усиленному накоплению осмотически активных веществ в листьях растений, что сопровождается уменьшением живой надземной фитомассы.

Расход воды растениями *Pulsatilla turczaninovii*, как и большинство других случаев, определяется не скоростью ее испарения, а величиной живой надземной фитомассы (r=0,974; рис. 6.4, *д*):

$$y = -0{,}018 + 0{,}0025x\,,$$

где y – расход воды (мм/сутки), x – надземная фитомасса (кг/га).

Исходя из этого, мы рассчитали элементы водного баланса данного вида (табл. 6.5; 6.9). Согласно этим данным, растения испаряют за вегетационный период от 0,5 до 6,0 мм, или 1,5 – 4,0%, от общего расхода воды из слоя почвы 0 – 30 см.

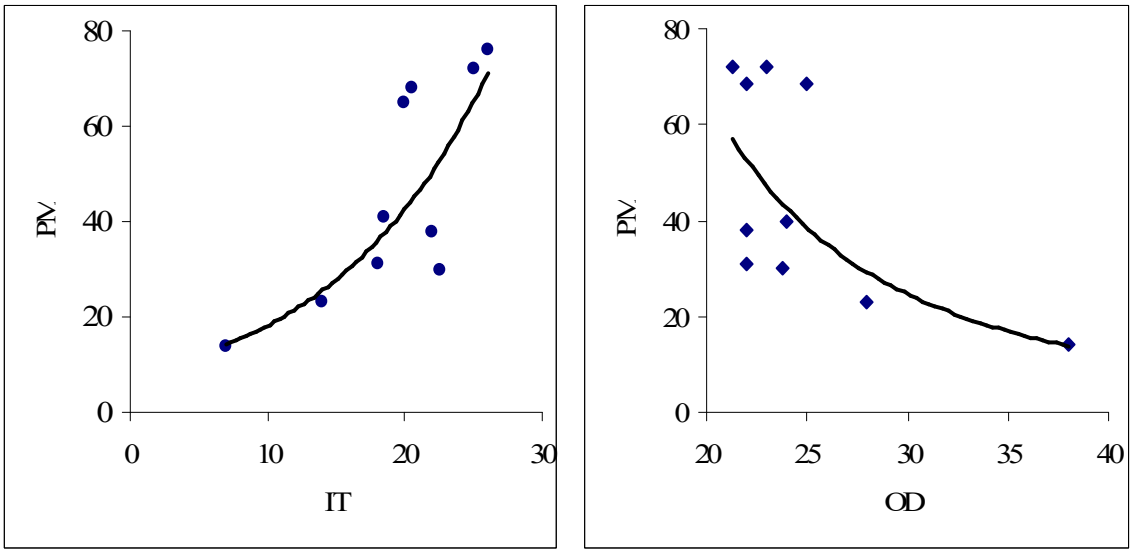


Рисунок 6.7. Зависимость сезонной динамики надземной фитомассы (PM; кг/га) *Pulsatilla turczaninovii* от интенсивности транспирации (*а*; IT; г/(г·сут)) и осмотического давления клеточного сока (*б*; OD; $\times 10^{-1}$ МПа) листьев растений.

Таблица 6.9

Динамика надземной фитомассы (PM; кг/га) и расход воды растениями (RW; мм/дек) *Pulsatilla turczaninovii.*

Год			1982		1983		1984		1985		1986	
Показатели			PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW
Июнь	декады	I	*	*	4.6	0	10.5	0.08	*	*	*	*
		II	*	*	0.2	0	10.3	0.07	*	*	*	*
		III	*	*	0.6	0	75.7	1.69	*	*	*	*
Июль		I	63.4	1.39	3.2	0	40.3	0.81	38.8	0.78	3.4	0
		II	21.2	0.34	4.2	0	29.2	0.54	10	0.07	4.1	0
		III	48	1.01	12.7	0.13	23	0.39	65.5	1.44	6.5	0
Август		I	20	0.31	19.2	0.29	14.5	0.18	31.3	0.59	7.8	0.01
		II	18.6	0.28	40.6	0.82	19.6	0.3	72	1.6	17.9	0.26
		III	55	1.18	31.4	0.6	2.6	0	68.3	1.51	15.3	0.2
Сентябрь		I	*	*	42.6	0.87	12	0.12	*	*	*	*
		II	*	*	118	2.74	*	*	*	*	*	*
Расход воды	Всего		4.5		5.5		4.2		6		0.47	
	в среднем за	декаду	0.8		0.5		0.4		1		0.1	
		месяц	2.3		1.5		1.2		3		0.2	

Potentilla tanacetifolia.

Из всех рассмотренных видов *Potentilla tanacetifolia* (лапчатка пижмолистная) принимает самое малое участие в сложении ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества. Почти в 80% случаев масса этого вида составляет менее 2% от массы всего травостоя и лишь в 15% случаев – от 2 до 4%.

Погодичная динамика надземной фитомассы *Potentilla tanacetifolia* связана с осадками, выпадающими в августе – сентябре предшествующего года (r = 0,919; рис. 6.2, *е*). В это же время предшествующего года у *Potentilla tanacetifolia*

формируются почки. Поскольку этот вид – растение моноподиальное, то основную часть его фитомассы образуют относительно мощные (по сравнению с вегетативными) генеративные побеги, которые закладываются в почках осенью (устное сообщение И. В. Борисовой). Все рассмотренные ранее виды (кроме прострела Турчанинова) относятся, по классификации И. Г. Серебрякова (1947), к группе растений, в почках возобновления которых сформирована только вегетативная часть побега будущего года. У *Pulsatilla turczaninovii*, кроме того, в почках возобновления формируются отдельные цветки будущего года (Горшкова, 1966), но у этого вида в отличие от *Potentilla tanacetifolia* основную часть надземной фитомассы формируют розеточные вегетативные побеги. Вероятно, поэтому у *Pulsatilla turczaninovii* (а также у *Elymus chinensis*, *Iris dichotoma* и *Artemisia frigida*) наибольшее влияние на уровень надземной фитомассы в сезоне оказывают весенне-летние осадки текущего года. Они, по-видимому, обусловливают интенсивное развитие корневых систем растений, количество развертывающихся почек возобновления, степень развития ассимиляционного аппарата. У двух других видов летне-осенние осадки предшествующего года, по всей видимости, влияют на интенсивность кущения (у ковыля Крылова) или на количество закладывающихся почек (у *Potentilla tanacetifolia*).

Сезонная динамика надземной фитомассы *Potentilla tanacetifolia* (табл. 6.10) не связана, по нашим расчетам, с изменениями факторов среды. Вместе с тем можно отметить, что колебания надземной фитомассы этого вида (при ее величинах, превышающих, 1 г/м^2) зависят от реального водного дефицита в листьях растений (r = - 0,793; рис. 6.8). Так же как и в случае с ковылем Крылова, можно предположить, что ухудшение условий произрастания (увеличение сухости воздуха и почвы) отражается на динамике надземной фитомассы лапчатки пижмолистной в результате снижения интенсивности водообмена и увеличения водного дефицита в листьях растений.

Таблица 6.10

Динамика надземной фитомассы (PM; кг/га) и расход воды растениями (RW; мм/дек) *Potentilla tanacetifolia.*

Год			1982		1983		1984		1985		1986	
Показатели			PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW	PM	RW
Июнь	декады	I	*	*	2.8	0	7	0.12	*	*	*	*
		II	*	*	2.2	0	3.3	0	*	*	*	*
		III	*	*	0.6	0	5.3	0.06	*	*	*	*
Июль		I	4.4	0.03	0.2	0	2	0	43.6	1.35	3	0
		II	17	0.45	1.4	0	11.6	0.27	6.2	0.09	0	0
		III	27	0.79	10	0.22	15.5	0.4	53.8	1.69	6.4	0.1
Август		I	5	0.05	27.8	0.82	7.4	0.13	15.5	0.4	8.5	0.17
		II	24.2	0.7	44.4	1.37	36.3	1.1	20	0.56	2.7	0
		III	13.2	0.33	46.8	1.46	0.3	0	12.8	0.31	6.3	0.1
Сентябрь		I	*	*	10	0.22	13.6	0.34	*	*	*	*
		II	*	*	34.3	1.04	*	*	*	*	*	*
Расход воды	Всего		2.4		5.1		2.4		4.4		0.37	
	в среднем за	декаду	0.4		0.5		0.2		0.7		0.1	
		месяц	1.2		1.4		0.7		2.2		0.2	

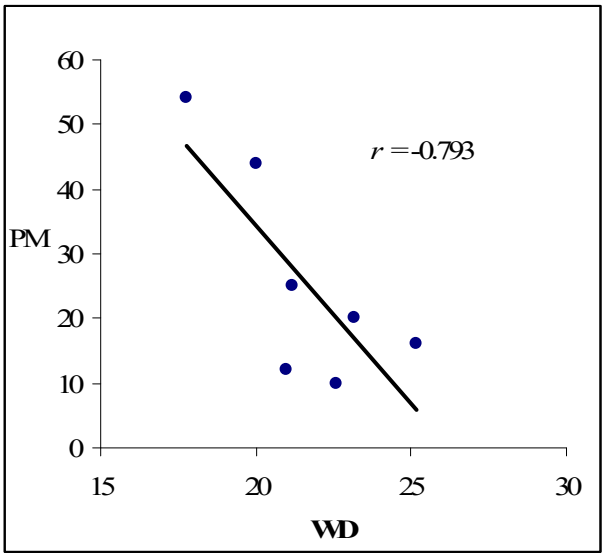


Рисунок 6.8. Зависимость сезонной динамики живой надземной фитомассы (PM, кг/га) *Potentilla tanacetifolia* от колебаний реального водного дефицита (WD, %) в листьях растений.

Расход воды растениями данного вида зависит от величины их надземной фитомассы (r = 0,965; рис. 6.4, *е*):

$$y = -0{,}012 + 0{,}0034x\,,$$

где у – расход воды (мм/сутки), х – надземная фитомасса (кг/га).

Отсюда можно рассчитать динамику расхода воды растениями лапчатки пижмолистной по имеющимся за несколько лет наблюдений данным по их надземной фитомассе (табл. 6.5; 6.10). Эти расчеты показывают, что растения испаряют от 0,8 до 2,7% от общего расхода воды из почвенного слоя 0 – 30 см.

Для проведения **сравнительного анализа сезонной динамики надземной фитомассы** мы выражали обилие видов в процентах от общей массы травостоя. Это позволило выяснить, как оно изменяется относительно друг друга. При наличии определенных соотношений в обилии можно судить о том, существуют или не существуют конкурентные взаимоотношения между видами. Так, например, обращает на себя внимание тот факт, что между двумя наиболее конкурентоспособными (и имеющими наибольшую массу) видами (*Stipa krylovii* и *Elymus chinensis*), по всей видимости, отсутствуют конкурентные взаимоотношения. Это выражается в том, что обилие одного вида изменяется независимо от обилия другого (рис 6.9, а).

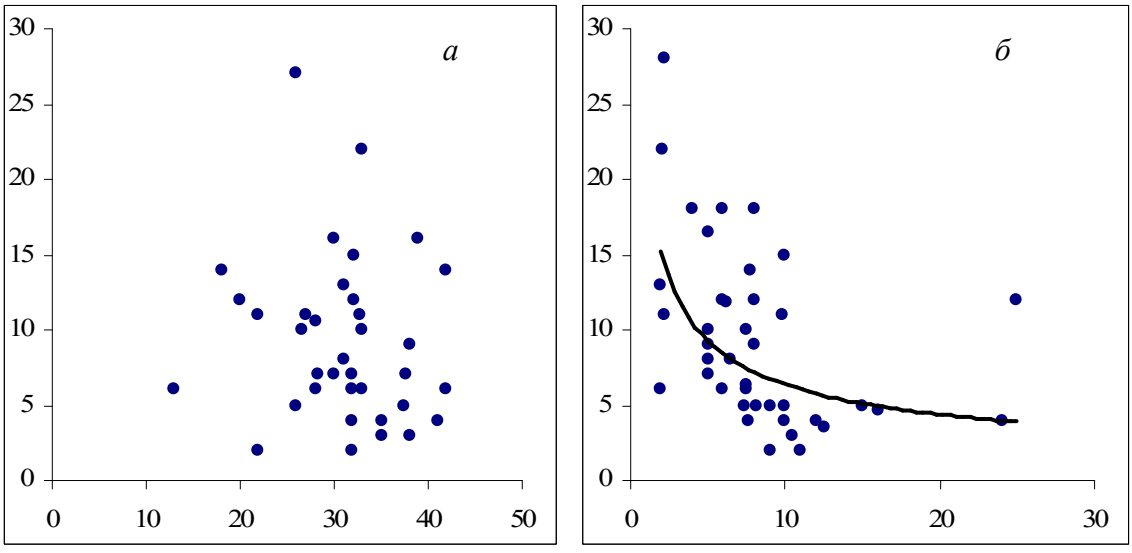


Рисунок 6.9. Соотношение обилия видов ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества. *Обилие* (% от общей массы травостоя): *Elymus chinensis* (*а*) и *Artemisia frigida*+ *Pulsatilla turczaninovii* (*б*; *по оси абсцисс*) и *Stipa krylovii* (*по оси ординат*).

Вместе с тем можно отметить, что обилие *Stipa krylovii* определенным образом связано с обилием *Artemisia frigida* и *Pulsatilla turczaninovii* (рис. 6.9, б): при увеличении доли участия в сообществе первого вида обилие двух последних видов снижается. Не очень ясно, оказывает ли *Stipa krylovii* влияние на *Artemisia frigida* и *Pulsatilla turczaninovii*, или наоборот. Возможно, что последние два вида совместно занимают такую экологическую нишу, что она перекрывается с нишей ковыля и, таким образом, в этой паре вид – группа возникают конкурентные взаимодействия, что отнюдь не противоречит тому факту, что *Stipa krylovii* наиболее конкурентоспособный вид. Во-первых, совместная доля участия полыни и прострела сравнима с долей участия в сообществе ковыля, а относительная конкурентоспособность близка, а во-вторых, *Stipa krylovii* превосходит остальные виды по конкурентоспособности не потому, что наиболее успешно перехватывает у других видов необходимые материально-энергетические ресурсы среды, а тем, что наиболее эффективно использует ресурсы, уже имеющиеся в его распоряжении.

Подобные закономерности были выявленными и между другими видами. Так, при совместном учете обилия в паре *Elymus chinensis* – группа *Iris dichotoma, Artemisia frigida, Pulsatilla turczaninovii, Potentilla tanacetifolia*, была обнаружена не очень тесная, но достоверная связь между обилием этих четырех видов, с одной стороны, и *Elymus chinensis* – с другой (рис. 6.10), хотя последний сам по себе и не взаимодействует ни с одним из указанных выше видов растений.

Анализ показал, что эффективность использования почвенной влаги тесно связана с относительной конкурентоспособностью видов (r=0,942; рис. 6.11). Чем конкурентоспособнее вид, тем меньшее количество влаги ему необходимо для поддержания в сообществе одного процента живой надземной зеленой фитомассы. *Stipa krylovii* на 1% фитомассы использует 0,48% от общего расхода воды из почвенного слоя 0-30 см. Для *Elymus chinensis* эта величина составляет 0,7%, для *Iris dichotoma* – 0,96%, для *Artemisia frigida, Pulsatilla turczaninovii* и *Potentilla tanacetifolia* более 1%. В среднем эти 6 основных видов сообщества на

поддержание одного процента своей фитомассы используют 0,9% воды от ее общего расхода из горизонта 0-30 см.

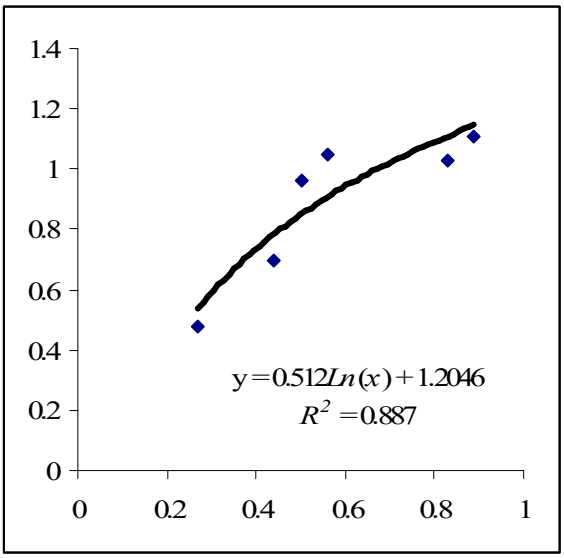


Рисунок 6.10. Соотношение обилия видов ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества. *По оси абсцисс* – обилие (% от общей массы травостоя): *Iris dichotoma+ Artemisia frigida+ Pulsatilla turczaninovii+Potentilla tanacetifolia,* и *по оси ординат* – обилие *Elymus chinensis.*

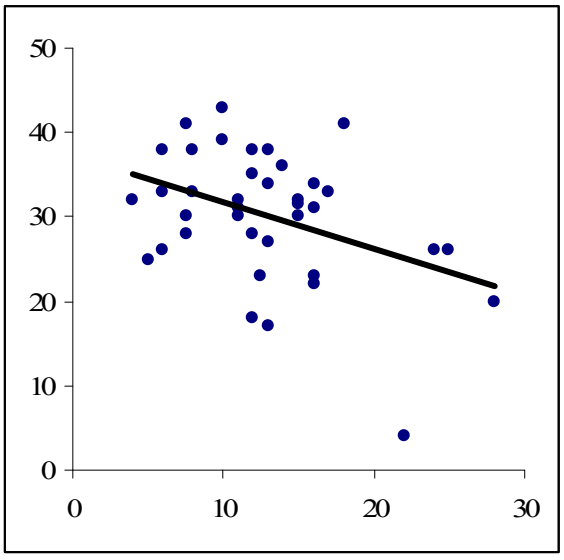


Рисунок 6.11. Связь между относительной конкурентоспособностью видов (*по оси абсцисс*) и эффективность использования ими почвенной влаги *(по оси ординат)*.

Таким образом, исходя из сравнительного анализа динамики надземной фитомассы и элементов водного баланса видов, можно предположить, что их относительная конкурентоспособность определяется в большей степени эффективностью использования почвенной влаги и в меньшей – способностью

перехватывать материально-энергетические ресурсы у других видов. Последнее обстоятельство, по всей видимости, обусловлено тем, что виды, наиболее эффективно использующие почвенную влагу, имеют наименьшие оценки перекрывания ниш с другими видами. Это, очевидно, позволяет им избегать конкурентных взаимодействий за оспариваемые ресурсы среды (рис. 6.12).

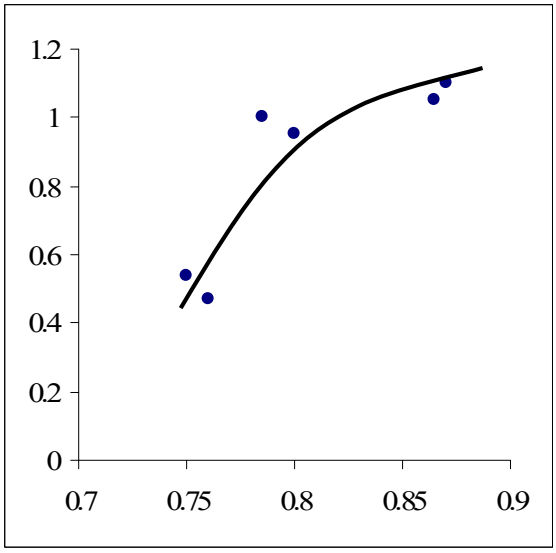


Рисунок 6.12. Связь между эффективностью использования почвенной влаги (Эф) и средними оценками перекрывания ниш каждого вида с другими видами ковыльно-разнотравно-вострецового сообщества ($\bar{a}$). *По оси абсцисс* – средние оценки перекрывания ниш, *по оси ординат* – оценки эффективности использования почвенной влаги.

6.3 Зависимость растительности и почв от зоогенной деятельности.

На основании зооботанических (Гуричева, Дмитриев, 1977, 1983; Дмитриев, Гуричева, 1978, 1983; Дмитриев, Худяков, Жаргалсайхан, 1990) и почвенно-зоологических (Дмитриев, Шауер, 1987а, б; Дмитриев, Худяков, 1988; Khudyakov, Dmitriyev, Lim, Jargalsaikhan, 1992) исследований показаны сложнейшие изменения в почвенном и растительном покрове в результате деятельности млекопитающих-землероев. Предложен термин зоофитохора как участок биогеоценоза, в той или иной мере локализующий деятельность животных, и зоопедон, т.е. педон, происхождение и развитие, которого связано с их деятельностью. В данном разделе – попытка проследить последовательные изменения в почвах и растительности в местах жизнедеятельности животных на

участках как с ярко выраженной неоднородностью растительного покрова, так и типом воздействия животных на него, и выделить сукцессионные ряды степных сообществ, т.е. их проявление в почвах и растительности. На ряде участков, представляющих основные ландшафты района Восточного степного стационара, проведено крупномасштабное геоботаническое картографирование, были заложены почвенные траншеи, выполнены анализы почв на содержание гумуса, pH, определена скелетность почв. Кроме того, получены материалы по максимальной фитомассе выделяемых растительных сообществ (надземная по видам и общая подземная).

Типчаково-петрофитноразнотравная степь с маломощными почвами на элювии коренных пород. Петрофитное разнотравье представлено *Orostachis malakophilla, Potentila leucophilla, P. verticullaris, Pulsatilla bungeana.* Значительную долю составляют злаки и осоки *Festuca lenensis, Cleistogenes squarrosa, Poa attenuate, Carex duriuscula.*

Структура растительного покрова представляет ярко выраженную пятнистость. На фоне относительно однотонной петрофитноразнотравной степи выделяются небольшие (3-5 м) округлые пятна – пятнистая зоофитохора, связанная с норами полевки Брандта (*Lasiopodomus brandti* Radde). Растительность в пределах пятен злаково-разнотравная, часто с кустарниками. Доминанты варьируют: на более свежих норах доминирует *Elymus chinensis,* на заброшенных – *Caragana stenophilla, C. microphilla, Artemisia frigida, Stipa krylovii, Kochia prostrata.*

Почвенный разрез (рис. 6.13) пересекает зимнюю нору полевки Брандта, заброшенную 1-2 года назад. Рельеф колонии выражен слабо, но, тем не менее, растительность значительно изменена и на фоне петрофитноразнотравной ассоциации сложились в пределах колонии три группировки: разнотравно-вострецовая с узколистной караганой (*Caragana stenophylla*), луково-вострецовая и разнотравно-вострецовая. Проективное покрытие сходно с фоном, но видовой состав злаков и разнотравья представлен многими видами, нетипичными для каменистых степей: *Stipa krylovii, Artemisia frigida, Agropiron cristatum, Caragana microphilla.*

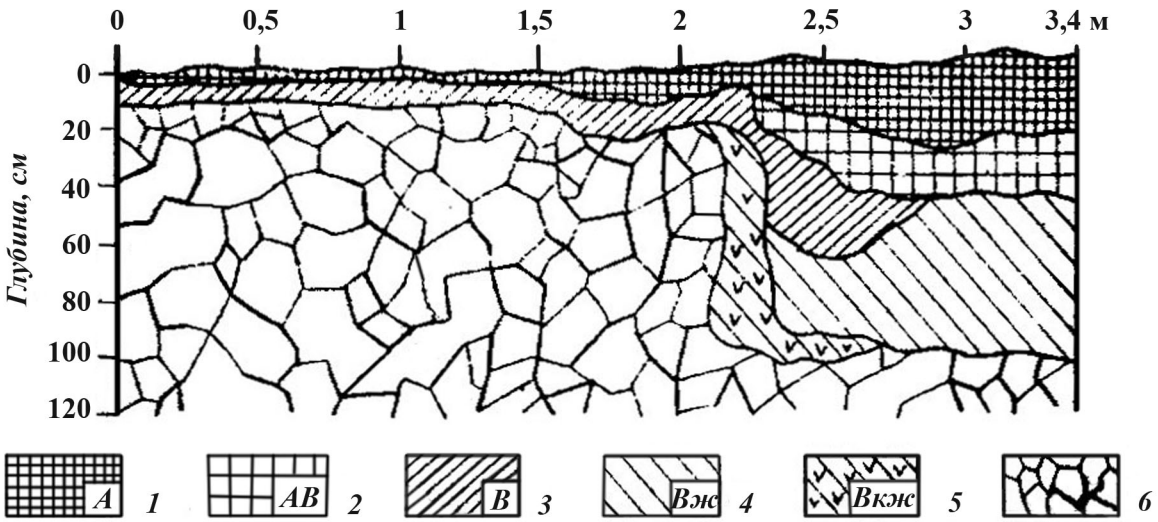


Рисунок 6.13. Рост профиля почвы на колонии полевки Брандта (фрагмент траншеи в типчаково-петрофитно-разнотравной степи): *1 – 5* – почвенные горизонты; *6* – скальные породы.

Фоновая почва представляет собой маломощную темно-каштановую почву на элювии коренных пород. При сравнении морфологического строения почвы под фоновым растительным сообществом и почвы зоопятна можно отметить более мощное гумусовое прокрашивание почвы в пределах зоофитохоры, где мощность гумусового горизонта достигает 72 см, в то время как в почве фонового растительного покрова мощность гумусового прокрашивания составляет всего 14 см. Темно-каштановые мучнисто-карбонатные почвы отличаются высокой концентрацией гумуса в мелкоземе, однако при этом мощность гумусового горизонта очень мала (5 – 16 см). При высокой щебенистости верхние горизонты напоминают смесь щебня и органического вещества. В почвах же, переработанных млекопитающими-норниками, снижается содержание скелета и, соответственно, увеличивается содержание гумуса даже в верхних горизонтах.

Приведенный материал свидетельствует о том, что в местах жизнедеятельности млекопитающих – землероев интенсифицируются механизмы выветривания коренных пород.

Таким образом, в данном случае основным механизмом развития маломощных почв в мощные и петрофитно-разнотравных сообществ в разнотравно-дерновинно-злаковые и ковыльные является прямой вынос на

поверхность фрагментов разборной скалы, подстилающей почву, и интенсификация обычных механизмов выветривания.

Пижмово-разнотравно-ковыльная степь с караганой на щебенистых мучнисто-карбонатных почвах. Растительный покров участка представляет собой сложный комплекс. Рассмотрим структуру растительного покрова по фрагменту трансекты (рис. 6.14). Зоофитохоры образовали сложную мозаичную структуру, в которой выявляются определенные закономерности. Ядра этой структуры представляют карагановые группировки, которые окружены переходными ковыльными сообществами, и только незначительная часть занята первичными фоновыми сообществами. Таким образом, можно выделить три группы основных сообществ.

1. Пижмово-дерновинно-злаковое с петрофитным разнотравьем, большую долю которого составляют *Filifolium sibiricum, Poa attenuata, Medicago rutenica, Festuca lenensis, Koeleria cristata, Potentilla acaulis*. Отдельными пятнами представлены петрофилы *Arenaria capillaris, Potentilla leucophilla, P. verticularis, Orostachis fimbriata, O. malacophilla.* В некоторых группировках широко представлены *Cimbaria dahurica, Leymus chinensis, Carex duriuscula, C. corshinskiy.*

2. Ковыльные сообщества отличаются явным доминированием ковылей *Stipa grandis*, в меньшей степени *S. Krylovii, S. sibirica*. Им обычно сопутствует разнотравье: *Potentilla tanacetifolia, Cimbaria dahurica, Galium verum, Serratula centauroides* и злаки: *Leymus chinensis, Agropiron cristatum, Poa attenuata.*

3. Карагановые сообщества наиболее разнообразны. Часть из них может классифицироваться как злаково-карагановые, часть – как разнотравно-карагановые. Чаще всего состав группировок изменяется в зависимости от времени и степени нарушенности участка млекопитающими-землероями. На относительно свежих колониях зверьков преобладают *Artemisia scoparia, A. dracuncunculus, Leymus chinensis.* В этих случаях для поверхности почвы характерна ярко выраженная бугорчатость (провалы нор и камер). При выравнивании микрорельефа содоминантами караганы становятся злаки: *Stipa grandis, S. sibiri-*

ca, Agropiron cristatum и разнотравье: *Potentilla tanacetifolia, Serratula centauroides, Adenophora stenanthina, Allium anisopodium*.

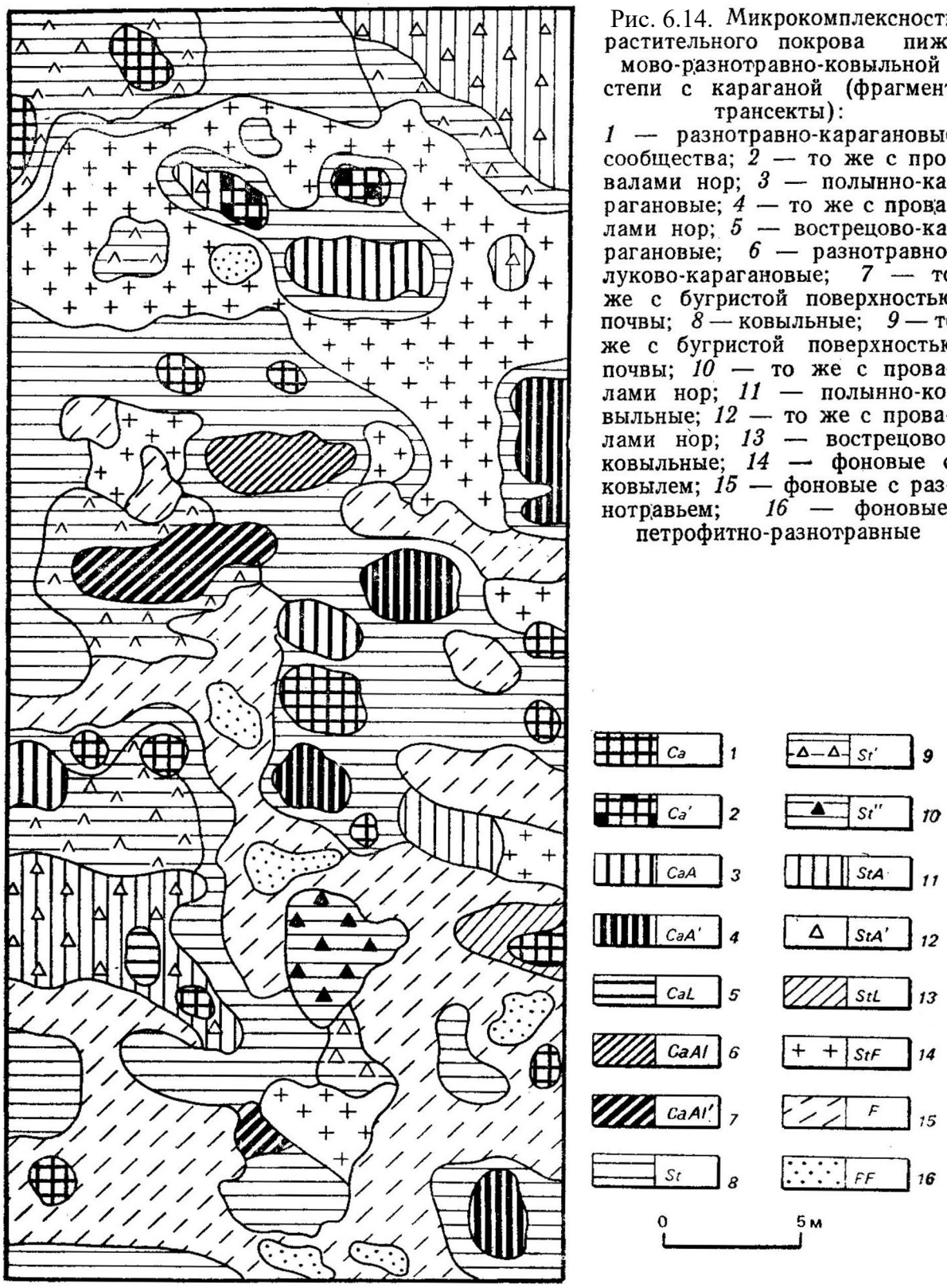


Рис. 6.14. Микрокомплексность растительного покрова пижмово-разнотравно-ковыльной степи с караганой (фрагмент трансекты):
1 — разнотравно-карагановые сообщества; *2* — то же с провалами нор; *3* — полынно-карагановые; *4* — то же с провалами нор; *5* — вострецово-карагановые; *6* — разнотравно-луково-карагановые; *7* — то же с бугристой поверхностью почвы; *8* — ковыльные; *9* — то же с бугристой поверхностью почвы; *10* — то же с провалами нор; *11* — полынно-ковыльные; *12* — то же с провалами нор; *13* — вострецово-ковыльные; *14* — фоновые с ковылем; *15* — фоновые с разнотравьем; *16* — фоновые, петрофитно-разнотравные

Описанные три группы растительных сообществ мы рассматриваем, как экологический ряд от фоновых к карагановым, и считаем, что они связаны с различной степенью проработки территории млекопитающими – полевкой Брандта, даурской пищухой (*Ochotona dahurica* Pall.), узкочерепной полевкой (*Microtus gregalis* Pall.). Во многих случаях о воздействии животных свидетельствуют прямые следы их жизнедеятельности: остатки ходов и камер, кормовых запасов, бугристость поверхности почвы. Мелколистная карагана указывает на зимние норы полевки Брандта и экологические центры нор даурской пищухи, ковыли – на периферийные зоны последних и норы узкочерепной полевки. Наличие в группировках однолетников, корневищных злаков, рудеральных растений свидетельствует о недавнем вселении животных.

Такой же сукцессионный ряд прослеживается и в строении профиля почв под этими основными сообществами. Наибольшим изменениям подвержены почвы под центральной частью колоний (зимних нор) полевки Брандта в современных карагановых сообществах (рис. 6.15). Эти изменения выражаются в увеличении мощности генетических горизонтов, отступлении карбонатных горизонтов, исчезновении щебенистых прослоев.

Надземная продуктивность карагановых сообществ увеличивается почти в два раза по сравнению с фоновыми в основном за счет продуктивности караганы (табл. 6.11). В целом, анализ максимальной продукции подтверждает общее направление сукцессионного ряда от пижмово-дерновинно-злаковых степей с петрофитным разнотравьем к кустарниковым через ковыльные сообщества. Еще большее увеличение в этом ряду наблюдается в подземной фитомассе, особенно в ее нижних горизонтах (табл. 6.11).

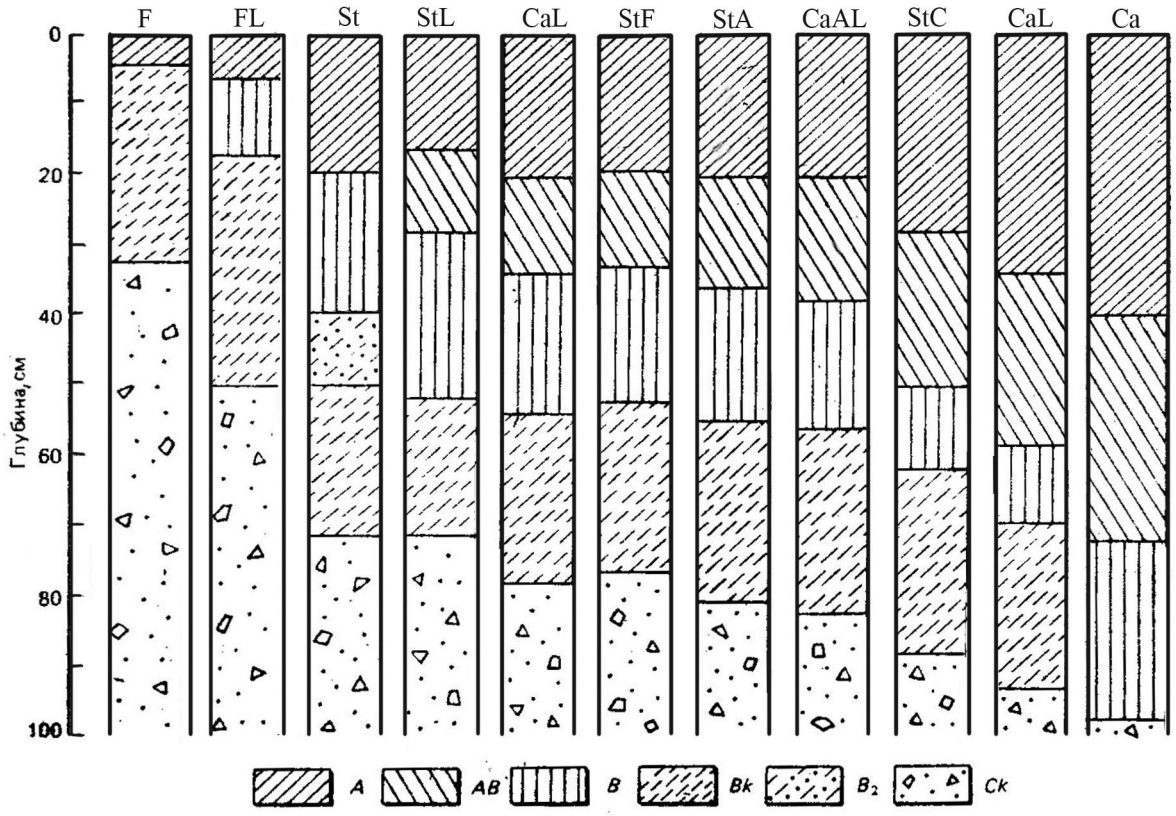


Рис. 6.15. **Экологический (сукцессионный) ряд темно-каштановых почв в пижмово-разнотравно-ковыльной степи:**
FL — фон с вострецом; StF — фон с ковылем; *А—Ск* — почвенные горизонты; обозначения те же, что и на рис. 6.14.

Таблица 6.11.

Максимальная фитомасса основных сообществ пижмово-разнотравно-ковыльных степей (г/м^2, абс. сухой вес, 31 июля 1987 г.)

Показатель		Сообщества		
		карагановые	ковыльные	Петрофитно-разнотравные
Соотношения площадей, %		10,6	47,2	42,2
Общая фитомасса		737,3	589,8	382,2
из них	надземная	191,6	132,5	107,9
	подземная	374,2	305,7	242,2
	ветошь	171,5	151,6	32,1

Разнотравно-ковыльная степь с караганой на мучнисто-карбонатных почвах. Эдификатором растительного сообщества являются ковыли *Stipa grandis, S. sibirica, S. krylovii*. Субдоминанты – *Caragana microphylla, Serratula centauroides*. Структура растительного сообщества по характеру ее мозаики приближается к таковой ранее рассмотренного участка (рис. 6.16). Центрами жизнедеятельности животных являются разнотравно-карагановые сообщества.

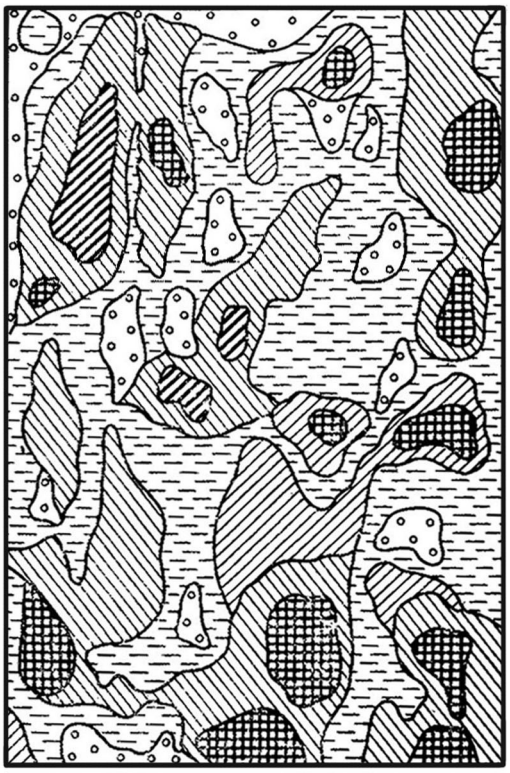
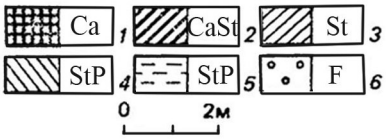


Рис. 6.16. Микрокомплексность растительного покрова разнотравно-ковыльной степи (фрагмент участка):



1- карагановые сообщества;
2 - ковыльно-карагановые сообщества;
3 - ковыльные сообщества;
4 - разнотравно-ковыльные сообщества;
5 - фоновые сообщества с ковылем;
6 - фоновые сообщества

Карагановые сообщества достаточно разнородны в зависимости от степени проработки почвы землероями, а также от времени последнего вселения на них зверьков. Колонии полевки Брандта, став нежилыми, отмечаются сорным разнотравьем и однолетниками *Potentilla bifurca, Artemisia scoparia, A. dracunculus, Lappula sp., Lepidium lacerum.* После длительного отсутствия зверьков сообщества становятся злаково-разнотравно-карагановыми: *Caragana microphilla, Stipa grandis, S. sibirica, Serratula centauroides, Potentila tanacetifolia, P. viscosa, P. Strigosa.*

Фоновыми сообществами являются сообщества на карбонатных почвах. Они также весьма разнообразны и могут характеризоваться как

мелкодерновинно-злаково-разнотравные с участием петрофитного разнотравья. Повсеместно доминирует *Potentila acaulis*. Ей сопутствуют весьма разнообразные виды от дерновинных злаков *Cleistogenes songorica, Stipa krylovii, Koeleria cristata* до разнотравья: *Artemisia frigida, Serratula centauroides, Kochia prostrata, Cimbaria dahurica*. Однако большинство видов разнотравья в основном свидетельствует о приграничном нарушении почвенного покрова в пределах этих ограниченных по площади участков (только 9,2% территории можно отнести к фоновому сообществу – см. рис. 6.16).

Переходными сообществами (периферийные зоны колоний землероев) являются ковыльные. Они отличаются абсолютным доминированием ковылей, особенно *Stipa grandis*. Постоянными спутниками ковылей являются только *Serratula centauroides* и *Leymus chinensis*. В небольшом числе встречаются *Agropiron cristatum, Potentila tanacetifolia, Artemisia frigida, Carex korshinskiy*. Недавнее вселение животных фиксируется теми же видами, что и в карагановых сообществах.

Вполне соответствуют такому сукцессионному ряду и профили почв под основными типами сообществ. Если на фоновых почвах (рис. 6.17) отмечается близкое залегание карбонатов, то в проработанных участках они встречаются только глубже. В пределах зоофитохор проявляется тенденция к увеличению мощности гумусовых горизонтов в виде воронок, обрамленных карбонатами.

На карбонатных пятнах резко снижено общее проективное покрытие растений. Продуктивность резко увеличивается в ряду от карбонатных участков к ковыльным и карагановым сообществам, еще более значимы увеличения подземной фитомассы и ветоши (табл. 6.12).

Таблица 6.12

Максимальная фитомасса основных сообществ разнотравно-ковыльных степей (г/м^2, абс. сухой вес, 1 августа 1987 г.).

Показатель		Сообщества		
		карагановые	ковыльные	фоновые
Соотношения площадей, %		10,4	80,4	9,2
Общая фитомасса		494,8	403,7	353,6
из них	надземная	195,2	133,2	115,3
	подземная	215,3	202,6	178,5
	ветошь	84,3	67,9	59,8

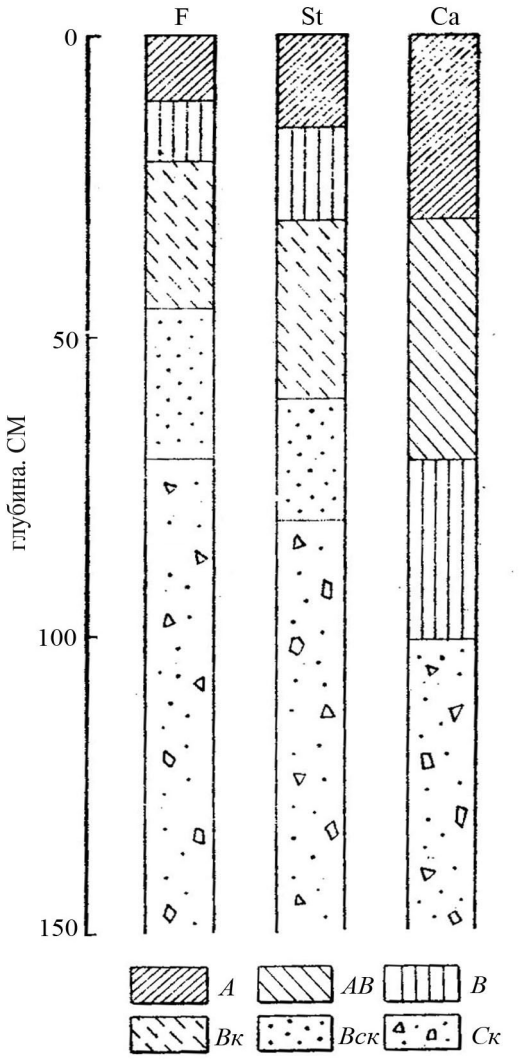


Рис. 6.17. Экологический (сукцессионный) ряд темно-каштановых почв в разнотравно-ковыльной степи: *А-Ск* - почвенный горизонты; обозначения те же, что и на рис. 6.14.

Во всех рассмотренных нами участках резко проявляется неоднородность растительного и почвенного покрова. Ее происхождение связано с роющей, трофической и обменной деятельностью млекопитающих - землероев.

Жизнедеятельность животных в одних случаях вызывает пятнистость растительного и почвенного покровов, когда на относительно однородном фоне регистрируются четко локализованные пятна, в других случаях сложную комплексность, когда пятна различного характера слагают закономерные сочетания друг с другом. Во всех случаях характер мозаики растительного покрова отражает структуру покрова почвенного.

Отдельные элементы мозаики почвенного и растительного покровов можно рассматривать в качестве составляющих определенных экологических рядов. В каждом ряду в сообществах

направленно изменяется флористический состав, проективное покрытие, запасы надземной и подземной фитомассы. Соответствующие изменения происходят и в экологическом ряду почв, в котором наблюдается четкая тенденция к увеличению мощности генетических горизонтов, более глубокому залеганию карбонатных горизонтов, уменьшению щебенистости и другим почвенным процессам.

В связи со столь существенными изменениями в почвах описанных растительных сообществ, необратимым характером этих изменений мы принимаем эти ряды за сукцессионные. Основными толчковыми механизмами возникновения этих сукцессионных рядов в растительных сообществах и в почвенных образованиях являются:

1) зоологическое выветривание твердых коренных пород на маломощных почвах, подстилаемых этими породами;

2) разрушение щебенистых горизонтов на элюво-делювии склонов;

3) нарушение карбонатных горизонтов на элюво-делювии древних террас. Мы считаем, что вслед за этими первичными нарушениями исходных педонов в качестве основных движущих механизмов развития почв и растительных сообществ выступают сложные биогеоценотические факторы, как биотического, так и абиотического характера: мульчирующий эффект выбросов, ветоши, а также более продуктивные растительные группировки создают наиболее оптимальный температурный и водный режимы в развивающихся новых системах, наращивается органическое вещество почвы, растений и животных и т.д.

Современное развитие степных экосистем Восточной Монголии отражается следующими обобщенными сукцессиоными рядами сообществ.

1. Типчаковые или петрофитно-разнотравные сообщества на маломощных почвах, подстилаемых горной породой, → мелкодерновинно-злаковые, ковыльные или злаково-разнотравные сообщества с мощной почвой.

2. Мелкодерновинно-злаковые или петрофитно-разнотравные сообщества на маломощных щебенистых почвах → ковыльные сообщества на более мощных

и слабощебенистых почвах → карагановые сообщества на мощных бесскелетных почвах.

3. Мелкодерновинно-злаковые и злаково-разнотравные сообщества на маломощных щебенистых почвах → ковыльные сообщества на более мощных и слабощебенистых почвах → карагановые сообщества на мощных бесскелетных почвах.

Эти сукцессионные ряды прослеживаются не только на обширных территориях Восточной Монголии, но и в других регионах. Кроме того, можно выделить некоторые другие сукцессионные ряды для солончаковых сообществ, сообществ на светлых каштановых почвах, на луговых почвах и сообществ других зон. Выявление этих сукцессионных рядов дает материал для анализа, как истории, так и современных направлений развития степных экосистем.

ВЫВОДЫ

Изучение динамики пастбищной растительности степных экосистем Восточной Монголии подтвердило высокую изменчивость запасов ее фитомассы, тесную зависимость продуктивности степей от метеорологических факторов. Интерпретация двадцатипятилетних полевых материалов позволила решить основные поставленные задачи исследования: определить фитоценотические характеристики трех основных растительных сообществ степей Восточной Монголии, изучить динамику сезонного развития растений в типичных степных фитоценозах, установить зависимость продуктивности и структуры фитомассы основных растительных сообществ степной экосистемы от изменения климатических факторов, выявить основные тенденции изменения растительного покрова за период наблюдений в связи с природными и антропогенными факторами.

Полученные результаты позволяют нам сделать следующие выводы:

1. Установлен видовой состав изученных сообществ, определена встречаемость видов и доля их участия в фитоценозах. В ковыльно-разнотравно-пижмовом сообществе отмечено 107 видов высших растений, относящихся к 29 семействам и 69 родам; в ковыльно-разнотравно-вострецовом – 79 видов, относящихся к 22 семействам и 53 родам; в разнотравно-ковыльном – 88 видов из 26 семейств и 59 родов.
2. Установлен многолетний тренд изменения годовой суммы осадков (общее уменьшение за период наблюдений составило 50 мм). Средняя годовая температура за этот же период увеличилась на 0,8°С.
3. Даты достижения максимальной величины зеленой фитомассы значительно варьируют по годам, что связано, в первую очередь, с количеством и сроками выпадения осадков, а во вторую, с температурными условиями.
4. Для всех рассмотренных сообществ максимальная величина количества зеленой фитомассы совпадает с фазой массового цветения и плодоношения доминирующих видов. Таким образом, за период вегетации наблюдается три периода максимальной скорости прироста зеленой массы, которые связаны с биологическими циклами развития растений.

5. Выявлена закономерность хода подекадного накопления зеленой фитомассы. Во всех сообществах ход накопления описывается полиномиальным уравнением с достаточно высокими коэффициентами детерминации (0,91; 0,92; 0,97, соответственно).
6. Основная часть зеленой фитомассы (72,4-96%) в период ее максимума находится в интервале высоты 0-20 см, т.е. большая часть доминирующих растений сообщества находится в пределах этой высоты. Максимум подземной фитомассы (80%) находится в интервале 0-30 см. Подземная фитомасса превышает надземную, в среднем, в 6 раз.
7. Установлена закономерность вертикального распределения фитомассы. В пижмовом и вострецовом сообществе распределение надземной массы подчиняется полиномиальной зависимости (R^2=0,73; 0,92), а в ковыльном сообществе – экспоненциальной (R^2=0,97). Распределение подземной массы в двух первых сообществах описывается экспоненциальным уравнением (R^2=0,93; 0,88), а в третьем – полиномиальным (R^2=0,84).
8. Наибольший эффект отавности в растительных сообществах проявляется при изъятии зеленой фитомассы в июне-июле, но при этом обязательно исключение любого изъятия в августе.
9. Декадная сумма выпавших осадков и температуры воздуха не оказывают мгновенного эффекта на прирост фитомассы. Требуется определенное время (2-3 и 1-2 декады для осадков и температуры, соответственно), чтобы растительность отреагировала на эти факторы. Поэтому показатели прироста существенно запаздывают по сравнению со сроками выпадения осадков.
10. Сезонная динамика зеленой фитомассы определяется интегральной суммой осадков и температур за период вегетации и описывается многомерными линейными уравнениями (R^2=0,92; 0,79; 0,87).
11. Сообщества резко отличаются по сохранности травостоя в различные сезоны года. Самой низкой была сохранность пижмового сообщества: осенью – 53%, зимой – 49% и весной 47%. В вострецовом сообществе – соответственно 66,7%, 65,2%, 58,6%; в ковыльном – 67,8%, 61,8%, 58,7%. При этом лучшая сохранность ковыльного сообщества связана с преобладанием злаков.

12. Истинная продуктивность растительных сообществ, рассчитанная для всего периода вегетации растений, превышает продукцию в период максимальной фитомассы в 2 раза. Среднее значение истинной продукции при исключении выпаса животных превышает таковое для выпасаемого участка в 2 раза, что объясняется преимущественно выеданием фитомассы (урожая) животными.
13. Сравнительный анализ динамики надземной фитомассы и элементов водного баланса видов показал, что относительная конкурентоспособность растений определяется в большей степени эффективностью использования почвенной влаги и в меньшей – способностью перехватывать материально-энергетические ресурсы у других видов.
14. Современное развитие степных экосистем Восточной Монголии под воздействием зоогенных факторов отражается следующими обобщенными сукцессиоными рядами сообществ: типчаковые или петрофитно-разнотравные сообщества на маломощных почвах, подстилаемых горной породой, → мелкодерновинно-злаковые, ковыльные или злаково-разнотравные сообщества с мощной почвой; мелкодерновинно-злаковые или петрофитно-разнотравные сообщества на маломощных щебенистых почвах → ковыльные сообщества на более мощных и слабощебенистых почвах → карагановые сообщества на мощных бесскелетных почвах мелкодерновинно-злаковые и злаково-разнотравные сообщества на маломощных щебенистых почвах → ковыльные сообщества на более мощных и слабощебенистых почвах → карагановые сообщества на мощных бесскелетных почвах.

ЛИТЕРАТУРА

Бадарч Н. Монгол орны уур амьсгал. УБ.: ШУАХ, 1971. 205 с.

Банзрагч Д. Динамика урожайности холоднополынно-мелкозлаково-тырсовой ассоциации. // Записки ЛСХИ. 1967. Т. 105. вып. 2. Сенокосы и пастбища. С.45-52.

Банзрагч Д. Динамика урожая основных типов пастбищ северного Хангая. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1967. 20 с.

Банзрагч Д. Динамика урожайности основных типов пастбищ Северного Хангая (МНР) и схемы пастбищеоборотов // Зап. Лен. С-х. Инс-та. 1968, Т. 128. вып. 1. С. 22-25.

Банзрагч Д. Умард Хангайн бэлчээр, хадлангийн ургацын динамик. УБ.: ШУАХ. 1970. 136 с.

Банзрагч Д. Кормовые угодья Хангая. // Растительные ресурсы. 1982. Т. XVIII. Вып. 2. С. 286-297.

Банникова И.А. Высокогорный разнотравно-кобрезиевый луг в Восточном Хангае // География и динамика растительного и животного мира МНР. М.: Наука, 1978. С. 93 – 98.

Банникова И.А. Растительный покров. Структура высотной поясности // Горная лесостепь Восточного Хангая. М.: Наука, 1983. С. 89 – 130.

Банникова И.А. Анализ степной флоры Восточного Хангая // Степи Восточного Хангая. М.: Наука, 1986а. С. 6 – 17.

Банникова И.А. Классификационная схема степной растительности // Степи Восточного Хангая. М.: Наука, 1986б. С. 17 – 27.

Банникова И.А. Континентальная лесостепь Евразии (структура и функция; проблемы природопользования). Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М. 1992. 44 с.

Банникова И.А. Лесостепь Евразии (оценка флористического разнообразия). М., 1998. 146 с.

Банникова И.А. Лесостепь Внутренней Азии: структура и функция. М., 2003. 287 с.

Банникова И.А., Суховерко Р.В., Баясгалан Д. Запасы фитомассы и продукция степных фитоценозов // Степи Восточного Хангая. М.: Наука, 1986. С. 126 – 143.

Баранов В.И. Березы Западной Монголии // Тр. Монг. комис. АН СССР. 1934. 14.

Батбаяр Д. Агрофизические свойства и водный режим степных почв Восточной Монголии (на примере Восточно-степного стационара Тумэнцогт). Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. УБ. 1994. 30 с.

Баясгалан Д. Структура и динамики подземной фитомассы в основных фитоценозах лесостепной зоны Монголии. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1992. 18 с.

Виппер П.Б., Дорофеюк Н.И., Лийва А.А., Метельцева Е.П., Соколовская В.Т. Палеогеография голоцена и верхнего плейстоцена Центральной Монголии // Изв. АН Эстонской ССР. Биология. 1981. Т. 30. № 1. С. 74-82.

Волкова Е.А. Карта растительности сомона Тумэн-Цогт (Монгольская Народная Республика) // Геоботаническое картографирование. Л.: Наука, 1988. С. 38-45.

Гаджиев И.М., Королюк А.Ю., Титлянова А.А., и др. Степи Центральной Азии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. -299 с.

Гильманов Т.Г., Иващенко А.И. Первичная продуктивность экосистем солонцового комплекса глинистой полупустыни северного Прикаспия. // Серия биологическая. 1990. № 4. С. 600-611.

Гордеева Т.К. Особенности вертикальной структуры фитомассы некоторых сообществ Монголии. // Проблемы экологии, геоботаники, ботанической гещграфии и флористики. Л., 1977. С. 46-101.

Гордеева Т.К., Казанцева Т.И., Даваажамц Ц. Особенности формирования фитомассы основных сообществ сухостепной полосы МНР // Растительный и животный мир Монголии. Л., 1977. С. 103 – 124.

Гордеева Т.К., Казанцева Т.И., Даваажамц Ц. Продуктивность брахантемово-реомюриевой с кустарниками остепненной пустыни // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Стационарные исследования (Булган – сомон). Л., 1981а. Ч. 2. С. 59 – 67, 125-129.

Гордеева Т.К., Казанцева Т.И., Даваажамц Ц. Продуктивность холоднополынно-змеевково-ковыльковой с караганой пустынной степи // Пустынные степи и северные пустыни МНР. Стационарные исследования (Булган – сомон). Л., 1981б. Ч. 2. С. 166-172.

Гордеева Т.К., Казанцева Т.И., Миркин Б.М., Кашапов Р.Ш., Наумова Л.Г. Основные типы кормовых угодий сомона Унджул // Сухие степи МНР. Л., 1984. С. 120 – 134.

Горшкова А.А. Биология степных пастбищных растений Забайкалья. М.: Наука, 1966. 274 с.

Горшкова А.А. Экология водного режима степных растений Забайкалья. // Экология флоры Забайкалья. Иркутск: Изд-во СО АН СССР, 1971. С. 5-113.

Горшкова А.А. Пастбища Забайкалья.-Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1973. 160 с.

Горшкова А.А., Подмешальская Л.В. Продуктивность корневых систем степных растений Забайкалья // Типологические исследования степного ландшафта. Иркутск. 1971. С. 34-40.

Гунин П.Д., Востокова Е.А. Ландшафтно-экологические особенности охраняемых территорий Монголии // Пробл. Освоения пустынь. 1995. №5. С. 125-133.

Грубов В.И. Консфект флоры МНР. // Тр. Монгольской комиссии. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. вып. 67. 308 с.

Грубов В.И. Ботанико-географическое районирование Центральной Азии. Т. 1. М.-Л.: Наука. 1963. 166 с.

Грубов В.И. Определитель сосудистых растений Монголии. Л.: Наука, 1982. 443 с.

Даваажамц Ц. Пастбища и сенокосы северной части Убурхангайского аймака Монгольской Народной Республики. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1954. 26 с.

Даваажамц Ц. К изучению массы корней пустынно-степных сообществ МНР. // Структура и динамика степных и пустынных экосистем МНР. М.-Л.: Наука, 1974.

Дашням Б. Растительности Восточного аймака МНР и её хозяйственное использование. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1966. 28 с.

Дашням Б. Флора и растительность Восточной Монголии. УБ.: Из-во АН МНР. 1974. 146 с. (на монг. яз.)

Дашням Б. Степная флора Восточной Монголии и некоторые вопросы ботанико-географического районирования. // Тр. Ин-та ботаники АН МНР. 1976. Т. 1. С. 142-155.

Дашням Б. Степная флора и растительность Восточной Монголии. // Природные условия и биол. Ресурсы МНР. М.: 1986. С. 75-76.

Дашням Б., Жаргалсайхан Л. Возможность прогнозирования пастбищной урожайности с использованием некоторых метеорологических данных // Вопросы интенсификация сенокосного производства в пойменных лугах. УБ.: ИЦНТ, 1987. С. 37-39 (на монг. яз.)

Десяткин Н.Л. Материалы и характеристика сорнополевой растительности Северной Монголии. Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 50 с.

Динесман Л.Г., Киселева Н.К., Князев А.В. История степных экосистем Монгольской Народной Республики. М.: Наука, 1989. 240 с.

Дмитриев П.П. Млекопитающие в степных экосистемах Внутренней Азии. М. 2006. 224 с.

Дмитриев П.П., Худяков О.И. Зоофактор как причина неоднородности почвенного покрова сухих степей Монголии // Докл. АН СССР. 1989. Т.304, №3. С. 757-762.

Дмитриев П.П., Худяков О.И., Жаргалсайхан Л. Сукцессионные ряды каштановых почв и степной растительности МНР в связи с деятельностью млекопитающих // Бюл. Московск. Общ. Испыт. Природы. Отд. Биол. 1990. Т. 95, вып. 1. С. 3-15

Дмитриев П.П., Шауер И. Воздействие зимних нор полевки Брандта на почвенный покров степей Монголии. // Биол. Науки.1987а. №6. С. 36-44.

Дмитриев П.П., Шауер И. Роющая деятельность млекопитающих как фактор выветривания коренных пород и образования щебнистого плаща // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1987б. №1. С. 92-100

Доржготов Д. Почвы Монголии (генезис, систематика, география, ресурсы и использование): Автореф. дис. ...д-ра биол. наук. М.. 1992. 51 с.

Дорофеюк Н.И. Реконструкция природных условий Внутренней Азии в позднеледниковье и голоцене (по материалам диатомового и палинологического анализов озерных осадков Монголии): Автореф. дис. ...д-ра биол. наук. М. 2008. 49 с.

Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. 392 с.

Дружинина Н.П. Биомасса надземной части травостоя // Топология степных геосистем. Л. 1970. С. 106-115.

Дружинина Н.П. Продуктивность подземной части в степных растительных сообществах юго-восточного Забайкалья // Топологические исследования степного ландшафта. Иркутск. 1971. С. 58-67.

Дружинина Н.П. Фитомасса степных сообществ Юго-восточного Забайкалья. Новосибирск.: Наука, 1973. 150 с.

Жаргалсайхан Л. К вопросу прогнозирования динамики урожая основных степных сообществ Восточной Монголии // Природные условия и биологические ресурсы Монгольской Народной Республики: Тез. докл. Междунар. конф. М.: Наука, 1986. С. 79-81.

Жаргалсайхан Л. Зависимость динамики урожайности разнотравно-крупноковыльного сообщества Восточно-Монгольской степи от метеорологических параметров // Применение математических методов в природоведение. УБ., 1989. С. 164-170 (на монг. яз.).

Жаргадсайхан Л. Спектральная отражательная способность растительности степей // Труды Инст. Бот-ки АНМ, № 17, УБ., 2007, С. 30-34.

Жаргалсайхан Л., Мандах Б., Лхагвасурэн С., Чойжамц Б., Баатар Р., Батбаяр Д., Батхишиг О., Сумъяа Ж., Дмитриев П.П., Худяков О.И., Шереметьев С.Н., Лим В.Д. Некоторые результаты стационарного изучения почв и растений степей Восточной Монголии // Исследование флоры и растительности Монголии за последние 20 лет. УБ., 1994а. С. 30-32 (на монг. яз.).

Жаргалсайхан Л., Чулуун Т., Ожима Д., Дод Ж., Вильямс С. Некоторые результаты прогнозировании динамики урожайности степных пастбищ Восточной Монголии с использованием модели “CENTURY” // Исследование флоры и растительности Монголии за последние 20 лет. УБ., 1994б. С. 33-35., (на монг. яз.)

Иванов Л.А., Силина А.А., Цельникер Ю.Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях // Ботан. журн. 1950. Т. 35, № 2. С. 171-185.

Казанцева Т.И. Опыт количественного анализа распределения растений подгорной равнины хр. Гурван-Сайхан (Северная Гоби) // Проблемы освоения пустынь. 1978. № 1. С. 38 – 42.

Казанцева Т.И. Продуктивность и динамика надземной фитомассы пустынь // Проблемы освоения пустынь. 1980. № 2. С. 76 – 84.

Казанцева Т.И. Продуктивность некоторых растительных сообществ Заалтайской Гоби // Комплексная характеристика пустынных экосистем Заалтайской Гоби. Пущино, 1983. С. 37 – 40.

Казанцева Т.И. Распределение и динамика продуктивности надземной фитомассы // Пустыни Заалтайской Гоби. М., 1986. С. 106-114.

Казанцева Т.И. Продуктивность основных растений пустынь Заалтайской Гоби // Пустыни Заалтайской Гоби. Л., 1988. С. 188-201.

Казанцева Т.И. Динамика и современное состояние фитоценозов Северной Гоби // Проблемы ботаники на рубеже XX-XXI веков. Тез.докл. II (X) съезда РБО. СПб., 1998. Т. 1. С.257-258.

Казанцева Т.И. Динамика и продуктивность фитоценозов Заалтайской Гоби // Тез.докл. 4-ой Межд. науч. конф. Томск, 1999. С. 195.

Казанцева Т.И. Динамика и продуктивность зональных растительных сообществ гобийской части Монголии. Автореф. дис...д-ра биол. наук. СПб. 2005. 33 с.

Казанцева Т.И., Даваажамц Ц. Продуктивность фитоценозов степей и пустынь МНР // Природные условия, растительный покров и животный мир Монголии. Пущино, 1988. С. 242 – 256.

Калинина А.В. Стационарные исследования пастбищ Монгольской Народной Республики. // Тр. Монг. Комис. АН СССР. 1954. 60. М., Л.

Калинина А.В. Основные типы пастбищ МНР. Л., 1974. 183 с.

Касимов Н.С., Клиге Р.К. Проблемы глобальных изменений. // Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. Т. 1. –М.: Научный мир, 2006. С. 19-34.

Климанова О.А. Геологический мониторинг современных степных ландшафтов Монголии. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М. 1998. 28 с.

Комаров В.Л. Введение к флорам Китая и Монголии // Тр. СПб. Ботан. Сада. 1908-1909. Т. 29, вып. 1-2.

Лавренко Е.М. О растительности степей и пустынь Монгольской Народной Республики. // Проблемы освоение пустынь, 1978. 1. С. 3-18.

Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии. Л., 1991. 145 с.

Ларин И.В. Прием обработки материалов полученных при стационарном изучении динамики урожаев и отавности растений. // Бот. Журн. 1957. Т. 42. № 6. С. 47-53.

Лиепа И.Я. К оценке математической модели // Учен. зап. Латв. гос. ун-та. 1973. Т. 181. С. 70-76.

Мандах Б. Состав и динамика ценопопуляции степных растений Восточной Монголии. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. УБ. 1999. 34 с.

Микляева И.М. Восстановление степной растительности на залежах в Восточной Монголии // Вестник МГУ. Сер. География. 1996. №1. С. 75-81.

Микляева И.М., Лысак О.А. Пастбищная дигрессия степей Восточной Монголии // Бюлл. МОИП, отд. Биолог. 1996. №1. С. 88-93.

Мирошниченко Ю.М. О вегетативном размножении полыни *Artemisia frigida* Willd. в МНР // Бот. журн. 1964. Т. 49. № 11. С. 1665 – 1667.

Мирошниченко Ю.М. О распространении *Artemisia frigida* Willd. в Монгольской Народной Республике // Бот. журн. 1965. Т. 50. № 3. С. 420 – 425.

Мирошниченко Ю.М. Динамика степной и пустынной растительности центральной части МНР. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л. 1967. 24 с.

Мурзаев Э.М. Монгольская Народная Республика. Физико-географическое описание. М.: Географиз, 1952. 472 с.

Намзалов Б.Б. Степи Южной Сибири. Новосибирск; Улан-Удэ, 1994. 307 с.

Начиншонхор У.Г., Цэрэндаш С., Жаргалсайхан Л., Цоож Ш., Цэндээхуу Ц., Дугаржав Ч., Хиросе Т. Монголын хээрийн ургамалан булгэмдэлд уур амьсгал болон нуудлийн мал аж ахуйн узуулэх нолоо // Biodiversity of the Mongolian Plateau and Adjacent Territory. Ulaanbaatar-Hohhot. 2001. С. 217.

Нефедьева Л.Г. Особенности распределения надземной биомассы в основных фациях Онон-Аргунской степи // Топологические особенности тепла, влаги, вещества в геосистемах. Иркутск. 1970. С. 90-92.

Нефедьева Л.Г. Изменение запасов степного войлока в течение вегетационного периода в Харанорской степи // Топологические исследования степного ландшафта. Иркутск. 1971. С. 115-121.

Ногина Н.А. О некоторых реликтовых свойствах почв Монголии // Генезис и география почв зарубежных стран по иссдедованиям советских географов. М.: Наука, 1978. С. 151-165.

Павлов Н.В. Введение в растительный покров Хэнтэйской горной страны // Предварительный отчет ботанической экспедиции в Северную Монголию за 1926 г. Л.: Изд-во АН СССР, 1928. Вып. 2. С. 72-128.

Палибин И.В. Очерк растительности монгольских степей между Ургой и Калагоном // Труды Кяхт. Отд. Русак. Геогр. общ. III. 3. 1904

Певцов М.В. Очерк путешествия по Монголии и северным провинциям Внутренного Китая. Зап. Сиб. Отд Русск. Геогр. общ. 1883.

Победимова Е.Г. Рекогносцировочные ботанические исследования в Юго-Восточной Монголии // Тр. Монг. Комис. АН СССР. Вып. 9. 1933

Полынов Б.Б. Географические работы. М.: Сов. наука, 1948, 293 с.

Полюшкин А.Н., Горошкова А.А. Способность степных пастбищных растений к отрастанию // Биоморфология и прдуктивность степных растений Забайкалья. Новосибирск: Наука, 1979. С. 50-116.

Потанин Г.Н. Очерк северо-западной Монголии. СПб., 1881-1883.

Пржевальский Н.М. Монголия и страна тангутов. Т. 1, 1875.

Прохонов Я.И., Иконников-Галицкий Н.П. Предварительный отчет о поездке в Монголию летом 1926 г. // Материалы комиссии по иссл. Монгольской и Танну-Тувинской Народной Республики и Бурят-Монгольской АССР. Вып. 2. 1929

Роде А.А. Методы изучения водного режима почв. Изд-во Академии наук СССР, 1960. 244 с.

Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Л.: Гидрометиздат, 1965, Т. 1. 665 с.

Розенберг Г.С. Анализ структуры и динамики сложных систем на ЭВМ (с примерами из фитоценологии). Уфа: Башк. Фил. АН СССР. 1984. 81 с.

Самарина Н.Н. Структура радиационно-теплового баланса степных геосистем и зерновых посевов Восточной Монголии // Природные условия и биологические ресурсы Монгольской Народной Республики: Тез. докл. Междунар. конф. М.: Наука, 1986. С. 48-49.

Слейчер Р. Водный режим. М. 1970. 366 с.

Слемнев Н.Н., Болд Д., Казанцева Т.И., Федорова Т.И., Якунин Г.Н. Опыт повышения продуктивности пастбищ остепненных пустынь в Заалтайской Гоби. Пущено, 1983.Т.68.№11. С.1533-1538.

Слемнев Н.Н., Казанцева Т.И., Якунин Г.Н. Связь фотосинтеза и первичной биологической продуктивности растений // Пустыни Заалтайской Гоби.Л., 1988. С. 180-184.

Тимофеев Д.А. Геоморфологическая карта сомона Тумэнцогт (М.1:200000). 1984. 1 л.

Титлянова А.А. Биологический круговорот углерода в травяных биогеоценозах. Новосибирск: Наука, 1977. 222 с.

Титлянова А.А., Коляго С.А. Особенности биологического круговорота химических элементов в условиях сухих холодных степей юго-восточного Забайкалья // Доклады сибирских почвоведов к IX Международному конгрессу почвоведов. Новосибирск. 1968. С. 48-70.

Улзийхутаг Н. Обзор флоры Монголии.УБ., 1989. 208 с.

Худяков О.И., Дмитриев П.П., Лим В.Д., Жаргалсайхан Л. Гидрологическое состояние и водный режим темнокаштановых почв Восточной Монголии в связи с зоогенной деятельностью // Почвоведение. 1997. № 2. С. 185-193.

Цэгмэд Ш. Монгол орны физикгазарзуй. УБ., УХГ. 1969. 405 с.

Цэрэндаш С. Динамика урожайности луговых и степных сообществ низовья бассейна р. Селенги. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. УБ. 1980. 33 с.

Цэрэндаш С. Структура, динамика и продуктивность растительности Северной части Монголии. Автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. УБ. 1996. 48 с.

Чимэдрэгзэн Л., Гунин П.Д., Казанцева Т.И. Алтайн говийн Эхийнголын баян бурдийн зонхилох булгэмдлийн газрын дээрх фитомасс // Монгол Улсын Их Сургууль. Эрдэм шинжилгээний бичиг. УБ, 1996. №. С. 63-71.

Чогний О. Основные закономерности пастбищной дигрессии и восстановления горностепных пастбищ Восточного Хангая. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. УБ. 1975. 37 с.

Чогний О. Закономерности пастбищной дигрессии и постпастбищной демутации пастбищ // Фитоценотические основы улучшения естественных кормовых угодии. М., 1988. С. 114-132.

Шереметьев С.Н. Экология водного режима пустынных, степных и луговых растений Монголии. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб. 1991. 33 с.

Шереметьев С.Н. Водный режим травянистых растений на градиенте влажности почвы. I. Интенсивность транспирации // Ботан. Журн. 2002. Т. 87, №8. С. 46-68.

Шереметьев С.Н. Травы на градиенте влажности почвы. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2005. 271 с.

Шереметьев С.Н., Жаргалсайхан Л. Водный режим и надземная фитомасса *Stipa krylovii* (Poaceae) в восточной части МНР // Ботан. журн. 1989. Т. 74, № 6. С. 856-866

Шереметьев С.Н., Жаргалсайхан Л. Водный режим и надземная фитомасса *Pulsatilla turczaninovii* (Ranunculaceae) и *Potentilla tanacetifolia* (Rosaceaea) в восточной части МНР // Ботан. журн. 1990а. Т. 75, № 8. С. 1150-1162.

Шереметьев С.Н., Жаргалсайхан Л. Экология водного режима степных растений Монголии. Л.: Наука, 1990б, 110 с.

Юнатов А.А. Основные черты растительного покрова Монгольской Народной Республики. // Тр. Монгольской комиссии АН СССР. 1950. вып. 39. 223 с.

Юнатов А.А. Кормовые растения пастбищ и сенокосов МНР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 306 с.

Юнатов А.А., Дашням Б. Карта растительности Монгольской Народной Республики (М. 1:1500000). М.: ГУГК. 1979. 4 л.

Baatar R., Jargalsaikhan L. The Plant Productivity and of Soils of Key Sites of Grassland Ecosystem Research Station in Eastern Mongolian Steppe (Tumentsogt): Abstracts of Third World Academy of Sciences (TWAS) Symposium on Grassland Ecosystems Management in Mongolia Plateau. Xilinhot, 1999. P. 41-42

Baatar R., Jargalsaikhan L. The chemical agrochemical and water-physical properties of soils and biological cycling of ash elements of three key sites of grassland ecosystem research station in Eastern Mongolian steppe (Tumentsogt) // Central Asian Ecosystems-2000: Abstracts of Intern. conf. Ulaanbaatar, 2000. P. 13-15

Baatar R, Ubugunov L.L., Ubugunova V.I., Mazya Fernandz, Jargalsaikhan L., Chognii O., Dugermaa V., Undrakh-Od B. Biological cycling of nutrient elements in soils of Mongolia // MOGZA. 2003. № 2. P. 5-9

Chen Z., Huang De. The primary study of vegetation condition and forming process of castanozem in the Xilin River valley, Inner Mongolia // Sci. geogr. Sinica. 1985. Vol. 5. № 4. P. 317-323.

Catsky I. Determination of water deficit in disks cut foliage leaves // Biologia Plantarum (Praha). 1962. № 4. P. 306-314.

Chen Z., Huang De. A measurement to underground productivity and turnover value of *Aneurolepidium chinense* and Stipa grassland at the Xilin River valley // Res. Grassland Ecosystem. 1988. № 2. P. 132-137.

Chuluun T., Ojima D., Dodd J., Williams S., Jargalsaikhan L. Simulation studies of grazing in Mongolian Grassland Ecosystems // Paper for the Conf. "The Grassland Ecosystem of the Mongolian Steppe". Racine, Wisconsin, USA, 1993. P. 45-51

Chuluun T., Ojima D., Dodd J., Williams S., Jargalsaikhan L. Simulation studies of grazing in the Mongolian Steppe: Abstracts of Fifth Intern. Rangeland Congress. Salt Lake City, Utah, USA, 1995. P. 561-562

Dmitriev I.A., Omarov K.Z., Jargalsaikhan L., Abaturov B.D. Research of phytomass utilization in steppes of Eastern Mongolia // Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: Natural resources, biodiversity and ecological prospects: Proceedings of Intern. conf. Ulaanbaatar, 2005. P. 261-263

Eshed E., Orlovsky L., Adar E., Kogan F., Dugarjav Ch., Jargalsaikhan L., Tsooj Sh., Erdenekhuleg D., Sanjid J. Monitoring vegetation dynamics in Mongolia using remote sensing //Ecosystems of Mongolia and frontier areas of adjacent countries: Natural resources, biodiversity and ecological prospects: Proceedings of Intern. conf. Ulaanbaatar, 2005. P. 24-26

Khudyakov O.I., Dmitriyev P.P., Lim V.D., Jargalsaikhan L. Soil water regime and bioproductivity of drysteppe zones of Eastern Mongolia // Erforchung biologischer Ressourcen der Mongolei. Halle-Wittenberg, 1992. P. 68-69

Khudyakov O.I., Jargalsaikhan L. Soil water regime and steppe grassland production of Eastern Mongolia: Abstracts of Intern. Symp. on Grassland Resources. Huhehot, Inner Mongolia, China, 1993. P. 11-12.

Khudyakov O.I., Dmitriev P.P., Lim V.D., Jargalsaikhan L. The Hydrological Status and Water Regime of the Dark Chestnut soils of Eastern Mongolia and Their Changes under the Impact of Zoogenic Activity // Eurasian Soil Science. 1997. Vol. 30, № 2. P. 152-160

Kogan F., Jargalsaikhan L., Srark R., Gitelson A., Adar E., Dugarjav Ch., Tsooj Sh. Derivation of Pasture Biomass in Mongolia from AVHRR-based Vegetation Health Indices // Intern. Journal of Remote Sensing. 2004. 25(14). P. 2889-2896

Lao B., Daoerji S.Ch., Chen Z., Huang De. The dynamics of biomass and a relationship between biomass and precipitation of desert steppe in Inner Mongolia // Arid Land Geogr. 1990. Vol. 13, № 1. P. 10-17.

Li Y. Impact of grazing on *Aneurolepidium chinense* steppe and *Stipa grandis* steppe // Acta Oecologica (Oecologia Applicata)., 1989, Vol. 10, № 1, p. 31-46.

Li Y. Biodiversity features of the main steppe communities in Inner Mongolia and their relations with climate and grazing // Chinese Biodiversity, 1993. № 1. P. 141-148.

Li Y., Jargalsaikhan L. Grazing Dynamics of *Stipa grandis* steppe in the Northeast Mongolian Plateau: Abstracts of Intern. Symp. on Grassland Resources. Huhehot, Inner Mongolia, China, 1993. P. 25

Mandakh B. Biology-morphological characteristics for plants in steppe of Eastern Mongolia. // International conference Asian ecosystems and their protection. UB. 1995. P. 36.

Mandakh B. Biology-morphological characteristics of Filifolium sibiricum (L) Kitam // International conference on temperate grasslands for the 21st Century. Beijing. 1996.

Nachinshonhor U.G., Jargalsaikhan L., Tserendash S., Tsooj Sh., Tsendeekhuu Ts., Dugarjav Ch., Hirose T. Effects of climate and nomadic acitities on the structure of grassland vegetation in Mongolia // Central Asian Ecosystems-2000: Abstracts of Intern. conf. Ulaanbaatar, 2000a. P. 200-201

Nachinshonhor U.G., Jargalsaikhan L., Tserendash S., Tsooj Sh., Tsendeekhuu Ts., Dugarjav Ch., Hirose T. Effects of climate and nomadic acitities on the structure of grassland vegetation in Mongolia: Experimental Design and the First-year Survey //Analysis of canopy structure of plant communities in Mongolian grasslands. Japan, Tohoku University, 2000b. P. 45-55

Nachinshonhor U.G., Jargalsaikhan L., Tserendash S., Tsooj Sh., Tsendeekhuu Ts., Dugarjav Ch., Hirose T. Effects of climate and nomadic acitities on the structure of grassland vegetation in Mongolia // International scientific study's for Mongolian Grasslands (11691170). Japan, Tohoku University, 2001a. № 3. P. 1-29 (in Japan, summary in English).

Nachinshonhor U.G., Jargalsaikhan L., Tserendash S., Tsooj Sh., Tsendeekhuu Ts., Dugarjav Ch., Hirose T. Some effects of climate and nomadic activities on the grassland vegetation in Mongolia // Biodiversity of Asia's dryland regions: Experiences and prospects. Ulaanbaatar, 2001b. P. 45-46

Nachinshonhor U.G., Jargalsaikhan L., Tserendash S., Tsooj Sh., Tsendeekhuu Ts., Dugarjav Ch., Hirose T. Productivity of Plant Communities and the type of Animal Husbandry in the Mongolian Grassland // Bulletin of JAMS. 2003. № 33. P. 35-43

Nachinshonhor G.U., Jargalsaikhan L., Tserendash S., Tsooj Sh., Tsendeekhuu Ts., Dugarjav Ch., Tadaki Hirose Effects of climate and nomadic activities on the Mongolian dry steppe // Studies of the relationship between environmental changes and nomadic production. The Center for Northeast Asia Studies of Tohoku University, Sendai, Japan, 2006. Vol. 3, N 14-17 (14252014). P. 112-126 (in Japan).

Jargalsaikhan L. Specific Dynamics of Productivity of Dominant Plant Communities in the Eastern Part of Mongolian Steppe: Abstracts of Third World Academy of Sciences (TWAS) Symposium on Grassland Ecosystems Management in Mongolia Plateau. Xilinhot, 1999. P. 46.

Jargalsaikhan L., Orlovsky L., Dugarjav Ch., Adar E., Gitelson A., Kogan F., Tsooj Sh., Sanjid J., Erdenekhuleg D. Some results for estimations study of seasonal dynamics pasture productivity in the Eastern Mongolian steppe using NOAA/AVHRR data. // Second National Workshop on Application of Remote Sensing/GIS for Mongolian Environment. UB., 2007. P. 9-11.

Jargalsaikhan L., Dmitriev I.A., Omarov K.Z., Abaturov B.D., Sukhchuluun G., Erdenekhuleg D., Saruulzaya. A, Enkhtuya D. Some results of the phytomass utilization study by ungulates (wild and domestic) in the Eastern Mongolian steppe ecosystems // Тр. Ин-та Ботаники АНМ. 2004, № 15. С. 79-82.

Jargalsaikhan L., Li Yong-Hong. Some results of study on the grazing dynamics of Stipa grandis steppe community in Eastern Mongolian Plateau // Central Asian Ecosystems-2000: Abstracts of Intern. conf. Ulaanbaatar, 2000. P. 82-84

Jargalsaikhan L., Mandakh B., Choijamts B., Baatar R. Some results of stationary investigation of soil fertility and plant productivity in steppe grassland ecosystem: Abstracts of Intern. conf. “Asian Ecosystems and their Protection”. Ulaanbaatar, Mongolia, 1995. P. 28.

Jargalsaikhan L., Jargal J. The Influence of Steppe Fire on the Vegetation:Abstract of Third World Academy of Sciences (TWAS) Symposium on Grassland Ecosystems Management in Mongolia Plateau. Xilinhot, 1999. P. 46

Rudnev N.I., Jargalsaikhan L. Natural Regimes and Structure of Steppes Ecosystems of Eurasia: the Case of Russia and Mongolia: Abstracts of Intern. conf. on Temperate Grasslands for the 21st Century. Beijing, 1996. P. 4.

Stocker O. Das Wasserdefizit von Gefaspflanzen in verschiedenen Klimazonen // Planta. 1929. № 7. S. 696-741.

Zhao M., Xu X. Strategies of sustainable management on grassland productive capacity of Inner Mongolia // Proc. Inter. Symp. On Grassland Management in the Mongolian Plateau/ Huhhot, China: Inner Mongolia Univ. Press, 1997. P. 67-71.

Xiao X., Ojima D.S., Parton W.J., Bonham C.D. Modelling of biomass and soil organic matter of Leymus chinensis steppe and Stipa grandis steppe // Chin. Ecos. Res. Network. 1997. № 5. P. 118-126.