

*На правах рукописи*

**АНТИПКИНА Ирина Ивановна**

**ДИНАМИКА ТРАВЯНОГО ПОКРОВА В БЕРЕЗНЯКАХ,  
ПОВРЕЖДЕННЫХ НЕПАРНЫМ ШЕЛКОПРЯДОМ  
(*LYMANTRIA DISPAR L.*)  
НА ЮГЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**03.00.16 – экология**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук**

**Тюмень – 2006**

Работа выполнена на кафедре ботаники и биотехнологии растений Тюменского государственного университета

<b>Научный руководитель</b>	доктор сельскохозяйственных наук, профессор <b>Боме Нина Анатольевна</b>
<b>Официальные оппоненты:</b>	доктор биологических наук, профессор <b>Шепелева Людмила Федоровна</b> доктор географических наук, профессор <b>Калинин Владимир Матвеевич</b>
<b>Ведущая организация</b>	Государственное научное учреждение Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья

Защита состоится 7 апреля 2006 года в 10<sup>00</sup> на заседании диссертационного совета Д 212.274.08 в Тюменском государственном университете по адресу: 625043 г. Тюмень, ул. Пирогова, 3.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тюменского государственного университета.

Автореферат разослан 27 февраля 2006 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Гашев С.Н.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В Западной и Средней Сибири первичные березняки представляют собой зональное явление, замещаая зоны широколиственных и хвойно-широколиственных лесов к востоку от Урала. На юге подзона осиново-березовых лесов постепенно переходит в лесостепь, леса распадаются на все более мелкие массивы (колки) (Глумов, 1960; Чупров, 1986).

Березовые леса играют заметную роль в биологическом круговороте, регулировании и стабилизации природной среды Тюменской области. В настоящее время леса области сильно нарушены в результате воздействия комплекса природных и антропогенных факторов (лесные пожары, вырубка, подтопление, воздействие фитофагов), что ведет к изменению гидрологического, температурного режимов, ухудшению санитарно-гигиенической и рекреационной обстановки. Вспышки численности непарного шелкопряда фиксируются с 1953 года и с тех пор повторяются периодически. Площадь очага данного фитофага составляла от 70000 до 259053 га (Рыбин, 1998). В последние годы на юге Тюменского региона наблюдается верхушечное и куртинное усыхание лесов в результате повреждения древесного яруса фитофагом. Известно, что выпадение доминантов-эдификаторов влечет за собой смену растительности нижних ярусов, однако ценотическое значение травяного покрова и напочвенной растительности в лесу изучено относительно слабо (Рысин, 1970; Рыбин, 1998; Фарбер, 2000). В связи с недостатком информации об изменениях травяного покрова в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом, возникла необходимость исследования динамики сообществ.

**Цель работы** - изучить особенности дигрессионных изменений травяного покрова березняков при разной степени воздействия непарного шелкопряда и характер восстановительных (демутационных) сукцессий на юге лесной зоны и в лесостепи Тюменской области.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Исследовать видовой состав, структуру и горизонтальное сложение, соотношение экобиоморф, фитоценотивов, продуктивность для характеристики травяного покрова в нарушенных березняках.
2. Выявить особенности дигрессии на основе изучения динамики березняков с различной степенью повреждения.
3. Изучить начальные этапы восстановления травяного покрова в сообществах лесной зоны и лесостепи в зависимости от продолжительности демутации.
4. Дать сравнительный анализ динамики поврежденных березняков юга лесной зоны и лесостепи в Тюменской области.

**Научная новизна.** Впервые проведено комплексное изучение динамики поврежденных непарным шелкопрядом лесных экосистем в различных условиях произрастания. На основе изменчивости параметров, отражающих динамику травяного покрова, показаны различия в выраженности дигрессии и начале демутации березняков. Определена эффективность комплексного применения ряда показателей (видовой состав, структура и горизонтальное сложение, соотношение экобиоморф, фитоценотивов, экологических групп, коэффициент флористического сходства) для оценки состояния растительных сообществ на разных этапах их динамики с целью прогнозирования их устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды (абиотических и биотических).

**Защищаемые положения.**

1. Динамика травяного покрова, как показатель дестабилизации сообществ, отражает выраженность дигрессионно-демутационных изменений в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом.
2. Проявление дигрессии и демутации в значительной степени определяется интенсивностью повреждения и продолжительностью восстановления яруса-эдификатора в различных условиях произрастания.

**Практическое значение.** Анализ и обобщение полученных результатов могут быть использованы для разработки модели дигрессионно-демутационных сукцессий. Результаты исследования могут стать теоретической основой для разработки системы мониторинга березовых лесов юга

Тюменской области, а также приемов, обеспечивающих ускоренное восстановление фитоценозов в результате повреждения непарным шелкопрядом. Материалы работы могут быть использованы в практике вузовского обучения в лекционных курсах, на полевых практиках по фитоценологии и общей экологии.

**Личный вклад автора.** Автором выбраны объект и направление исследования, разработаны основные подходы к решению поставленных задач. Выполнены работы по сбору полевого материала, произведена обработка данных и их анализ, сформулированы выводы.

**Апробация работы и публикация результатов исследования.** Материалы диссертационного исследования доложены и обсуждены на научных студенческих конференциях Тюменского государственного университета (Тюмень, 2000, 2001), VI Международной научной школе-конференции студентов и молодых ученых “Экология Южной Сибири и сопредельных территорий” (Абакан, 2002), Международной конференции “Экология и рациональное природопользование” (Хургада, Египет, 2003) и на заседаниях кафедры ботаники и биотехнологии растений ТюмГУ (2001-2005 гг.). По теме диссертации опубликовано 6 научных работ.

**Структура и объем диссертации.** Основной текст диссертации изложен на 140 страницах машинописного текста и состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы и приложений. Список литературы содержит 225 наименований, в том числе 12 - на иностранных языках. Диссертация включает 16 таблиц, 21 рисунок, 7 приложений.

## **Содержание работы**

### **Введение**

Дано обоснование актуальности, новизны и практической значимости работы. Поставлены цели, задачи, сформулированы положения, выносимые на защиту.

### **1. Обзор литературы**

Проведен анализ литературных источников, посвященных изучению динамики растительности. Основными типами изменений фитоценозов по мнению многих авторов являются: флуктуации, сукцессии, эволюция и на-

рушения (Tansley, 1920; Одум, 1975; Миркин, 1974;1979;1985). Дано понятие сукцессии, начиная с основоположников (Kouls, 1899; Clements, 1916) и заканчивая современными представлениями, характеристика их типов и современная классификация (Раменский, 1938; Сукачев, 1954; Ярошенко, 1961; Мелехов, 1974; Дажо, 1975; Работнов, 1976; Миркин, 1979, 2001; Гиляров,1980; Дыренков, 1989). Подробно описаны патогенные сукцессии (Фарбер, 2000), возникающие вследствие повреждения фитоценозов фитофагами на примере работ по изучению влияния сибирского шелкопряда на таежные леса Восточной Сибири (Дудин, 1958; Кондаков, 1963; Рябоконт, 1997).

## **2. Общая характеристика березняков России**

Березовые леса занимают большие площади в лесной зоне России. Они достаточно разнообразны, поскольку произрастают в различных природных условиях, слагаются разными видами берез и имеют неодинаковое происхождение (коренные и вторичные). Общими биологическими особенностями большинства видов берез является их светолюбие, быстрый рост подроста, нетребовательность к почве и достаточная морозоустойчивость (Деревья ..., 1951; Жуковский, 1964; Пшеничникова, 1983; Борисова и др., 2001). Травяной покров в мелколиственных лесах богат и разнообразен по видовому составу. Наибольшие площади под березняками (коренными и производными) сосредоточены на Западно-Сибирской равнине. Характер осиново-березовых лесов существенно изменяется по широте. В северной и средней тайге распространены сомкнутые высокоствольные древостои сложного типа, с примесью хвойных пород, а в травяном ярусе находят место типично лесные виды, в то время как на юге области встречаются редкостойные березовые леса паркового типа с хорошо развитым травяным покровом из лугово-степных и степных растений (Горчаковский, 1949; Салатова, 1950; Крылов, 1953; Бакулин, Козин, 1996).

## **3. Фитопатологическая обстановка в Тюменской области**

Описана фитопатологическая обстановка региона и отмечено, что наибольший ущерб березнякам наносит деятельность непарного шелкопряда (*Lymantria dispar* L.) (Обзор ..., 1999; 2001). Дана характеристика фитофага, его жизненного цикла (Насекомые..., 1999). По данным Тюменской станции

защиты леса, очаги размножения названного фитофага приурочены к изреженным насаждениям, южным опушкам древостоев, а также к березнякам, ослабленным выпасом скота (Отчет..., 1986). Энтомотолерантность березовых древостоев при дефолиации зависит от ряда факторов, определяющихся биоэкологическими особенностями филлофагов, условиями окружающей среды, степенью, характером и продолжительностью антропогенного воздействия (Руднев, 1958; Воронцов, 1978; Колтунов, 1993, 1996; Колтунов и др., 1998; Campbell, Valentine, 1972; Liebhold et al., 1997).

#### **4. Физико-географическая характеристика района исследования**

Изучение динамики березняков, нарушенных деятельностью непарного шелкопряда, проводились в районах южной подзоны лесной зоны (Аромашевском, Голышмановском, Сорокинском) и лесостепи (Ишимском и Бердюжском) Тюменской области.

По макрорельефу районы исследования относят к спокойной равнине с небольшим региональным уклоном к северу (Бакулин, Козин, 1996). Рельеф плоский, гривный, котловинный, ложбинный (Горшенин, 1927; Архипов, 1970). Наиболее крупные реки Ишим и Вагай относятся к бассейну реки Оби с преимущественно снеговым питанием. Климат континентальный с суровой зимой и коротким жарким летом, причем континентальность его увеличивается по мере продвижения с севера на юг, а жесткость с юга на север (Алисов, 1956; Агроклиматические ресурсы..., 1972). Для района характерны серые лесные почвы и черноземы (Каретин, 1990), в лесостепи небольшими пятнами появляются солончаки, солонцы и солоды (Городков, 1916; Агроклиматический справочник, 1960; Шумилова, 1962; Гвоздецкий, 1973; Каретин, 1982; 1990). Растительность юга Тюменской области характеризуется преобладанием березово-осиновых лесов с густым злаково-разнотравным покровом (Зубарев, 1960; Санников, 1968; Вегерин, 1971).

#### **5. Объект и методика исследований**

В период с 1999 по 2003 гг. были исследованы березняки, поврежденные непарным шелкопрядом в 1990, 1995, 1997 гг. (лесная зона) и в 1984, 1992, 1997 гг. (лесостепь) с разной степенью нарушения. Все описания в поврежденных фитоценозах сравнивались с контрольными березняками. Дина-

мика фитоценозов изучалась методом установления сукцессионных связей на основе пространственно-временных и экологических рядов сообществ (Шенников, 1964; Александрова, 1972). При изучении дигрессии ведущим фактором являлась степень нарушенности, а при исследовании демуляции – время, прошедшее после повреждения. Проводились маршрутные исследования и закладывались стационарные пробные площадки (50) размером 10 м x 10 м (Василевич, 1973; Вальтер, 1982). Сделано 170 геоботанических описаний по общепринятой методике с указанием обилия видов по шкале Друде (Александрова, 1964; Ниценко, 1971; Воронов, 1973 и др.). При описании фитоценозов фиксировали состояние древесного яруса, тип возобновления березы, состояние подроста. Степень повреждения древесного яруса определялась визуально по 5-бальной системе оценки (Перевозникова, 1994; Фарбер, 2000; Ряполов, 2001). Динамика травяного покрова изучалась по видовому составу, горизонтальному сложению, проективному покрытию (Раменский, 1971), соотношению экобиоморф (Пономарева, 1978; Горышина, 1979; Чернова, Былова, 1981; Культиасов, 1982), фитоцено типов (Раменский, 1938; Миркин и др., 1989), видовой насыщенности и продуктивности фитоценозов (Родин и др., 1968; Программа и методика..., 1974; Полуяхтов и др., 1978). Оценка флористического сходства исходного леса (контроль) и поврежденных сообществ проведена с использованием коэффициентов Жаккара и Спирмена (Шенников, 1964; Грейг-Смит, 1967; Зайцев, 1984; Шмидт, 1984). Определялась влажность почвы в корнеобитаемом слое на глубине 10, 20, 30 см термостатно-весовым методом (Сказкин и др., 1958; Воробьев и др., 1967; Журбицкий, 1968; Практикум по земледелию, 1971).

## **6. Результаты исследования и их обсуждение**

### **6.1. Особенности дигрессионных изменений в березняках лесной зоны**

Дигрессия (от лат. *digressio* – отклонение, Высоцкий, 1915) – ухудшение состояния (сложения, состава, производительности) сообщества из-за внешних или внутренних причин, которая может длиться вплоть до катаценоза, т.е. финальной модификации дигрессирующего сообщества (Быков, 1983).

Повреждение древесного яруса в исследуемых березняках приводит к изменению всей структуры данного сообщества (табл.1). В контрольном фи-

тоценозе (березняк боярышниково-злаково-разнотравный) выделено три яруса. Первый ярус представлен *Betula pendula* L., сомкнутость крон составляет 0,5–0,6. В данном сообществе преобладает семенное возобновление березы. Второй ярус образован боярышником кроваво-красным *Crataegus sanguinea* Pall, который встречался рассеяно по 3–4 особи на площадке, образуя подлесок. Травяной покров трехярусный.

Таблица 1

Структура фитоценозов, нарушенных деятельностью непарного шелкопряда на юге лесной зоны Тюменской области

Параметры	Степень повреждения березняка		
	контроль	средняя	сильная
Сомкнутость крон	0,5-0,6	0,3-0,5	отсутствует
Травяной покров:			
Проективное покрытие, %	90	60	90-100
Горизонтальное сложение	диффузное	групповое	групповое
Высота ярусов, см:	1 – 90 2 – 40-50 3 – до 30	1 – 90 2 – 30-40 3 – до 30	1 – 90 2 – 40-50 3 – до 30
Доминанты	<i>Filipendula ulmaria</i> , <i>Galium boreale</i> , <i>Fragaria viridis</i>	<i>Agrostis gigantea</i> , <i>Poa nemoralis</i> , <i>Viola hirta</i>	<i>Calamagrostis arundinaceae</i> , <i>Linaria vulgaris</i> , <i>Plantago media</i>
Количество видов	51	43	57

Сообщество, подвергшееся воздействию непарного шелкопряда в 1995 году (березняк злаково-разнотравный), характеризуется средней степенью повреждения (разрушения древесного яруса нет), ослаблением древесного полога (сомкнутость крон 0,3–0,5), верхушечным усыханием, меньшей облиственностью, отсутствием яруса подлеска. Молодая поросль представлена особями вегетативного возобновления.

В фитоценозе, пораженном в сильной степени в 1990 году (березняк бедреницево-чиново-разнотравный), наблюдается значительное разрушение древесного яруса (до 80%) при восстановлении березы преимущественно вегетативным путем (до 90%).

В нарушенных фитоценозах отмечено изменение видового состава травяного покрова, что связано с разрушением яруса-эдификатора. Так, в березняке средней степени повреждения отмечено уменьшение числа видов до 43 (контроль – 51 вид), в то время как в сообществе, сильно нарушенном, число

видов увеличивается до 57. Происходит смена доминантов травяного покрова (табл. 1), и уменьшение численности *Astragalus danicus*, *Trifolium medium*, *Geranium sylvaticum*. В отличие от контроля наблюдается внедрение в ценозы лугово-степных, сорных растений *Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*, *Leontodon hispidus*, *Chenopodium album*, *Flomoides tuberosa*, что свидетельствует о дигрессии сообществ.

Проективное покрытие изменяется от 90% (в контрольном березняке), до 60% (в березняке средней степени повреждения), что объясняется сравнительно недавним ослаблением древесного яруса и внедрением “нелесных” сорных растений в освободившуюся экологическую нишу. В сильно нарушенном березняке проективное покрытие приближается к контролю и составляет 90-100%, что связано с разрастанием вегетативно - подвижных злаков *Agrostis gigantea*, *Elytrigia repens*, *Poa nemoralis*. Горизонтальное сложение изменяется от диффузного (контроль) до отдельно-группового с образованием одновидовых куртин в фитоценозах разной степени повреждения.

Анализ спектра ведущих семейств (рис.1) показал, что в контрольном березняке доминирующими являются семейства Fabaceae, Poaceae и Rosaceae - по 15,2% от общего числа видов. С повреждением ценозов происходит увеличение доли семейств Asteraceae и Rosaceae пропорционально степени нарушения.

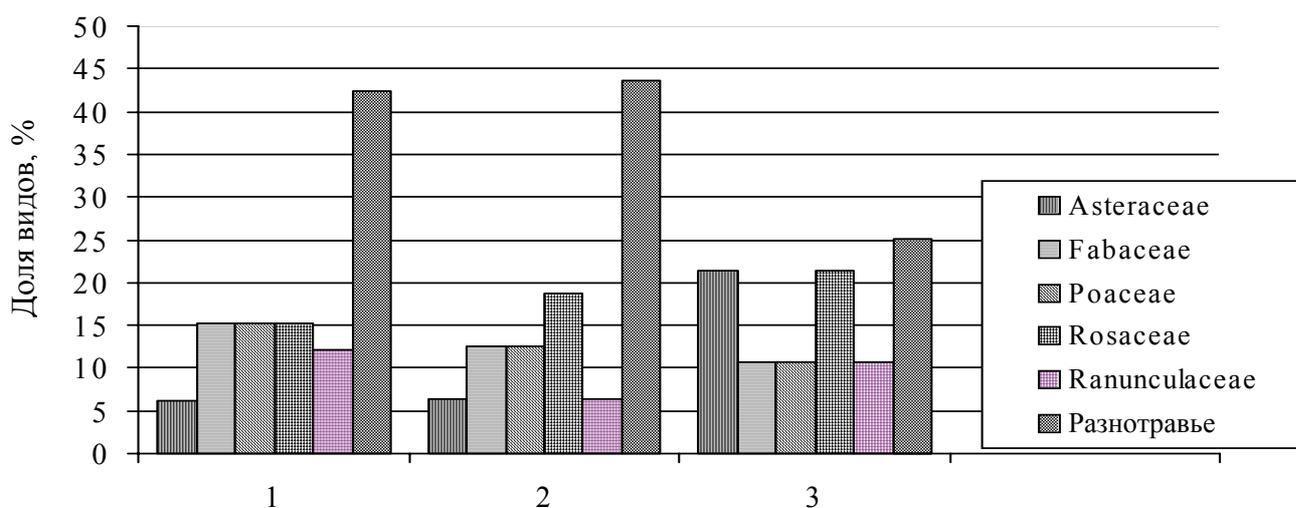


Рис. 1. Спектр ведущих семейств во флоре изучаемых сообществ

Примечание: 1 – контроль; березняки разной степени повреждения: 2 – средней; 3 - сильной

Большая часть видов, входящих в семейство Asteraceae (66,7%), относится к сорным растениям, что свидетельствует о дестабилизации березняков. В группу “Разнотравье” мы включили семейства представленные 1-3 видами.

Таким образом, в нарушенных фитоценозах в отличие от контроля происходит выпадение лесных видов (*Galium boreale*, *Solidago virgaurea*) и появление “нелесных” - *Poa nemoralis*, *Filipendula vulgaris*, *Phlomis tuberosa* и сорных видов - *Cirsium arvense*, *Artemisia vulgaris*, *Chenopodium album* и др. Увеличение доли сорных растений до 51,2% в березняке средней и 45,6% - сильной степени повреждения (23,9% в контроле) в связи с внедрением их в освобождающиеся экологические ниши. Увеличение обилия этих видов происходит благодаря высокой энергии размножения преимущественно семенным путем. В фитоценозе, сильно нарушенном, этот показатель ниже, что объясняется присутствием видов, образующих куртины (*Euphrasia pectinata*, *Urtica dioica*, *Filipendula vulgaris*).

Коэффициент флористического сходства в паре контроль - ценоз средней степени повреждения равен 27%, а в паре контроль – березняк сильно нарушенный - 37%, так как с момента повреждения последнего прошло 9 лет.

Соотношение жизненных форм во флоре изучаемых сообществ изменяется в сторону увеличения малолетних (одно- и двулетних) растений. Так, в контрольном березняке на долю малолетников приходилось 3% от общего числа видов, в березняке средней степени повреждения - 11%, а в ценозе сильной степени повреждения - 20%.

Повреждение древесного яруса непарным шелкопрядом привело к изменению соотношения экологических групп. Наблюдался рост численности растений с ксероморфной организацией. В контрольном березняке на долю ксеромезофитов приходилось 8,8% от общего числа видов, в березняке средней степени повреждения - 22,2%, и максимальное число 33,3% отмечалось в березняке сильной степени повреждения. Выявленная закономерность указывает на снижение влагообеспеченности растительных сообществ после ослабления и распада яруса-эдификатора.

## 6.2. Особенности демутиационных процессов в березняках лесной зоны

Демутация (от лат. de – от и mutatio – изменение) – сукцессия, происходящая после нарушения биоценоза при восстановлении его прежней структуры (Высоцкий, 1915, Быков, 1967, 1983).

Начало демутиации в изучаемых фитоценозах отмечается с увеличением сомкнутости крон, по мере восстановления яруса эдификатора. Возобновление древесного яруса в нарушенных березняках преимущественно вегетативное. В березняке, поврежденном в 1995 г., через 8 лет (2003 г.) происходит повышение сомкнутости крон от 0,3 до 0,5-0,6, уменьшается ажурность крон (табл. 2). Подрост березы достигает 6-8 м в высоту. В березняке, нарушенном в 1990 году, отмечается частичное восстановление древесного яруса за счет особой вегетативного происхождения.

Таблица 2

Структура восстанавливающихся фитоценозов, нарушенных в разные годы

Параметры	Березняки			
	контроль	1995 г.п.	1990 г.п.	1990 г.п., с посадкой сосны
Сомкнутость крон	0,5-0,6	0,5-0,6	0,1-0,2	0,2-0,3
Травяной покров:				
Проективное покрытие, %	80-90	50-60	70	90-100
Горизонтальное сложение	диффузное	раздельно-групповое	диффузное	диффузное
Высота ярусов, см	1 – 90 2 – 40-50 3 – до 30	1 – 90 2 – 30-40 3 – до 30	1 – 90 2 – 40-50 3 – до 30	1 – 90 – 110 2 – 40-50 3 – до 30
Доминанты	Filipendula ulmaria, Galium boreale, Fragaria viridis	Filipendula vulgaris, Poa trivialis, Fragaria vesca	Calamagrostis arundinaceae, Pimpinella saxifraga, Polygonatum odoratum	Fillipendula ulmaria, Lathyrus pratensis, Fragaria viridis
Количество видов	49	41	53	52

Примечание: г.п. – год повреждения

В сообществе 1990 г.п. в 1994 году, после выпада древесного яруса Аромашевским лесхозом на половине площади (240 га) была проведена под-

садка двухлетних саженцев сосны *Pinus sylvestris* L. В настоящее время сосна достигает в высоту 4-6 м и совместно с подростом березы проявляет эдификаторные свойства древесного яруса. Преобладает семенное возобновление березы, приуроченное к бороздам, в которые подсаживалась сосна. По мере восстановления древесного яруса в березняках наблюдается начало демутиационных процессов и в травяном покрове. За период с 1999 по 2003 гг. во флористическом составе березняков отмечено уменьшение числа видов травянистых растений и изменение их обилия. О начальных этапах демутиации свидетельствует появление *Pimpinella saxifraga* – сор2, *Poa trivialis* – сор3, бореальных видов, сокращение обилия *Glechoma hederacea*, *Urtica dioica* с сор1 до sol (сорные) и *Phlomis tuberosa* (лесостепной). Более четко демутиационные процессы проявляются, спустя 13 лет в березняках 1990 г.п. Сокращается численность *Antennaria dioica*, *Alopecurus pratensis*, *Elytrigia repens*, *Poa angustifolia*, *Phlomis tuberosa*, исчезают *Artemisia vulgaris*, *Lathyrus pratensis*. В спектре ведущих семейств при восстановлении фитоценозов произошли значительные изменения (рис.2).

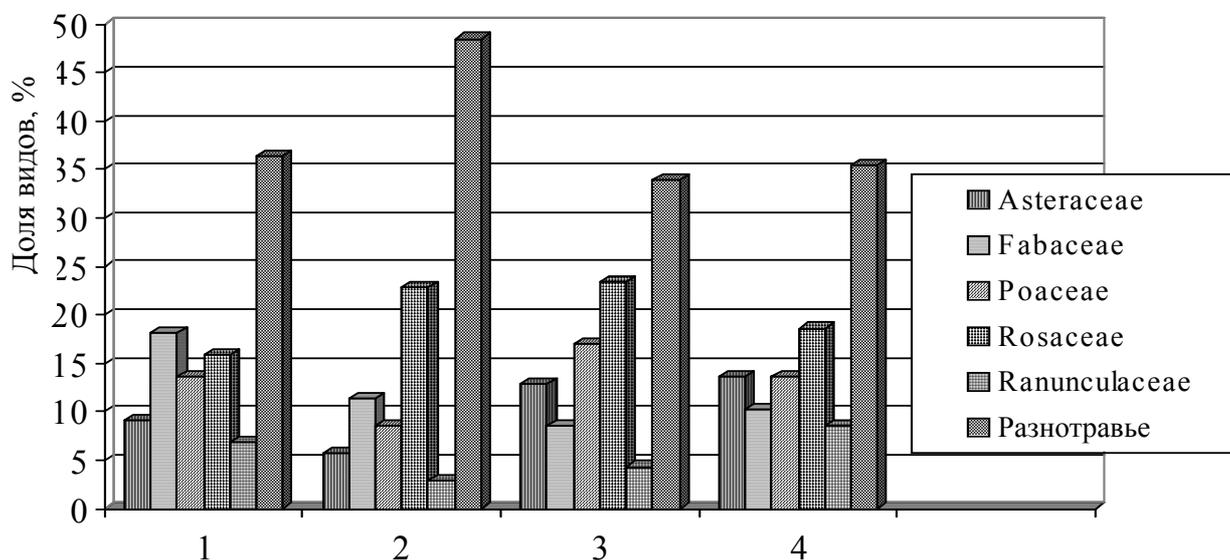


Рис. 2. Спектр ведущих семейств во флоре изучаемых сообществ

Примечание: 1 – контроль; березняки разных лет повреждения 2– 1995; 3 – 1990;

4 – 1990 с посадкой сосны.

Отмечено уменьшение видов семейства *Asteraceae* (березняки 1995 и 1990 г.п.). Доля семейств *Fabaceae* и *Poaceae* уменьшается в 2 раза в березняке 1995 г.п., а на протяжении восстановления более 10 лет (в березняках 1990

г.п.) возрастает и выравнивается с контролем. В фитоценозе с посадкой сосны демутиационные процессы выражены наиболее ярко.

На процессы стабилизации сообществ указывает изменение горизонтального сложения (диффузное распределение особей), увеличение видовой насыщенности при значительном приближении к контролю. Продолжительность периода восстановления фитоценозов влияет на выраженность демутиационных процессов.

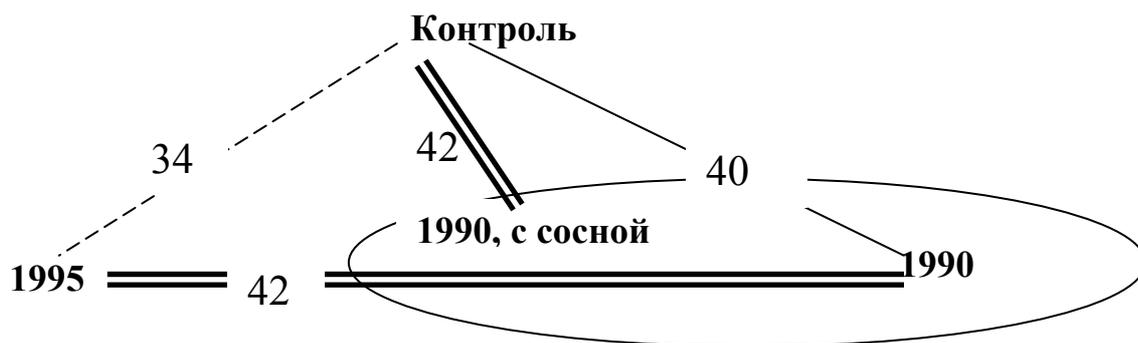


Рис. 3. Дендрит и корреляционные плеяды для флор изучаемых фитоценозов, %

Дендрит, построенный на основе коэффициента Жаккара (рис. 3), иллюстрирует степень сходства флор сравниваемых фитоценозов. В паре контроль – березняк 1995 г.п. коэффициент Жаккара составляет 34%, в парах контроль – березняки 1990 г.п. коэффициент флористического сходства достигает максимальных значений - 40-42%.

В соотношении жизненных форм во флоре восстанавливающихся березняков наблюдается уменьшение доли малолетних растений, особенно в ценозе, восстанавливаемом с посадкой сосны, и рост числа многолетних, что указывает на процесс стабилизации экосистем.

Анализ подземных органов травянистых растений показал, что в контроле преобладают растения с осевым типом корневых систем – 63%, в нарушенных ценозах увеличивается доля вегетативно-подвижных видов с 27% до 35%. В поврежденных фитоценозах отмечается повышение эксплерентов до 27% (контроль 15%), что характерно для динамических экосистем, за счет *Elytrigia repens*, *Poa angustifolia*, *Urtica dioica*.

Соотношение экологических групп показывает, что демутиационные процессы по данному параметру выражены слабо. Несмотря на длительность

демутации (от 8 до 13 лет), доля ксеромезофитов по-прежнему высока (рис.4), что подтверждается результатами изучения влажности корнеобитаемого слоя почвы. Повреждение древесного яруса вызывает иссушение почвы пропорционально степени нарушения. Наши данные согласуются с данными других исследователей (Шелудякова, 1957; Болдырев, 1995; Чижов, 2001; Сидорова, 2005).

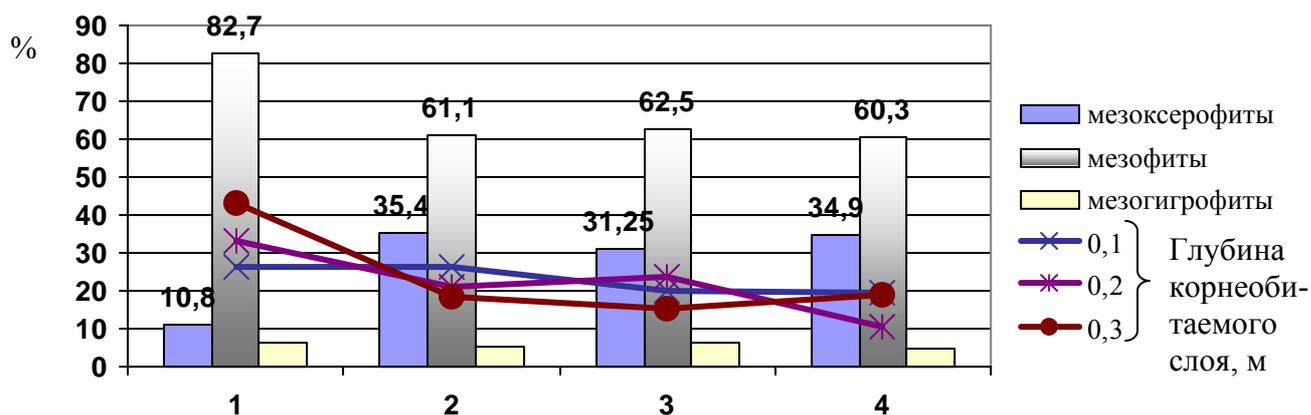


Рис. 4. Соотношение экологических групп и влажность корнеобитаемого слоя в восстанавливающихся березняках

Примечание: 1- контроль, березняки разных лет повреждения: 2 - 1995, 3 - 1990, 4 – 1990, восстанавливающийся с посадкой сосны.

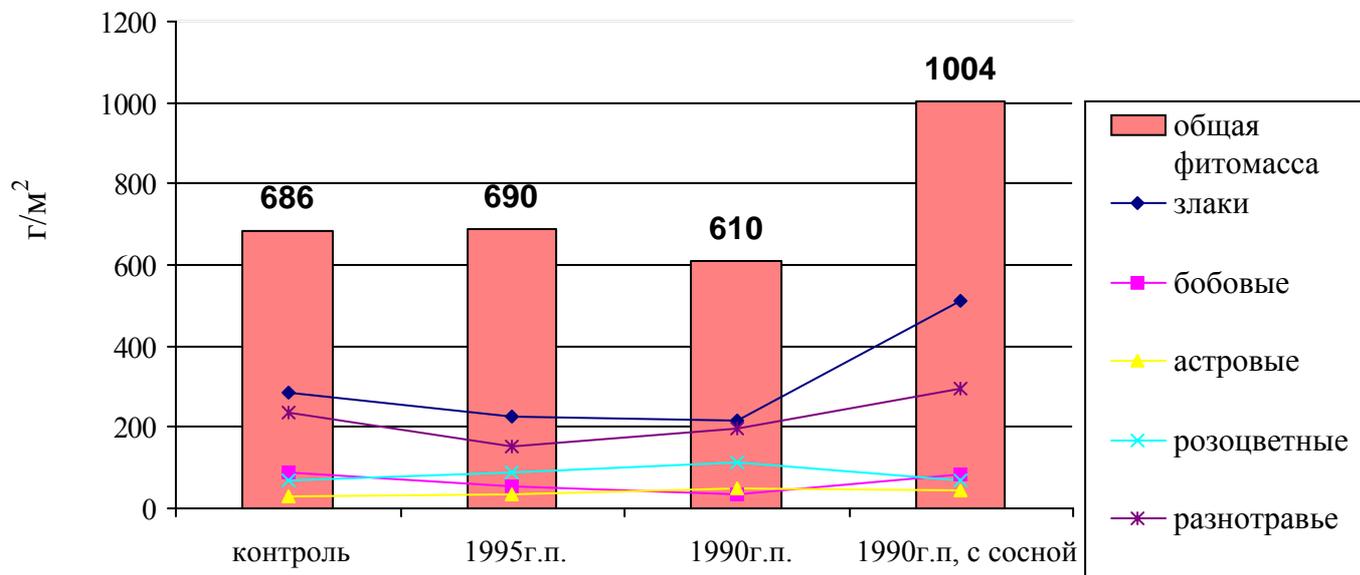


Рис. 5. Продуктивность ведущих семейств, во флоре восстанавливающихся березняков

Выявлены различия по продуктивности изучаемых сообществ (рис. 5). В контрольном березняке общая фитомасса составила 686 г/м<sup>2</sup>. В фитоценозе

в котором после повреждения была посажена сосна, в настоящее время происходит задернение вегетативно-подвижными злаками, за счет которых продуктивность здесь максимальная. С восстановлением сообщества (березняк 1995 г.п.) продуктивность выравнивается с контролем.

### **6.3. Влияние выпаса скота на динамику поврежденных березняков**

Первичные очаги непарного шелкопряда формируются в низкоплотных березняках, ослабленных выпасом скота (Отчет..., 1986; Колтунов и др., 1998). Процессы постпастбищной демутиации изучены недостаточно, хотя очевидно, что характер демутиационной смены фитоценозов соответствует “зеркальному отражению” стадий пастбищной дигрессии (Раменский и др., 1956; Работнов, 1983; Растительные сообщества..., 1984; Горчаковский, 1999).

Фитоценоз, пораженный непарным шелкопрядом в 1997 г. и ослабленный выпасом скота, до 2002 года представлял собой очаг непарного шелкопряда. Описание данного сообщества проводилось в сравнении с контролем - березняком злаково-бобово-разнотравным. Древесный ярус представлен березой повислой, сомкнутость крон в контроле составляет 0,7-0,8, преобладает семенное возобновление. Травяной покров хорошо развит, общее проективное покрытие - 100%, горизонтальное сложение диффузное; доминанты - *Alopecurus pratensis*, *Agrostis gigantea*, *Carum carvi*.

Поврежденный в средней степени ценоз (березняк астрово-розово-разнотравный) имеет значительные отличия от контроля. Сомкнутость крон 0,3-0,4. Травяной покров в высоту не превышает 30 см, горизонтальное сложение – раздельно-групповое, общее проективное покрытие 50%. Доминантами травяного покрова являлись *Filipendula vulgaris*, *Glechoma hederacea*, *Polygonum aviculare* – сорные растения, плохо поедаемые животными. Куртинами располагается *Stellaria graminea*, *Antennaria dioica*, *Viola hirta*. Во флористическом составе отмечено уменьшение видов семейства Fabaceae - 2,3% (контроль - 12,8%), Poaceae - 9,1% (контроль - 19,1% в), увеличение доли семейства Asteraceae до 15,9%, (контроль - 6,8%) с преобладанием видов сорных растений - 54,5% (*Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*, *Chenopodium album*). Видовая насыщенность в ослабленном фитоценозе 11 видов/м<sup>2</sup> (в контроле - 16 видов/м<sup>2</sup>), доля одно- и малолетних растений - 11,4% (контроль

- 4,3%). По мере усиления пастбищной дигрессии на фоне обеднения видо-го разнообразия возрастает доля синантропных видов за счет сорных расте-ний, размножающихся семенным путем; доля эксплерентов составляет 27,1% (контроль – 15,2%). В сообществе, испытывающем воздействие неблагопри-ятных факторов (фитофаг, выпас скота), изменяется коэффициент флористи-ческого сходства, который в 2001 г. равен 0,33, 2003 г. - 0,24. В поврежден-ном сообществе отмечается увеличение доли ксеромезофитов до 34,9% (10,8% в контроле) и уменьшение мезофитов.

В поврежденном березняке значительно увеличивается обилие видов, не поедаемых скотом - *Glechoma hederacea*, *Urtica dioica*, *Linaria vulgaris*. Та-ким образом, в данном фитоценозе выражена дигрессия, но ведущим факто-ром является выпас скота, препятствующий началу демуляции. Для начала восстановления сообщества рекомендуется ослабить пастбищную нагрузку.

#### **6.4. Особенности дигрессионно-демуляционных сукцессий в поврежденных сообществах лесостепи**

В контрольном фитоценозе (березово-осиновый лес с черемухой злако-во-разнотравный) соотношение березы и осины составляет 13:1. Сомкнутость крон 0,7–0,8 (табл. 3). Подрост представлен особями осины вегетативного происхождения. Второй ярус (подлесок) образован черемухой. Травяной по-кров трехярусный, общее проективное покрытие 70-80%, горизонтальное сложение диффузное.

Таблица 3

Структура березняков лесостепи, нарушенных непарным шелкопрядом в разные годы

Параметры	Степень и год повреждения березняков			
	контроль	средняя 1997	сильная 1992	сильная 1984
Сомкнутость крон	0,7-0,8	0,4-0,5	0,3	0,7-0,8
Травяной покров				
Проективное по-крытие, %	70-80	70-80	60	50
Горизонтальное сложение	диффузное	диффузное	раздельно-групповое	диффузное
Высота ярусов,	1 – 100	1 – 100-130	1 – 100-130	1 – 100 –130

см	2 – 40-50 3 – до 30	2 – 30-60 3 – до 30	2 – 40-60 3 – до 30	2 – 40-50 3 – до 30
Доминанты	<i>Thalictrum simplex</i> , <i>Lathyrus pratensis</i> , <i>Trifolium pratensis</i>	<i>Heracleum sibiricum</i> , <i>Linaria vulgaris</i> , <i>Glechoma hederacea</i>	<i>Cirsium arvense</i> , <i>Setaria viridis</i> , <i>Plantago media</i>	<i>Calamagrostis arundinaceae</i> , <i>Achillea millefolium</i> , <i>Chimaphila umbellata</i>
Количество видов	35	39	56	41

Повреждение и разрушение яруса-эдификатора привело к изменению видового состава растений. В сообществах, поврежденных в 1997 и 1992 гг., наблюдается расширение видового разнообразия (до 56 видов, контроль – 35). В березняке, нарушенном ранее (1984 г.), происходят начальные процессы демуляции, что проявляется в меньшей численности видов – 41.

Дигрессию сообщества отражает смена доминантов травяного покрова. В березняке средней степени повреждения преобладают *Heracleum sibiricum*, *Linaria vulgaris*, *Glechoma hederacea*, появляются сорные виды растений, а также виды-эксплеренты (*Elytrigia repens*, *Setaria viridis*, *Echium vulgare*). В контрольном березняке доминирующими являются *Thalictrum simplex*, *Lathyrus pratensis*, *Trifolium pratensis*. Расширение видового разнообразия происходит в зависимости от характера повреждения за счет семейств *Asteraceae*, *Rosaceae* и *Fabaceae*. В фитоценозе средней степени повреждения отмечается рост доли злаковых - 18% (контроль - 10%). В ценозах, подверженных сильному нарушению (1992, 1984), соотношение ведущих семейств близко к контролю (рис. 6).

Для сообществ, поврежденных непарным шелкопрядом, характерно распространение сорных растений с преобладанием их в березняке 1992 г.п. (19 видов, контроль – 6). Видовая насыщенность возрастает с повреждением ценоза, достигая максимума в березняке 1992 г.п. (21 вид). На стабилизацию сообществ указывает отмеченное снижение видовой насыщенности и доли сорных растений с приближением их показателей к контролю (13 видов) через 20 лет после повреждения.

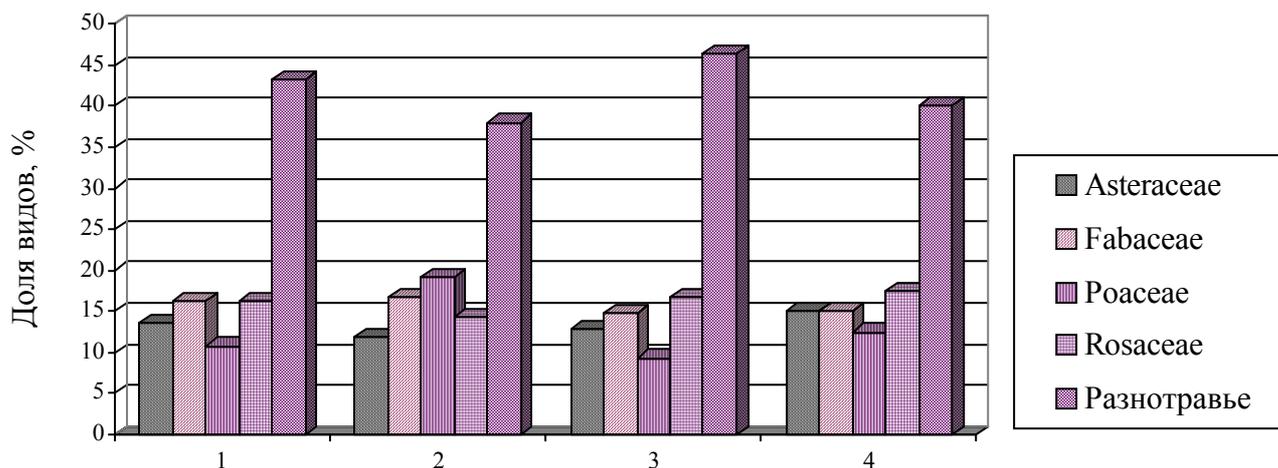


Рис. 6. Спектр ведущих семейств во флоре изучаемых сообществ лесостепи

Примечание: 1 – контроль; березняки разных лет повреждения: 2 – 1997, 3 – 1992, 4 – 1984

Коэффициент флористического сходства изменяется от 48% в паре контроль – березняк средней степени повреждения 1997 г. до 36% в паре контроль – березняк 1992 г.п., и до 32% в паре контроль – березняк 1984 г.п. (рис. 7).

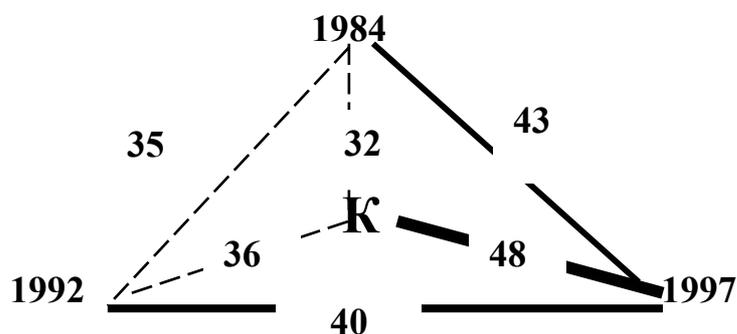


Рис. 7. Дендрит, отражающий сходства видового состава фитоценозов, %

Примечание: к – контроль, 1984,1992, 1997 годы повреждения фитоценозов

В лесостепи условия для формирования лесных фитоценозов складываются менее благоприятно, поэтому не произошло восстановления травяного покрова, несмотря на длительность периода после повреждения, что нашло отражение в значениях коэффициента Жаккара.

Повреждение древесного яруса фитофагом вызывает мезофитизацию травяного покрова и уменьшение доли ксеромезофитов - 27,3% вследствие увеличения влажности почвы (рис. 8). С восстановлением ценоза происходит выравнивание гидрологического режима; в березняке, поврежденном 20 лет назад, доля ксеромезофитов приближается к контролю - 33,3%.

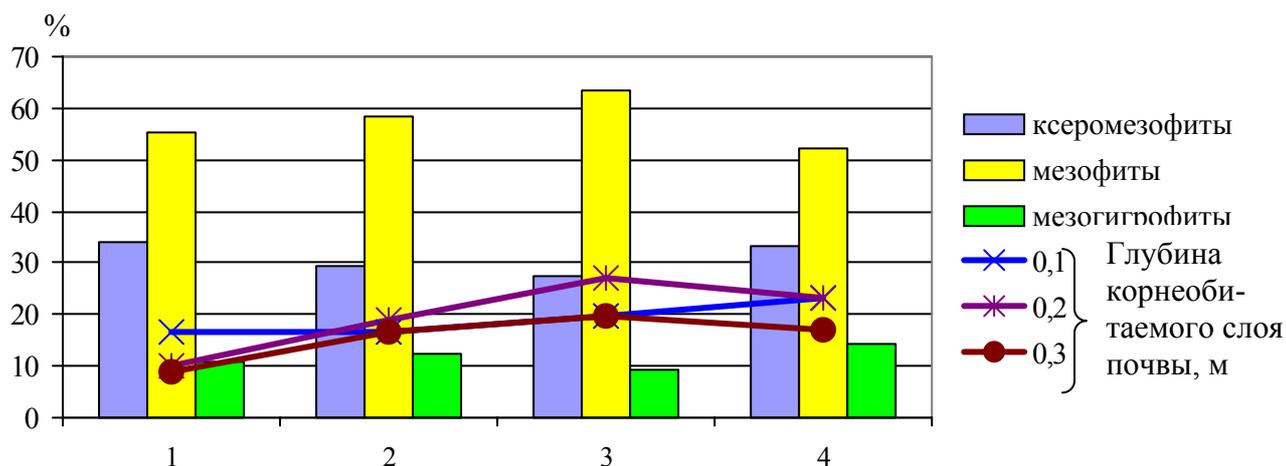


Рис. 8. Соотношение экологических групп и влажность корнеобитаемого слоя изучаемых сообществ

Примечание: 1 – контроль, березняки разной степени повреждения: 2-средней (1997), 3-сильной (1992), 4-сильной (1984)

В соотношении жизненных форм во флоре изучаемых сообществ наблюдается увеличение видов одно- и малолетних растений - 18,2% в фитоценозе 1992 г.п. (7,9% в контроле). С восстановлением березняков доля малолетников уменьшается до 11,9% (березняк 1984 г. п.).

В контрольном фитоценозе преобладают растения с осевым типом корневой системы (66%). Повреждение сообщества вызывает рост доли вегетивно-подвижных видов до 34% в березняке 1984 г.п. (26% в контроле), большая часть которых проявляет стратегию эксплерентов. В березняке средней степени повреждения доля эксплерентов - 31% (22% в контроле), что свидетельствует о дигрессии. В березняке 1984 г.п. доля эксплерентов по-прежнему высока (31%), несмотря на восстановившийся древесный ярус, дегенерация по данному параметру выражена слабо.

Анализ продуктивности травяного покрова показал, что повреждение древесного яруса вызывает увеличение фитомассы, в ценозе средней степени повреждения (1997 г.) данный показатель равен 502 г/м<sup>2</sup> (292 г/м<sup>2</sup> в контроле) за счет разрастания видов семейства злаковых. В фитоценозе сильной степени повреждения (1992 г.) сырая фитомасса составляет 600 г/м<sup>2</sup>, за счет разрастания бобовых, астровых и злаковых.

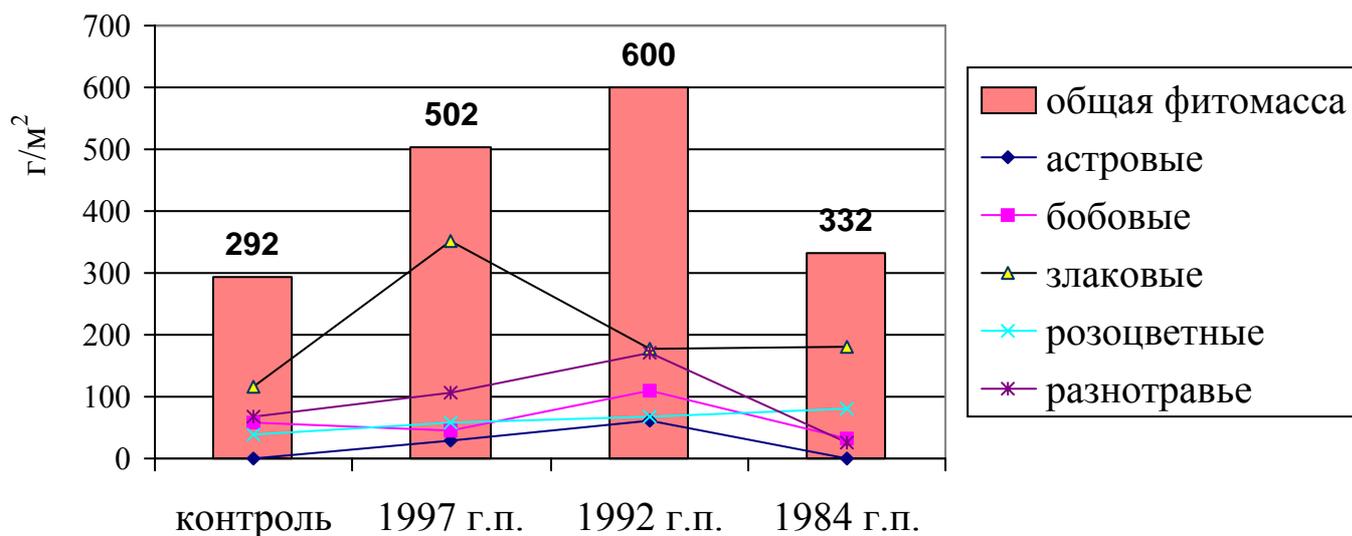


Рис. 9. Продуктивность ведущих семейств,

во флоре восстанавливающихся березняков в лесостепи

С восстановлением ценоза (1984 г.п.) данный показатель приближается к контролю, что свидетельствует о демутации.

## 7. Сравнение динамики березняков, поврежденных непарным шелкопрядом в лесной зоне и в лесостепи

Отличия динамики лесной растительности в фитоценозах, поврежденных непарным шелкопрядом в разные годы, с разной степенью определяются их различиями в экологических условиях лесной зоны и лесостепи (табл. 4).

Таблица 4

Особенности динамики флористического состава в березняках разной степени повреждения в лесной зоне и лесостепи

Признаки фитоценозов	Лесная зона	Лесостепь
<b>Особенности дигрессии</b>		
Видовой состав	Меняется, отмечается смена доминантов	
Видовая насыщенность	Уменьшается	Увеличивается
Проективное покрытие	Снижается	Увеличивается
Горизонтальное сложение	Изменяется от диффузного к групповому	
Коэффициент Жаккара	Уменьшается пропорционально увеличению степени повреждения	
Эколого-ценотические спектры	Отмечается увеличение числа эксплерентов	
	На начальных этапах высока доля сорных и лугово-степных видов	
Жизненная форма	Увеличение числа одно- и малолетних растений	
Экологические спектры	Преобладают мезофиты	

	Высока доля мезоксерофитов	Высока доля мезогигрофитов и мезофитов
<b>Особенности демутиации</b>		
Видовой состав	Восстанавливается, близок к контролю	Меняется, отличается от контроля
Видовая насыщенность	Выравнивается с контролем	
Проективное покрытие	Увеличивается	Уменьшается
Горизонтальное сложение	Диффузное	Раздельно-групповое
Коэффициент Жаккара	Увеличивается	Уменьшается
Эколого-ценотические спектры	Возрастает доля виолентов и пациентов	Возрастает доля эксплерентов
	Сокращение числа сорных видов	Увеличение числа сорных видов
Жизненная форма	Увеличение доли многолетних растений	
Экологические спектры	Преобладают мезофиты	
	Высокая доля мезоксерофитов	Высокая доля мезофитов и уменьшение мезоксерофитов

Продуктивность поврежденных фитоценозов изменяется неодинаково в различных экотопах (падает в лесной зоне и возрастает в лесостепи). В лесной зоне, с повреждением ценоза, типично лесные виды выпадают или находятся в угнетенном состоянии. В лесостепи в связи с пограничным эффектом в березняках присутствуют лугово-степные виды, которые при ослаблении древесного яруса с увеличением освещенности и увлажненности увеличивают фитомассу в 1,5–2 раза.

Таким образом, на основании полученных данных, установлено: сукцессии - это случайный процесс смены видов, стадии сукцессии связаны плавными переходами; при наличии в фитоценозе факторов, ослабляющих его (выпас скота), усиливается дигрессия, что препятствует началу демутиации; по одним параметрам в одном и том же сообществе отмечается начало демутиации, а по другим - четко выражена дигрессия; наиболее продуктивны и богаты видами серийные сообщества предклимаксовых стадий.

По нашему мнению изменения, происходящие в фитоценозах средней степени повреждения (березняк 1995 г.п., в лесной зоне и 1997 г.п., в лесостепи) можно отнести к дигрессионно-демутационным флюктуациям. К сукцессиям приводит сильное повреждение березняков, в результате в них происходит значительная перестройка видового состава и строения. Таким образом, сукцессии в фитоценозах, пораженных непарным шелкопрядом, относятся к вторичным, посткатастрофическим (Александрова, 1964), сингенети-

ческим (Сукачев, 1954; Миркин, 1984), зоогенным (Швиденко, 1997; Фарбер, 2000), дигрессионным с переходом в демутиационные (Высоцкий, 1915).

### **Выводы**

1. В березняках, поврежденных непарным шелкопрядом, выявлены значительные различия в формировании структуры и строении травяного покрова в связи с развитием процессов дигрессии и демутации.
2. Дигрессия фитоценозов на юге лесной зоны проявляется в смене доминантов, уменьшении видового разнообразия и коэффициента флористического сходства, увеличении доли малолетних и сорных растений, ксерофитизации флоры, изменении горизонтального сложения и находится в зависимости от степени повреждения древесного яруса.
3. На начальных стадиях демутации травяной покров поврежденных березняков в лесной зоне по всем показателям приближается к контрольным: возрастает видовая насыщенность, сокращается число сорных и малолетних растений, горизонтальное сложение приближается к диффузному. Коэффициент Жаккара увеличивается.
4. В березняках лесостепи дигрессия сопровождается увеличением видовой насыщенности и доли сорных и лугово-степных видов, сменой доминантов, уменьшением коэффициента Жаккара, мезофитизацией флоры.
5. Демутационные процессы в лесостепи выражены слабее, чем в лесной зоне. По таким параметрам, как видовой состав, горизонтальное сложение, коэффициент Жаккара, участие сорных растений, восстанавливающиеся ценозы существенно отличаются от контроля, даже через 20 лет с момента повреждения.
6. Основным фактором восстановления травяного покрова в березняках лесной зоны является приближение эколого-ценотических условий к контролю в результате увеличения сомкнутости крон березы. В сообществах лесостепи в подобном случае формируется субклимакс, представляющий собой промежуточный этап между поврежденным березняком и климаксным сообществом.
7. На основании полученных результатов, установлено, что для характеристики состояния березняков в условиях повышенной антропогенной на-

грузки целесообразно изучение не только древесного яруса, но и динамики травяного покрова по комплексу показателей, отражающих структуру и строение ценозов.

### **Список публикаций по теме диссертации**

1. Антипкина И.И., Донскова А.А. Основные этапы демулационных сукцессий березняков, поврежденных непарным шелкопрядом //Сборник аннотаций выпускных квалификационных работ. Тюмень: ТюмГУ, 2001. – С.74.
2. Антипкина И.И. Динамика травяного покрова березняков в связи с их повреждением непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на юге Тюменской области //Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Материалы VI Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых. Красноярск: КрасГУ, 2002. Т.1. – С. 74-75.
3. Антипкина И.И., Донскова А.А. Дигрессионно-демулационные сукцессии березняков, в связи с их повреждением непарным шелкопрядом (*Lymantria dispar* L.) на юге Тюменской области //Успехи современного естествознания. М.: 2003, № 3. – С. 57-58.
4. Антипкина И.И., Федченко Е.А. Ранние этапы онтогенеза таволги обыкновенной (*Filipendula vulgaris* (Moench.)) на юге Тюменской области в березняках с разной степенью повреждения непарным шелкопрядом //Молодые ученые в решении проблем АПК (Материалы конференции молодых ученых, декабрь, 2003 года) Тюмень. Изд-во ТГСХА, 2003. Ч.1. – С.140-143.
5. Антипкина И.И. Дигрессионно – демулационные сукцессии березняков в лесостепи Тюменской области //АПК в XXI веке: действительность и перспективы. Сборник материалов конференции молодых ученых, посвященной 45-летию академии и 60-летию Тюменской области. – Тюмень. Изд-во ТГСХА, 2004. - С. 6-10.
6. Антипкина И.И. Боме Н.А., Донскова А.А. Динамика травяного покрова в березняках, поврежденных непарным шелкопрядом в лесной зоне и лесостепи юга Тюменской области //Вестник ТюмГУ. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, №5, 2005. - С.234-242



