

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Тывинский государственный университет**

В. Н. Жуланова, В. В. Чупрова

**Агропочвы Тувы: свойства
и особенности функционирования**

Красноярск 2010

УДК 631.40
ББК 40.3
Ж 87

Рецензенты:

Л.С. Шугалей, д.б.н., профессор КрасГАУ;
Н.Г. Солдатова, зам. директора по науке ФГУ
Государственная станция агрохимической службы «Тувинская»

Научный редактор – д-р геолог. наук, проф. С.С. Курбатская

Жуланова, В.Н.

Ж 87 Агропочвы Тувы: свойства и особенности функционирования / В.Н. Жуланова, В.В. Чупрова; Тыв. гос. ун-т. – Красноярск, 2010. – 155 с.

ISBN 978-5-94617-197-7

В работе рассматриваются морфологические особенности, гранулометрический состав, показатели физических и физико-химических свойств, гумусное состояние и биологическая активность почв земледельческой территории Тувы. Приводятся количественные оценки продукционно-деструкционных процессов и баланс углерода в агроценозах этого региона.

Предназначено для почвоведов, экологов, специалистов агропромышленного комплекса, а также для аспирантов, магистров и студентов биологических и сельскохозяйственных специальностей.

УДК 631.40
ББК 40.3

Печатается по решению Научно-технического совета Тывинского государственного университета

Исследование выполнялось при финансовой поддержке в рамках реализации аналитической ведомственной целевой программы Рособразования «Развитие научного потенциала высшей школы» по мероприятию 1 «Проведение фундаментальных исследований в рамках тематических планов» (проект № ТП-09-03) и Тывинского государственного университета (гранты ВГ-08-08, ИК-09-01)

ISBN 978-5-94617-197-7

© Жуланова, В.Н. 2010
© Чупрова В.В., 2010
© Тывинский государственный университет, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| Введение | 3 |
| 1. Экологические условия региона исследований | 6 |
| 1.1. Распространение (география) и районирование | 6 |
| 1.2. Геоморфология и рельеф. | 13 |
| 1.3. Почвообразующие породы | 16 |
| 1.4. Климат. | 18 |
| 1.5. Гидрография | 20 |
| 1.6. Растительность | 20 |
| 2. Земельные ресурсы | 23 |
| 2.1. Структура землепользования | 23 |
| 2.2. Земли сельскохозяйственного назначения. | 24 |
| 2.3. История использования земель. Агроценозы. | 26 |
| 2.4. Новые тенденции в землепользовании | 40 |
| 3. Почвенный покров | 43 |
| 3.1. Особенности почвенного покрова | 43 |
| 3.2. Корреляция классификаций почв. | 49 |
| 4. Морфогенетическая характеристика агропочв | 52 |
| 4.1. Морфологические признаки | 52 |
| 4.2. Гранулометрический состав | 72 |
| 4.3. Показатели физических свойств | 79 |
| 4.4. Химические и физико-химические свойства | 86 |
| 4.5. Биологическая активность почв | 92 |
| 4.6. Гумусное состояние почв | 93 |
| 4.6.1. Содержание и запасы гумуса в почвах | 93 |
| 4.6.2. Содержание и запасы подвижных гумусовых веществ в почвах | 110 |
| 5. Оценка запасов и потоков углерода в агроценозах | 119 |
| 5.1. Запасы углерода в органическом веществе почвы | 119 |
| 5.2. Интенсивность продукционного процесса | 124 |
| 5.3. Интенсивность деструкционного процесса | 137 |
| Заключение | 141 |
| Литература | 143 |

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим условием стабильного земледелия является оценка ресурсной базы сельского хозяйства и агрономически значимых параметров свойств почв, определяющих их плодородие.

В Туве сельскохозяйственное производство приурочено к межгорным котловинам, среди которых Центрально-Тувинская считается наиболее освоенной. Длительное использование здесь почв при низком уровне агротехнических и агромелиоративных технологий привело к их деградации. Спад сельскохозяйственной деятельности, произошедший после 1990 года, сопровождается в настоящий период существенным сокращением площади пашни и переводу ее в залежь. Это определяет смену процессов деградации почв процессами их восстановления. Новые тенденции в землепользовании региона требуют оценки состояния и характера агрогенной трансформации почв и их плодородия, наряду с решением законодательного регулирования вопросов землепользования и земельных отношений, контроля и рационального использования и охраны земельных ресурсов.

Одним из важнейших показателей почвенного плодородия является гумус, особенно его подвижная часть. Подвижный гумус выполняет важные почвенно-экологические функции: ближайший резерв для микробиологической трансформации, формирование потока CO_2 в атмосферу, синтез гумусовых веществ и вовлечение углерода и азота в круговорот. Именно подвижный гумус, а не стабильный, реагирует и определяет отклик почвы на любые нарушения экологической обстановки (Тейт, 1991; Ганжара, 1997; Ведрова, Мухортова, 2000; Чупрова, 2000).

Замена природных экосистем агроценозами приводит к изменению запасов биомассы и гумуса почв, величин чистой первичной продукции и эмиссии углекислого газа в атмосферу (Титлянова и др., 1997; 2003; Кудеяров, 1999; Шугалей и др., 2003). За 60 лет культивации почвы агроценозов Новосибирской области, например, недополучили по сравнению с их целинными предшественниками 1425 млн т С и потеряли 250 млн т почвенного органического углерода (Титлянова, Косых, 1997). В Красноярском крае за 150 лет потеряно углерода из фитомассы 250 млн т, из почв – 43 млн т (Титлянова, Чупрова, 2003). Потери углерода почвами земного шара вследствие освоения почв и сведения лесов составляет $5,37 \cdot 10^{15}$ т С (Трофимов, 1997).

Структура и функционирование экосистем Тувы не остаются неизменными во времени. Даже травяные экосистемы находятся в непрерывной сукцессии, так как их видовой состав, продуктивность, структура органического вещества зависят от режима использования: заповедание, сенокосение, выпас (Титлянова, Курбатская, Самбуу, 2001; Кыргыз, 2001; 2004). Это, в свою очередь, оказывает влияние и на свойства почв. Степень трансформированности почв в агроценозах проявляется еще сильнее. Устойчивость почв к агрогенным воздействиям определяет потенциальные возможности почвенного покрова к самовосстановлению.

Недостаточность, а часто и полное отсутствие сведений о свойствах почв, параметрах гумусного состояния, закономерностях депонирования гумуса и его подвижных продуктов в пахотных почвах, о динамике продукционного и деструкционного процессов в агроценозах Тувы определили постановку наших исследований.

Цель работы заключается в анализе динамики использования пахотных угодий, характеристике плодородия агропочв, особенностей продукционно-деструкционных процессов и бюджета углерода в агроценозах Республики Тувы.

Основой для обобщения послужили авторские материалы, архивные данные и публикации известных исследователей этого региона. Публикация материалов, включенных в книгу, представляет собой информационную основу для дальнейших исследований по агроэкологической оценке пахотного фонда и мониторингу почв сельскохозяйственной территории Тувы.

1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Распространение (география) и районирование

Тува находится в центральной части Азиатского материка между 50–54° с.ш. и 89–99° в. д. и является преимущественно горной страной: около 82% ее территории занято горами, 18% – денудационными цокольными равнинами больших котловин и межгорных долин.

Территория простирается с запада на восток более чем на 700 км; с севера на юг протягивается на 380–450 км и в самой узкой части – примерно на 100 км. Занимаемая площадь – 171,3 тыс. км² (Шахунова, 1957).

В.А. Носин (1963) отмечает (рис. 1), что орографическую основу территории образуют две крупные дуги, состоящие из горных хребтов высотой 2500 – 3500 м над уровнем моря. Северная дуга известна под названиями Западного и Восточного Саяна. Южную, меньшую по своей конфигурации составляют хребет Танну-Ола и нагорье Сангилен. На западе края обеих основных горных дуг замыкаются Шапшальским хребтом, принадлежащим к системе Алтая. Продолжением Шапшальского хребта к югу и юго-востоку являются хребты Чихачева и Цаган-Шибэту, постепенно уходящие в Монголию. Восточные края основных орографических дуг замыкаются горами меридиального простирания – Большим Саяном и Прихубсугульскими хребтами Хан-Тайга. В восточной части находится еще одна горная система – Восточно-Тувинское нагорье, или хребет академика Обручева.

Между горными системами располагаются относительно пониженные (550–1200 м. абс. высоты) депрессионные территории, состоящие из более или менее обособленных котловин, долин и останцовых столовых равнин, чередующихся с низкогорными возвышенностями, одиночно выступающими скалистыми гребнями и участками мелкосопочника.

Наиболее крупной из депрессий является Центрально-Тувинская, ограниченная с севера Западным Саяном и Восточно-Тувинским нагорьем, а с юга – хребтом Танну-Ола. В пределах этой депрессии выделяются Улуг-Хемская и Хемчикская котловины. В северо-восточном секторе Тувы находится Тоджинская депрессия.

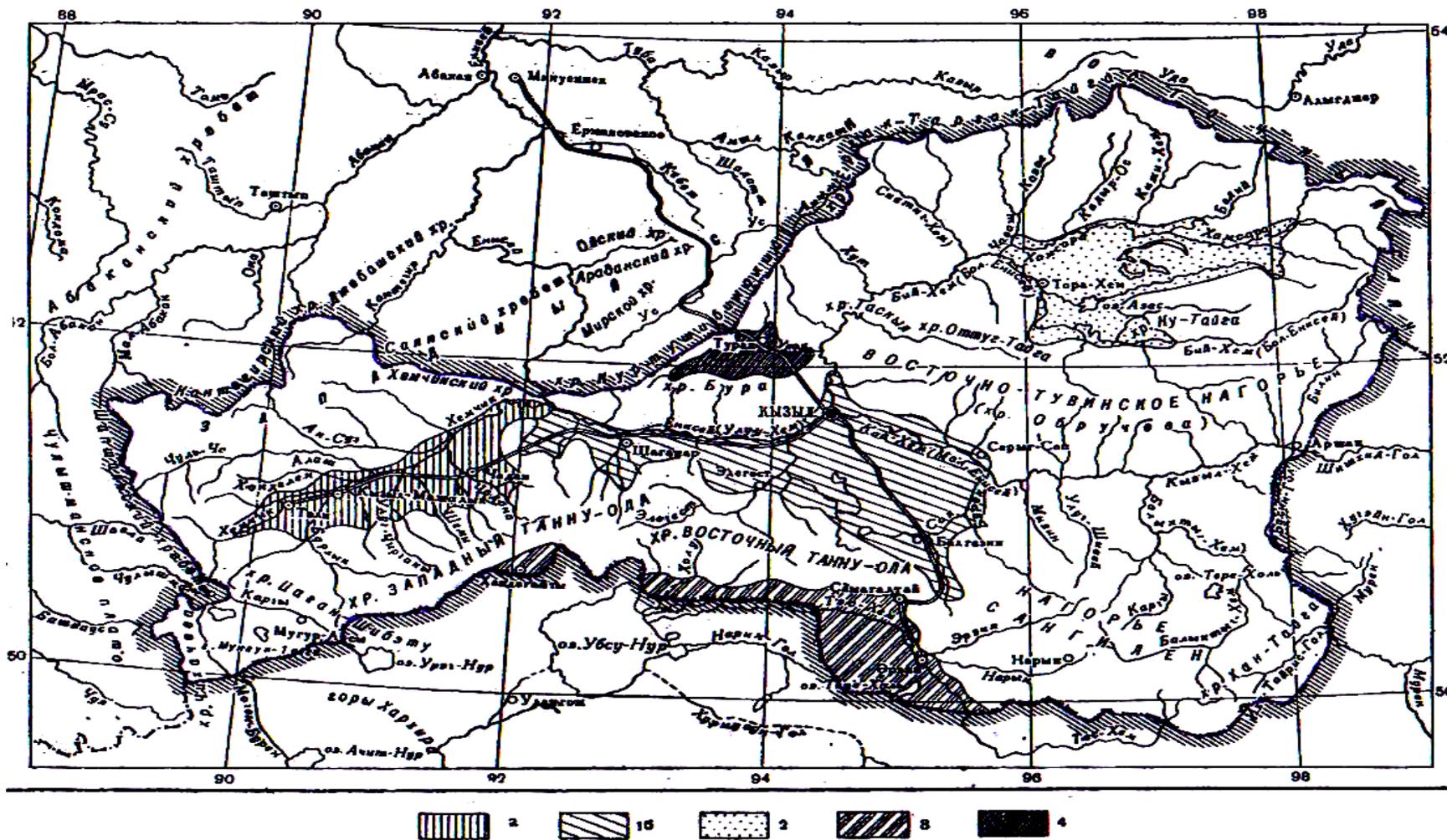


Рисунок 1 – Орографическая схема Республики Тувы (Носин, 1963): 1 – Центрально-Тувинская депрессия (1а – Хемчикская котловина, 1б – Улуг-Хемская котловина); 2 – Тоджинская депрессия; 3 – Убсу-Нурская депрессия; 4 – Турано-Юкская котловина

Небольшая по площади Турано-Уюкская котловина располагается между двумя хребтами системы Западного Саяна – хребтом Бура и Куртушибинским. В юго-восточной части простираются Тере-Хольская котловина (1300 м абс. высоты) и Тарисская котловина, лежащая на уровне 1700–1800 м.

Наличие мощных горных сооружений и обширных котловин, имеет для Тувы важнейшее ландшафтное значение. Ими определяются разнообразие типов рельефа, конкретное выражение широтной географической зональности, вертикальная поясность и локальные особенности климата, растительности и почвенного покрова.

Земледелие в республике ведется в 16 административных районах, это – Бай-Тайгинский, Барун-Хемчикский, Дзун-Хемчикский, Каа-Хемский, Кызылский, Монгун-Тайгинский, Овюрский, Пий-Хемский, Сут-Хольский, Тандинский, Тес-Хемский, Тоджинский, Улуг-Хемский, Чаа-Хольский, Чеди-Хольский и Эрзинский (рис. 2). Особенности географического положения территории создают специфические условия, при которых изменение высоты местности приводит к изменению климата и, соответственно, смене растительных и почвенных зон. Резкая континентальность климата, контрастность сезонов, короткое лето, небольшое и преимущественно летнее выпадение осадков и малое влагосодержание воздуха способствуют появлению в почвенном покрове черт крайней аридности, определяют слабую дифференциацию территории на зоны и значительную растянутость переходов между зонами (Носин, 1963; Волковинцер, 1964; 1978; Степи ..., 2002).

Тем не менее по материалам зональных систем земледелия (1982) на земледельческой территории Тувы выделяют лесостепную, степную и сухостепную ландшафтно-климатические зоны. Для уточнения принадлежности того или иного района к конкретной природной зоне нами были выбраны в Тувинском Республиканском Центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды данные по температуре воздуха и осадкам за период 1982–2001 годов (Обзор агрометеорологических ..., 1982–2001 гг.). На основе их определили следующие среднегодовые (20 лет) значения агроклиматических показателей: сумму осадков за год, сумму осадков за вегетационный период (май – август), сумму среднесуточных температур воздуха выше 10°C, гидротермический коэффициент (ГТК). Согласно Г.Т.Селянину и С.А.Сапожниковой, величина ГТК больше 1,6 характеризует избыточно влажную зону, 1,6–1,3 – лесную влажную

зону, 1,3–1,0 – лесостепь (недостаточное увлажнение), 1,0–0,7 – степь (засушливая зона), 0,7–0,4 – сухая степь (очень засушливая зона), 0,4 и меньше – полупустыню и пустыню (Чирков, 1988). Как видим, выделение ландшафтно-климатических зон на земельной территории Тувы обосновано данными климатических показателей (табл. 1). В своих исследованиях мы придерживались такого районирования этой территории, понимая некоторую условность вследствие специфических черт геоморфологического строения данного региона.

Таблица 1 – Среднегодовые (1982–2001 годы) климатические показатели в ландшафтно-климатических зонах Тувы

| Ландшафтно-климатическая зона | Сумма среднесуточных температур воздуха выше 10°C | Сумма осадков за год, мм | Сумма осадков за вегетационный период (май–август), мм | Гидротермический коэффициент |
|-------------------------------|---|--------------------------|--|------------------------------|
| Метеостанция Кызыл | | | | |
| Сухостепь | 2158 | 218 | 151 | 0,7 |
| Метеостанция Чадан | | | | |
| Степь | 1795 | 242 | 164 | 1,0 |
| Метеостанция Сосновка | | | | |
| Лесостепь | 1725 | 354 | 223 | 1,3 |

Лесостепная зона во всех котловинах, небольшая по площади, занимает верхние части пологих северных, западных и восточных склонов на высоте 1200–1400 м, а на южных – на высоте 1500–1800 м, в Убсу-Нурской котловине – выше 1800 м (рис. 3). Осадков за год выпадает 354 мм, ГТК – 1,3. Продолжительность безморозного периода 90–100 дней (Андрейчик, Калугина, 2002). Средняя сумма температур выше 10°C – 1725°C. В почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные. В данной зоне наблюдается слабое проявление ветровой и водной эрозии. Сельскохозяйственное землепользование находится в следующих районах: Каа-Хемском, Пий-Хемском, Тандинском и Тоджинском.

Степная зона расположена в Турано-Уюкской и Центрально-Тувинской котловинах, незначительно – в Хемчикской и Убсу-Нурской, занимает пологие склоны на высоте 800–1200 м и южные склоны на высоте 1500–1700 м над уровнем моря (рис. 4).

| № на карте | Район |
|------------|-------------------|
| 1 | Бай-Тайгинский |
| 2 | Барун-Хемчикский |
| 3 | Дзун-Хемчикский |
| 4 | Каа-Хемский |
| 5 | Кызылский |
| 6 | Монгун-Тайгинский |
| 7 | Овюрский |
| 8 | Пий-Хемский |
| 9 | Сут-Хольский |
| 10 | Тандинский |
| 11 | Тоджинский |
| 12 | Тес-Хемский |
| 13 | Улуг-Хемский |
| 14 | Чаа-Хольский |
| 15 | Чеди-Хольский |
| 16 | Эрзинский |
| 17 | Теле-Хольский |

Масштаб 1 : 2 500 000

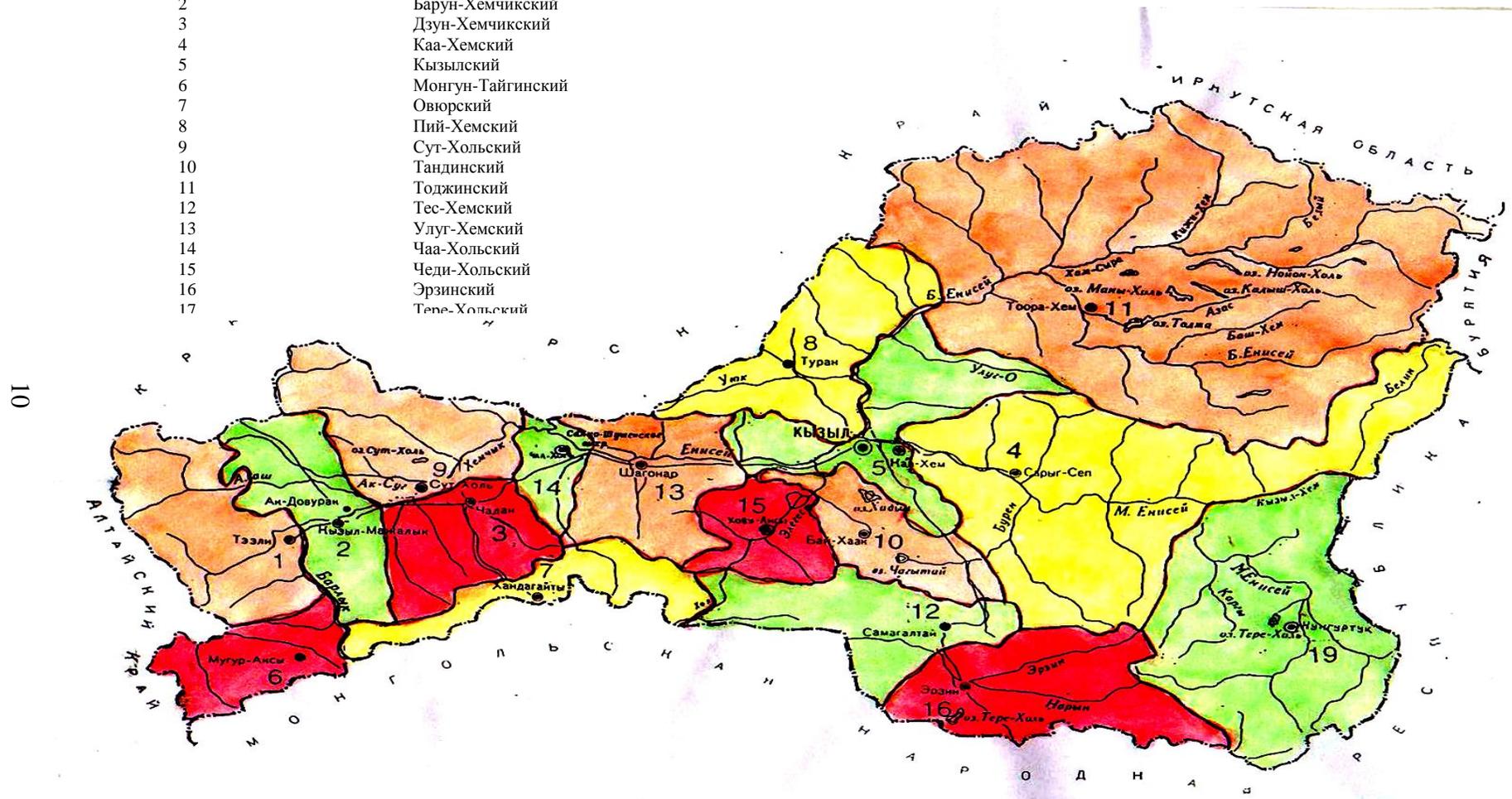


Рисунок 2 – Административно-территориальное устройство Республики Тувы



Рисунок 3 – Лесостепная окраина в Центрально-Тувинской депрессии. Сенокосные угодья на южном склоне урочища Малый Шивилиг



Рисунок 4 –Ландшафт степи в Турано-Уюкской котловине

Сумма эффективных температур (выше $+10^{\circ}\text{C}$) за вегетацию не превышает 1795°C . Безморозный период длится 100–120 дней, а на высоте более 850 м – до 90 дней. Годовое количество осадков в среднем за последние 20 лет составляет 242 мм, ГТК – 1,0. Зона характеризуется засушливым климатом. Почвы – черноземы южные, каштановые и темно-каштановые, преимущественно супесчаного гранулометрического состава, подвержены ветровой эрозии. В результате распашки они быстро распыляются, так как имеют непрочную комковатую структуру. Дефляция этих почв начинается уже при скорости ветра 8–10 м/с, а при 15 м/с и более образуются пыльные бури. Особенно сильные ветры (до 20–25 м/с) возникают в мае-июне. Сельскохозяйственное использование земель ведется в следующих районах: Бай-Тайгинском, Дзун-Хемчикском, Монгун-Тайгинском, Улуг-Хемском, Чаа-Хольском и Чеди-Хольском.

Сухостепная зона характерна для Хемчикской, Улуг-Хемской (рис. 5) и Убсу-Нурской (рис. 6) котловин и занимает относительно ровные территории и пологие склоны всех экспозиций (Зон. система земледелия..., 1982). Высота над уровнем моря 600–800 м. Сумма эффективных температур (выше $+10^{\circ}\text{C}$) в среднем за вегетационный период 1982–2001 годов составляет 2158°C , продолжительность безморозного периода около 100 дней.



Рисунок 5 – Массив пашни в сухой степи на светло-каштановых почвах. Урочище Тайтыг-Арыг в Улуг-Хемской котловине

Годовое количество осадков 218 мм, гидротермический коэффициент (ГТК) равен 0,7. Почвы каштановые и светло-каштановые супесчаные, очень нарушенные ветровой эрозией. Землепользование Барун-Хемчикского, Кызылского, Овюрского, Сут-Хольского, Тес-Хемского, Эрзинского районов входит в эту зону.

Отметим, что земледелие здесь ведется в исключительно сложных условиях. Более благоприятное сочетание влаго-, теплообеспеченности для роста и развития растений отмечается в лесостепной зоне, однако и она относится к зоне рискованного земледелия.

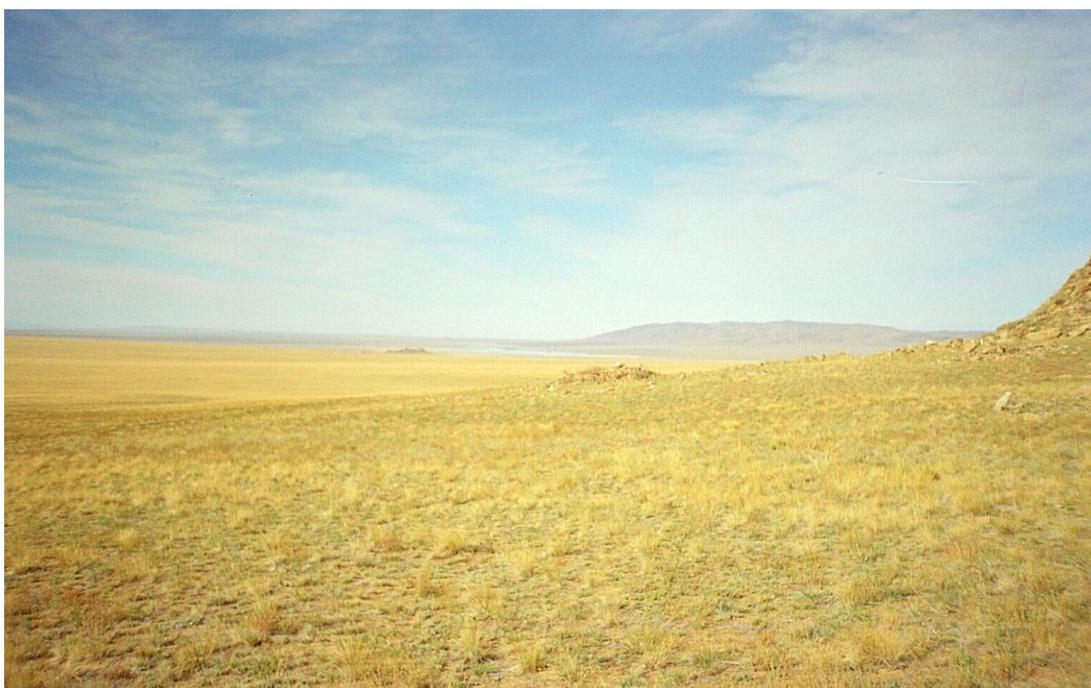


Рисунок 6 – Ландшафт сухостепи на светло-каштановой почве в Убсу-Нурской котловине

1.2. Геоморфология и рельеф

В пределах Тувы встречается большое разнообразие типов рельефа и географических ландшафтов (Кушев, 1957). Формирование рельефа происходило в течение длительного геологического периода под влиянием сложных и интенсивных тектонических процессов. Наряду с тектоникой черты современного рельефа определяются глубоким проявлением различных процессов денудации.

Поскольку пахотные массивы распространяются в котловинах, где находятся и объекты наших исследований, ограничимся кратким обзором рельефа этих геоморфологических структур.

Центральная часть Тувы занята Центрально-Тувинской котловиной, вытянутой более чем на 400 км с запада на восток вдоль реки Енисея и реки Хемчика. Котловина представляет собой открытые холмистые степные пространства, расположенные на высотах от 500 до 1200 м. Горные хребты, пересекающие ее, делят котловину на три части: Хемчикскую, Улуг-Хемскую и Турано-Уюкскую.

Хемчикская котловина расположена в сухостепной и степной ландшафтно-климатических зонах и представляет собой широкую волнистую равнину с общим уклоном на север, ограниченную с севера Западным Саяном, с юга – Западным Танну-Ола. На западе котловина замыкается Шапшальским хребтом, с востока – возвышенностью Адар-Таш. Абсолютные высоты внутри котловины колеблются в пределах 700–1100 м. Самое низкое положение занимает современная аллювиальная терраса реки Хемчика, а более высокое – древнеаллювиальные террасы рекки Хемчика и его притоков. Открытые пространства котловины создают благоприятные условия для дефляции почв. В пределах Хемчикской котловины расположены Бай-Тайгинский, Барун-Хемчикский и Дзун-Хемчикский административные районы.

Улуг-Хемская котловина простирается в долине реки Улуг-Хема и ряде низкогорных и среднегорных возвышенностей, являющихся отрогами Восточного Танну-Ола (рис. 7). Абсолютные высоты котловины 600–800 м над уровнем моря. В основном местность представлена сухостепным ландшафтом. Равнинный характер рельефа Улуг-Хемской котловины оказывает существенное влияние на развитие дефляции. В пределах котловины находятся Улуг-Хемский, Кызылский, третья часть Каа-Хемского и центральная часть Тандинского административных районов.

Турано-Уюкская котловина в западной части представлена широкой долиной реки Уюка с пойменной и несколькими надпойменными террасами. Природные ландшафты котловины определяют ее принадлежность к степной зоне с горнотаежным окружением. Но долина обильно увлажнена речными и грунтовыми водами, что позволяет ее отнести и к лесостепной зоне. Абсолютные высоты внутри котловины равны 800–1100 м.



Рисунок 7 – Улуг-Хемская котловина.
Землепользование ОПХ «Сосновское» Тандинского района

Турано-Уюкскую котловину со всех сторон окаймляют горные хребты, которые препятствуют развитию эрозионно-опасных ветров, но обширные пространства создают благоприятные условия для развития ветров северного и северо-западного направлений. В Турано-Уюкской котловине расположен Пий-Хемский район, который интенсивно освоен под земледелие (рис. 8). Долина реки Уюка используется под сенокосы и пастбища.

Убсу-Нурская котловина объединяет подгорную шлейфовую равнину южного склона хребта Танну-Ола, древние террасы и современную долину р. Тес-Хема и приозерную впадину озера Убсу-Нура. Внутри котловины абсолютные отметки колеблются в пределах 800–1200 м. Подгорная равнина вдоль южного склона хребта Танну-Ола представляет собой чередование делювиально-пролювиальных шлейфов с покатыми склонами предгорий. На расстоянии нескольких километров от гор шлейфы переходят в 3-4 ступенчатые древние аллювиальные террасы реки Тес-Хема. Древние речные террасы подвержены дефляции. Юго-западная часть равнины имеет черты опустыненности за счет действия иссушающих монгольских ветров северо-западного направления. Восточная часть котловины включает обширные песчаные массивы Эдер-Элезин и Цугэр-Элисс. В пределах

котловины расположены Овюрский, Тес-Хемский и Эрзинский районы сухостепной зоны. Земледелием в Убсу-Нурской котловине занимались до 1995 года. В настоящее время основная специализация в хозяйствах – животноводство.



Рисунок 8 – Турано-Уюкская котловина.
Землепользование СПК «Нива» Пий-Хемского района

Таким образом, наиболее удобные для хозяйственного освоения межгорные и предгорные равнины Центрально-Тувинской котловины, низкие террасы крупных рек и конусы выноса боковых притоков. Здесь сосредоточены основные массивы пахотнопригодных земель, долинные луга и пастбища.

1.3. Почвообразующие породы

Территория Республики Тувы вследствие сложности геологического строения и геоморфологического развития отличается большим разнообразием горных пород, участвующих в почвообразовании. Чрезвычайно резкая изменчивость пород отмечается не только в условиях пересеченного горного рельефа, но и на равнинах. Большое разнообразие почвообразующих пород служит одним из важнейших факторов пестроты почвенного покрова Тувы (Носин, 1963).

Древнейшие отложения относятся к протерозою. Главными компонентами всего верхнего отдела протерозоя являются метаморфические породы богатые основаниями, в том числе карбонатными. Второстепенное значение имеют магматические породы – средние, основные и ультраосновные. Эти породы выступают на поверхность и элювий их служит минеральной основой почвообразования на значительных пространствах юго-востока Республики.

Отложения палеозоя, господствующие в центральной и западной частях Тувы, весьма разнообразны. В основании палеозоя залегают преимущественно рассланцованные конгломераты с крепким слюдистым цементом, в составе которых присутствуют мраморы, яшмо-кварциты, кварцево-полевошпатовые сланцы, диабазы. Локально встречаются глубокометаморфизованные отложения, состоящие из сланцев красно-фиолетового и серо-зеленого цвета с включениями песчаников.

Силурийские и нижнедевонские отложения палеозойской группы имеют большую мощность (Хемчикская котловина) и образуют три главные свиты: нижняя – песчаниковая, средняя – сланцево-известняковая и верхняя – аргиллито-алевролитовая. Последняя свита – терригенная. Выше нее лежит очень характерный осадочно-эффузивный комплекс (порфириты, туфы, туфобрекчии, туфопесчаники). В юго-западной части (южные склоны Западного Танну-Ола) развиты преимущественно карбонатные терригенные осадки верхнего девона – известковистые песчаники и алевролиты, реже аргиллиты нижнего девона.

На востоке широко распространены третичные вулканогенные образования – базальтовые покровы мощностью до 100 м. Обширными полями они находятся на плоскогорьях в верховьях рек Бий-Хема, Азаса, Хамсары и на грядовых возвышенностях в пределах Тоджинской котловины.

В сложении форм современного рельефа принимают участие аллювиальные, делювиальные, пролювиальные, моренные и флювиогляциальные четвертичные отложения, реже – гравитационные (осыпи, курумы), эоловые и озерные отложения.

Элювий коренных пород образуется и накапливается в условиях горного рельефа, в котловинах встречается локально. Продукты выветривания гранитов служат в качестве почвообразующих пород преимущественно в восточных районах Тувы, особенно в бассейне среднего течения реки Каа-Хема.

Делювиальные образования отлагаются на покатых склонах гор, в седловинах, распадках, широких ложбинах и вогнутых элементах поверхности на вершинах хребтов и плоскогорий. В больших котловинах они развиты по склонам островных возвышенностей и мелко-сопочника.

Аллювиальные и пролювиально-аллювиальные отложения широко распространены в речных долинах Хемчикской, Улуг-Хемской, Тес-Хемской и других котловин. Эти отложения заполняют современные русловые и пойменные части долин и образуют разновозрастные террасы.

Моренные и флювиогляциальные отложения встречаются в северо-восточной части Тувы, особенно в Тоджинской котловине, а также на возвышенностях Хан-Тайги с прилегающей Тарисской котловиной и в районе Монгун-Тайги.

Эоловые песчаные породы находятся во всех больших степных котловинах. Озерные отложения концентрируются вокруг современных озер либо в реликтовых озерных ваннах.

В Туве преобладают почвообразующие породы легкого гранулометрического состава: песчанистые и крупнопылеватые легкие суглинки, супеси, тонкозернистые пылеватые пески; песчанисто-пылеватые средние суглинки, иловатые средние и тяжелые суглинки (весьма мало). Глинистые отложения встречаются редко очень малыми контурами.

1.4. Климат

По исследованиям Н.А. Ефимцева (1957), а также Л.К. Аракчаа, В.В. Бугровского, Е.И. Голубевой и др. (1995), климатические условия в Туве определяются следующими факторами:

1) расположением в центре Азиатского материка и влиянием соседних с нею территорий (с севера и северо-востока – таежной Восточной Сибири, с юга и юго-востока – пустынно-степных районов Монголии, с запада – горнотаежного Алтая);

2) рельефом территории, чередованием хребтов и котловин, высоких нагорий и горных цепей с колебанием высот от 520 до 4000 м;

3) обрамлением почти со всех сторон крупными горными сооружениями – Западным и Восточным Саянами, хребтами Хангайской группы (северная Монголия), Алтаем.

Наиболее ярко выраженной чертой климата является резкая континентальность. Холодная малоснежная зима, жаркое лето, малое количество осадков и большая амплитуда абсолютных и суточных температур – характерные черты климата Тувы. Резкая континентальность обусловлена главным образом удаленностью территории от морей и океанов. В зимнее время Тува находится почти в центре обширного азиатского антициклона, в котором происходит формирование холодного зимнего континентального воздуха с преобладающей тихой и ясной погодой. В теплую половину года, наоборот, характерны пониженное давление и преобладание переноса воздуха с запада и северо-запада. Поэтому климатические условия отдельных частей Тувы формируются под непосредственным воздействием физико-географических особенностей и прежде всего – рельефа.

В котловинах отмечается контраст крайних, особенно среднемесячных, температур. В зимний период холодный воздух спускается в котловины, где происходит дополнительное радиационное выхолаживание его нижних слоев, обуславливающее температурную инверсию. По этой причине в котловинах зимой значительно холоднее, чем в горах (примерно до 2000 м). Летом же, наоборот, устанавливается положительный температурный градиент, когда по мере поднятия рельефа температура понижается.

Отгороженная с запада и севера хребтами выше 2000 м над уровнем моря Тува попадает в сферу господства западно-восточной циркуляции средних слоев тропосферы. Поэтому в теплый период господствуют западные и северо-западные ветры. С этим направлением воздушных масс связано и основное количество осадков. Но до 1000 мм осадков выпадает на наветренных склонах горных барьеров, таких, как Алтай и Западный Саян. В связи с этим подветренные склоны хребтов Тувы и котловины получают наименьшее количество осадков – 200–230 мм в год.

Особенно резко сказывается на климате влияние абсолютной высоты местности. Выделяются три вертикальных климатических пояса: низкогорья, среднегорья и высокогорья. Территория пояса низкогорья, которая наиболее богата пахотными землями, отличается наибольшей континентальностью, наименьшим количеством осадков, наибольшим количеством тепла, наибольшей сухостью. Самый холодный месяц – январь, его температура в среднем -30° , -33° С. Самая низкая температура опускалась до -58° С. Снежный покров в котловинах составляет 10–20 см, к концу зимы редко достигает 30 см. Поч-

ти оголенная почва при очень сильных морозах промерзает на значительную глубину и медленно оттаивает весной. Ветры весной имеют северное, северо-западное направление. Скорость ветра в апреле-мае сильно возрастает и бывает максимальной, до 20–24 м/с. Лето жаркое. Максимальная температура в июле превышает 40° С. Период активной вегетации с температурой более 10° С в среднем варьирует от 107 до 128 дней при сумме температур до 2000° С. Безморозный период продолжается в среднем 95–120 дней. Среднегодовое количество осадков в котловинах составляет 200–230 мм, из них в июне-августе выпадает 60–65% (Агроклиматический справочник..., 1961).

1.5. Гидрография

Тува богата реками и озерами (Клопова, 1957; Шактаржик, 1973). Имеет более 8 тыс. рек, в том числе 2 крупные, протяженностью свыше 500 км (Большой Енисей и Малый Енисей) и 20 средних (Хемчик, Тес-Хем, Хамсара и др). Общая протяженность важнейших рек составляет 2100 км, а с учетом их частей за пределами Тувы – около 2800 км. Насчитывается свыше 400 больших и малых озер, большинство из которых находится в Тодже и горах восточной Тувы. Наиболее крупными сточными озерами являются Нойон-Холь, Азас, Манны-Холь, Чагытай, Торе-Холь (в Убсу-Нурской котловине), Тере-Холь (на юго-востоке), Хиндитик-Холь и др.

По удельной обеспеченности водами местного стока Тува занимает первое место в Восточной Сибири – 311 тыс. м на 1 км в год. Для сравнения отметим, что Красноярский край имеет 308, Иркутская область – 228, Бурятия – 232, Читинская область – 152 тыс. м на 1 км.

1.6. Растительность

Разнообразие типов растительности определяется положением страны на границе различных и четко очерченных флористических областей, сильно расчлененным рельефом, вертикальной и широтной зональностями (Соболевская, 1950).

Высокая численность флоры Тувы и своеобразный пестрый состав из видов, принадлежащих к флорам сопредельных стран (Монголия, Юго-восточный Алтай, Средняя Азия и Саяны), объясняются целым рядом факторов, исторически сложивших ее. Территория Тувы относится к древней суше, которая с мезозоя находится под влиянием

континентального режима. Вместе с тем непосредственная связь с Сибирью, продолжавшаяся почти до четвертичного периода, когда окончательно сформировался рельеф горных стран южной Сибири, не могла не сказаться на флористическом составе Тувы.

По материалам К.А. Соболевской (1950), на территории Тувы выделяются следующие зоны и пояса растительности: зона степей, зона опустыненных степей, горно-лесной пояс, пояс субальпийских степей и кустарников, высокогорно-альпийский пояс. Высокогорный пояс занимает 11% от территории республики, горнолесной пояс – 51%, горностепной пояс – 13% и степная зона – 25%.

Согласно А.В. Калининой (1957), выявлено 16 видов флоры Тувы, которые совсем не упоминались в работах К.А. Соболевской и А.И. Шретера. По данным М.Н. Ломоносовой, И.М. Красноборова, Е.Ф. Пеньковской и др. (1984), в Туве насчитывается 1782 вида сосудистых растений, относящихся к 507 родам и 112 семействам. К примеру, флора Монголии, территория которой в восемь раз больше территории Тувы, содержит 1875 видов.

В котловинах выделяются три основных типа степных экосистем: сухие, настоящие и опустыненные (Юрлова, 1959; Романова, Титлянова, 2008). Пологие шлейфы хребтов, конусы выносов, слившиеся между собой в обширные степные пространства, а также древние террасы крупных рек, чаще всего покрыты змеевкожитняковыми и караганово-полынно-злаковыми степями. Высота травостоя такой степи не превышает 20 см, покрытие около 40%. Пойменные террасы заняты болотной, полуболотной или солончаковой растительностью. По склонам мелкосопочника распространены типчаковые и осочково-типчаковые степи. В растительном покрове долин повышенного уровня преобладают главным образом разнотравно-злаковые степи лугового характера.

Наряду с этими общими чертами растительного покрова, каждая котловина имеет свои особенности. Растительность Хемчикской котловины отличается ясно выраженными признаками ксерофильности. В Убсу-Нурской котловине доминируют степи с фрагментами пустынно-степных и пустынных группировок (Алехно, Бусько, Воронов и др.1995; Ондар, 2001а). В центральной Улуг-Хемской котловине травостой хорошо развит, достаточно сомкнут, проективное покрытие составляет 60-80%, число видов относительно высокое, до 40 на 100 м².

По данным Э.А. Ершовой, Б.Б. Намзалова (1985), флора степей Тувы включает 782 вида, принадлежащих к 272 родам и 54 семейст-

вам. Она богаче, чем флора островных степей Алтая (623 вида), Хакасии (530 видов), Забайкалья (710 видов). Степные сообщества характеризуются господством в травостое представителей семейства злаковых, среди которых ведущее место в Туве занимает род ковыль, виды – волосатиковые, бородатые и перистые. В предгорной полосе по выровненным местообитаниям и пологим склонам в условиях сравнительно достаточного увлажнения в составе злаковых степей преобладают *Stipa capillata*, *Stipa baicalensis*, *Stipa krylovii*. Для опустыненных степей наиболее характерен ковыль галечный (*Stipa glareosa*), распространение которого связано с щебнистыми маломощными светло-каштановыми почвами. Заметное место занимает род овсец. Овсцовые степи с *Helictotrichon desertorum* образуют типичный ландшафт в полосе среднегорий, в высокогорьях он замещается овсцом монгольским. Бобовые представлены видами рода *Caragana*, выступающими как создатели сообществ.

Основные зональные типы степей в Центрально-Тувинской котловине формируют *Caragana rugosa* и *Caragana bungea*. Южнее, в предгорьях Восточного Танну-Ола, по северной окраине Убсу-Нурской котловины в Туву заходят сообщества с *Caragana leucophloea*. В степях важную роль играют представители семейства сложноцветных. Как доминанты выступают полыни, часто *Artemisia frigida*, редко *Artemisia glauca*, *Artemisia obtusiloba*, *Artemisia santolinifolia*. Особое место в составе степей Тувы занимают представители семейства маревых и лилейных. Наличие фитоценозов с доминированием в травостое *Ceratoides papposa*, *Nanophyton erinaceum* и различных видов рода *Allium* сближает тувинские степи с аридными центрами Азии.

Запасы растительного вещества, по данным И.П. Романовой и А.А. Титляновой (2008), постепенно уменьшаются от настоящих степей (28 т/га) к опустыненным (17 т/га). Величина надземной фитомассы небольшая и изменяется в пределах: 1,16 т/га (настоящая степь), 0,93 т/га (сухая степь) и 0,85 т/га (опустыненная степь).

Растительный покров Тувы давно испытывает хозяйственное воздействие. Оно совершается по двум основным направлениям: уничтожение коренной растительности путем распашки и изменения травостоя под влиянием выпаса (Ершова, 1985). В настоящее время, а точнее с 1991 года, в связи с меняющимися формами хозяйствования, значительные площади пахотных массивов не обрабатываются и постепенно зарастают травами, превращаясь в залежь.

2. ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

2.1. Структура землепользования

По данным управления Федерального агентства кадастра объектов недвижимости, по Республике Тува на 01.01.2006 года общая площадь региона составляла 16860,4 тыс. га (табл. 2).

Таблица 2 – Земельные ресурсы Тувы

| Категория земель | 1976 г. | | 1998 г. | | 2006 г. | |
|--|---------|------|---------|------|---------|------|
| | тыс. га | % | тыс. га | % | тыс. га | % |
| Земельный фонд: | 16860,4 | 100 | 16860,4 | 100 | 16860,4 | 100 |
| В том числе: | | | | | | |
| земли сельскохозяйственного назначения | 4623,2 | 27,4 | 4443,9 | 26,4 | 2630,9 | 15,6 |
| земли поселений | 59,0 | 0,3 | 344,8 | 2,0 | 43,5 | 0,3 |
| земли промышленности, транспорта, связи, энергетики, обороны и иного специального назначения | 28,5 | 0,2 | 22,1 | 0,1 | 16,2 | 0,1 |
| земли особо охраняемых территорий | - | - | 375,6 | 2,2 | 659,1 | 3,9 |
| земли лесного фонда | 11048,9 | 65,5 | 10079,3 | 59,8 | 10874,3 | 64,5 |
| земли водного фонда | 46,9 | 0,3 | 97,5 | 0,6 | 96,3 | 0,6 |
| земли государственного земельного запаса | 1053,9 | 6,3 | 1497,2 | 8,9 | 2540,1 | 15,0 |

Землями лесного фонда занято 64,5%, сельскохозяйственного назначения – 15,6%, поселений – 0,3%, природоохранными и заповедными - 3,9%, водного фонда – 0,6%, госземзапаса – 15% от общей площади территории.

За тридцатилетний период (с 1976 по 2006 год) произошли значительные изменения в структуре земельного фонда Тувы: площадь земель сельскохозяйственного назначения сократилась, а площади государственного земельного запаса и земель особо охраняемых территорий увеличились.

Перераспределение земель происходит главным образом из-за экономического разорения сельскохозяйственного производства при диспаритете цен на сельскохозяйственную продукцию и затратах, а также за счет свободных земель сельхозпредприятий и ликвидации некоторых аратских хозяйств (Субрегиональная ..., 2000; Информация ..., 2007). Переход с планового ведения народного хозяйства к рыночному повлек за собой резкое уменьшение ценности сельскохозяйственных угодий, удаленных от крупных промышленных городов и населенных пунктов.

2.2. Земли сельскохозяйственного назначения

Снижение площади земель сельскохозяйственного назначения происходит и в настоящий период. Так, в 2008 году она составляла только 1582,3 тыс. га, что в 1,7 раза меньше, чем было в 2005 году, и в 2,9 раза меньше, чем в 1976 г.

Площадь сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения снизилась за анализируемый 30-летний период почти в 4 раза, пашни – в 8 раз, сенокосов – в 3 раза и пастбищ – в 3,5 раза (табл. 3). Особенно сильное сокращение пахотных массивов, сенокосов и пастбищ началось с 2000 года в результате спада сельскохозяйственной деятельности, сильного проявления процессов деградации и резкого снижения биопродуктивности почв. Выбывшие из сельскохозяйственного оборота земли перешли в земли госзапаса и залежь. Прирост залежи в 2000 году составил более 43 тыс. га по сравнению с 1976 года.

Сельскохозяйственные угодья в Туве на 01.01.2008 года занимают около 1243 тыс. га, или 7,4% от общей площади региона. Доля пашни в структуре сельскохозяйственных угодий в настоящий период составляет 4,8%, сенокосов – 2,6%, пастбищ – 91,8%. Около 60% пахотных угодий сосредоточены в более благоприятной для земледелия Улуг-Хемской котловине (Каа-Хемском, Тандинском и Улуг-Хемском районах). Небольшая часть (около 9% в 1990 и 25% в 2008 году) пашни орошается.

Тува среди субъектов Сибирского Федерального округа имеет наименьшую обеспеченность пашней – 0,2 га на душу населения (Донченко, 2008; Лавриненко, 2008). Для сравнения отметим, что обеспеченность пашней в Алтайском крае достигает 2,5 га, Новосибирской области – 1,4 га, Хакасии – 1,1 га, Красноярском крае – 1,0 га.

Таблица 3 - Состав сельскохозяйственных угодий Тувы, тыс.га

| Угодье | 1976 г. | 1983 г. | 1985 г. | 1990 г. | 1995 г. | 2000 г. | 2005 г. | 2008 г. |
|-------------------------------------|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Сельско-хозяйственные угодья | 4623,2 | 3704 | 3692 | 3573,6 | 3116,7 | 2491,9 | 855,8 | 1242,6 |
| В т.ч.: | | | | | | | | |
| пашня | 493,1 | 418 | 416 | 429,5 | 361,1 | 155,7 | 51,3 | 60,0 |
| залежь | 5,7 | - | - | 1,3 | 1,6 | 49,6 | 7,3 | 8,3 |
| сенокосы | 107,5 | 85 | 72 | 56,0 | 48,9 | 53,2 | 18,4 | 33,0 |
| пастбища | 4016,6 | 3201 | 3204 | 3086,8 | 2705,1 | 2233,2 | 778,7 | 1140,6 |
| многолетние насаждения | 0,3 | - | - | 0,2 | - | 0,2 | 0,1 | 0,7 |

Пастбища в составе сельскохозяйственных угодий всегда преобладали. Интенсивность их использования была и остается высокой. В период существования крупных коллективных скотоводческих хозяйств поддерживалась плановая система пастбищеоборота. Однако все же допускались слишком большая плотность скота и избыточная нагрузка, не выдерживались условия ротации пастбищ, не проводились другие мероприятия для восстановления растительного покрова. Изменение формы хозяйствования привело только к изменению пространственного распределения пастбищной нагрузки: одни пастбища забрасываются, другие по-прежнему испытывают перевыпас. Поэтому значительная часть пастбищных угодий в степных районах Тувы находится в различных стадиях деградации. По данным А.Д. Самбуу (2001; 2004), при дигрессии пастбищ наблюдаются упрощение структуры травостоя, обеднение видового состава, снижение проективного покрытия, изменение спектра жизненных форм, при котором уменьшается доля дерновинных злаков и увеличивается участие полукустарничков как наиболее засухоустойчивых экобиоморф.

Сенокосы, занимая небольшую площадь, распространяются узкими лентами в долинах рек и по склонам горных поднятий. Они представляют собой высокопродуктивные и ценные по составу травостоя мезофитные луга. Хозяйственное использование их за анализируемый 30-летний период уменьшилось. Возможно, часть сенокосных угодий переводилась в пастбищные, что, как правило, сопровождается нарушениями установившихся в процессе эволюции связей между растениями и средой, а в дальнейшем деградацией травостоя.

2.3. История использования земель. Агроценозы

По исследованиям М.Х. Маннай-оола (2001), о значительной роли земледелия в скифское время Тувы (VIII-III века до н.э.) говорят остатки проса, каменные жернова, найденные в курганах VII-III веков до н.э.

В древнеуйгурское время важнейшими отраслями хозяйственной деятельности населения Тувы были по-прежнему экстенсивное кочевое скотоводство и земледелие. Наиболее населены были плодородные и другие орошаемые земли по долинам Хемчика и Улуг-Хема. Земледелие было уже плужным, использовалась тягловая сила животных, искусственно орошались засушливые степные участки, прилегающие к речным долинам. Но, несмотря на это, большинство местного населения занималось скотоводством (Кызласов, Вайнштейн, 2001).

По археологическим данным, в эпоху империи Чингисхана (VI-IX века) местные тюркоязычные племена занимались кочевым экстенсивным скотоводством в сочетании с земледелием и охотой. Сеяли пшеницу, ячмень и просо. Оросительные каналы, созданные еще в предшествующие эпохи, продолжали частично эксплуатироваться. Пахоту вели деревянными плугами с железными и бронзовыми лемехами и чугунными чечевицеобразными отвалами. Зерно убирали железными серпами, обломки которых найдены в городищах. Для помола употребляли ручные жернова дальневосточного типа, местные небольшие жернова и зернотерки (Маннай-оол, Кызласов, 2001).

По данным Л.П. Потапова (2001), О.Н. Ондар (2001), основным хозяйственным занятием тувинцев в XVI-XVIII веках оставалось скотоводство в сочетании с земледелием и охотой. Близ осенних и зимних пастбищ сеяли в небольшом количестве просо и ячмень. Пашни местами орошали, проводя на них канавки от рек и ручьев. Обрабатывали землю при помощи андазына – маленькой деревянной сохи, снабженной железным наконечником. Колосья срезали ножами, молотили зерно при помощи животных, хранили в ямах, выкапываемых возле пашни.

Итак, тувинцы занимаются земледелием с давних времен. Оно известно еще в I тысячелетии до н.э., а дальнейшее развитие получило в период раннего средневековья (VI-XII века). С тех пор коренное население Тувы занималось земледелием постоянно, но оно имело лишь подсобное значение. Земледелие давало кочевому скотоводству

возможность стабильного существования и жизнеспособность (Диошшини-Сат, 1984).

У жителей Центральной и Западной Тувы земледелие имело специфические особенности. Землю пахали они неглубоко, что было оправдано в местных условиях. Боронили колючим карагаником, в течение сезона проводили специальные поливные работы.

С появлением в Туве русских крестьян-переселенцев тувинское земледелие обогатилось новыми орудиями труда (железный плуг, коса) и некоторыми сортами культур. А араты-земледельцы тувинцы передавали пришельцам свой опыт в ведении орошаемого земледелия в суровых климатических условиях. В начале XX века пашня, засеваемая западными тувинцами, составляла около 5 тыс. га (Дулов, 1964; Дьяконова, Вайнштейн, Маннай-оол, 2001).

По исследованиям С.И. Вайнштейна (1972), древнейшее земледелие возникло из развитых форм собирательства и было известно в Туве уже в неолитическое время. Но лишь эпоха бронзы дает несомненные свидетельства его существования. Возделывание растений в горно-степных районах Тувы из-за ограниченного количества осадков невозможно было без искусственного орошения почвы. На горных склонах и в степях главным образом центральных и западных районов Тувы (в бассейне Улуг-Хема и Хемчика, в северных предгорьях Танну-Ола, по рекам Или-Хема и Темир-Суха, Турана, Уюка и др.), обнаружено довольно большое число следов древних оросительных сооружений: сложенные из камня, врезанные в горы водотоки, высеченные в скалах лотки. Древняя ирригационная система Тувы остается совершенно неисследованной.

В монгольскую эпоху земледелие внедрялось в Туве насильственными методами путем насаждения военно-пахотных поселений, в которых трудились переселенцы из Китая. Земледелием занимались и местные племена, в частности осевшие здесь кыргызы. В послемонгольское время в Туве наступил упадок оседлого земледелия. Конкретные формы земледелия у кочевых скотоводов Тувы в Средние века из-за недостатка сведений остаются неизвестными. Однако можно полагать, что они имели в основном те же черты, что и в более позднее время.

Первые подробные сведения о характере земледелия у тувинцев-скотоводов были приведены в 1926 году Г.Е. Грумм-Гржимайло, в 1934 году Ф. Коном, в 1952 году В.И. Дуловым, но и у них имеется ряд пробелов и неточностей, в особенности касающихся техники земледелия, характера ирригационной системы и земледельческих орудий.

Пашни кочевых скотоводов в конце XIX – начале XX вв. располагались главным образом в долинах рек Хемчика и Улуг-Хема, в нижнем течении Бий-Хема и Каа-Хема, а также на юге в северных предгорьях Танну-Ола. Большая часть посевных площадей кочевников Тувы находилась в долине Хемчика, она сохранялась и в первые послереволюционные годы. В материалах переписи 1931 года (Тувинская сельскохозяйственная ..., 1933) отмечалось, что значительная часть площадей (5885 га) засеивалась в западных районах (Барун-Хемчикском и Дзун-Хемчикском), во всех других районах – лишь 2827 га, т. е. в 2 раза меньше. В Тодже вообще не было пахотных земель. В восточной части Тувы кочевое население до революции занималось земледелием сравнительно мало. Оно было распространено в пределах треугольника между слиянием рек Бий-Хема и реки Каа-Хема и Ондумским хребтом, причем выше рени Черби уже не встречалось.

Примерно пятая часть посевов приходилась на бассейн Улуг-Хема в центральной части Тувы, а также в местности Суглуг-Бом, степного ручья Турген, реки Хадына, Ээрбека, Межегея и Элегеста. На меньших площадях были посевы в южных районах Тувы. Они располагались вблизи рек и озер в северных и южных предгорьях Танну-Ола. Кочевые тувинцы-скотоводы обычно располагали пашни вблизи от весенне-осенних стоянок, не менее чем в 5 км.

Из материалов переписи 1931 года (табл. 4) видно, что 70% тувинских хозяйств наряду со скотоводством вели в этот период и земледелие. Возделывали преимущественно просо и ячмень, меньше – пшеницу, причем в основном мягких разновидностей. Из тех же материалов переписи известно, что в 1931 году просом было засеяно 40,3%, ячменем – 32,5%, пшеницей – 17,9%, прочими – 9,3% от общей посевной площади. В Дзун-Хемчикском районе ячмень был высеян на 1578,5 га и составил около 60% всей посевной площади района; в Тес-Хемском районе посевы ячменя занимали 175,28 га, или около 80% всех посевов. В Улуг-Хемском районе просом засеивали 1075,15 га (68%), а ячменем лишь 166,72 га (10%), в Каа-Хемском районе просо сеяли на площади 450,11 га (43%), ячмень – 112,75 га (11%).

Посевы ячменя преобладали в гористых, высоко расположенных районах. Это объясняется его исключительной, сравнительно с другими культурами, устойчивостью по отношению к резким колебаниям температуры и заморозкам. Вместе с тем преобладание ячменя в Туве на западной и южной части земледельческой зоны, а проса в ее

центральной части могло быть связано также и с древними земледельческими традициями отдельных этнических групп кочевников. Нередко у тувинцев одно хозяйство высевало и просо и ячмень. Тогда хозяйство имело посеы в двух разных местах. Ячмень высевали на пашне, расположенной на возвышенных участках вблизи горной тайги, а более теплолюбивое просо сеяли в низко расположенных долинах.

Таблица 4 – Распределение тувинских хозяйств, сочетавших скотоводство с земледелием, по административным районам (Тувинская ..., 1933)

| Район | Общее число хозяйств | Число хозяйств с посевами | Число хозяйств без посевов | Всего посевов, га |
|------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|
| Барун-Хемчикский | 3640 | 2649 | 991 | 2721,83 |
| Дзун-Хемчикский | 4369 | 3448 | 921 | 3163,25 |
| Улуг-Хемский | 2950 | 2353 | 597 | 1577,41 |
| Каа-Хемский | 2476 | 1552 | 924 | 1025,10 |
| Тес-Хемский | 1645 | 734 | 911 | 224,89 |
| Итого | 15080 | 10736 | 4344 | 8712,48 |

Размеры пашен у тувинцев были сравнительно невелики, лишь в редких случаях превышали 1,5–2 гектара. В 1931 году участки площадью свыше 1,5 гектара принадлежали лишь десятой части всех хозяйств. Обычно же участки были размером 0,25–1 гектара. Небольшая посевная площадь была характерна и для монголов, киргизов, алтайцев-скотоводов. Возможность ведения земледелия отдельными хозяйствами кочевых скотоводов определялась не столько наличием или отсутствием пригодных для земледелия участков, сколько наличием тягловой силы для вспашки и посева.

Богарное земледелие из-за засушливого климата тувинцами не применялось. Земледелие основывалось исключительно на искусственном орошении. Бурные горные реки – главный источник водоснабжения оросительных каналов. Орошение было самотечным. Для распределения воды по пашням использовалась система, состоявшая из основного магистрального канала, непосредственно от которого шли оросительные каналы (сумун) шириной обычно до 50–80 см, ограничивавшие участки отдельных хозяйств, а от сумунов под прямым углом к ним отводились оросители (арык) шириной до 12 см. Рас-

стояние между арыками зависело от рельефа, характера почвы и напора воды в канале.

Кроме орошения непосредственно из русел рек древние земледельцы собирали воду сезонных потоков – талые снега, летние осадки (Прудникова, 2002). Для этого активно «подрезали» основание склонов гор (подошва), не давая, таким образом, сезонным водам бесполезно уходить в реку. Воду собирали и пускали по мере надобности на поля. В результате на таких участках была более богатая растительность и почва меньше подвергалась эрозии. Древние каналы сооружались в несколько уровней: в головной части учитывались уровни весенних и осенних паводков.

По сведениям С.И. Вайнштейна (1972), в конце XIX – начале XX века в Туве было более 200 каналов, орошавших поля кочевых тувинцев-скотоводов. Использовались следующие орудия труда: лопаты, мотыги, землекопалки, деревянная соха с железным наконечником (андазын), кирки, караганниковая борона и др. Орошение пашни проводилось один раз до посева и от 1 до 5 раз в период вегетации растений. Глубина вспашки – 8–12 см. Как правило, кочевые тувинцы одну и ту же пашню обрабатывали и засевали два года подряд, реже – три, затем использование ее прекращали и она зарастала травянистой растительностью. Через 5–6 лет она вновь признавалась пригодной для посева. Пашни не удобрялись. На 1 гектар высевали примерно 20–25 кг проса, а ячменя и пшеницы в 3 раза больше. На одной полосе высевали 30 фунтов зерна, а собирали 7–10 пудов. В качестве тягловой силы на пахоте использовали обычно быков, гораздо реже – лошадей. До конца XIX в. почти единственным пахотным орудием у тувинцев был андазын, и лишь несколько хозяйств имели покупные плуги, приобретенные у русских.

Таким образом, в XIX – начале XX века кочевые хозяйства тувинцев и других народов Центральной Азии и Южной Сибири сочетали скотоводство с земледелием. И только наиболее бедная часть кочевников переходила на оседлость, делая земледелие своим основным занятием.

В 1928–1930 года сначала среди русских крестьян, а затем и трудовых тувинцев (аратов) возникают первые крестьянские комитеты общественной взаимопомощи, машинные товарищества и товарищества по совместной обработке земли. Первая в Туве сельскохозяйственная артель организована русскими крестьянами в апреле 1929 года в п. Торгалыге Улуг-Хемского района. В эти же годы начали

создаваться госхозы, которые выращивали высокоурожайные зерновые культуры, а также разводили племенной скот (Копеев, 1973; 1984).

По данным В.П. Солдатова (1964; 1973), в начале XX века земледелие находилось еще в зачаточном состоянии. В 1929–1930 годах в валовой продукции кочевых аратских хозяйств на долю земледелия приходилось всего 11%, а животноводства – 89%. Своего зерна не хватало, и Тува вплоть до середины 40-х годов была страной, ввозящей хлеб.

В 1931 году была проведена конфискация средств производства у феодалов. Коллективизация в Туве проводилась одновременно с переводом аратов-кочевников на оседлый образ жизни. В 1944 году в Туве насчитывалось 123 тожземов и 21 сельхозартель, охватывавших около 20% всего населения. Сельхозартель, тожземы, 4 госхоза засеивали 41% посевной площади республики. Посевная площадь во всех категориях хозяйств в 1944 году составляла 57,3 тыс. га вместо 13 тыс. га в 1918 году.

За годы Советской власти в специализации и размещении сельского хозяйства Тувы произошли существенные изменения (Копеев, 1973; 1984). Благодаря освоению целины, увеличились посевные площади в Тандинском, Пий-Хемском, Каа-Хемском и Улуг-Хемском районах, где издавна развивалось земледелие. По данным Г.Л. Тарасова, В.Л. Бобровника (1973), посевные площади в 1945 году составляли 61,4, в 1950 – 70,5, в 1960 – 278,8, в 1970 – 349,3 тыс. га. Ведущее место в посевах занимают зерновые и кормовые культуры. Основной культурой является яровая пшеница, на долю которой приходится 70–75% всех посевных площадей зерновых культур. Производство продукции земледелия увеличивается в основном за счет расширения посевных площадей. Урожайность большинства сельскохозяйственных культур все же остается низкой. Резкие колебания в урожайности обусловлены территориальными и годовыми различиями климатических условий. Так, в период 1945–1970 годов средняя урожайность зерновых культур в Туве колебалась от 3,7 до 17,3 ц/га.

В последующие годы посевные площади, по данным Статистического сборника (1986), повышаются незначительно: в 1975 году – 370,2, в 1980 – 370,7 тыс. га.

Состояние и изменение площади пашни и урожайность в современных агроценозах проанализируем более детально.

В течение 1982–2005 годов площадь под сельскохозяйственными культурами Тувы колебалась (рис. 9). В 1982 году общая посевная площадь составляла 296,5 тыс. га (Статистический сборник ..., 1986). Незначительно изменяясь далее, она сохранялась до 1989 года, а после 1990 года начала постепенно сокращаться и к 2005 года составила только 41 тыс. га (Сельское хозяйство ..., 2006).

Таким образом, за 24-летний период площадь посевов уменьшилась в 7,2 раза. Посевные площади под зерновыми культурами сократились за это время в 6 раз, под яровой пшеницей – в 4,5 раза, под кукурузой – в 10 раз, под однолетними травами – в 11,8 раза, под многолетними травами – в 2 раза. Посевные площади под картофелем снизились с 1982 к 1997 году в 24 раза, но с 1998 году начинают расти и достигают в 2005 году 4,2 тыс. га (Жуланова, 2007).

Снижение посевных площадей связано с переходом к рыночным отношениям, сокращением государственной поддержки, удорожанием кредитных ресурсов, а главное, огромным диспаритетом цен на продукцию сельского хозяйства и потребляемые им промышленные ресурсы. Поскольку Тува, ее экономика и финансы являются неотъемлемой частью российской экономической системы, она в полной мере оказалась подверженной кризису (Монгуш, 2002).

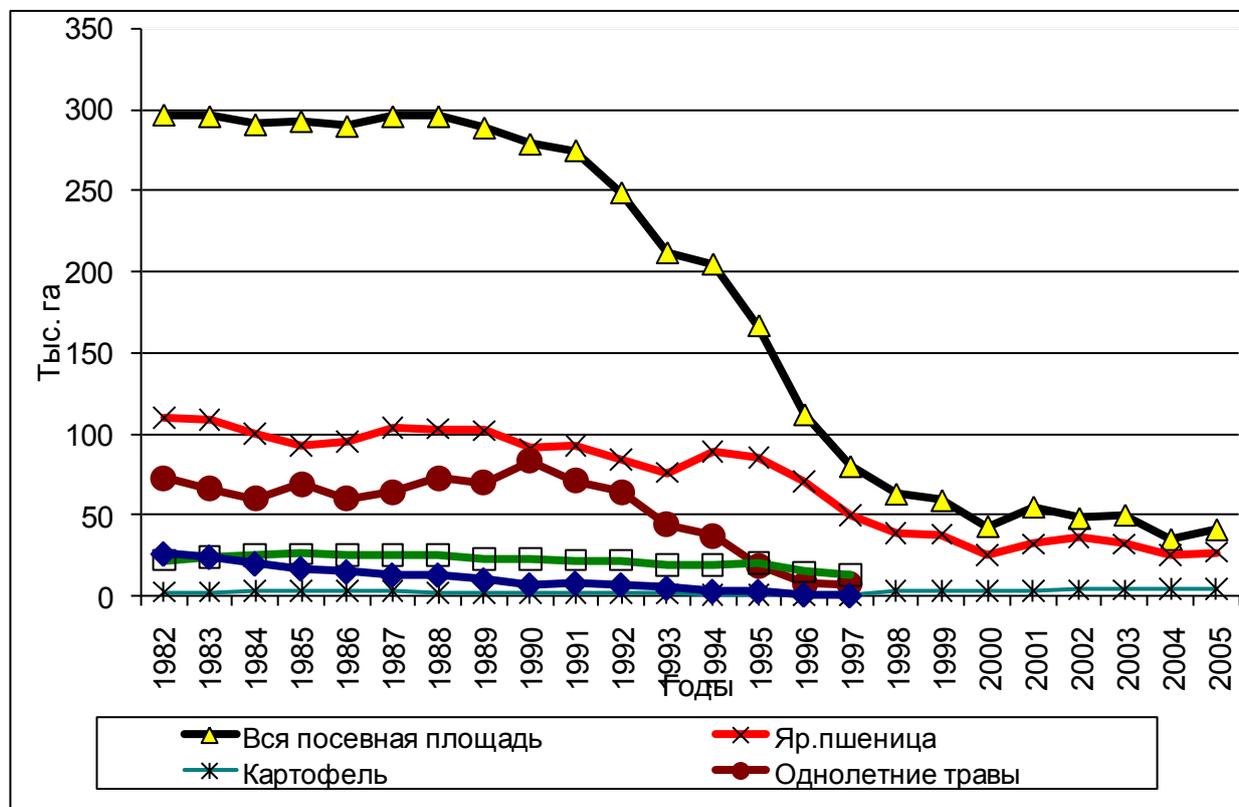


Рисунок 9 – Динамика посевных площадей в Туве

Структура посевных площадей по природным зонам показана на рисунке 10. В лесостепной зоне под зерновыми культурами занято 64,8%, в том числе под яровой пшеницей – 43,5%; под кормовыми культурами – 34,0%, из них под однолетними травами – 19,4%; под картофелем – 1,0% и под овощными культурами – 0,2% от общей площади пашни.

В степной и сухостепной зонах под зерновыми культурами занято 53,7%, в том числе под яровой пшеницей – 27,8% и 38,2%; под кормовыми культурами – 44,0%, из них под однолетними травами – 23,6% и 26,7%; под картофелем – 1,3% и 1,1% и под овощами – 0,2% и 0,4%, соответственно от общей площади пашни зон.

Во всех зонах наиболее развито зернопроизводство. С учетом природно-экономических условий в сухостепной зоне, в связи с развитым животноводством, под кормовыми культурами должно быть занято не менее 50%, в степной – 44%, в лесостепной – 27% (Система ..., 1987). Возможности зернопроизводства в сухостепи ограничены недостаточным количеством атмосферных осадков.

Урожайность зерновых культур за исследуемый отрезок времени колебалась в сухостепной зоне в пределах 2,8–8,9 ц/га, в степной – 3,0–7,9 ц/га и в лесостепной – 3,9–7,8 ц/га (рис. 11). Повышение урожайности зерновых культур во всех зонах наблюдалось в период 1986–92 годов, что связано с внесением органических и минеральных удобрений, более благоприятными погодными условиями, а также внедрением интенсивных технологий возделывания. Именно в эти годы применение минеральных и органических удобрений достигло максимальной величины: 42,1–49,1 кг д. в./га и 0,60–0,85 т/га соответственно. С 1996 года удобрения не вносятся.

По данным Государственной станции агрохимической службы «Тувинская» (Отчет..., 1999), почвы республики в целом недостаточно обеспечены основными элементами питания и гумусом. Площадь пашни с очень низким и низким содержанием фосфора в почве составляет 63%, со средним – 27% от общей площади; калия с очень низким и низким содержанием – 65%, со средним – 29% от общей площади; гумуса с очень низким содержанием – 79%, со средним – 15% от общей площади.

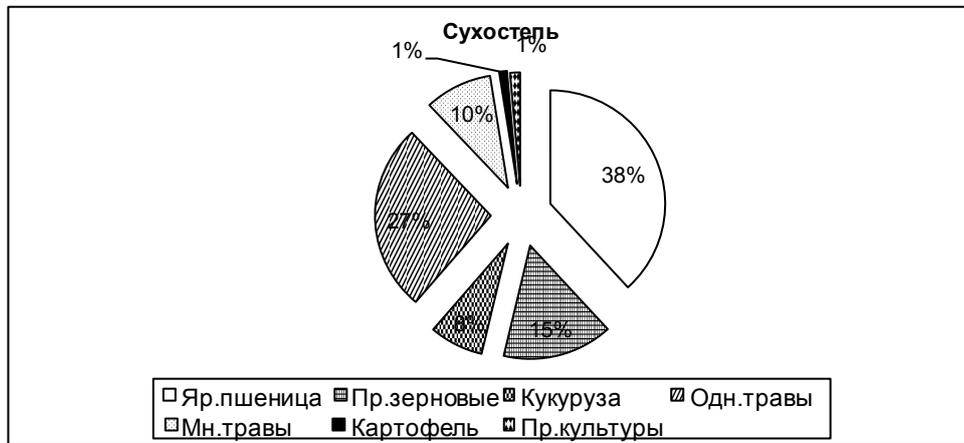
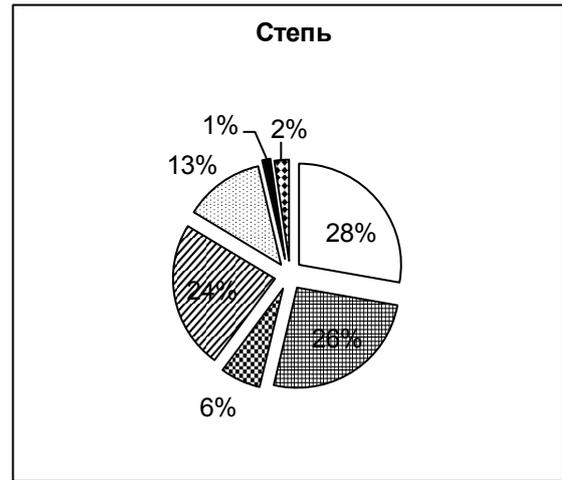
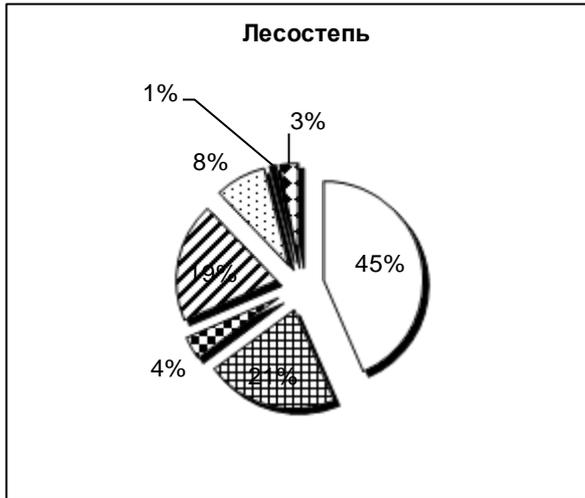


Рисунок 10 – Структура посевных площадей

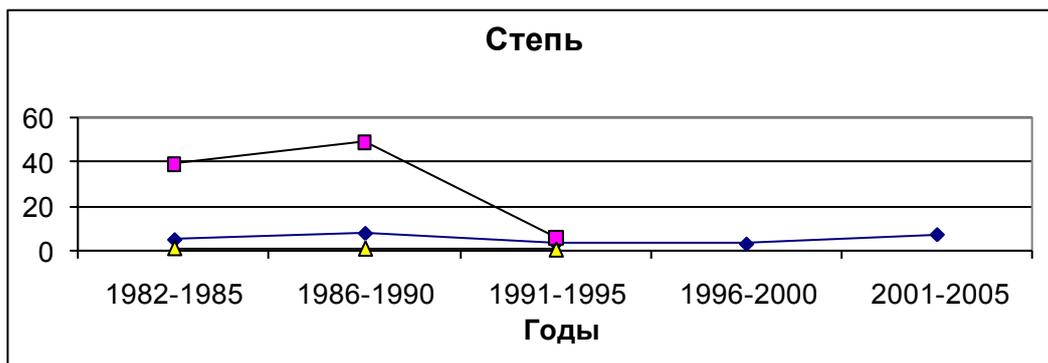
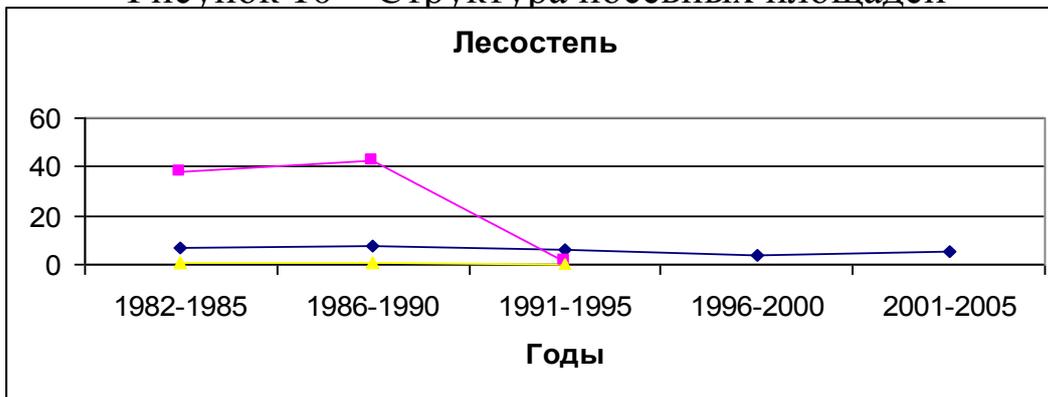


Рисунок 11 – Динамика урожайности зерновых культур и применения удобрений

Поэтому одной из главных задач земледелия в республике является эффективное применение минеральных и органических удобрений с учетом типов почв и других зональных особенностей (Монгуш, Попов, Чучко, 2003). Возрастающая роль удобрений в повышении производительности земледелия определяет необходимость иметь надежные прогнозы потребности сельскохозяйственных культур в элементах питания. Известно, что использование удобрений с учетом агрохимических свойств почв, биологических особенностей растений, погодно-климатических условий, способа внесения и других факторов повышает их полезные действия на 25–30% (Соловьева, Солдатова, 2004).

Урожайность одних и тех же полевых культур в различных зонах Тувы неодинаковая: яровой пшеницы, картофеля в сухостепи минимальная, в лесостепи – максимальная; кукурузы, однолетних трав на сено в степи – минимальная, в лесостепи – максимальная; многолетних трав на сено в лесостепи – минимальная, в степи – максимальная (рис. 11). Отметим, что лесостепная зона отличается наиболее выровненной урожайностью основных полевых культур по пятилетним отрезкам. В полевых условиях взаимосвязь между растениями, почвой, удобрениями и метеорологическими факторами очень сложна и зависит от множества факторов. Наиболее существенные из них – увлажнение и температура. Оптимальное сочетание теплового и водного режимов для сельскохозяйственных культур обнаруживается именно в лесостепной зоне, по сравнению со степной и сухостепной.

Средняя урожайность полевых культур за исследуемый период в лесостепной, степной и сухостепной зонах составила: яровой пшеницы – 0,73; 0,67; 0,69; кукурузы на силос – 8,10; 5,17; 5,44; однолетних трав на сено – 1,27; 1,12; 1,27; многолетних трав на сено – 1,59; 2,19; 1,93; картофеля – 6,20; 5,16; 3,75 т/га, соответственно (рис. 12).

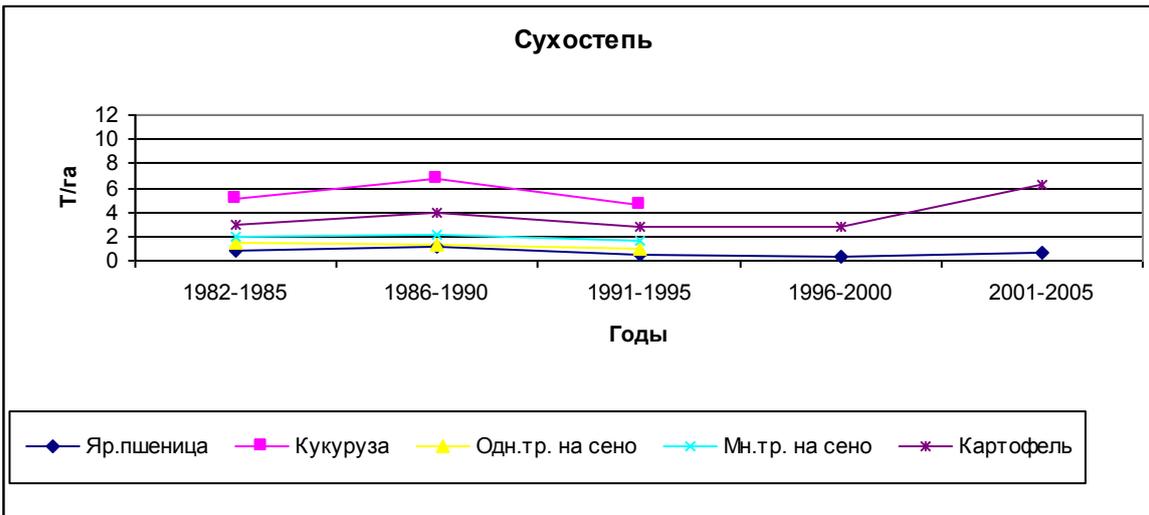
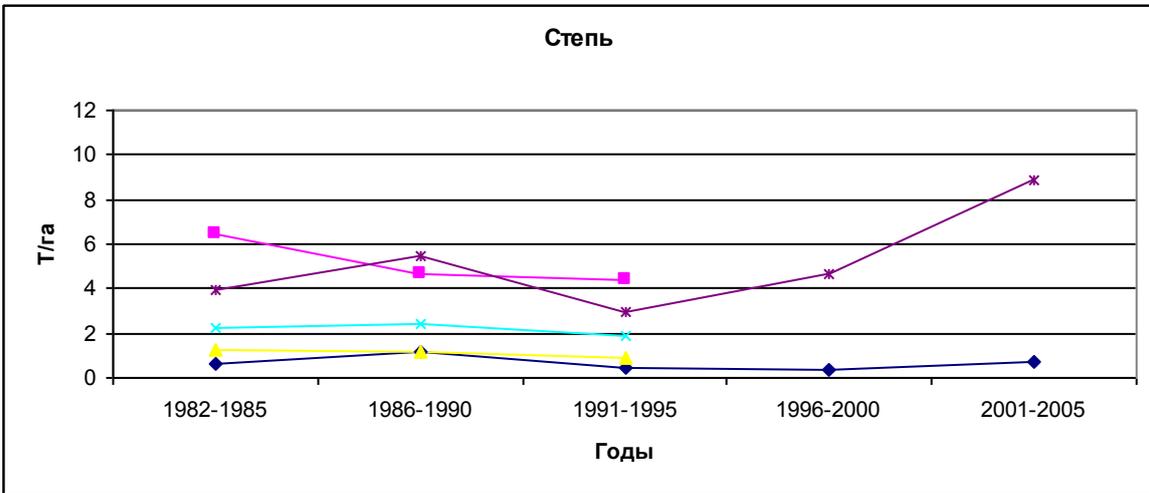
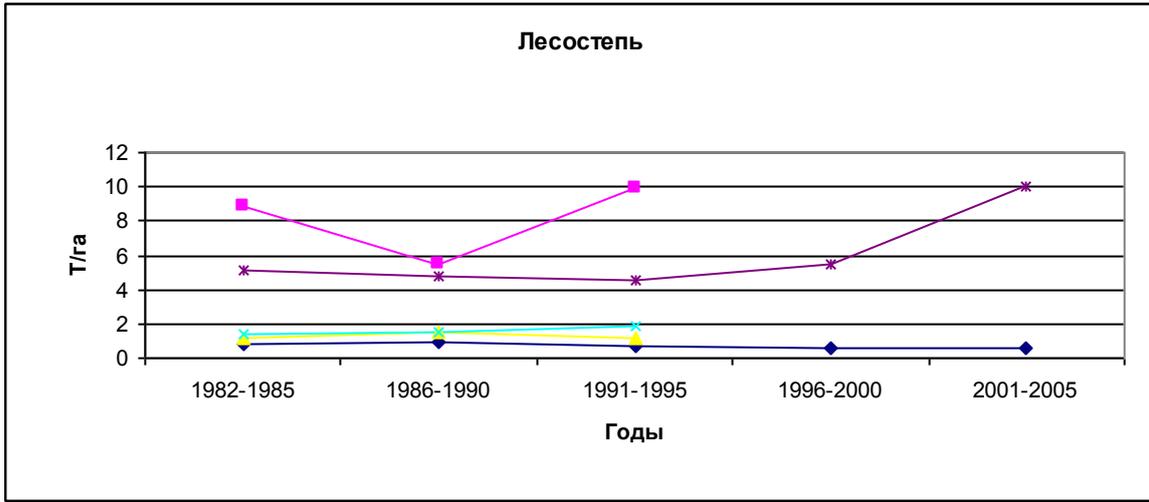


Рисунок 12 – Динамика урожайности основных полевых культур

Если рассмотреть динамику урожайности полевых культур внутри каждой зоны по административным районам, то обнаруживается следующее. В районах лесостепной зоны (рис. 13) за 24-летний период урожайность яровой пшеницы, в отличие от других культур, изменяется незначительно и составляет в среднем в Каа-Хемском, Пий-Хемском и Тандинском районах 0,62; 0,84; 0,73 т/га соответственно. Урожайность кукурузы очень изменчива в любом районе, колеблется от 4,29 в Каа-Хемском районе до 10,50 т/га в Пий-Хемском районе. Урожайность однолетних трав и многолетних трав невысокая в землепользовании любого района этой зоны. Для картофеля, возделываемого в Каа-Хемском и Пий-Хемском районах, характерно увеличение урожайности: от 3,66 до 11,83 т/га; от 3,72 до 14,49 т/га соответственно.

В степную зону входит 6 районов (рис. 14). Урожайность пшеницы находится в интервале 0,17 т/га (Чеди-Хольский район) – 1,57 т/га (Улуг-Хемский район), а кукурузы 2,14 т/га (Бай-Тайгинский) – 7,59 т/га (Улуг-Хемский). При этом отмечается более заметное варьирование урожайности этой культуры в течение рассматриваемого периода. Урожайность однолетних и многолетних трав колеблется от 0,81 до 2,80 т/га. Наиболее существенные колебания урожайности картофеля наблюдаются в Чеди-Хольском районе, от 2,27 до 15,37 т/га.

В административных районах сухостепной зоны Тувы (рис. 15) урожайность пшеницы также сильно варьирует: наименьшая отмечается в Эрзинском районе – 0,10 т/га, наибольшая – 1,57 т/га в Сут-Хольском. Сут-Хольский район характеризуется не только наибольшими, но и более стабильными значениями урожайности пшеницы. Это можно объяснить тем, что в названном районе качественно и своевременно проводят поливы и придерживаются технологии возделывания данной культуры в аридной зоне.

Обратим внимание на то, что в отдельные годы урожайность пшеницы в сухостепи достигает и даже превышает значение урожайности культуры, возделываемой в лесостепи. Это, пожалуй, связано с тем, что в сухостепи имеется большая доля чистых паров в структуре пашни (48% против 38% в лесостепи и 34% в степи), по которым чаще всего и размещают яровую пшеницу. Чистый пар, накапливая питательные элементы и влагу, является хорошим предшественником для зерновой культуры, особенно в зоне недостаточного увлажнения.

В условиях недостатка влаги прирост фитомассы кукурузы в разные годы идет с неодинаковой интенсивностью, что определяет до-

вольно значимые различия урожайности, от 1,05 до 10,69 т/га. Максимальная величина урожайности отмечается в Сут-Хольском районе, минимальная – в Тес-Хемском. Величина урожая однолетних трав на сено находится в пределах от 0,93 т/га в Тес-Хемском районе до 1,78 т/га в Овюрском, а многолетних трав на сено – 1,29 т/га в Эрзинском районе до 3,12 т/га в Сут-Хольском. Картофель, выращиваемый и в этой природной зоне, отличается весьма варьирующими значениями урожайности за исследуемый период (1,20–11,74 т/га). Причем максимальная урожайность зафиксирована в Тес-Хемском районе, а минимальная – в Эрзинском. Немного стабильнее урожайность картофеля отмечается в Барун-Хемчикском районе, от 4,29 до 8,35 т/га.

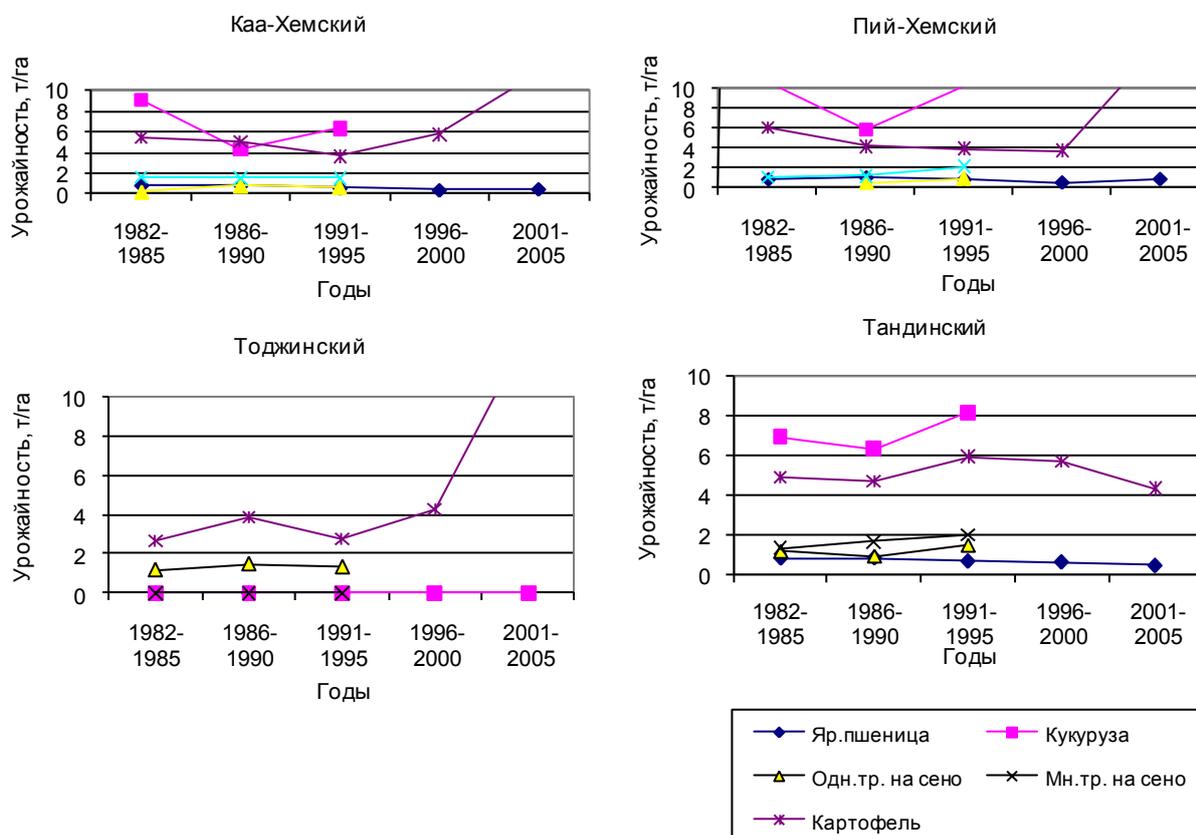


Рисунок 13 – Динамика урожайности основных полевых культур в административных районах лесостепной зоны

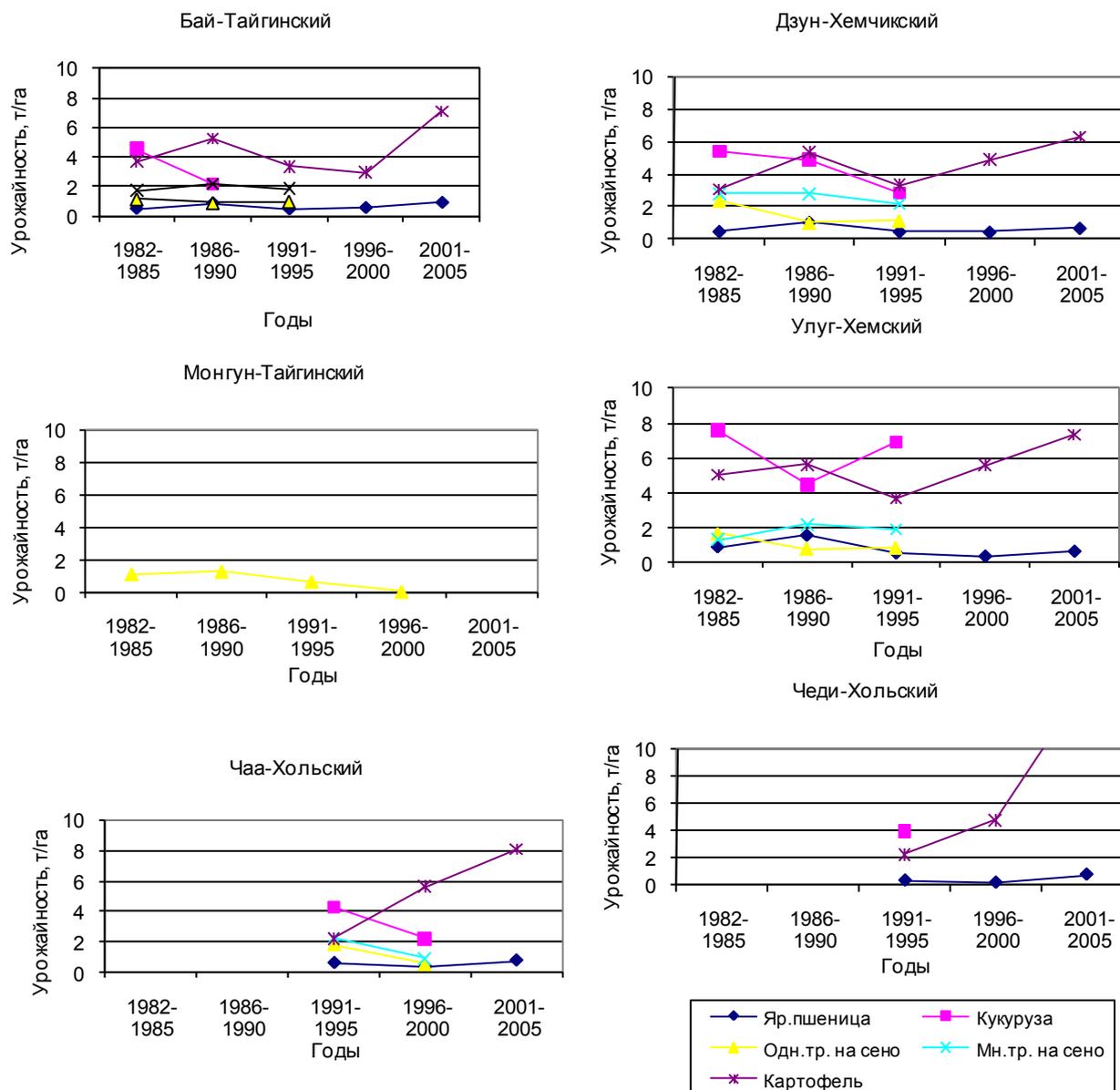


Рисунок 14 – Динамика урожайности основных полевых культур в административных районах степной зоны

Таким образом, урожайность сельскохозяйственных растений во всех трех зонах колеблется по годам и зависит от многих факторов: почвенного потенциала, климатических условий, агротехнических мероприятий. Наиболее стабильные показатели урожайности полевых культур наблюдаются в административных районах лесостепной зоны, менее стабильные – в сухостепной. Сухостепная зона отличается очень засушливым климатом, преобладанием малогумусных каштановых и светлокаштановых почв легкого (песчаного) гранулометрического состава, наибольшей подверженностью почв ветровой и водной эрозии, внесении малых доз органических удобрений. Это определяет, с одной стороны, невысокие урожаи сельскохозяйственных растений, а с другой – сильно варьирующие урожаи в отдельные годы.

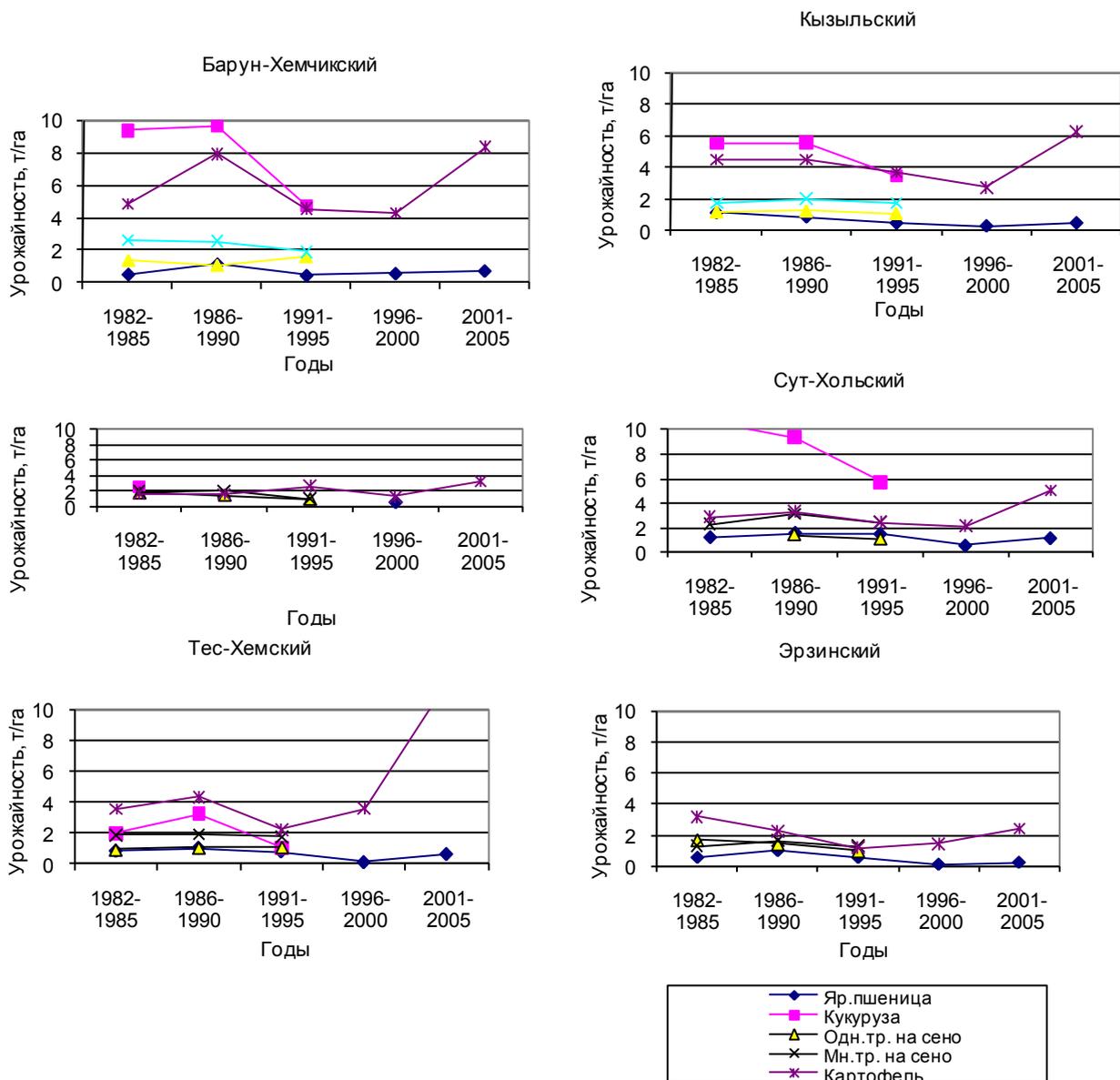


Рисунок 15 – Динамика урожайности основных полевых культур в административных районах сухостепной зоны

2.4. Новые тенденции в землепользовании

Сельскохозяйственное землепользование Республики Тува характеризовалось в прошлом деятельностью крупных хозяйств, основанных на государственной собственности на землю (72 совхоза на 01.01.1991 года). Они были основными производителями сельскохозяйственной продукции и вели сельское хозяйство, согласно, зональным системам земледелия, на 3559 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Посевная площадь по всем категориям хозяйств составляла 282 тыс. га, в том числе 99,2% находилось в совхозах. Как показывает анализ опубликованных материалов (Долмажап, 2008а; 2008в), были достигнуты существенные позитивные результаты. Вместе с тем не в

полной мере учитывался природный фактор. Необоснованное увеличение поголовья скота вело к деградации пастбищ, снижению уровня обеспечения кормами. Чрезмерное увеличение посевных площадей, вовлечение в пашню проблемных земель вызывали деградации почв и потере их плодородия.

В новых социально-экономических условиях сельское хозяйство региона, не имея государственной поддержки, стало интенсивно разрушаться (Лавриненко, 2008). Крупные базы молочно-товарных ферм, машинно-тракторные парки были разукомплектованы и прекратили свое существование. Тысячи пахотных земель не используются и стали зарастать травянистой и кустарниковой растительностью. При этом ослабление антропогенного пресса существенно снизило в последние годы дефляционные процессы. На выведенных из сельскохозяйственного оборота землях наблюдается восстановление их природного экологического состояния.

Вместе с тем разрушение АПК привело к деградации уклада сельской жизни, в результате которой десятки деревень обезлюдели и прекратили существовать как сельские поселения. Производство зерна на душу населения составляет в настоящий период только 84 кг против необходимых для нормального жизнеобеспечения 254 кг, по данным ФАО ООН (Савостьянов и др., 2008).

Концепция эффективного ведения сельскохозяйственного производства, разработанная Сибирским отделением Российской академии сельскохозяйственных наук (Донченко и др., 2008), предусматривает преимущественное развитие полукочевого скотоводства при ограниченном развитии очагового орошаемого земледелия, предназначенного для покрытия потребностей местного населения в продовольственном и фуражном зерне, овощах и картофеле.

Позитивным моментом экономических реформ является формирование многоукладности. Наряду с государственными предприятиями (82) в настоящее время функционируют крупные кооперативы, коллективно-долевые, частные предприятия в форме крестьянских (фермерских) (около 300) и личных подсобных хозяйств (более 43 тыс.). Развитие многоукладности – это основа конкуренции, которая неизбежно приведет к увеличению продукции и улучшению ее качества (Лавриненко, 2008).

По мнению А.С. Донченко, Н.И. Кашеварова, В.К. Каличкина и др. (2008), многоотраслевое производство, характерное для крупных аграрных регионов СФО, в Туве неприемлемо. Здесь нужны принци-

пиально новые подходы к территориальной специализации агропромышленного производства, в основу которых следует положить рациональное использование природного потенциала и, прежде всего, естественных кормовых угодий. Основное направление специализации – мясное и молочно-мясное скотоводство, а также овцеводство и мясо-шерстное направление. Одновременно, необходимо законодательное регулирование вопросов землепользования и земельных отношений, а также земельного кадастра, землеустройства, мониторинга земель, контроля за рациональным использованием и охраной земельных ресурсов. Рыночный метод управления землей требует ускорить решение задач:

1. Разграничение государственной собственности на землю, согласно ФЗ «О разграничении государственной собственности на землю» от 17.07.2001 г. №101-ФЗ, а также передачу земель в собственность граждан и юридических лиц.

2. Оптимизация состава и структуры земельных ресурсов каждого уровня собственности.

3. Определение кадастровой оценки земель всех форм собственности для целей налогообложения.

Ускорением этих процессов является реализация Федерального Закона от 25.10.2001 г. №137-ФЗ «О введении в действие Земельного кодекса РФ», где установлено, что все юридические лица до 1 января 2008 года обязаны переоформить право постоянного (бессрочного) пользования земельными участками на право собственности или право аренды. К сожалению, это решается в республике медленными темпами (Информация к годовому статистическому отчету..., 2007).

Таким образом, эффективное использование земельно-ресурсного потенциала в сочетании с правовыми законами гарантирует качественно новый уровень развития экономики Тувы.

3. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ

3.1. Особенности почвенного покрова

Почвенный покров в Республике Туве отличается большим разнообразием и резкой пространственной неоднородностью, отражая всю сложность природных условий почвообразования и подчеркивая геоэкологическую оригинальность этой части Центральной Азии. На сравнительно небольшой территории встречаются различные в генетическом отношении почвы: от черноземов до бурых и от горных черноземов до горно-тундровых почв.

Первыми исследователями почвенного покрова Тувы являются Н.В. Благовещенский и А. Авдеев (1913), М.В. Кириллов (1934–1954), Б.Ф. Петров и К.А. Уфимцева (1947–1952), О.В. Юрлова (1952–1954), В.А. Носин (1952–1960 г.г.). Крупномасштабные почвенные съемки проводились почвенным отрядом Тувинской комплексной экспедиции СОПС АН и Почвенным институтом им. В.В. Докучаева АН СССР, почвоведом Тувинского областного управления землеустройства. Главная задача комплексных экспедиций заключалась в выявлении фонда земель, перспективных для сельскохозяйственного освоения, и изучение особенностей почв таких территорий. Это почвы, приуроченные к степным котловинам. Отметим, что начальные сведения о почвенном покрове основных сельскохозяйственных территорий были даны М.В. Кирилловым в 1953–1954 годах.

Позднее почвенно-картографическое обследование почв по степным котловинам продолжалось почвенной партией Тувинского филиала института Востсибгипрозем. Агрохимическая служба «Тувинская» провела шесть туров агрохимического обследования агропочв на земельных массивах различных сельскохозяйственных предприятий, организовала исследования по мониторингу плодородия почв на пашне, пастбищах, сенокосах и залежах (Д.Г. Серякова, А.З. Бахарев, А.А. Ахмедов, Н.П. Аюшинов, Н.Г. Солдатова, В.М. Соловьева, Т.Л. Пашнева, В.Г. Хахаев, В.В. Хуурак и др.).

Изучение особенностей функционирования почв в разных экосистемах, вопросов охраны и рационального использования их ведется и в настоящий период (О.А. Назын-оол, С.С. Курбатская, А.Д. Самбуу, Л.К. Аракчаа, С.О. Ондар и др.).

В.А. Носин (1963) сгруппировал почвы Тувы в таком порядке, что позволяет лучше показать главные особенности почвенного покрова, связанные с принадлежностью равнинных территорий к степной зоне суббореального пояса Евразии и с глубокими вертикально-поясными изменениями факторов почвообразования в условиях горного рельефа. Он выделил следующие группы почвообразования (табл. 5).

Стремление выделить и обособить почвы разных топографических местоположений представляется верным, поскольку в условиях сложного рельефа Тувы наблюдается проявление особых черт почвообразования. Не случайно в первые две группы входят как равнинные (котловинные), так и горные почвы. Внутри каждой группы почвы распространяются от автоморфных к гидроморфным. Принцип, положенный в основу выделения фациально-генетических подразделений почв, позволяет также вычленить почвы степной группы, которые имеют непосредственное сельскохозяйственное значение.

В пределах степных котловин выделяются черноземы и лугово-черноземные почвы, каштановые и лугово-каштановые, луговые и лугово-болотные, аллювиальные и засоленные. Черноземы не образуют сплошного покрова ни в одной из котловин. Наибольшее распространение имеют каштановые почвы (Юрлова, 1959). Эти же почвы вовлечены в сельскохозяйственное использование.

Таблица 5 – Группы почвообразования на территории Тувы по В.А. Носину (1963)

| Группы почвообразования | | |
|---|--|--|
| степного и пустынно-степного | таежно-лесного | высокогорного |
| <p>а) почвы равнин (котловин) – черноземы обыкновенные и южные, лугово-черноземные, темно-каштановые, каштановые, светло-каштановые, лугово-каштановые, бурые пустынно-степные, бурые лугово-пустынно-степные, луговые, лугово-болотные, болотные перегнойно-торфяно-глеевые, аллювиальные, солончаки, солонцы;</p> <p>б) почвы гор – горные черноземы, горные каштановые</p> | <p>а) почвы равнин (котловин) – серые лесные, темно-серые лесные, дерново-слабоподзолистые;</p> <p>б) почвы гор – серые горно-лесные, темно-серые горно-лесные, горно-таежные дерновые неоподзоленные и слабооподзоленные, горно-таежные дерновые остаточного карбонатные, горные подзолистые, горно-таежные перегнойные кислые неоподзоленные, горно-таежные перегнойные оподзоленные, горно-таежные кислые железистые, горные мерзлотно-таежные, торфянисто-перегнойные глееватые, горные мерзлотно-болотные</p> | <p>а) горные лугово-степные;</p> <p>б) горно-луговые;</p> <p>в) горно-тундровые перегнойные;</p> <p>г) горно-тундровые дерновые;</p> <p>д) горно-тундровые светлые слабогумусированные;</p> <p>е) горно-тундровые заболоченные</p> |

Черноземы находятся в Турано-Уюкской котловине и юго-восточной части Центрально-Тувинской депрессии. В самой северной Турано-Уюкской котловине они занимают более половины всей площади, покрывая основные элементы рельефа, лежащие на уровне 900 м. абс. высоты: покатые подгорные шлейфы, низкие увалы и ступенчато-приподнятые террасовые края днища котловины.

Соответственно условиям увлажнения черноземы распространяются на более богатых по видовому составу и более сомкнутых по травостой разнотравно-злаковых и злаково-разнотравных ассоциациях степной растительности. Основу целинных степных травостоев на черноземах, по К.А. Соболевской (1950), составляют ковыли *Stipa decipiens* и *Stipa capillata* с большим или меньшим участием *koeleria*, *poa* и *agropyrona*. В разнотравье наиболее обычны *pulsatilla*, *geranium*, *veronica*, *bupleurum*, *galium*, *dianthus*, *phlomis* и др. Проективное покрытие почвы растительностью составляет 60–80%, высота травостоя первого яруса достигает 40–50 см.

Почвообразующими породами черноземов являются весьма различные поверхностные отложения: от грубого несортированного щебнистого элювия плотных пород до рыхлых мелкоземистых, достаточно однородных наносов. Преимущественно черноземы развиты на двух видах пород: 1) на однородных до глубины не менее 1,5 м лессовидных пылеватых легких суглинках; 2) на супесчаных и легкосуглинистых, большей частью хрящеватых и слабощебнистых элювиально-делювиальных отложениях, неглубоко (около 1 м) подстилаемых грубым несортированным песчано-хрящеватым или щебнистым материалом.

Среди черноземов подтип обыкновенных образует основу почвенного покрова обширных территорий степей. По мощности гумусового горизонта ($A+AB$) выделяют два вида: среднемощные и маломощные.

Черноземы южные в Туве формируются в условиях засушливой степи под разреженными разнотравно-полынно-злаковыми ассоциациями. Наибольшие площади южных черноземов находятся в Улуг-Хемской и Турано-Уюкской котловинах (рис. 16). По мощности гумусового горизонта ($A+AB$) выделяют два вида: среднемощные и маломощные. Преобладают маломощные с горизонтом A – 12–20 см и $A+AB$ – 20–30 см, местами распространены слаборазвитые с горизонтом A менее 12 см и $A+AB$ менее 20 см.

Почвы каштанового типа доминируют в почвенном покрове относительно низко расположенных (700–1200 м. абс. высоты) территорий: на обширных древних террасах главных рек, в сухих межгорных долинах, на холмисто-увалистых междуречьях Улуг-Хемской и Хемчикской котловин, в понижениях древнеозерной части Турано-Уюкской котловины, на подгорных шлейфах южных склонов хребтов Танну-Ола и Сангилен. Каштановые почвы широко распространены также и на горах, образуя нижнюю ступень в системе вертикальных почвенных поясов.



Рисунок 16 – Пахотный массив на черноземе южном.
Турано-Уюкская котловина

В сухих степях Тувы каштановые почвы формировались при участии разреженных полынно-злаковых ассоциаций, образованных в основном мелкодерновыми злаками – *agropyron*, *koeleria*, типчаком, *cleistogenes* (рис. 17). Почвообразующими породами являются преимущественно делювиально-пролювиальные и пролювиальные отложения. По данным В.И. Волковинцер (1969; 1978), для каштановых почв таких регионов характерна небольшая мощность мелкоземистой части профиля – 40–50 см. Содержание хряща, щебня или галечника в верхних горизонтах достигает 10–30%. Скелетных включений в нижних горизонтах содержится еще больше, до 70–80%.

Подтипы каштановых почв, от темно-каштановых до светло-каштановых, последовательно отражают нарастание засушливости биоклиматического режима. Они различаются по содержанию гумуса в поверхностном слое: темно-каштановые – 3–6%, каштановые – 2–3%, светло-каштановые – 1,5–2% (Носин, 1963; Деева, Ильина, Керженцев и др, 1995; Курбатская, 2001б).



Рисунок 17 – Мелкодерновинная степь на каштановой почве.
Улуг-Хемская котловина

Темно-каштановые почвы встречаются сравнительно небольшими площадями на шлейфах склонов в начале подгорной равнины, на склонах северных экспозиций среднегорий и в высоких межгорных долинах северного пояса. Почвенный профиль хорошо дифференцирован, мощность гумусового горизонта 20–30 см супесчаного или легкосуглинистого гранулометрического состава.

Каштановые почвы формируются на подгорно-пролювиальных равнинах, на широковолнистых равнинных территориях, древних озерных и речных террасах. На подгорных равнинах у подножья хр. Восточный Танну-Ола, имеющих суглинистый состав отложений, распространяются каштановые почвы с развитым профилем. На равнинах у подножия хребтов Западный Танну-Ола, Монгольский Ал-

тай, Тогно-Хын-Шил и Хан-Хухий формируются каштановые мало-мощные и слаборазвитые почвы на супесчано-щебнистых, часто молодых отложениях.

Светло-каштановые почвы, как наиболее ксероморфный подтип, генетически связаны с криоаридными опустыненными степями, очень бедными по флористическому составу. Они формируются на каменисто-щебнистых пролювиальных отложениях подгорных равнин и подножий хребтов Западного и Восточного Танну-Ола и Монгольского Алтая, а также на древних террасах р. Тес-Хем. Южнее озера Убсу-Нура на древних озерных террасах светло-каштановые почвы отличаются солонцеватостью (Курбатская, 2001а).

На пахотных угодьях Тувы встречаются также почвы полугидроморфного ряда. Распространение лугово-черноземных почв отмечается в Тоджинской котловине, где они приурочены к обширным зандровым равнинам и древнеаллювиальным террасам своеобразного лесо-лугово-степного ландшафта. Эти почвы формируются под травянистой злаково-разнотравной лугово-степной растительностью или под своеобразными кустарниково-травянистыми группировками растений. Пониженные формы мезорельефа и связанный с ними режим обильного увлажнения, а также мезофильный характер растительного покрова определяют проявление признаков и свойств лугового генезиса.

Лугово-каштановые почвы являются сопутствующими каштановым почвам степных и сухостепных территорий региона. Они встречаются на надпойменных речных террасах рек Улуг-Хем, Каа-Хема, Хемчика, Тес-Хема, в Турано-Уюкской древнеозерной котловине, в районе Хаден-Чедерского озерного бассейна, на нижних частях делювиально-пролювиальных подгорных шлейфах.

Главная особенность аллювиальных почв, распространенных в различных природных зонах Тувы, заключается в формировании профиля с признаками бывшего влияния размывающей и отлагающей деятельности текущих вод, а также появляющимися в настоящее время признаками их остепнения. Процессу остепнения этих почв способствует ряд причин: 1) сильное врезание речных русел, которое приводит к ускоренному переходу поймы в надпойменную террасу; 2) сухость климата; 3) быстрый отрыв верхних почвенных горизонтов от влияния подземных вод, поскольку мелкоземистые наносы в речных долинах Тувы уже на небольшой глубине подстилаются песчаными и галечными отложениями, что усиливает процесс обсыхания почвы. В результате появляются степные ассоциации растительности, регресси-

руют черты пойменного почвообразования и развиваются свойства, приближающие эти почвы к зональному типу в степной зоне.

По данным почвенной партии Тувинского филиала института Востсибгипрозем (Почвы ..., 1978) в 1976 году на пахотных массивах площадью 493,1 тыс. га черноземы обыкновенные составляли 45656 га (9,3%), черноземы южные – 79476 га (16%), лугово-черноземные – 6779 га (1,4%), темно-каштановые – 159773 га (32%), каштановые – 123914 га (25%), светло-каштановые – 62423 га (13%), лугово-каштановые – 3494 га (1%), бурые полупыстынно-степные – 213 га (0,04%), луговые – 39 га (0,01%), пойменные – 11302 га (2,3%). Таким образом, земледельческая территория в 1976 году была расположена на черноземных (27%) и каштановых (71%) почвах.

Современная пашня площадью 180 тыс. га (в среднем за 1982–2005 годы) в Республике Туве по-прежнему находится на каштановых почвах (69%) и черноземах (25%) (Жуланова, 2005).

По итогам VI тура агрохимического обследования (1996–2004 годы), структура агропочв Тувы на площади 209 тыс. га выглядит следующим образом: каштановые почвы составляют 62% (темно-каштановые – 34%, каштановые – 24%, светло-каштановые – 4%), черноземы – 30% (черноземы обыкновенные – 8%, черноземы южные – 22%), аллювиально-луговые и пойменные – 8% (Соловьева, Хуурак, 2008).

Для сравнения отметим, что на пашне Хакасии доминируют черноземы и каштановые почвы (Донская, 2003). В Красноярском крае наибольшее распространение в пахотных массивах имеют черноземы (Бугаков, Чупрова, 1995; Крупкин, 2003).

3.2. Корреляция классификаций почв

В своей работе мы ограничиваемся характеристикой и оценкой свойств основных почв, распространенных на сельскохозяйственных угодьях Тувы. При дальнейшем описании почв пользуемся их наименованиями по прежней (1977) и новой (2004) классификациям. Оценка агропочв приводится преимущественно по данным разрезов, заложенных авторами, и частично по опубликованным материалам других исследователей. При этом генетические горизонты в почвенном профиле и название почв переименованы нами в соответствии с Классификацией ..., (2004).

В таблице 6 приводится список агропочв Тувы и корреляция терминов новой российской классификации 2004 года с номенклатурой классификации почв СССР 1977 года. Эта таблица облегчит дальнейшее восприятие приведенного материала и поможет другим специалистам быстрее перейти на новую терминологию.

Таблица 6 – Корреляция терминов классификации почв СССР 1977 года с классификацией почв России 2004 года

| Почвы | | | |
|---|--|---|--|
| на пастбище по классификации | | на пашне по классификации | |
| 1977 г. | 2004 г. | 1977 г. | 2004 г. |
| Чернозем обыкновенный $A_0 - A - AB - B_1 - B_K - C_K$ | Чернозем дисперсно-карбонатный $AU - B_{CA} - C_{CA}$ | Чернозем обыкновенный $A_{ПАХ} - AB - B_1 - B_K - C_K$ | Агрочернозем дисперсно-карбонатный $PU - AU - B_{CA} - C_{CA}$ |
| Чернозем южный $A_D - A - AB - B_K - C_K$ | Чернозем текстурно-карбонатный $AU - CAT - C_{CA}$ | Чернозем южный $A_{ПАХ} - AB - B_K - C_K$ | Агрочернозем текстурно-карбонатный $PU - AU - CAT - C_{CA}$ |
| Темно-каштановая $A_D - A - B_K - C_K$ | Чернозем текстурно-карбонатный $AU - CAT - C_{CA}$ | Темно-каштановая $A_{ПАХ} - B_K - C_K$ | Агрочернозем текстурно-карбонатный $PU - CAT - C_{CA}$ |
| Каштановая $A_D - A - B_K - C_K$ | Каштановая $AJ - BMK - CAT - C_{CA}$ | Каштановая $A_{ПАХ} - B_K - C_K$ | Агрозем текстурно-карбонатный $P - CAT - C_{CA}$ |
| Светло-каштановая $A_D - A - B_K - C_K$ | Каштановая $AJ - BMK - CAT - C_{CA}$ | Светло-каштановая $A_{ПАХ} - B_K - C_K$ | Агрозем текстурно-карбонатный $P - CAT - C_{CA}$ |
| Лугово-черноземная $A_D - A - AB - B_1 - B_K - C_{Kq}$ | Чернозем гидрометаморфизованный $AU - B_{CA_q} - C_{ca,q}$ | Лугово-черноземная $A_{ПАХ} - AB - B_1 - B_K - C_{Kq}$ | Агрочернозем гидрометаморфизованный $PU - AU - B_{CA_q} - C_{ca,q}$ |
| Лугово-каштановая $A_D - A - B_1 - B_K - C_{Kq}$ | Каштановая гидрометаморфизованная $AJ - BMK - CAT_q - C_{ca,q}$ | Лугово-каштановая $A_{ПАХ} - B_1 - B_K - C_{Kq}$ | Агрозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный $P - CAT_q - C_{ca,q}$ |
| Аллювиальная дерновая остепненная $A_D - A - B_1 - B_2 - C' - C''$ | Аллювиальная темногумусовая гидроморфическая $AU - C_{(CA)}^{~~}$ | Аллювиальная дерновая остепненная $A_{ПАХ} - B_1 - B_2 - C' - C''$ | Агротемногумусовая аллювиальная $PU - AU - C_{(CA)}^{~~}$ |

В новой почвенной классификации агрогенно-трансформированные почвы выделяются на особом уровне и с высокой степенью детализации. Замена классификационных наименований – процесс медленный, но неизбежный. Выполнение почвенно-изыскательских и картографических, почвенно-оценочных и мониторинговых работ со временем будет проводиться на базе новой российской почвенной классификации. Поэтому корреляционная таблица может служить промежуточным инструментом для осуществления таких работ.

4. MORFOГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОПОЧВ

4.1. Морфологические признаки

Рассмотрим морфологические признаки чернозема обыкновенного на примере двух разрезов.

Разрез Ж-22 (рис. 18). Чернозем обыкновенный среднемощный легкосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке (Чернозем дисперсно-карбонатный среднемелкий сильногумусированный легкосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке (по классификации 2004 года).

Восточная окраина Центрально-Тувинской котловины, Тандинский район. Разрез заложен в 3 км южнее села Сосновки у подножия Восточного Танну-Ола. Волнистая равнина с уклоном на юго-восток. Разнотравно-злаковая степь, используемая под сенокос. Среди злаков преобладают тонконог, тимофеевка степная, типчак. Высота растений 30–35 см, проективное покрытие 75–80%. На поверхности почвы лежит тонкий слой травянистой подстилки. В профиле почвы отмечается слабое вскипание от 10% HCl с 20 см и сильное с глубины 36 см.

A_д (AU1) 0–5 см. Свежий, буро-черный, сильно задернованный, среднесуглинистый, порошистый, рыхлый, густо пронизан корнями и узлами кущения, гумусовые вещества распространяются равномерно, обильно растительные остатки в виде трухи, переход постепенный.

A (AU2) 5–20 см. Свежий, буро-черный, среднесуглинистый, пылеватокомковатый, рыхлый, густо пронизан корнями, встречаются корневины, переход постепенный.

AB (AUBCA) 20–36 см. Сухой, серо-коричневый с гумусовыми языками, суглинистый, крупно комковатый, плотный, крупнопористый, кое-где слабо вскипает, много корней, корневинов, переход резкий по усиливающемуся вскипанию от HCl.

B_к (BCA1) 36–50 см. Сухой, грязно-палевый, суглинистый, обильно карбонаты в виде крупных расплывчатых пятен, непрочно комковатый, плотный, переход постепенный.

B_к (BCA2) 50–90 см. Свежий, желтовато-палевый, суглинистый, непрочно комковатый, плотнее предыдущего, обильно карбонаты в виде крупных расплывчатых пятен и диффузно, редко в виде псевдомицелия, переход постепенный.

BC (BCAC_{CA}) 90–105 см. Свежий, желтовато-палевый, светлее предыдущего горизонта, суглинистый, непрочно плитчато-комковатый, плотный, карбонаты диффузно, переход постепенный.

С (С_{СА}) 105–135 см. Холодный, светло-желтовато-палевый, непрочный плитчато-комковатый, очень плотный, суглинистый, карбонаты в диффузной форме и кое-где в виде псевдомицелия.



Рисунок 18 – Профиль чернозема дисперсно-карбонатного сильногумусированного легкосуглинистого (разрез Ж-22), Тандинский район

Разрез Т-169 (описание специалистов Тувгипрозем). Чернозем обыкновенный среднемощный легкосуглинистый на делювиально-пролювиальных суглинистых отложениях (Агрочернозем дисперсно-

карбонатный среднепахотный среднегумусированный легкосуглинистый на делювиально-пролювиальных суглинистых отложениях).

Подгорная равнина вдоль северного склона Восточного Танну-Ола. Разрез заложен на пашне в 9 км северо-восточнее озера Чагытай. Агроценоз овса в стадии молочной спелости. Засоренность сильная. Из сорных растений преобладают гречишка выюнковая, тмин (*carum*), конопля (*cannabis ruderalis Janisch*), сурепка (*barbarea vulgaris*). На поверхности почвы единично мелкие обломки горных пород. От 10% НСІ вскипает с глубины 35 см.

А_{ПАХ} (PU) 0–20 см. Свежий, буровато-серо-черный, непрочно-комковато-пылеватый, рыхлый, пронизан корнями, легкосуглинистый, переход постепенный.

АВ (AU) 20–35 см. Свежий, серовато-темно-коричневый, комковато-пороховатый, уплотненный, среднесуглинистый, слабо пронизан корнями, переход ясный.

В_К (BCA) 35–64 см. Свежий, белесо-желтовато-бурый, комковатый, уплотненный, известковистый, среднесуглинистый, переход ясный.

С_К (C_{CA}) 64–85 см. Свежий, буровато-желтовато-палевый, после высыхания белесый, уплотненный, мучнисто-известковистый, среднесуглинистый.

Приведенные разрезы характеризуют наиболее полно развитую в условиях Тувы форму обыкновенного чернозема. Профиль хорошо дифференцирован на генетические горизонты. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта достигает 35 см. Глубже иногда обнаруживаются клинообразные гумусовые языки и карманы. Их происхождение связано со слабой заснеженностью и, как следствие этого, глубокой промерзаемостью и растрескиваемостью почв зимой. В образующиеся узкие трещины просыпается гумусированный мелкозем из верхнего горизонта, создавая резко очерченные черты переходного горизонта.

Гумусово-аккумулятивный горизонт почвы в целинном состоянии имеет серо-черную, буровато-серо-черную окраску, в пахотном – более светлую. Структура меняется от непрочно-мелкокомковато-пороховидной до непрочно-мелкокомковато-пылеватой. Комковатые формы структурных отдельностей всегда легко распадаются, даже при легком нажатии. Поэтому в морфологическом описании используют термин «непрочно». Пахотный слой почвы часто характеризуется бесструктурностью. Зернистые формы агрегатов в черноземах Тувы отсутствуют. На эту особенность обратили внимание первые почвоведы-исследователи региона (Б.Ф. Петров, М.В. Кириллов, В.А.

Носин). Они не наблюдали зернистую структуру даже в «... их извечном целинном, никогда не тронutom распашкой состоянии».

Срединная часть профиля характеризуется быстрым общим ослаблением темной гумусовой окраски и интенсивной аккумуляцией карбоната кальция. Выделения карбонатов наблюдаются в виде крупных мучнистых бесформенных пятен, обусловленных особенностями восходящей и нисходящей миграции почвенных растворов. Количество карбонатов здесь максимально по сравнению с другими горизонтами профиля, что позволяет выделить аккумулятивно-карбонатный (*BCA*) по новой системе горизонтов (2004) или иллювиально-карбонатный (*B_K*) горизонт по прежней (1977).

Глубже, в горизонте *C_K* (*C_{CA}*) карбонаты образуют диффузные формы или натечные корочки на обломочных породах – гальке или щебне. Характерные для европейских черноземов карбонатные новообразования в виде конкреций «журавчиков» или «белоглазки» в тувинских черноземах не встречаются. Карбонатный псевдомицелий наблюдается также редко. Это отмечал еще В.А. Носин (1963).

Своеобразие экологических условий почвообразования в степных котловинах Тувы определяет существенные особенности обыкновенных черноземов в сравнении с подобными почвами в других регионах. Например, такие почвы в соседней степной зоне Хакасии или Красноярского края имеют мощный гумусово-аккумулятивный горизонт интенсивной темно-серой окраски и карбонатные новообразования преимущественно в виде псевдомицелия (Бугаков, Чупрова, 1995).

Учитывая региональную «самобытность» обыкновенных черноземов, воспользуемся современными подходами и принципами для их переименования. В соответствии с Классификацией ... (2004), изученные почвы относятся к стволу постлитогенных, отделу аккумулятивно-гумусовых. Типовую принадлежность определяют главные диагностические признаки. Это наличие двух основных генетических горизонтов: темногумусового и аккумулятивно-карбонатного. Как видим из морфологического описания, оба горизонта имеют характерные для них признаки и свойства. Поэтому профиль почвы в разрезе Ж-22 выделяем в тип чернозем, а профиль пахотной почвы в разрезе Т-169 – в тип агрочернозем. По формам карбонатных новообразований тот и другой профиль соответствует подтипу дисперсно-карбонатному.

Черноземы южные Тувы развиваются в условиях большей сухости, чем черноземы обыкновенные, что приводит к ослаблению гумусонакопления, сокращению мощности гумусового горизонта, повышению уровня залегания карбонатов. Они чаще всего являются безгипсовыми. Лишь в Турано-Уюкской степи наблюдаются (начиная с глубины около 1 м) характерные выделения гипса в виде тонких белых жилок с мучнистым сочетанием округлых мелкокристаллических друз. По мнению В.А. Носина (1963), аккумуляция гипса здесь обусловлена гидрологическими особенностями этой котловины в прошлом, поскольку она представляет собой древнюю озерную впадину.

Строение профиля и морфологические признаки рассмотрим на примере разреза Ж-24 (рис. 19). Чернозем южный маломощный супесчаный на делювиально-пролювиальном легком суглинке (Агрочернозем текстурно-карбонатный мелкопахотный среднегумусированный супесчаный на делювиально-пролювиальном легком суглинке).

Улуг-Хемская котловина, Улуг-Хемский район. Предгорье Западного Танну-Ола, равнина с небольшим уклоном на север. Разрез заложен в 500 м западнее от п. Чодурааа, в 5 км южнее Западного Танну-Ола. Пашня, занятая пшеницей в фазе восковой спелости зерна (рис. 20). Засоренность посевов средняя, основные сорняки – *setaria glauca* (L.) Beauv, *amaranthus retroflexus* L., *chenopodium album* L. На поверхности почвы встречается мелкий щебень. Вскипание сильное от 10% HCl с 30 см.

Апах (PU) 0–19–30 см. Свежий, буровато-серый, неоднородность окраски создают узкие гумусовые языки, супесчаный, грубые комковатые агрегаты при нажатии распадаются, почти бесструктурный, плотный, корни растений, корневины, прослойки светлых слоев гальки и щебня с белым налетом на них карбонатов на глубине 25 см, переход резкий.

Вк (САТ) 30–45 см. Сухой, желто-серовато-бурый, легкосуглинистый, грубокомковатый, плотный, на гранях отдельных комков узкие гумусово-глинистые полосы, карбонаты обильно в виде неоформленных скоплений, иногда в форме белоглазки, есть включения мелкого и среднего щебня и дресвы с налетом на них карбонатов, переход ясный.

Ск (С_{СА}) 45см и глубже. Сухой, желто-палевый, супесчаный с включением крупного щебня и дресвы и выцветами карбонатов на их поверхности.



Рисунок 19 – Профиль агрочернозема текстурно-карбонатного мелкопахотного среднегумусированного супесчаного (разрез Ж-24), Улуг-Хемский район

Этот разрез сделан на плакорной территории, не подверженной увлажнению за счет грунтовых вод и дополнительному увлажнению за счет поверхностного стока. Характер увлажнения профиля указывает на возрастающую сухость и плотность глубоких горизонтов. Поэтому он относится к типичному автоморфному ряду почв.

Профиль почвы хорошо дифференцируется на горизонты. Лишь пахотный слой мощностью около 20 см постепенно внедряется в переходный горизонт, глубже отмечается резкий и ясный характер перехода в следующие горизонты. Признаками заметных переходов являются изменение окраски, увеличение плотности сложения, появление обильных скоплений карбонатов. Присутствие включений из дресвы, щебня и гальки в профиле почвы обусловлено особенностями формирования почвообразующих пород (делювиально-пролювиальные и пролювиальные отложения). Грубые каменистые включения распространяются с глубины 30 см, имеют слабую выветренность, но со всех сторон покрыты карбонатными выцветами и корочками.

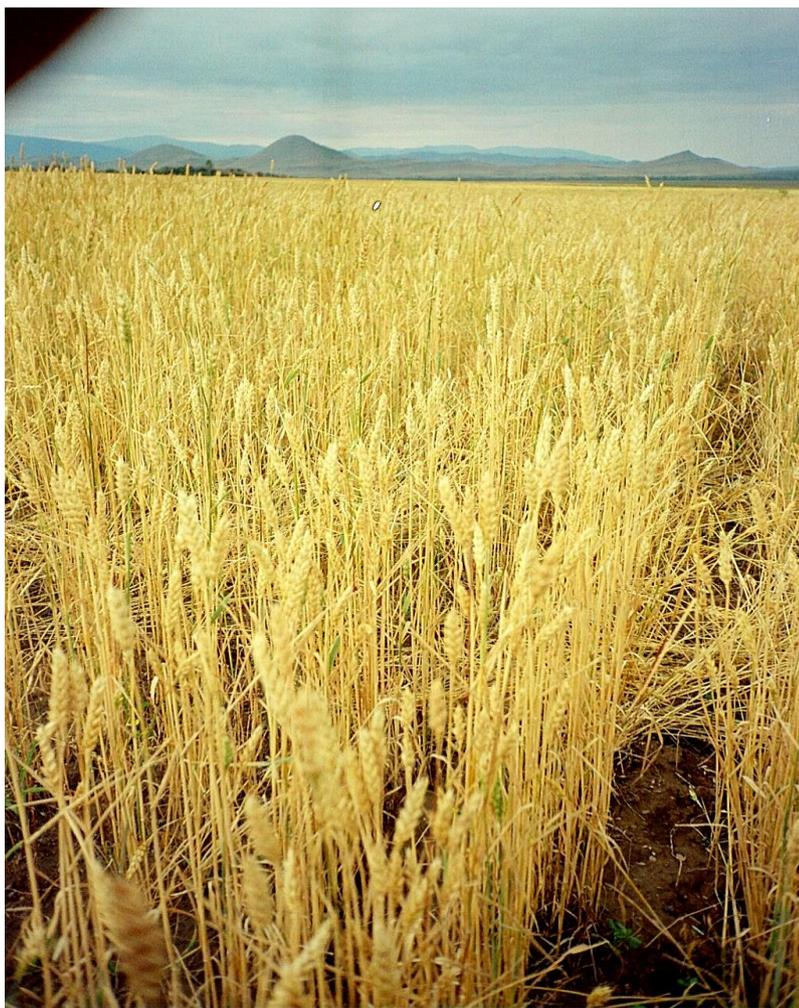


Рисунок 20 – Агроценоз пшеницы на агрочерноземе текстурно-карбонатном, предгорная равнина Западного Танну-Ола Центрально-Тувинской депрессии, Улуг-Хемский район

Будучи супесчаной, почва отличается бесструктурностью пахотного и подпахотного слоев. Глубже по профилю отчетливо выделяется горизонт максимальной аккумуляции карбонатов (см. рис. 19). Он залегает неглубоко от поверхности, имеет светлую окраску и «пропиточную» форму новообразований CaCO_3 . Кроме того, здесь появляются и оформленные карбонаты в виде «белоглазки». Горизонт характеризуется заметным уплотнением и, хотя и небольшим, утяжелением гранулометрического состава. Все эти признаки позволяют, используя модернизированную систему (Классификация ..., 2004), диагностировать горизонт как текстурно-карбонатный (*CAT*).

В суглинистых разновидностях подобных почв, занимающих небольшую площадь в регионе, признаки горизонта *CAT* проявляются сильнее, чем в супесчаных. Он более оструктуренный с тонкими гуму-

сово-глинистыми пленками по отдельным граням комковатых или ореховато-комковатых агрегатов. Образование такой структуры обязано коагулирующей роли гумуса и минеральных илистых частиц, которых в суглинистых черноземах значительно больше, чем в супесчаных.

Таким образом, чернозем южный по строению профиля и морфологическим признакам имеет черты сходства и различия с черноземами обыкновенными. Большое распространение маломощных видов и супесчаных разновидностей чернозема южного способствует их незащищенности от дефляции.

В Классификации ... (2004) чернозем южный выделяется на уровне самостоятельного типа. Поэтому по совокупности всех морфологических свойств описанный профиль разреза Ж-24 переименуем в тип агрочернозема текстурно-карбонатного. Подтиповых признаков, рекомендованных в новой классификации, в этом профиле нами не обнаружено. Вид почвы определяем по мощности пахотного слоя и содержанию гумуса в нем: мелкопахотный среднегумусированный. Следует отметить, что в подобных почвах суглинистого гранулометрического состава в степных котловинах Тувы могут протекать процессы осолонцевания наряду с типичными для них процессами гумусонакопления в верхнем горизонте и аккумуляции карбонатов в срединной части профиля. Тогда признаки дополнительно налагающегося процесса учитываются при определении подтипа. Например, чернозем (агрочернозем) текстурно-карбонатный солонцеватый.

Каштановые почвы, доминируя на земледельческой территории Тувы, диагностируются по наличию светло-гумусового с каштановым или красновато-каштановым оттенком и белесо-палевого, плотного карбонатного горизонтов. Они характеризуются легкосуглинистым, супесчаным и песчаным гранулометрическим составом. Показателями подтиповых различий до сих пор служит содержание гумуса, видовых – мощность гумусового горизонта.

Воспользуемся критериями диагностики генетических горизонтов и всего профиля каштановых почв для классификационных наименований по современным подходам (Классификация ..., 2004). Темно-каштановая почва как наиболее гумусированная и во многом схожая с черноземом южным попадает в один ряд с ним в отдел аккумулятивно-гумусовых почв и тип чернозема (агрочернозема) текстурно-карбонатного.

Сильная окарбоначенность и слабая гумусированность профиля естественных, не нарушенных распашкой, каштановых и светло-каштановых почв позволяет выделить их в отдел аккумулятивно-

карбонатных малогумусовых почв. Оба подтипа на прежнем классификационном уровне объединяются по новой классификации в один тип каштановых почв. Дальнейшее их наименование на уровне подтипа проводится по признакам солонцеватости, засоления и гидрометаморфизации, а на видовом уровне – по содержанию гумуса и другим признакам.

Вовлеченные в пахотное использование каштановые и светло-каштановые почвы теперь классифицируются в отделе агроземов как тип агрозем текстурно-карбонатный (Корреляция ..., 2005). В качестве диагностических признаков подтипа применяются унаследованные от естественных аналогов или приобретенные в результате агрогенных воздействий, например агрогеннопереуплотненные.

Приведем морфологическое описание типичных для Тувы каштановых почв на примере трех разрезов.

Разрез Ж-13. Темно-каштановая среднесуглинистая на делювиально-пролювиальном щебнистом песке (Агрочернозем текстурно-карбонатный агропереуплотненный среднепахотный слабогумусированный среднесуглинистый на делювиально-пролювиальном щебнистом песке).

Улуг-Хемская котловина, Каа-Хемский район, землепользование ЧП «Пирогово». Разрез заложен в 1 км на север от села Сарыг-Сепа на равнинном орошаемом поле. Агроченоз яровой пшеницы в фазе молочной спелости зерна (рис. 21). Засоренность незначительная. Бурное вскипание от 10% HCl с глубины 67 см.

Апах (PU_{ad}) 0–25 см. Влажный, темно-коричневый, среднесуглинистый, порошисто-комковато-глыбистый, плотный до очень плотного в нижней части горизонта, пронизан обильно корнями, переход ясный.

АВ (AU) 25–45 см. Влажный, коричневый, слегка языковатый, среднесуглинистый, комковатый, плотный, пронизан корнями, переход постепенный.

Вк (САТ) 45–91 см. Увлажненный, серовато-коричневый, легкосуглинистый, непрочно комковатый, плотный, слабо вскипает с 45 см и бурно с 67 см, карбонатные новообразования в виде рассеянных крупных пятен и мучнистых скоплений, пронизан корнями, переход ясный.

Ск (С_{СА}) 91–140 см и глубже. Свежий, светло-желтый, песчаный с включением крупного песка и мелкого щебня, глубже 140 см появляется крупная галька, вскипает, карбонаты в виде пятен и натечных корочек на поверхности обломков.

Темно-каштановые почвы распространяются крупными массивами преимущественно в Турано-Уюкской котловине. В других котловинах Тувы они встречаются сравнительно небольшими площадями на шлейфах склонов в начале подгорной равнины, на склонах се-

верных экспозиций среднегорий и в высоких межгорных долинах северного пояса.

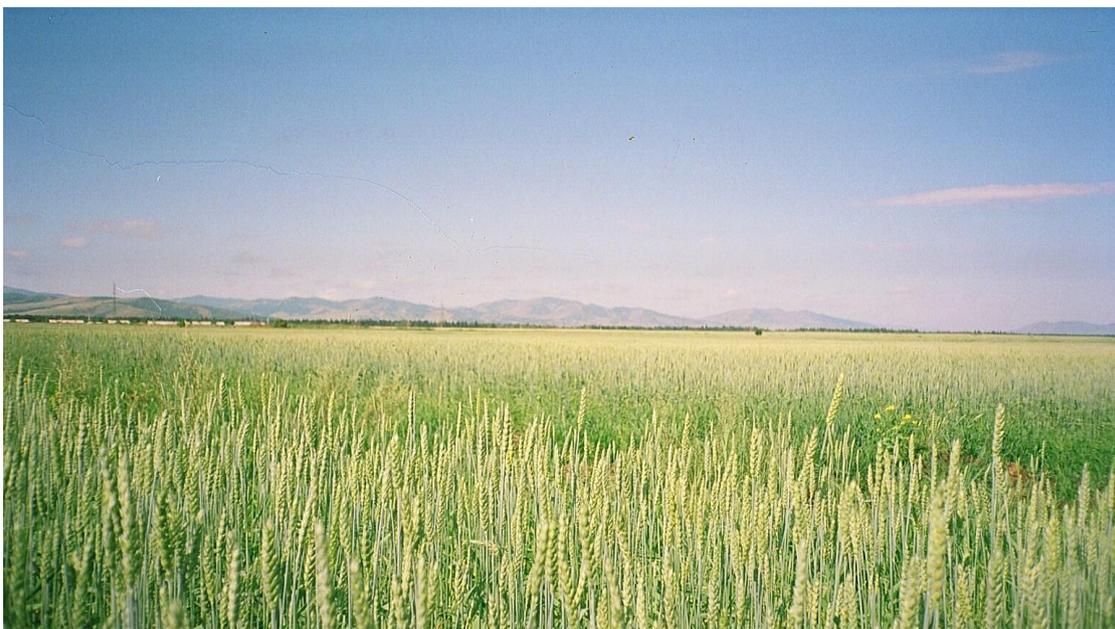


Рисунок 21– Агроценоз яровой пшеницы на агрочерноземе текстурно-карбонатном. Землепользование ЧП «Пирогово», Каа-Хемский р-н

Профиль почвы хорошо разделяется на генетические горизонты. Нетрудно заметить, что по многим морфологическим признакам он напоминает профиль чернозема южного. Это, прежде всего, по окраске, сложению, обилию и формам карбонатных новообразований в гор. *B_k* (*CAT*) и *C_k* (*C_{CA}*). Карбонаты равномерно пропитывают мелкозем в этих горизонтах и, кроме того, выделяются в виде рассеянных пятен и гнезд. Интенсивная аккумуляция карбонатов приводит к уплотнению сложения почвенных горизонтов. Темная окраска (особенно проявляющаяся при увлажнении или только что открытом разрезе) гумусового горизонта, достигающего 30-45 см, имеет явный коричневый оттенок. Цветовое отличие этого горизонта от подобного в черноземе южном заключается в меньшей насыщенности черного (темно-серого) тона, что связано с меньшей интенсивностью гумусообразования и более высокой скоростью минерализации гумуса.

Разрез Ч-5 (рис. 22). Каштановая карбонатная среднemosная супесчаная на песчано-щебнистом делювии (Каштановая типичная мелкая слабогумусированная супесчаная на песчано-щебнистом делювии).

Улуг-Хемская котловина, Кызылский район. Разрез заложен на слабоволнистой равнине в 30 км восточнее от г. Кызыла по тракту автодороги М-54 и в 1 км на северо-восток от бригады №1 п. Сук-Пака.

Обширная равнина имеет слабый склон на северо-запад. Залежь 12 лет. Типчаковое разнотравье: типчак, ячмень солончаковый, полынь, астра альпийская, карагана, кермек. Вскипание от 10% HCl с глубины 40 см.

A (AJ) 0–19 см. Свежий, каштановый, супесчаный, бесструктурный, рыхлый, однородная слабая гумусовая прокраска, корневины, обильно тонкие корни и полуразложившиеся растительные остатки, переход постепенный.

B₁ (ВМК) 19–49 см. Свежий, каштаново-коричневый, супесчаный, комковато-пылеватый, тонкопористый, встречаются крупные поры, плотнее предыдущего, гумусовые вещества языками, появляются карбонаты, зерна песка, корневые волоски, иногда дресва, переход постепенный.

B₂ (САТ) 49–62 см. Свежий, светлее предыдущего, супесчаный, непрочно комковатый, пористый, суше предыдущего, плотный, равномерно карбонаты в рассеянной форме и кое-где в виде очерченных скоплений, корневины, больше дресвы, песка, корневые волоски, переход заметный по цвету и гранулометрическому составу.

BC (САТ2) 62–107 см. Сухой, желтовато-палевый, супесчаный, непрочно плитчато-пылеватый, много тонкопористый, плотный, обильно карбонаты в диффузной форме, корневины, много крупного песка, дресвы, корневые остатки.

C (C_{CA}) 107–135 см. Влажный, желтовато-палевый, песчаный, бесструктурный, много дресвы, встречаются корешки и корневины, бурное вскипание карбонатов, редко гравий.



Рисунок 22 – Профиль каштановой типичной мелкой слабогумусированной супесчаной почвы (разрез Ч-5).
Улуг-Хемская котловина, Кызылский район

Приведенное описание разреза характеризует типичный профиль каштановой супесчаной почвы. Такие почвы занимают большие массивы во всех степных котловинах Тувы. Профиль состоит из нескольких хорошо выделяемых генетических горизонтов. Горизонт *A* (*AJ*) – небольшой по мощности, отличается интенсивной каштановой окраской, бесструктурностью, насыщенностью корневого опада. Горизонт *B₁* (*BMK*) является переходным или ксерометаморфическим по новой системе почвенных горизонтов, имеет гумусовые языки, полосы, что придает ему неоднородную окраску. В связи с этим горизонт представляется даже немного темнее вышележащего. Ксерометаморфический горизонт сменяется плотным и светлее окрашенным иллювиально-карбонатным (*B_K*) или текстурно-карбонатным (*CAT*) горизонтом. Он мощный и легко диагностируется по заметному уплотнению и белесой равномерной пропитанности с отдельными крупными ясно очерченными формами CaCO_3 . В почвообразующей породе сохраняются расплывчатые выделения карбонатов.

Песчаные разновидности каштановой почвы географически сопутствуют супесчаным, которые порой занимают довольно большие площади. Они не распаханы и используются под пастбищные угодья. Песчаная каштановая почва отличается морфологически от супесчаной. Гумусовый горизонт в ней светлее, переходный не имеет гумусовых язычков, карбонатный проявляется за счет обызвестковывания песка. Несмотря на провальную водопроницаемость, карбонаты обнаруживаются не ниже 40–45 см.

Отличительной особенностью каштановых супесчаных и песчаных почв является отсутствие гипсового горизонта. Это сближает тувинские каштановые почвы с забайкальскими каштановыми, но различает их с каштановыми Хакасии, европейской территорией России и Казахстана.

Легкосуглинистые разновидности каштановой почвы уступают по распространенности супесчаным. Однако профиль их морфологически четче дифференцируется. Наличие ореховато-комковатой структуры в верхнем горизонте сдерживает процессы дефляции, а в средней части профиля способствует аккумуляции плотных форм CaCO_3 . В отдельных разрезах каштановой почвы легкосуглинистого гранулометрического состава наблюдаются на глубине 1–1,5 м единичные новообразования тонкокристаллического гипса в мелкозем и корочки его на поверхности обломочных пород.

Разрез Ч-4. Светло-каштановая карбонатная маломощная супесчаная на щебнисто-галечниковом песке (Каштановая карбонатная мелкая слабогумусированная супесчаная на щебнисто-галечниковом песке).

Центрально-Тувинская депрессия, Улуг-Хемская котловина, Кызылский район. Разрез заложен на второй террасе реки Енисея в 2 км западнее трассы М-54 Кызыл–Эрзин. Равнина, занятая 12-летней залежью. В травостое преобладает полынь, типчак. Поверхность слабо задернованная, местами покрытая дресвой, щебнем, подверженная сильной дефляции. Вскипает с поверхности и по всему профилю.

А (А₁) 0–19 см. Свежий, светло-каштановый, супесчаный, бесструктурный, рыхлый, тонкопористый, слабо гумусовые вещества, карбонаты диффузно, узкие корневины, тонкие корни, дресва, крупный песок, переход постепенный.

В_к (ВМК) 19–34 см. Сухой, белесовато-светло-каштановый, супесчаный, бесструктурный, плотнее предыдущего, слабая гумусовая прокраска, редко корневины, обильно карбонаты в рассеянной или диффузной форме, корневые остатки, большие дресвы, появляется гравий, переход постепенный.

В_к (САТ) 34–60 см. Сухой, палево-белесый, песчаный, бесструктурный, редко корневины, единично корневые остатки, большие гальки, дресвы, песка, карбонаты по-прежнему обильно в рассеянной и диффузной форме, в виде корочек на гравии, переход постепенный.

С (С_{СА}) 60 см и глубже. Свежий, коричнево-белесый, песчаный, рассычатый, Fe₂O₃ в виде точек, обильно гравий, галька, крупный песок с выцветами CaCO₃, корневые остатки.

Профиль почвы в этом разрезе, по сравнению с предыдущими, укороченный. Почвообразующая порода в нем появляется уже с глубины 60 см. Резких переходов из одного горизонта в другой не обнаруживается. Карбонаты в рассеянной форме присутствуют во всех горизонтах, но наиболее обильно – в средней части профиля, вызывая очень светлую, палево-белесую окраску.

Обращаясь к новой классификации (2004), отметим, что генетические профили разрезов Ч-5 и Ч-4 именуется как тип каштановые почвы. Подтиповые различия их обусловлены неодинаковой глубиной залегания карбонатов. Присутствие карбонатов с поверхности (разрез Ч-4) позволяет назвать его как подтип карбонатный. К тому же в этом профиле нет других подтиповых признаков, таких, как солонцеватость, засоленность или турбированность. Более глубокое залегание карбонатов (разрез Ч-5) при отсутствии других упомянутых признаков дает возможность отнести эту каштановую почву к подтипу типичному.

Обратимся теперь к морфологическому описанию почв полугидроморфного ряда. Они сопутствуют зональным автоморфным почвам черноземного и каштанового типов, имеют довольно большой ареал распространения, но занимают обычно небольшие площади. Приуроченность к пониженным формам мезо- и микрорельефа в условиях степного и сухостепного ландшафтов является определяющим условием территориального размещения таких почв.

Разрез Ч-3. Лугово-черноземная обычная среднесиловатая суглинистая на аллювиальных отложениях (Агрочернозем гидрометаморфизованный среднепахотный среднегумусированный суглинистый на аллювиальных отложениях).

Центрально-Тувинская депрессия, Улуг-Хемская котловина, Тандинский район. Разрез заложен в долине реки Дурген у отрогов Восточного Танну-Ола в 5 км севернее села Сосновки. Орошаемое поле картофеля в фазе цветения. Сильное вскипание от 10% HCl с глубины 32 см.

Апах (PU) 0–32 см. Влажный, черный с коричневым оттенком, средний суглинок, глыбисто-комковатый, рыхлый, многотонкопористый, равномерно гумусовые вещества, кое-где диффузно карбонаты, корневины, переход языковатый, имеется плужная подошва.

АВ (AU) 32–50 см. Влажный, буровато-коричневый с гумусовыми пятнами и языками, неоднородный по окраске, среднесуглинистый, непрочнокомковатый, пористый, карбонаты обильно, сильное вскипание от кислоты, корневины, переход постепенный.

Вк (BCA_{q1}) 50–70 см. Влажный, сизо-палевый, средний суглинок, непрочнокомковатый, слегка уплотнен, обильно пропиточные формы карбонатов, кое-где ржавые пятна или разводы Fe₂O₃ и FeO, обильно корневины, переход постепенный.

ВСк (BCA_{q2}) 70–90 см. Влажный, палево-сизый, легкий суглинок, многотонкопористый, слегка уплотнен, часто встречаются мелкий гравий и щебень, тонкие корни, корневины, по ходам корней тонкая гумусовая пленочка, карбонатные новообразования в пропиточной форме, бурно вскипает, пятна и полосы Fe₂O₃ и FeO, переход заметный по включениям гальки и щебню.

Ск (C_{ca,q}) 90 см и глубже. Влажный, грязно-палево-сизый, легкий суглинок, прочнокомковатый, плотнее предыдущего, поры реже, обильное вскипание, Fe₂O₃ в виде точек, FeO – полосками, много щебня и гравия, единичные корни.

Как видим, профиль почвы сформирован процессами черноземно-степного и гидроморфного почвообразования. По строению профиля и морфологическим признакам лугово-черноземная почва во многом напоминает черноземную. Это, прежде всего, равномерная и интенсивная прокраска гумусом, рыхлое тонкопористое сложение верхней части профиля, языковатый характер перехода горизонта

Апах (PU) в горизонт *AB (AU)*. Отличительными особенностями являются, во-первых, большая мощность гумусово-аккумулятивного горизонта, во-вторых, признаки луговости (оглеения) в средней и нижней частях профиля.

Процессы аккумуляции гумусовых веществ и водородной трансформации минеральных соединений способствуют выразительной дифференциации профиля на генетические горизонты. Темная, почти черная окраска почвы сменяется на глубине 50 см на сизопалевую, а еще глубже – на грязно-палево-сизую, свидетельствующую об усилении чередующихся процессов окисления и восстановления Mn–Fe-соединений. Присутствие ржавых и сизых точек, пятен и разводов отличает лугово-черноземную почву от своего автоморфного аналога. Как полагает В.Д. Носин (1963), признаки гидроморфного почвообразования имеют здесь реликтовый, а не современный характер. С этим следует согласиться, поскольку наблюдается возрастающее остепнение территории.

Если по прежней классификации (1977) лугово-черноземная почва выделялась на уровне типа, то по новой классификации (2004) описанную почву на пашне относим к типу агрочернозема, подтипу гидрометаморфизованного. В пользу такого наименования свидетельствуют: хорошая гумусированность, наличие аккумулятивно-карбонатного горизонта с пропиточными формами CaCO_3 -новообразований, а также присутствие морфохроматических признаков оглеения.

Хотя следует отметить, что на территории Тувы встречаются и такие лугово-черноземные почвы, в которых карбонатные новообразования очень уплотняют, буквально цементируют мелкозем в средней части профиля, а гумусовый горизонт не большой по мощности с грубой комковатой структурой. Это указывает уже на принадлежность почвы к типу чернозема (агрочернозема) текстурно-карбонатного, подтипу – гидрометаморфизованного.

Следовательно, в зависимости от интенсивности аккумуляции карбонатов лугово-черноземные почвы региона трансформируются, в соответствии с новой классификацией, в тип чернозема или тип чернозема текстурно-карбонатного. В том и другом случаях подтиповое наименование дается как гидрометаморфизованные. Пахотный аналог дополняется приставкой «агро» к типовому наименованию.

На пониженных формах мезо- и микрорельефа в условиях сухостепного ландшафта распространяются лугово-каштановые почвы

(рис. 23, 24). Описанием морфологических признаков в разрезе Т-129 охарактеризуем особенности этих почв.

Разрез Т-129. Лугово-каштановая маломощная легкосуглинистая на древних аллювиальных отложениях (Агрозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный мелкий малогумусированный легкосуглинистый на древних аллювиальных отложениях).

Улуг-Хемская котловина, Каа-Хемский район. Разрез заложен на второй надпойменной террасе реки Енисея древнеаллювиальной равнины. Поверхность слегка волнистая с преобладанием крупных блюдцеобразных понижений. Пастбище, местами сильно вытоптанное. Проективное покрытие растительностью (типчак, ковыль, костер, луки, подмаренник) около 55%. Вскипание от 10% НС1 с глубины 33 см.

А (А1) 0–10 см. Свежий, серо-бурый, книзу окраска темнеет, до 4 см задернован, легкосуглинистый, неяснопороховидный, переход заметный по цвету и уплотнению.

В (ВМК) 10–33 см. Свежий, серовато-светло-бурый, легкосуглинистый, непрочнo-комковато-пылеватый, по тонким порам и корневинам темная гумусовая пленка, уплотненный.

Вк (САТ) 33–60 см. Свежий, желтовато-серо-белесый, со светло-бурыми затеками по корневинам, легкосуглинистый опесчаненный, плотнее предыдущего, равномерно распределены карбонаты, к 60 см они исчезают, переход ясный.

С₁ 60–95 см. Свежий, палево-бурый с желтоватым оттенком, средний суглинок с прослойками песка и единичной галькой, уплотненный.

С_q 95–114 см. Влажный, желтовато-серо-сизый, супесчаный, галька, покрытая бурo-охристыми железистыми пятнами, в мелкоземе – прожилки Fe₂O₃ и FeO.

Профиль этого разреза менее выразительный по сравнению с профилем лугово-черноземной почвы. Признаки лугового режима повышенного увлажнения хорошо наблюдаются только с глубины 95 см, в горизонте С_q. Светлогумусовый горизонт имеет очень небольшую мощность, рыхлое сложение и пороховидную структуру. Ксерометаморфический горизонт (ВМК) обозначается довольно легко по заметному уплотнению. Текстурно-карбонатный горизонт (САТ) отличается неоднородной окраской, скоплением карбонатных новообразований и повышенной плотностью.



Рисунок 23 – Профиль каштановой гидрометаморфизованной мелкой сильногумусированной почвы (разрез Ж-30), Тандинский район



Рисунок 24 – Профиль агрозема текстурно-карбонатного гидрометаморфизованного мелкого среднегумусированного (разрез Ж-31), Тандинский район

Формирование лугово-каштановых почв региона всегда связывают с условиями залегания по рельефу (рис. 25, 26). Генезис этих почв, по В.А. Носину (1963), определяется как результат трансформации из луговых аллювиальных почв или за счет выклинивания грунтовых вод, не связанных с эволюцией речных долин, а также под влиянием кратковременного переувлажнения при таянии снеговых вод. Нередко профиль лугово-каштановой почвы на хорошо дренированных породах, например, песчано-галечных в разрезе Т-129, не имеет ясно выраженных, обильных признаков гидроморфности.

По новой классификации (2004) профиль почвы разреза Т-129 соответствует наименованию каштановая (тип) гидрометаморфизованная (подтип) и относится к отделу аккумулятивно-карбонатных малогумусовых почв.



Рисунок 25 – Разнотравье на каштановой гидрометаморфизованной почве в долине реки Мажалыка у хребта Восточного Танну-Ола



Рисунок 26 – Агроценоз овса на агроземе текстурно-карбонатном гидрометаморфизованном, Тандинский район, лесостепь

Широкое распространение больших и малых речных долин придает ландшафту Тувы особое своеобразие. Почвообразование здесь протекает по типу пойменных и аллювиальных процессов. Образующиеся почвы относятся к группе пойменных или аллювиальных. Изучение таких почв ограничено вследствие сильной изменчивости и сложности сочетания экологических условий их генезиса. Между тем оценка их свойств и признаков представляет интерес и значимость, по меньшей мере, с двух позиций. Во-первых, аллювиальные почвы в регионе современных тектонических движений являются начальной фазой эволюции их в сторону автоморфных зональных почв. В настоящее время они, за редким исключением, не затопляются паводковыми речными водами, а увлажняются главным образом за счет атмосферных осадков. Во-вторых, массивы с аллювиальными почвами служат в качестве пастбищных и сенокосных угодий. Хозяйственное использование их более рационально как естественные сенокосно-пастбищные угодья. При использовании их под пашню возможно возникновение ряда негативных явлений, приводящих к ухудшению этих почв. Например, при выращивании на них овощных и технических культур существенно изменяется баланс элементов питания,

снижается поступление в почву растительных остатков в связи с отчуждением большей части органической массы с урожаем.

В степных котловинах Тувы выделяют аллювиальные слоистые, аллювиальные дерновые, аллювиальные дерновые остепненные, аллювиальные заболоченные, аллювиальные дерновые солончаковатые почвы. Остановимся на морфогенетической характеристике одной из них.

Разрез Ж-15. Аллювиальная дерновая остепненная легкосуглинистая на аллювиальных отложениях (Агрогумусовая аллювиальная типичная мелкопахотная среднегумусированная легкосуглинистая на аллювиальных отложениях).

Улуг-Хемская котловина, Каа-Хемский район, МУП «Енисейский», 66–67 км автодороги Кызыл–Сарыг-Сеп, от дороги на юго-запад 500 м. Долина реки Енисей. Пашня, чистый пар. Засоренность сильная: *sonchus arvensis L.*, *convolvulus arvensis L.*, *echinochloa crusgalli*, *glycyrrhiza*. Почва вскипает от 10% HCl с поверхности, бурное вскипание с глубины 30 см.

Апах (Р) 0–17 см. Свежий, буровато-серый, легкосуглинистый, комковато-пылеватый, рыхлый, крупнопористый, сильно пронизан корнями, нижняя граница ясная по глубине вспашки, переход постепенный.

В (АУ) 17–43 см. Свежий, серо-буро-коричневый, супесчаный, неясно комковатый, плотный, мелкие корешки, переход постепенный.

ВСК' (C_{ca,q} ~) 43–101 см. Свежий, светло-серовато-палевый, супесчаный, кое-где иловатые прослойки, бесструктурный, плотный, пронизан одиночными корнями, обильно карбонаты, переход постепенный.

СК'' (C_{ca,q} ~) 101–125 см и глубже. Свежий, светлее предыдущего, связно-песчаный, плотный, одиночные корни, выцветы карбонатов, точки и полосы Fe₂O₃, крупный песок.

Как видим, профиль почвы имеет довольно однородную светлую окраску, неясно комковатую структуру в верхних горизонтах, сменяющуюся на бесструктурное состояние нижних горизонтов. Рыхлое сложение и легкосуглинистый гранулометрический состав отмечаются только в пахотном слое, глубже сложение становится плотным, а гранулометрический состав – песчаным и супесчаным.

Разнообразие луговых видов растений (до распашки) обусловило главную генетическую особенность данной почвы, а именно – образование под влиянием дернового процесса. Это выражается в формировании биологически активного гумусового горизонта, в котором сосредотачиваются питательные элементы. Признаками аллювиального процесса следует называть литологическую слоистость горизон-

та С и наличие в нем ржавых, охристых пятен, иловатых прослоек в супесчаной и связно-песчаной массе.

И все-таки современное почвообразование уже не осложняется отложением и аккумуляцией свежего аллювия. Оно сменяется процессом довольно интенсивного и быстрого остепнения аллювиальной дерновой почвы. Этому способствует ряд причин, названных нами ранее (см. раздел 3.1).

В Корреляции почвенных классификаций (2005) аллювиальная дерновая остепненная почва соответствует типу аллювиальная темногумусовая (в условиях естественного, природного ландшафта) и типу агротемногумусовая аллювиальная (в условиях пашни) почва. Главными диагностическими признаками служат мощный темногумусовый горизонт с содержанием гумуса $>5\%$ и хорошо оформленная водпрочная зернисто-комковатая структура. Вполне очевидно, что почвы с подобными свойствами встречаются на территории Тувы. Однако профиль разреза Ж-15 характеризуется слабой выраженностью гумусонакопления и практически бесструктурностью. Поэтому выделяем эту почву в тип агрогумусовая аллювиальная, подтип – типичная. Она относится к стволу синлитогенных, отделу аллювиальных почв.

Таким образом, материалы показали морфологические особенности почв тувинских котловин, обусловленные влиянием литологического состава и строения почвообразующих пород, климата и растительности. Морфологические свойства, являясь отражением почвообразования, влияют на физические, химические, биологические процессы и определяют потенциальное и эффективное плодородие почв, а также устойчивость или изменчивость к агрогенным воздействиям.

4.2. Гранулометрический состав

По гранулометрическому составу черноземы обыкновенные (дисперсно-карбонатные) различают на средне-, легкосуглинистые, супесчаные и песчаные (табл. 7). Разнообразие черноземов по гранулометрическому составу связано с обычной для горных территорий литологической неоднородностью почвообразующих пород.

Таблица 7 – Гранулометрический состав почв, %

| Генетический горизонт | Глубина взятия образца, см | Размер частиц, мм | | | | | | |
|---|----------------------------|-------------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|----------------------|
| | | 1–0,25 | 0,25–0,05 | 0,05–0,01 | 0,01–0,005 | 0,005–0,001 | Менее 0,001 | Сумма фракций < 0,01 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Разрез Ж-22. Чернозем обыкновенный среднемощный легкосуглинистый (Чернозем дисперсно-карбонатный среднетонкозерный сильногумусированный легкосуглинистый), Тандинский район | | | | | | | | |
| А (AU) | 0–10 | 1,8 | 28,8 | 46,3 | 9,8 | 8,2 | 5,1 | 23,1 |
| | 10–20 | 1,7 | 21,6 | 50,8 | 8,7 | 8,6 | 8,6 | 25,9 |
| АВ (AUB) | 20–30 | 1,9 | 18,6 | 49,8 | 9,6 | 10,4 | 9,7 | 29,7 |
| | 30–40 | 1,2 | 19,3 | 47,7 | 8,3 | 10,4 | 13,1 | 31,8 |
| В(BCA1) | 40–50 | 1,7 | 24,5 | 45,3 | 7,6 | 9,6 | 11,3 | 28,5 |
| Вк (BCA2) | 50–60 | 1,3 | 28,5 | 39,3 | 7,6 | 9,4 | 13,9 | 30,9 |
| | 60–70 | 15,3 | 29,4 | 31,2 | 6,3 | 8,6 | 9,2 | 24,1 |
| | 70–80 | 3,7 | 32,7 | 46,0 | 4,4 | 4,5 | 8,6 | 17,6 |
| ВС(BCAC) | 90–100 | 45 | 36,6 | 45,8 | 3,6 | 4,0 | 5,5 | 13,1 |
| Разрез Т-169*. Чернозем обыкновенный среднемощный легкосуглинистый (Агрочернозем дисперсно-карбонатный среднетонкозерный среднегумусированный легкосуглинистый), Тандинский район | | | | | | | | |
| Апах (PU) | 0–25 | 4,0 | 34,8 | 34,2 | 4,2 | 8,8 | 14,0 | 27,0 |
| АВ (AU) | 23–33 | 5,0 | 25,0 | 38,5 | 5,5 | 9,0 | 17,0 | 31,5 |
| Вк (BCA) | 40–50 | 4,0 | 24,0 | 39,0 | 6,1 | 8,9 | 18,0 | 33,0 |
| Ск (C _{CA}) | 70–80 | 6,0 | 21,0 | 39,4 | 5,6 | 7,0 | 21,0 | 33,6 |
| Разрез Д-25**. Чернозем обыкновенный маломощный среднесуглинистый (Чернозем дисперсно-карбонатный мелкозерный среднегумусированный), Пий-Хемский район | | | | | | | | |
| А (AU) | 0–15 | 4,0 | 33,0 | 32,0 | 6,0 | 8,0 | 17,0 | 31,0 |
| | 16–26 | 4,0 | 37,0 | 28,0 | 5,0 | 8,0 | 18,0 | 31,0 |
| В (BCA) | 27–37 | 7,0 | 34,0 | 32,0 | 4,0 | 7,0 | 16,0 | 27,0 |
| Ск (C _{CA}) | 45–55 | 11,0 | 25,0 | 38,0 | 6,0 | 6,0 | 14,0 | 26,0 |
| | 70–80 | 15,0 | 40,0 | 27,0 | 3,0 | 5,0 | 10,0 | 18,0 |
| | 105–115 | 8,0 | 47,0 | 32,0 | 3,0 | 4,0 | 6,0 | 13,0 |
| Разрез Е-100**. Чернозем обыкновенный маломощный супесчаный (Чернозем дисперсно-карбонатный мелкозерный малогумусированный), Тандинский район | | | | | | | | |
| А (AU) | 0–13 | 3,0 | 48,0 | 32,0 | 6,0 | 5,0 | 6,0 | 17,0 |
| В (BCA1) | 13–25 | 5,0 | 47,0 | 23,0 | 4,0 | 11,0 | 10,0 | 25,0 |
| Вск (BCA2) | 30–40 | 2,0 | 50,0 | 28,0 | 4,0 | 10,0 | 6,0 | 20,0 |
| | 50–60 | 8,0 | 46,0 | 31,0 | 3,0 | 4,0 | 8,0 | 15,0 |
| С (C _{CA}) | 110–120 | 18,0 | 43,0 | 28,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 11,0 |
| Разрез Ж-24. Чернозем южный маломощный супесчаный (Агрочернозем текстурно-карбонатный мелкозерный среднегумусированный), Улуг-Хемский район | | | | | | | | |
| А _{ПАХ} (PU) | 0–10 | 4,7 | 38,9 | 42,2 | 4,3 | 6,2 | 3,7 | 14,1 |
| | 10–20 | 4,3 | 36,3 | 44,2 | 4,7 | 6,7 | 3,8 | 15,2 |
| АВ (AU CAT) | 20–30 | 5,4 | 37,8 | 41,3 | 4,2 | 1,5 | 9,8 | 15,5 |
| Вск (CAT) | 30–40 | 11,0 | 39,4 | 29,6 | 3,2 | 5,4 | 11,4 | 20,0 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| Разрез Т-418*. Чернозем южный маломощный легкосуглинистый (Агрочернозем текстурно-карбонатный мелкопахотный среднегумусированный), Пий-Хемский район | | | | | | | | |
| Апах (PU) | 0–20 | 11,5 | 35,0 | 20,5 | 3,0 | 12,5 | 17,5 | 33,0 |
| В (AU CAT) | 20–30 | 4,0 | 16,0 | 46,0 | 9,0 | 9,5 | 15,5 | 34,0 |
| ВСК (CAT) | 30–40 | 5,0 | 15,5 | 40,0 | 10,0 | 12,8 | 16,7 | 39,5 |
| СК (C _{CA}) | 50–60 | 3,0 | 35,0 | 38,2 | 4,0 | 9,0 | 10,8 | 23,8 |
| Разрез Ж-13. Темно-каштановая среднemosная среднесуглинистая (Агрочернозем текстурно-карбонатный агропереуплотненный среднепахотный слабогумусированный), Каа-Хемский район | | | | | | | | |
| Апах (PU _{ad}) | 0–10 | 2,4 | 21,0 | 44,2 | 3,8 | 18,6 | 10,0 | 32,4 |
| | 10–20 | 2,0 | 22,0 | 43,0 | 8,5 | 12,5 | 12,0 | 33,0 |
| | 20–30 | 1,5 | 22,4 | 43,0 | 9,1 | 13,2 | 10,8 | 33,1 |
| В (CAT1) | 40–50 | 0,9 | 18,3 | 55,6 | 7,3 | 10,2 | 7,7 | 25,2 |
| ВСК (CAT2) | 50–60 | 0,6 | 29,0 | 51,1 | 5,5 | 6,7 | 7,1 | 19,3 |
| | 60–70 | 1,0 | 25,8 | 53,4 | 5,4 | 8,2 | 6,2 | 19,8 |
| | 70–80 | 23,8 | 32,2 | 32,0 | 3,4 | 4,8 | 3,8 | 12,0 |
| СК (C _{CA}) | 90–100 | 65,8 | 18,0 | 11,2 | 0,4 | 1,3 | 3,3 | 5,0 |
| Разрез Ж-25. Каштановая среднemosная супесчаная (Каштановая типичная мелкая слабогумусированная), Улуг-Хемский район | | | | | | | | |
| А (AJ) | 0–10 | 1,8 | 53,7 | 31,5 | 5,0 | 3,6 | 4,4 | 13,0 |
| | 10–20 | 1,3 | 52,0 | 33,2 | 5,0 | 5,1 | 3,4 | 13,5 |
| В (BMK) | 20–30 | 0,9 | 50,6 | 33,0 | 4,3 | 5,1 | 6,1 | 15,5 |
| Вк (CAT) | 30–40 | 0,6 | 48,6 | 33,0 | 3,8 | 6,8 | 7,2 | 17,8 |
| | 40–50 | 1,8 | 46,1 | 32,4 | 4,4 | 7,7 | 7,6 | 19,7 |
| | 50–60 | 4,0 | 43,7 | 32,4 | 3,9 | 9,0 | 7,0 | 19,9 |
| СК (C _{CA}) | 60–70 | 1,9 | 45,2 | 34,9 | 5,4 | 4,9 | 7,7 | 18,0 |
| | 70–80 | 4,1 | 51,6 | 27,1 | 3,7 | 5,4 | 8,1 | 17,2 |
| | 90–100 | 4,7 | 44,6 | 29,5 | 4,7 | 7,6 | 8,9 | 21,2 |
| Разрез Ю-138**. Светло-каштановая маломощная супесчаная (Каштановая типичная мелкая слабогумусированная), Дзун-Хемчикский район | | | | | | | | |
| А (AJ) | 0–16 | 13,0 | 67,0 | 5,0 | 3,0 | 7,0 | 5,0 | 15,0 |
| В ₁ (BMK) | 16–23 | 9,0 | 72,0 | 7,0 | 2,0 | 6,0 | 4,0 | 12,0 |
| В ₂ (CAT) | 23–32 | 10,0 | 72,0 | 9,0 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 9,0 |
| | 45–55 | 8,0 | 58,0 | 15,0 | 2,0 | 12,0 | 5,0 | 19,0 |
| СК (C _{CA}) | 110–120 | 31,0 | 45,0 | 9,0 | 5,0 | 4,0 | 6,0 | 15,0 |
| Разрез Т-012*. Лугово-черноземная маломощная легкосуглинистая (Агрочернозем гидрометаморфизованный среднепахотный тучный), Пий-Хемский район | | | | | | | | |
| А (PU) | 0–10 | 5,6 | 10,6 | 57,8 | 5,4 | 10,0 | 10,6 | 26,0 |
| | 10–24 | 6,6 | 16,3 | 50,0 | 6,4 | 9,1 | 11,6 | 27,1 |
| АВ ₁ (AU) | 24–30 | 2,8 | 24,0 | 27,3 | 12,1 | 14,0 | 19,8 | 45,9 |
| В _к (BCA _q) | 30–47 | 0,8 | 7,3 | 40,9 | 12,6 | 17,1 | 21,3 | 51,0 |
| СК (C _{ca,q}) | 47–63 | 2,0 | 6,6 | 43,5 | 14,4 | 18,9 | 14,6 | 47,9 |
| Разрез Т-129*. Лугово-каштановая маломощная легкосуглинистая (Агрочернозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный мелкий малогумусированный), Каа-Хемский район | | | | | | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| Апах (Р) | 0–10 | 20,0 | 20,0 | 37,0 | 5,1 | 7,9 | 10,0 | 23,0 |
| В (САТ) | 10–20 | 24,0 | 19,0 | 35,2 | 5,8 | 6,0 | 10,0 | 21,8 |
| С _к (С _{са,q}) | 34–44 | 27,0 | 15,8 | 37,0 | 4,2 | 8,0 | 8,0 | 20,2 |
| | 70–80 | 6,2 | 18,8 | 41,8 | 9,2 | 11,2 | 12,8 | 33,2 |
| | 96–106 | 17,0 | 44,8 | 22,2 | 4,0 | 5,0 | 7,0 | 16,0 |
| Разрез Ж-15. Аллювиальная дерновая остепненная легкосуглинистая (Агрогумусовая аллювиальная типичная мелкопахотная среднегумусированная), Каа-Хемский район | | | | | | | | |
| Апах (Р) | 0–10 | 3,2 | 38,4 | 37,3 | 10,0 | 8,4 | 2,6 | 21,0 |
| | 10–20 | 2,9 | 38,8 | 37,7 | 7,6 | 8,8 | 4,2 | 20,6 |
| В (АУ) | 20–30 | 4,2 | 38,5 | 38,3 | 7,9 | 7,9 | 3,2 | 19,0 |
| | 30–40 | 4,3 | 36,0 | 40,1 | 7,3 | 8,6 | 3,7 | 19,6 |
| | 40–50 | 1,4 | 32,0 | 48,2 | 7,7 | 7,5 | 3,2 | 18,4 |
| С _к (С _{са,q} [~]) | 50–60 | 1,2 | 41,4 | 42,2 | 6,2 | 3,7 | 5,3 | 15,2 |
| | 60–70 | 4,2 | 62,4 | 25,7 | 2,4 | 3,8 | 1,5 | 7,7 |
| | 70–80 | 13,1 | 66,0 | 14,2 | 3,0 | 2,0 | 1,7 | 6,7 |
| | 90–100 | 13,5 | 72,9 | 8,5 | 2,7 | 1,2 | 1,2 | 5,1 |

Примечание: * – по данным Тувинского филиала института Востсибгипрозем;
** – по данным В.А. Носина (1963).

В пределах профиля чернозема обыкновенного гранулометрический состав изменяется от легкого (разрез Ж-22) или среднего (разрез Д-25) суглинка в верхних горизонтах до супесчаного в почвообразующей породе. Супесчаный гранулометрический состав горизонта АУ в разрезе Е-100 сменяется глубже на легкосуглинистый в горизонте ВСА или мелкопесчаный в горизонте С_{СА}. Примером более однородного грансостава является профиль агрочернозема (разрез Т-169), в котором только пахотный слой оказался облегченным вследствие дефляции.

В суглинистых разновидностях чернозема обыкновенного доминирует фракция крупной пыли, что указывает на лессовидный характер почвообразующих пород. Наряду с этой фракцией в заметных количествах присутствует фракция мелкого песка. В супесчаных разновидностях чернозема обыкновенного (чернозем дисперсно-карбонатного) эта фракция мелкозема преобладает.

Характерной особенностью грансостава изученных почв следует отметить почти полное отсутствие фракции крупного песка, но увеличение содержания мелкопесчаных частиц вниз по профилю. Это определяет изменение физических свойств, в частности увеличение водопроницаемости и уменьшение влагоемкости глубоких горизонтов.

Илистая фракция в профиле суглинистых и супесчаных черноземов распределяется неравномерно. Ее содержание, как правило, увеличивается в срединных горизонтах и затем вновь снижается в горизонте S_{CA} . Вероятнее всего, обеднение илом верхнего горизонта обусловлено выдуванием его при дефляции.

Таким образом, неоднородность дисперсно-карбонатного чернозема по гранулометрическому составу объясняется, с одной стороны, литологической неоднородностью профиля, а с другой – влиянием антропогенного фактора, усилившего процессы дефляции мелкозема.

Профиль чернозема южного (агрочернозема текстурно-карбонатного) в разрезе Ж-24 характеризуется супесчаным гранулометрическим составом (см. табл. 7). Преобладающими фракциями являются крупная пыль и мелкий песок. Их количество в пределах профиля довольно равномерное. Основная часть физической глины в пахотном слое состоит из частиц мелкой пыли, а глубже – из илистых частиц. Обедненность $A_{ПАХ}$ илом объясняется влиянием распространенной на земледельческой территории Тувы ветровой эрозии, при которой происходит выдувание тонких почвенных частиц.

Профиль разреза Т-418, в пределах 0–40 см толщи, отличается среднесуглинистым грансоставом, сменяющимся на легкосуглинистый в почвообразующей породе. В составе фракции физической глины здесь доминируют илистые частицы в отличие от супесчаного чернозема южного. В горизонте S_K наблюдаются заметное сокращение тонких, илистых частиц и укрупнение мелкозема за счет частиц мелкого песка и крупной пыли. В пределах верхней части профиля наблюдается неравномерное распределение этих крупных частиц, что, вероятно, связано с хаотичным присутствием каменистых и хрящеватых включений.

Каштановые почвы, являясь преобладающими на земледельческой территории Тувы, характеризуются суглинистым и супесчаным гранулометрическим составом (см. табл. 7). Супесчаные разновидности каштановых почв встречаются чаще, чем суглинистые.

Профиль (р. Ж-13) темно-каштановой почвы (агрочернозема текстурно-карбонатного агропереуплотненного) отличается очень неоднородным гранулометрическим составом: среднесуглинистым в пахотном слое, легкосуглинистым, переходящим в супесчаный, в текстурно-карбонатном горизонте и рыхлопесчаным в почвообразующей породе. Распределение механических элементов на глубине 90–100 см определяется составом и генезисом отложений, на которых фор-

мировалась почва. Здесь доминирует фракция физического песка, состоящая на 66% из частиц крупного и среднего песка. Причем содержание этих частиц начинает резко увеличиваться с глубины 70 см. Количество физической глины в почвообразующей породе очень незначительное, всего 5%. Соотношение фракций физического песка и физической глины в верхней части профиля (0–70 см) иное. В составе физического песка присутствует довольно много частиц крупной пыли (44–53%) и практически отсутствуют частицы крупного и среднего песка. Физическая глина, достигающая в пахотном слое 32–33%, состоит преимущественно из частиц мелкой пыли и ила. Нетрудно заметить, что механические элементы, составляющие фракцию физической глины, вниз по профилю закономерно убывают.

Таким образом, профиль суглинистой разновидности темно-каштановой почвы характеризуется постепенным, но заметным сокращением доли тонких частиц в мелкозем и общим укрупнением гранулометрического состава за счет крупных частиц. В этом отношении темно-каштановая среднесуглинистая почва не отличается от суглинистых черноземов.

Каштановая (р. Ж-25) и светло-каштановая (р. Ю-138) почвы имеют одинаковый супесчаный гранулометрический состав. В содержании и характере распределения механических элементов по профилю этих почв наблюдаются сходства и различия. Основная часть фракции физической глины в них состоит из тонкопылеватых и илистых частиц, равномерно рассредоточенных по генетическим горизонтам. Фракции физического песка в каштановой почве слагают механические элементы мелкого песка и крупной пыли, а в светло-каштановой почве – преимущественно мелкопесчаные частицы. Эти различия связаны с гранулометрическим составом и литологическим строением почвообразующей породы. В котловинах Тувы наиболее распространенными являются однородное мелкоземистое строение почвообразующей толщи и двучленное, когда мелкозем подстилается песками, песчано-галечниковыми, песчано-щебнистыми грубыми несортированными отложениями. Понятно, что почвообразование и формирование почвенного мелкозема протекают по-разному на таких породах.

Современное функционирование лугово-черноземных почв Тувы осуществляется в результате изменения типа водного питания от грунтового к поверхностному, что сопровождается еще и процессом остепнения растительности. Гранулометрический состав унаследован от почвообразующей породы. В случае ее неоднородности или двучленности отмечается варьирование грансостава в довольно широких пределах.

Рассматривая результаты определения грансостава в почвенном разрезе Т-012 (см. табл. 7), легко заметить значительное увеличение физической глины вниз по профилю. Легкосуглинистая почва в пахотном слое становится тяжелосуглинистой и даже легкоглинистой в иллювиально-карбонатном горизонте, затронутом процессом оглеения. Следовательно, глубоколежащие горизонты лугово-черноземной почвы (агрочернозема гидрометаморфизованного) более мелкоземисты и иловаты, чем поверхностные. При этом соотношение механических элементов в составе физической глины во всем профиле примерно одинаковое. В составе физического песка в каждом слое почвы преобладает крупная пыль. Везде доминируя, количество ее меняется от 27 до 58%. Поэтому легкосуглинистый иловато-крупнопылеватый грансостав в профиле почвы сменяется на тяжелосуглинистый, но по-прежнему иловато-крупнопылеватый. Возможны и другие комбинации гранулометрического состава в таких почвах региона.

Лугово-каштановая почва, на примере разреза Т-129, отличается иным распределением механических элементов. Будучи легкосуглинистой в пределах 0–44 см толщи, она характеризуется накоплением крупнопылеватых и песчаных частиц. Глубже выделяется почвообразующая порода, очень неоднородная по грансоставу. Сначала появляется небольшой слой, в котором возрастает содержание ила, тонкой пыли и еще заметнее – крупной пыли. В следующем слое порода обогащается крупными механическими элементами и становится супесчаной.

Разнообразие вариантов распределения и соотношения механических элементов обнаруживаем в аллювиальных почвах. Поскольку аллювиальные почвы образовались приносом паводковыми водами взмученного материала, размыванием поймы и переотложением на ее поверхности взвешенных в воде частиц в виде аллювия, то и гранулометрический состав аллювия изменяется: суглинистые отложения сменяются песчаными и наоборот. Поэтому для аллювиальных почв характерным признаком считается неоднородность гранулометрического состава.

На примере разреза Ж-15 отметим, что пахотный слой аллювиальной дерновой остепненной почвы имеет легкосуглинистый гранулометрический состав с преобладанием частиц мелкого песка и крупной пыли. На глубине 20–50 см наблюдается супесчаный, а на глубине 60–100 см – уже связнопесчаный грансостав. И в этой толще доминируют мелкий песок и крупная пыль. Содержание ила по всему

профилю очень незначительное. Количество средней и мелкой пыли уменьшается вниз по профилю от 8–10% до 1–2%.

Подытоживая этот раздел, отметим значительную неоднородность профиля тувинских почв по гранулометрическому составу, что оказывает влияние на физические и химические свойства.

4.3. Показатели физических свойств*

Физическое состояние почв приобретает в последние годы особый интерес как в научных исследованиях, так и в практике сельского хозяйства. Лимитирующим фактором для роста и развития растений зачастую являются физические свойства, формирующие водно-воздушный и питательный режимы, условия роста корневой системы.

По известным публикациям, черноземы обыкновенные Тувы характеризуются благоприятными физическими и водно-физическими свойствами: низкой плотностью гумусового горизонта, высокой влагоемкостью и хорошей водопроницаемостью. Исследования, проведенные нами на черноземах обыкновенных легкосуглинистых и черноземах южных супесчаного гранулометрического состава, подтверждают оптимальное сложение 0–40 см толщи почв (0,98–1,19 г/см³). Со второго полуметра отмечается некоторое уплотнение (табл. 8). Структурный состав черноземов хорошо выраженный. В нем доминируют отдельности крупнее 1 мм. На их долю приходится 86–98% почвенной массы. В агрегатном составе, характеризующем водопропрочность структуры, заметна водостойчивость фракций > 3 мм (39–18%). Структурные агрегаты размером 3–1; 1–0,25 мм более интенсивно разрушаются водой. Особенностью чернозема обыкновенного является снижение водостойчивости всех фракций на глубине 40–50 см.

Темно-каштановые суглинистые почвы имеют оптимальное сложение только в 0–20 см слое (1,08–1,20 г/см³). Ниже интенсивная и равномерная пропитка карбонатами способствует уплотнению почвы до 1,21–1,25 г/см³. Среднесуглинистый гранулометрический состав темно-каштановых почв, в котором доля структурообразующих фракций – тонкой пыли и ила достигает 18–29%, способствует образованию крупных отдельностей >10 мм (74–43%). В легкосуглинистой разновидности темно-каштановой почвы отмечается практически одинаковое содержание структурных элементов размером >10; 10–3 и 3–1 мм. Распределение водостойчивой фракции >0,25 мм имеет схожие черты с почвами черноземного типа почвообразования.

* В обработке данных принимала участие Н.Л. Кураченко.

Таблица 8 – Агрофизические свойства почв

| Глубина, см | d _v , г/см ³ | Структурный состав, % | | | | | Агрегатный состав, % | | | |
|--|---------------------------------------|--------------------------|------|------|------------|-------|-------------------------|------|------------|--|
| | | Диаметр фракций, мм | | | | | | | | |
| | | >10 | 10–3 | 3–1 | 1– 0,25 | <0,25 | 7–3 | 3–1 | 1– 0,25 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| Разрез Ж-22. Чернозем обыкновенный среднетощый легкосуглинистый (Чернозем дисперсно-карбонатный среднетощый сильногумусированный легкосуглинистый), Тандинский район | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 0,98 | 22,8 | 30,9 | 34,4 | 5,8 | 6,12 | 35,6 | 19,3 | 14,4 | |
| 10–20 | 1,01 | 42,3 | 26,5 | 17,0 | 8,9 | 5,31 | 34,9 | 12,1 | 9,3 | |
| 20–30 | 1,11 | 74,7 | 13,3 | 4,4 | 3,0 | 4,57 | 26,4 | 1,2 | 10,4 | |
| 30–40 | 1,19 | 62,3 | 14,8 | 11,5 | 7,4 | 4,08 | 23,6 | 2,8 | 6,5 | |
| 40–50 | 1,23 | 29,9 | 24,5 | 37,3 | 5,5 | 2,80 | 3,4 | 0,8 | 8,4 | |
| Разрез Ж-24. Чернозем южный маломощный супесчаный (Агрочернозем текстурно-карбонатный мелкопахотный среднетощый), Улуг-Хемский район | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,04 | 20,6 | 31,2 | 45,3 | 2,7 | 0,20 | 18,2 | 8,1 | 16,2 | |
| 10–20 | 1,08 | 35,6 | 29,8 | 32,2 | 2,3 | 0,07 | 38,7 | 8,3 | 12,1 | |
| 20–30 | 1,12 | 38,6 | 29,1 | 30,1 | 2,0 | 0,17 | 37,7 | 7,0 | 12,0 | |
| 30–40 | 1,14 | 29,9 | 23,9 | 42,9 | 2,8 | 0,60 | 8,1 | 20,8 | 23,8 | |
| Разрез Ж-13. Темно-каштановая среднетощая среднетощая (Агрочернозем текстурно-карбонатный агроуплотненный среднетощый слабогумусированный), Каа-Хемский район | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,18 | 74,1 | 16,7 | 8,0 | 1,0 | 0,21 | 70,8 | 3,7 | 5,2 | |
| 10–20 | 1,21 | 64,7 | 21,3 | 11,8 | 2,0 | 0,22 | 53,9 | 6,4 | 14,3 | |
| 20–30 | 1,21 | 59,7 | 23,2 | 14,5 | 2,4 | 0,22 | 4,2 | 7,8 | 35,0 | |
| 30–40 | 1,21 | 44,9 | 31,0 | 21,6 | 2,2 | 0,25 | 1,3 | 7,5 | 29,8 | |
| 40–50 | 1,22 | 42,7 | 27,2 | 27,6 | 2,3 | 0,27 | 1,3 | 7,3 | 27,5 | |
| Разрез Ж-29. Темно-каштановая среднетощая легкосуглинистая (Агрочернозем текстурно-карбонатный среднетощый среднетощый), Тандинский район | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,06 | 16,3 | 38,4 | 34,9 | 8,5 | 1,9 | 25,0 | 8,1 | 13,2 | |
| 10–20 | 1,09 | 23,1 | 30,5 | 34,6 | 11,1 | 0,7 | 11,2 | 6,8 | 14,7 | |
| 20–30 | 1,22 | 47,0 | 24,0 | 23,3 | 6,2 | 0,5 | 47,5 | 7,6 | 9,4 | |
| 30–40 | 1,23 | 50,3 | 24,3 | 19,3 | 4,8 | 1,3 | 15,2 | 4,2 | 15,7 | |
| 40–50 | 1,25 | 55,6 | 19,8 | 10,9 | 9,8 | 5,9 | 3,6 | 3,1 | 12,6 | |
| Разрез Ж-18. Темно-каштановая маломощная супесчаная (Агрочернозем текстурно-карбонатный мелкий малогумусированный), Каа-Хемский район | | | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,23 | 7,2 | 37,2 | 53,3 | 2,1 | 0,2 | 7,6 | 12,8 | 23,5 | |
| 10–20 | 1,25 | 19,8 | 39,5 | 38,4 | 2,2 | 0,1 | 7,0 | 16,9 | 27,1 | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 20–30 | 1,25 | 23,7 | 32,9 | 38,5 | 4,8 | 0,2 | 34,3 | 12,4 | 16,3 |
| 30–40 | 1,27 | 53,6 | 20,6 | 16,8 | 7,1 | 1,9 | 12,0 | 15,5 | 29,2 |
| 40–50 | 1,29 | 31,2 | 27,6 | 33,7 | 5,4 | 2,1 | 4,0 | 5,8 | 26,3 |
| Разрез Ж-25. Каштановая среднетощая супесчаная (Каштановая типичная мелкая слабогумусированная), Улуг-Хемский район | | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,29 | 21,4 | 24,4 | 52,3 | 1,7 | 0,3 | 2,3 | 3,7 | 12,3 |
| 10–20 | 1,29 | 33,4 | 27,0 | 38,2 | 1,0 | 0,4 | 29,3 | 6,2 | 10,4 |
| 20–30 | 1,29 | 61,4 | 16,3 | 19,9 | 1,6 | 0,9 | 40,0 | 3,9 | 7,6 |
| 30–40 | 1,29 | 41,1 | 14,0 | 10,0 | 3,3 | 31,6 | 8,4 | 3,4 | 10,0 |
| 40–50 | 1,30 | 49,6 | 14,8 | 7,1 | 4,4 | 24,2 | 3,6 | 4,4 | 19,1 |
| Разрез Ж-20. Каштановая среднетощая супесчаная (Агрозем текстурно-карбонатный типичный малогумусированный), Тандинский район | | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,27 | 5,3 | 27,2 | 64,4 | 2,8 | 0,3 | 7,8 | 3,2 | 13,5 |
| 10–20 | 1,27 | 6,9 | 33,7 | 56,8 | 2,5 | 0,3 | 2,7 | 3,6 | 12,3 |
| 20–30 | 1,29 | 13,0 | 28,1 | 48,4 | 8,3 | 2,2 | 5,0 | 4,6 | 19,0 |
| 30–40 | 1,27 | 16,9 | 22,3 | 36,9 | 11,3 | 12,7 | 0,7 | 0,7 | 7,3 |
| 40–50 | 1,29 | 29,3 | 26,1 | 36,9 | 6,4 | 1,4 | 0,7 | 0,8 | 8,8 |
| Разрез Ж-30. Лугово-каштановая маломощная легкосуглинистая (Каштановая гидрометаморфизованная мелкая сильногумусированная), Тандинский район | | | | | | | | | |
| 0–10 | 0,93 | 23,5 | 33,3 | 39,4 | 3,4 | 0,4 | 36,7 | 11,3 | 11,0 |
| 10–20 | 0,97 | 33,9 | 19,8 | 38,8 | 6,9 | 0,6 | 39,2 | 9,2 | 9,0 |
| 20–30 | 1,23 | 32,0 | 34,3 | 29,5 | 3,9 | 0,3 | 23,5 | 5,8 | 16,9 |
| 30–40 | 1,24 | 37,1 | 31,0 | 29,1 | 3,5 | 0,2 | 8,5 | 3,3 | 20,3 |
| 40–50 | 1,27 | 44,1 | 29,9 | 23,5 | 2,3 | 0,2 | 5,1 | 4,0 | 26,0 |
| Разрез Ж-31. Лугово-каштановая маломощная супесчаная (Агрозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный мелкий среднетощая), Тандинский район | | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,09 | 4,5 | 17,8 | 71,0 | 5,7 | 1,0 | 3,4 | 2,9 | 13,3 |
| 10–20 | 1,12 | 42,5 | 19,1 | 28,9 | 7,5 | 2,0 | 15,7 | 5,1 | 12,8 |
| 20–30 | 1,22 | 41,3 | 21,2 | 27,2 | 8,5 | 1,8 | 15,2 | 4,6 | 22,4 |
| 30–40 | 1,24 | 50,0 | 17,3 | 23,1 | 7,6 | 2,0 | 8,1 | 4,9 | 28,7 |
| 40–50 | 1,27 | 32,3 | 22,3 | 37,9 | 5,1 | 2,4 | 1,8 | 3,1 | 23,1 |
| Разрез Ж-15. Аллювиальная дерновая остепненная легкосуглинистая (Агрогумусовая аллювиальная типичная мелкопахотная среднетощая), Каа-Хемский район | | | | | | | | | |
| 0–10 | 0,99 | 8,2 | 28,3 | 59,0 | 4,1 | 0,3 | 10,2 | 7,1 | 21,3 |
| 10–20 | 1,12 | 29,1 | 29,6 | 36,5 | 4,6 | 0,3 | 30,8 | 14,4 | 19,7 |
| 20–30 | 1,29 | 54,8 | 24,4 | 17,5 | 3,1 | 0,2 | 1,0 | 11,2 | 41,7 |
| 30–40 | 1,30 | 47,8 | 26,8 | 21,6 | 3,5 | 0,3 | 1,3 | 10,3 | 37,9 |
| 40–50 | 1,29 | 54,8 | 23,5 | 19,2 | 2,2 | 0,3 | 10,1 | 19,6 | 26,9 |

Агрофизические свойства супесчаных разновидностей темно-каштановых и каштановых почв менее благоприятны. Уплотненное сложение полуметровой толщи ($1,23-1,30 \text{ г/см}^3$), низкая водопрочность структурных отдельностей $>3 \text{ мм}$ ($4-34\%$) в темно-каштановой и $1-3 \text{ мм}$ в каштановой почве ($1-6\%$) обусловлена обогащенностью их фракциями крупной пыли и мелкого песка. Такие элементарные частицы являются пассивным материалом и не принимают активного участия в коагуляции.

Различия в гранулометрическом составе лугово-каштановых почв обусловили неодинаковое содержание водоустойчивых агрегатов. В супесчаных разновидностях в отличие от легкосуглинистых, отмечается слабая водопрочность агрегатов $7-3 \text{ мм}$ ($2-16\%$) и $3-1 \text{ мм}$ ($3-5\%$). При этом почвы имеют схожую оптимальную величину плотности сложения $0-20 \text{ см}$ слоя ($0,93-1,12 \text{ г/см}^3$), уплотнение $20-50 \text{ см}$ толщи до $1,27 \text{ г/см}^3$, а также отсутствие существенных различий в распределении фракций структурного состава.

Агрофизическое состояние аллювиальной дерновой легкосуглинистой почвы по показателям сложения и структурного состава близко к лугово-каштановым почвам этой же разновидности.

Качественная оценка структурного состава почв по содержанию в них агрегатов агрономически ценных фракций (АЦФ) размером $10-0,25 \text{ мм}$ указывает на хорошее структурное состояние пахотного горизонта чернозема обыкновенного. Содержание АЦФ здесь составляет 61% (рис. 27). Неудовлетворительная и удовлетворительная оструктуренность подпахотных слоев обусловлена существенным выходом глыбистых агрегатов $>10 \text{ мм}$, достигающих $62-75\%$ от массы почвы. В черноземах южных отличная оструктуренность $0-20 \text{ см}$ слоя (72%) с глубиной сменяется на хорошую.

Среди каштановых почв неудовлетворительным структурным состоянием отличается темно-каштановая среднесуглинистая почва с содержанием фракций ценного размера $26-40\%$ в $0-30 \text{ см}$ слое. Темно-каштановые и каштановые почвы легкосуглинистого и супесчаного гранулометрического состава обладают отличной оструктуренностью. В слое $0-20 \text{ см}$ этих почв содержание АЦФ достигает $72-94\%$. Далее с глубиной уровень оструктуренности существенно варьирует. В зависимости от подтипа почв и характера их сельскохозяйственного использования он изменяется от отличного до неудовлетворительного.

Гумусово-аккумулятивные горизонты полугидроморфных лугово-каштановых почв и аллювиальной дерновой почвы также обладают отличной структурой (71–81%). На глубине 20–50 см оструктуренность, как правило, хорошая в лугово-каштановых почвах и удовлетворительная в аллювиальных.

Качественная оценка агрегатного состава (ВА) указывает на различное содержание в почвах водопрочных агрегатов $>0,25$ мм. Среди исследуемых почв хорошей водопрочностью структуры обладают только темно-каштановые почвы среднесуглинистого состава. Сумма водопрочных агрегатов достаточно высокая и составляет 77% в слое 0–20 см. Заметим, что наибольшее количество водопрочных агрегатов сосредоточено именно в этом слое гумусово-аккумулятивных горизонтов. Он является наиболее активным и деятельным в биологическом отношении. В нем сосредоточены основные запасы органического вещества, корней и микроорганизмов, что благоприятно сказывается на качестве структуры. Более низкий уровень водопрочности структуры выявлен для подтипов черноземов, темно-каштановой супесчаной почвы, лугово-каштановой и аллювиальной дерновой почвы легкосуглинистого гранулометрического состава.

Содержание водопрочных агрегатов $>0,25$ мм в этих почвах оценивается на удовлетворительном уровне (40–63%). В каштановых и лугово-каштановых почвах супесчаного гранулометрического состава водопрочность соответствует неудовлетворительной оценке (22–32%).

Полученные оценки структурно-агрегатного состава согласуются с гранулометрическим составом исследуемых почв. Установленная сильная обратная зависимость между содержанием фракций агрономически ценного размера и физической глины свидетельствует об усилении глыбообразования с утяжелением гранулометрического состава почв (рис. 28). Гранулометрический состав на 55% определяет выход АЦФ. В отношении водопрочных агрегатов зависимость обратная ($r = -0,81$). Увеличение содержания физической глины в почве способствует усилению их потенциальной способности к оструктуриванию.

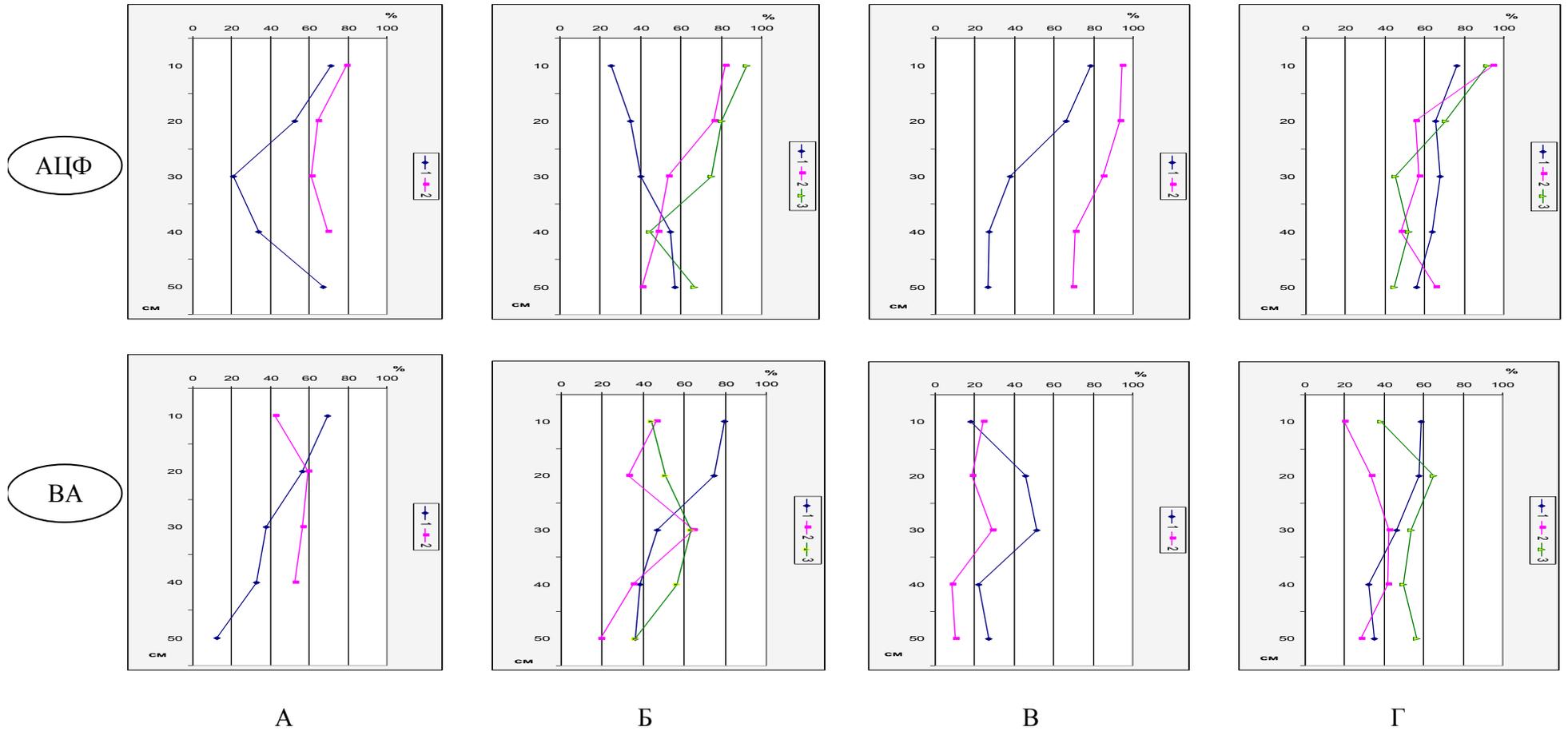
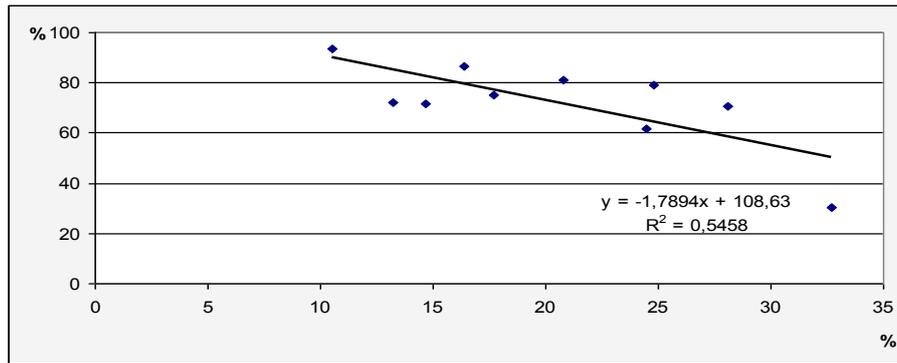
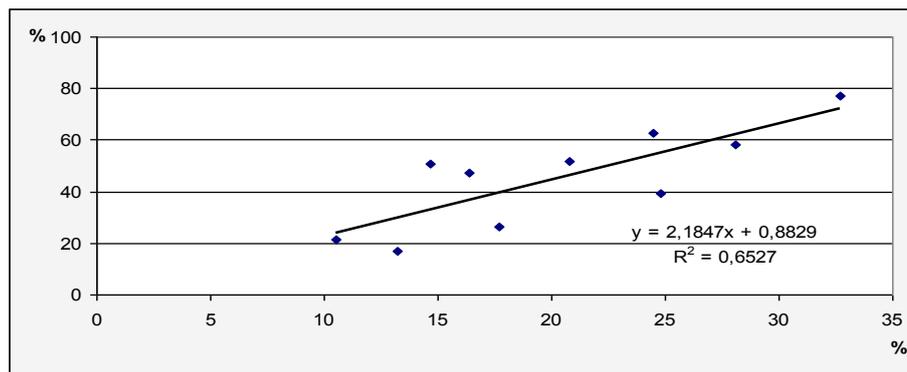


Рисунок 27 – Содержание агрономически ценных (АЦФ) и водопрочных агрегатов (ВА) в профиле черноземов (А): 1– обыкновенных, 2 – южных; темно-каштановых (Б); каштановых (В); лугово-каштановых (Г – 1,2) и аллювиальной дерновой (Г-3), %



А



Б

Рисунок 28 – Зависимость между гранулометрическим составом почв и содержанием агрономически ценных (А) и водопрочных (Б) агрегатов

Таким образом, лучшими по агрофизическому состоянию являются черноземные почвы Тувы. Сочетание оптимальной плотности сложения с отличным структурным и удовлетворительным агрегатным составом позволяет считать их потенциально плодородными. Вовлечение в сельскохозяйственное использование супесчаных разновидностей темно-каштановых и каштановых почв сопровождается деградацией их физических свойств на горизонтном уровне. Она выражается в уплотнении почвы с формированием, как правило, неудовлетворительной оструктуренности по содержанию водопрочных агрегатов.

4.4. Химические и физико-химические свойства

Изученные почвы отличаются по показателям химических и физико-химических свойств (табл. 9). Различия определяются особенностями экологических условий формирования и генезиса почв. Представленный ряд почв характеризуется неодинаковой интенсивностью проявления почвообразовательных процессов: а) дернового и б) миграции и аккумуляции карбонатов. Признаки дернового процесса в черноземах развиваются сильнее и наблюдаются заметнее, чем в каштановых почвах. На фоне ослабления дернового процесса в каштановых почвах усиливается процесс аккумуляции карбонатов.

Таблица 9 – Основные показатели химических и физико-химических свойств почв

| Глубина образца, см | % | | рН _{Н2О} | ЕКО, м- экв/100 г | мг/кг | | | |
|--|-------|------|-------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|
| | гумус | азот | | | легкогидр. азот | N- NO ₃ | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Разрез Ж-22. Чернозем обыкновенный среднетяжелый легкосуглинистый (Чернозем дисперсно-карбонатный среднетяжелый среднетяжелосуглинистый), Тандинский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 6,45 | 0,35 | 7,6 | 36 | 179 | 2 | 37 | 288 |
| 10–20 | 4,77 | 0,27 | 7,6 | 36 | 129 | 2 | 12 | 138 |
| 20–30 | 2,49 | 0,17 | 7,6 | 16 | 78 | 8 | 10 | 136 |
| 30–40 | 1,52 | 0,12 | 7,6 | 16 | 56 | 2 | 9 | 118 |
| 40–50 | 1,17 | - | - | - | - | - | - | - |
| 70–80 | 0,56 | - | - | - | - | - | - | - |
| 90–100 | 0,34 | - | - | - | - | - | - | - |
| Разрез Ч-2. Чернозем обыкновенный среднетяжелый суглинистый (Агрочернозем дисперсно-карбонатный среднетяжелый сильногумусированный), Тандинский район | | | | | | | | |
| 0–13 | 6,89 | 0,67 | - | 44 | 68 | 4 | 68 | 372 |
| 13–27 | 5,95 | 0,51 | - | 40 | 69 | 2 | 17 | 426 |
| 30–40 | 2,69 | 0,33 | - | 38 | 70 | 2 | 11 | 188 |
| 43–53 | 1,48 | 0,17 | - | 24 | - | - | - | - |
| Разрез Ж-24. Чернозем южный маломощный супесчаный (Агрочернозем текстурно-карбонатный мелкопахотный среднетяжелосуглинистый), Улуг-Хемский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 4,06 | 0,28 | 7,4 | 26 | 140 | 12 | 27 | 297 |
| 10–20 | 4,29 | 0,27 | 7,6 | 26 | 126 | 8 | 21 | 200 |
| 20–30 | 2,82 | 0,21 | 7,6 | 18 | 105 | 8 | 13 | 134 |
| 30–40 | 2,40 | 0,19 | 7,6 | 18 | 70 | 8 | 15 | 76 |
| Разрез Ж-6. Чернозем южный карбонатный среднетяжелый легкосуглинистый (Агрочернозем текстурно-карбонатный среднетяжелый сильногумусированный), Пий-Хемский район | | | | | | | | |

Продолжение табл. 9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|------|------|-----|----|-----|----|----|-----|
| 0–20 | 5,28 | 0,60 | - | 42 | 95 | 10 | 33 | 162 |
| 20–50 | 2,00 | 0,53 | - | 18 | - | - | - | - |
| Разрез Ж-13. Темно-каштановая среднемощная среднесуглинистая (Агрочернозем текстурно-карбонатный агропереуплотненный среднепахотный малогумусированный), Каа-Хемский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 3,80 | 0,24 | 7,2 | 29 | 161 | 12 | 22 | 241 |
| 10–20 | 2,80 | 0,23 | 7,2 | 29 | 115 | 2 | 11 | 140 |
| 20–30 | 2,71 | 0,18 | 7,3 | 26 | 105 | 2 | 10 | 138 |
| 30–40 | 2,25 | 0,16 | 7,3 | 26 | 81 | 1 | 9 | 118 |
| 40–50 | 2,25 | - | - | - | - | - | - | - |
| 70–80 | 1,05 | - | - | - | - | - | - | - |
| 90–100 | 0,88 | - | - | - | - | - | - | - |
| Разрез Ч-1. Каштановая обычная среднемощная легкосуглинистая (Агрочернозем текстурно-карбонатный типичный среднепахотный малогумусированный), Тандинский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 2,20 | 0,58 | - | 30 | 56 | 34 | 74 | 228 |
| 10–20 | 2,00 | 0,47 | - | 28 | 57 | 24 | 68 | 124 |
| 25–35 | 1,24 | 0,25 | - | 26 | 58 | 8 | 13 | 96 |
| 35–45 | 0,95 | 0,20 | - | 20 | - | - | - | - |
| 60–70 | 0,24 | - | - | - | - | - | - | - |
| 90–100 | 0,05 | - | - | - | - | - | - | - |
| Разрез Ж-25. Каштановая среднемощная супесчаная (Каштановая типичная мелкая слабогумусированная), Улуг-Хемский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,76 | 0,14 | 7,4 | 14 | 56 | 4 | 24 | 265 |
| 10–20 | 1,56 | 0,14 | 7,4 | 14 | 73 | 4 | 14 | 159 |
| 20–30 | 1,28 | 0,11 | 7,4 | 14 | 56 | 16 | 11 | 113 |
| 30–40 | 0,72 | 0,08 | 7,4 | 14 | 56 | 17 | 10 | 102 |
| 50–60 | 0,62 | - | - | - | - | - | - | - |
| 70–80 | 0,33 | - | - | - | - | - | - | - |
| 90–100 | 0,40 | - | - | - | - | - | - | - |
| Разрез Ч-5. Каштановая карбонатная среднемощная супесчаная (Каштановая типичная мелкая слабогумусированная), Кызыльский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,57 | 0,12 | - | 20 | 87 | 3 | 46 | 242 |
| 10–19 | 1,27 | 0,18 | - | 30 | 89 | 1 | 15 | 202 |
| 30–40 | 0,74 | 0,16 | - | 22 | 90 | 1 | 10 | 70 |
| 50–60 | 0,64 | 0,13 | - | 24 | - | - | - | - |
| 90–100 | 0,27 | - | - | - | - | - | - | - |
| Разрез Ч-4. Светло-каштановая карбонатная маломощная супесчаная (Каштановая типичная мелкая слабогумусированная), Кызыльский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 1,14 | 0,09 | - | 20 | 82 | 5 | 52 | 162 |
| 10–19 | 1,04 | 0,10 | - | 16 | 83 | 2 | 19 | 70 |
| 22–32 | 1,01 | 0,08 | - | 20 | 84 | 2 | 17 | 44 |
| 40–50 | 0,98 | 0,07 | - | 22 | - | - | - | - |
| 60–70 | 0,39 | - | - | - | - | - | - | - |
| Разрез Ч-3. Лугово-черноземная обычная среднемощная суглинистая (Агрочернозем гидрометаморфизованный среднепахотный среднегумусированный), Тандинский район | | | | | | | | |

Окончание табл. 9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|------|------|-----|----|----|----|----|-----|
| 0–15 | 3,80 | 0,45 | - | 26 | 75 | 47 | 33 | 176 |
| 15–30 | 3,75 | 0,38 | - | 34 | 76 | 2 | 27 | 162 |
| 35–45 | 1,24 | 0,21 | - | 26 | 78 | 1 | 9 | 56 |
| 55–65 | 0,22 | 0,08 | - | 20 | - | - | - | - |
| 90–100 | 0,06 | - | - | - | - | - | - | - |
| Разрез Т-012. Лугово-черноземная маломощная легкосуглинистая (Агрочернозем гидрометаморфизованный среднепахотный тучный), Пий-Хемский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 9,4 | 0,58 | 6,9 | 44 | - | - | 46 | 350 |
| 10–24 | 4,0 | 0,26 | 6,6 | 27 | - | - | 31 | 300 |
| 24–30 | 1,7 | 0,13 | 6,7 | 22 | - | - | 29 | 270 |
| 30–47 | 1,4 | - | 7,1 | 12 | - | - | - | - |
| 47–63 | 0,8 | - | 7,3 | - | - | - | - | - |
| Разрез Т-129. Лугово-каштановая маломощная легкосуглинистая (Агроем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный мелкий малогумусированный), Каа-Хемский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 2,87 | 0,20 | 7,0 | 21 | - | - | 19 | 149 |
| 10–20 | 1,78 | 0,11 | 7,2 | 16 | - | - | 12 | 124 |
| 34–44 | 1,00 | 0,06 | 7,8 | - | - | - | 7 | 100 |
| 70–80 | 0,72 | 0,03 | 7,8 | - | - | - | 4 | 80 |
| 96–106 | 0,58 | 0,03 | 7,9 | - | - | - | 4 | 80 |
| Разрез Ж-15. Аллювиальная дерновая остепненная легкосуглинистая (Агрогумусовая аллювиальная типичная мелкопахотная среднегумусированная), Каа-Хемский район | | | | | | | | |
| 0–10 | 3,46 | 0,22 | 7,3 | 16 | 88 | 12 | 17 | 318 |
| 10–20 | 3,72 | 0,23 | 7,3 | 16 | 98 | 6 | 19 | 274 |
| 20–30 | 2,33 | 0,19 | 7,3 | 20 | 73 | 2 | 10 | 181 |
| 30–40 | 2,23 | 0,15 | 7,3 | 20 | 64 | 3 | 9 | 171 |
| 50–60 | 1,50 | - | - | - | - | - | - | - |
| 70–80 | 0,75 | - | - | - | - | - | - | - |
| 90–100 | 0,33 | - | - | - | - | - | - | - |

Количественные оценки содержания общего азота и емкости катионного обмена в почвах зависят от содержания гумуса и гранулометрического состава.

Содержание гумуса в пахотном слое черноземов обыкновенных (агрочерноземов дисперсно-карбонатных) варьирует в пределах 4,77 – 6,89%. Глубже по профилю содержание гумуса довольно резко снижается. Уже на глубине 50–60 см отмечается меньше 1% гумуса, что указывает на небольшую мощность гумусированной части профиля черноземов региона. Основными причинами служат концентрирование корневой системы растений в самом верхнем горизонте почвы, а также особый ритм разложения и трансформации образующих-

ся гумусовых веществ. В условиях короткого периода интенсивной биологической активности, сменяющемся из-за сухости климата более продолжительным периодом биогенной инертности, продукты гумификации закрепляются *in situ* и не передвигаются в составе растворов по профилю.

Имея довольно высокое содержание общего азота, черноземы обыкновенные характеризуются средней обеспеченностью легкогидролизуемым азотом, подвижными формами фосфорных и калийных соединений, очень низкой – нитратным азотом. Реакция почвенного раствора соответствует слабощелочной. Емкость поглощения достигает 36–44 мг-экв/100г в пахотном слое. Глубже по профилю она снижается или постепенно (р. Ч-3), или довольно резко (р. Ж-22), что объясняется не столько изменением гумуса, сколько различным характером распределения механических элементов в этих почвенных разрезах. В составе ЕКО преобладает обменный Ca^{++} , в заметных количествах присутствует обменный Mg^+ . Часто отмечается увеличение доли магния в составе поглощенных катионов в более глубоких слоях почвы. Обменный Na^+ почти не обнаруживается.

Черноземы южные (агрочерноземы текстурно-карбонатные) уступают черноземам обыкновенным (агрочерноземам дисперсно-карбонатным) по некоторым параметрам химических и физико-химических свойств. Они содержат меньше гумуса и общего азота. При этом гумус южных черноземов более обогащен азотом, чем гумус обыкновенных черноземов. Отношение С:N в пахотном слое черноземов южных изменяется от 8,6 (р. Ж-24) до 5,1 (р. Ж-6), а в таком же слое черноземов обыкновенных оно расширяется до 10,8 (р. Ж-22) и 6,5 (р. Ч-3).

Емкость катионного обмена в черноземе южном в еще большей степени зависит от гранулометрического состава, чем в обыкновенном. Так, ЕКО в супесчаной разновидности чернозема южного с содержанием гумуса 4% равняется 28 мг-экв/100 г, а в суглинистой разновидности почвы с содержанием гумуса 5% емкость поглощения увеличивается до 42 мг-экв/100 г. В составе обменных катионов доминирует Ca^{++} . Обеспеченность почв подвижными P_2O_5 и K_2O варьирует от среднего до высокого уровня.

Недостаточность атмосферных осадков в районах распространения каштановых почв обуславливает меньшее, чем на черноземах, развитие биомассы, концентрирование корневой системы в самых верхних слоях почвенного профиля, слабое накопление гумуса и не-

большую мощность гумусового горизонта, меньшую глубину промачивания почвы влагой и вымывание солевых продуктов почвообразования. Верхняя граница карбонатного горизонта в любом подтипе каштановых почв всегда очень резкая. Реакция среды в гумусовом горизонте нейтральная или слабощелочная, в нижних горизонтах – щелочная. Емкость поглощения коррелирует с количеством гумуса и содержанием физической глины. Так, в горизонте *A* каштановой легкосуглинистой почвы она составляет 28–30, в светло-каштановой супесчаной – только 16–20 мг-экв на 100 г почвы (табл. 10). По составу поглощенных оснований каштановые почвы полностью насыщены кальцием и магнием, со средним отношением Ca : Mg порядка 3:1.

Содержание общего азота в гумусовом горизонте *A* в темно-каштановых почвах колеблется в пределах 0,23–0,24% в легко-, среднесуглинистых разновидностях и 0,16% – в супесчаных, в каштановых – 0,52% и 0,14% соответственно. По обеспеченности легкогидролизующим азотом все почвы характеризуются низким содержанием, а нитратным – высоким (каштановая легкосуглинистая) и очень низким (каштановая супесчаная, светло-каштановая). Отмечается очень высокая обеспеченность подвижными формами фосфора в каштановой легкосуглинистой, высокая – в каштановой супесчаной и светло-каштановой. По содержанию обменным калием почвы оцениваются средним (темно-каштановые и каштановые легкосуглинистые) и низким уровнем обеспеченности (светло-каштановые и каштановые супесчаные).

Данные аналитических определений в двух приведенных разрезах лугово-черноземной (агрочернозема гидрометаморфизованного) почвы иллюстрируют довольно большое разнообразие свойств этих почв в регионе. Содержание гумуса в них изменяется в очень больших пределах: от тучных до среднегумусированных. Повышенная гумусированность является следствием хорошего развития лугово-степной растительности в условиях достаточного глубинного увлажнения. Корневой опад, достигающий 8–10 т/га, способствует обновлению израсходованных в процессах минерализации гумусовых веществ и сохранению их устойчивости. Следует подчеркнуть, что часто в профиле лугово-черноземной почвы наблюдается резкое уменьшение количества гумуса даже с глубины 10 см (р. Т-012). Подобное можно считать провинциальной особенностью таких почв, обуслов-

ленной жесткими климатическими условиями как в зимнее (промерзание), так и в летнее (иссушение) время.

Содержание общего азота в профиле лугово-черноземных почв коррелирует с содержанием гумуса. Нейтральная реакция среды в верхних горизонтах сменяется глубже на слабощелочную. ЕКО в зависимости от содержания гумуса изменяется от 26 до 40 мг-экв/100г. Вниз по профилю в 2 раза уменьшается. Почвы оцениваются как низкой, так и повышенной обеспеченностью питательными элементами.

Лугово-каштановые почвы имеют большое сходство с автоморфными каштановыми почвами, по крайней мере, в верхних горизонтах. Массивы этих почв, так же как и лугово-черноземных, частично распаханы и используются для возделывания сельскохозяйственных растений. В таблице 10 даны основные показатели химических и физико-химических свойств типичного разреза лугово-каштановой почвы на пашне Каа-Хемского района. Агрогенное использование приводит к сильному уменьшению мощности гумусового горизонта и резкому уменьшению содержания гумуса, что определяет переименование ее в агрозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный. Однако скажем, что содержание гумуса в лугово-каштановой почве в 1,3–1,5 раза превышает таковое в каштановой и более чем в 2 раза – в светло-каштановой почве. Величина ЕКО уступает значениям емкости поглощения в лугово-черноземной почве. Поглощающий комплекс насыщен кальцием и магнием, при соотношении между ними 4:1. Содержание обменного натрия незначительное. Обеспеченность почв подвижным фосфором средняя, а обменным калием – низкая.

Некоторые свойства аллювиальных почв рассмотрим на примере разреза Ж-15 (см. табл. 9). Почва небогата гумусом, имеет невысокую ЕКО, слабощелочной рН. По содержанию подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое (0–20 см) почва отличается средней обеспеченностью. Содержание гидролизуемого азота в почве очень низкое, нитратного – среднее, а на глубине 20–40 см – очень низкое.

Аллювиальные почвы в Туве являются карбонатными, но содержание карбонатов обычно небольшое, распределяется по профилю неравномерно и не образует четко выделяющегося карбонатного горизонта.

Длительное сельскохозяйственное использование почв при низком уровне технологии возделывания культур на фоне усилившихся эрозионных процессов сопровождается снижением содержания гумуса и питательных элементов.

4.5. Биологическая активность почв

При выращивании сельскохозяйственных культур плодородие почвы зависит главным образом от активности полезной микрофлоры и других компонентов почвенной биоты. Уровень активности биоты в почве поддерживается пожнивными остатками однолетних растений, выращиванием многолетних трав, использованием сидератов, внесением органических удобрений.

Современное земледелие в регионе не обеспечивает интенсификацию биологической активности почв. К тому же научные сведения по оценке биологического состояния пахотных почв совершенно отсутствуют, что затрудняет объективный и полный анализ качества этих почв. Чтобы как-то компенсировать этот пробел, приведем единичные данные по целлюлозоразлагающей способности в почвенном профиле шести разрезов (рис. 29), полученные нами по методу аппликаций И.С. Вострова и А.Н. Петровой (1961).

Выделим основные закономерности:

- наибольшая активность целлюлозоразложения в любой почве наблюдается в верхних гумусированных, обогащенных живыми корнями и растительными остатками слоях;
- глубже 30 см отмечается заметное снижение интенсивности целлюлозоразложения;
- черноземы и темно-каштановые почвы отличаются наибольшей активностью биоты по сравнению с каштановыми;
- профиль аллювиальной почвы характеризуется значительной неоднородностью интенсивности распада целлюлозы: максимальная в слое 20–30 см, глубже постепенно ослабевает, а затем на глубине 90–100 см снова повышается. Это объясняется слоистостью профиля, чередованием иловатых и песчаных прослоек и обилием мортмассы в отдельных срединных слоях и даже глубже.

Фрагментарное описание биологического состояния почв региона, к сожалению, не наполняет тот банк данных, который необходим для разработки способов рационального использования земель и эффективного земледелия. Поэтому важны организация и постановка экспериментальных исследований по биологии почв Тувы.



Рисунок 29 – Модельный опыт по разложению фильтровальной бумаги на почвенных образцах из разрезов

4.6. Гумусное состояние почв

4.6.1. Содержание и запасы гумуса в почвах

Гумусное состояние почв Тувы практически не изучено. Известны лишь данные М.В. Кириллова (1947), В.А. Носина (1963) и С.С. Курбатской (2001б). Между тем сплошная распашка пастбищных угодий в годы освоения целинных земель обусловила катастрофическое проявление деградационных процессов, прежде всего дефляцию почвенного покрова (Савостьянов, 2003; Солдатов, Соловьева, Пашнева, Порядина, 2003; Кальная, 2004а; 2004б). По материалам (Субрегиональная национальная программа ..., 2000), дефляции подвержено 43% сельскохозяйственных (1,5 млн га), 83% - пахотных (0,3 млн га) и 38% (1,1 млн га) – пастбищных угодий. Это привело к нарушению сложившегося в почвах природного равновесия, в результате чего гу-

мус утратил свои характерные черты как в количественном, так и качественном отношении. В таких условиях нужны современные материалы не только о содержании и запасах гумуса в пахотных почвах Тувы, но и данные о соотношении и запасах подвижной части гумуса, которая в процессах минерализации является источником элементов питания для растений и источником CO_2 для атмосферы, и стабильной части гумуса – относительно устойчивой к разложению.

Анализируя группу автоморфных почв, видим, что содержание гумуса в них подчиняется установленной И.В. Тюриным (1965) закономерности (табл. 10). Изученные почвы по содержанию гумуса выстраиваются в следующий убывающий ряд: чернозем обыкновенный > чернозем южный > темно-каштановая > каштановая > светло-каштановая. Ошибка средних значений параметра для этих почв находится в пределах 0,10–0,39. Наибольшей величиной стандартного отклонения отличается ряд данных содержания гумуса в черноземе обыкновенном, меньшей – в каштановых почвах.

Таблица 10 – Статистические параметры содержания гумуса (%) в пахотном слое почв сельскохозяйственной территории Тувы (1998–2003 годы)

| Почва | n | min | max | X | S_x | S | S^2 | V |
|--|----|------|------|------|-------|------|-------|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Чернозем обыкновенный (агрочернозем дисперсно-карбонатный) | 12 | 2,63 | 7,12 | 4,36 | 0,39 | 1,34 | 1,80 | 31 |
| Чернозем южный (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 30 | 2,35 | 6,73 | 3,94 | 0,18 | 0,99 | 0,98 | 25 |
| Лугово-черноземная (агрочернозем гидрометаморфизованный) | 12 | 2,84 | 7,66 | 5,25 | 0,49 | 1,68 | 2,81 | 32 |
| Темно-каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 42 | 2,27 | 4,35 | 3,42 | 0,10 | 0,64 | 0,41 | 42 |
| Каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 73 | 1,43 | 4,50 | 2,52 | 0,13 | 1,10 | 1,21 | 44 |
| Светло-каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 25 | 1,42 | 3,82 | 2,13 | 0,15 | 0,74 | 0,55 | 35 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|----|------|------|------|------|------|------|----|
| Лугово-каштановая (агрозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный) | 14 | 1,26 | 4,89 | 3,26 | 0,40 | 1,50 | 2,26 | 46 |
| Аллювиальная дерновая (агротемно-гумусовая аллювиальная) | 30 | 1,45 | 6,20 | 3,13 | 0,28 | 1,51 | 2,27 | 48 |
| Аллювиальная дерновая остепненная (агрогумусовая аллювиальная) | 42 | 1,31 | 3,56 | 2,39 | 0,11 | 0,69 | 0,48 | 42 |

Здесь и далее: n – объем выборки, \min – минимальное значение, \max – максимальное значение, \bar{X} – среднее значение, S_x – ошибка средней, S – стандартное отклонение, S^2 – дисперсия, V – коэффициент вариации.

Среднее содержание гумуса в пахотном слое чернозема обыкновенного (из 12 разрезов) равняется $4,36 \pm 0,39\%$, а коэффициент вариации – 31%, что по оценкам (Савич, 1971) свидетельствует о средней изменчивости содержания гумуса. Очевидно, это связано с неодинаковой мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта исследованных черноземов, неоднородностью поступления в почву растительных остатков и перемешивания их при обработке почвы. Действительно, в выборку данных из 12 разрезов вошли маломощные виды черноземов с минимальным количеством гумуса, равным 2,63%, и мощные черноземы обыкновенные с максимальным содержанием гумуса, достигающим 7,12%. Дисперсия как основной показатель варьирования также отражает пространственную динамику гумуса.

Содержание гумуса в пахотном слое чернозема южного уменьшается до $3,94 \pm 0,18\%$. Стандартная ошибка и стандартное отклонение указывают на меньшую, чем в черноземе обыкновенном, неоднородность отдельных значений показателя в выборке данных. Еще В.А. Носин (1963) относил южные черноземы Тувы к категории малогумусных. Он отмечал, что среднее содержание гумуса в этих почвах составляет 4,0–5,2% с возможным отклонением в низшую сторону до 1% на старопахотных массивах. Для профильного распределения характерна концентрация основных запасов гумуса в поверхностных слоях.

Низкое содержание гумуса при небольшой мощности гумусово-аккумулятивного горизонта в каштановых почвах обусловлено экологическими условиями почвообразования и легким гранулометрическим составом. Сокращение растительного опада и усиление процессов минерализации гумусовых веществ в связи с изменением физических свойств и гидротермических условий приводят к снижению содержания гумуса в темно-каштановых почвах до $3,42 \pm 0,10\%$, в каштановых – до $2,52 \pm 0,13\%$ по сравнению с черноземами. В то же время варьирование содержания гумуса по-прежнему среднее и высокое.

Самым низким количеством гумуса в ряду каштановых почв отличаются светло-каштановые почвы. Они являются преимущественно супесчаными почвами по гранулометрическому составу и сформировались при участии изреженной ковыльно-типчаковой растительности. Условия обостренной недостаточности увлажнения, проявляющиеся ксерофильностью и малой биологической продуктивностью растительного покрова, придают светло-каштановым почвам существенные отличия от каштановых и тем более от темно-каштановых почв. Эти отличия заключаются прежде всего в худшем развитии гумусово-аккумулятивного горизонта и его малой гумусности. Следует обратить внимание на то, что изучаемые элементарные вариационные ареалы светло-каштановой почвы заметно различаются по содержанию гумуса: минимальное значение равняется $1,42\%$, максимальное – $3,82\%$. Коэффициент вариации, являясь отношением дисперсии к среднему значению, достигает 35% .

По данным С.С. Курбатской (2001б), гумус темно-каштановых почв межгорных котловин Тувы составляет от $3,8\%$ до $5,5\%$, каштановых – $2,1-3,6\%$, светло-каштановых – $1,6-1,8\%$. Отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в каштановых почвах равняется $0,82$.

Полугидроморфные и гидроморфные почвы Тувы по содержанию гумуса образуют следующий ряд: лугово-черноземная > лугово-каштановая > аллювиальная дерновая > аллювиальная дерновая остепненная. Величина коэффициента вариации позволяет по известной группировке (Савич, 1971) оценить варьирование содержания гумуса в этих почвах как высокое (до 48%). Следовательно, в большей части выборки количественная оценка гумуса выше или ниже среднего значения.

Лугово-черноземные почвы обладают морфологическим обликом и основными свойствами черноземов, но отличаются более обильным увлажнением, более мезофильным характером раститель-

ного покрова и наличием в нижней части профиля признаков и свойств лугового генезиса. Наибольшее распространение эти почвы имеют в Тоджинской котловине, где они приурочены к древнеаллювиальным террасам своеобразного лесо-лугово-степного ландшафта. Содержание гумуса в лугово-черноземных почвах изменяется от 2,84% до 7,66%, что определяет довольно высокие значения ошибки, стандартного отклонения и коэффициента вариации. Среднее содержание гумуса в пахотном слое этих почв равняется $5,25 \pm 0,49\%$. Повышенная гумусированность лугово-черноземных почв по сравнению с черноземами является следствием лучшего развития растительности в условиях хорошего увлажнения. По мнению В.А. Носина (1963), гумус сформирован в процессе современного почвообразования и по составу близок к гумусу черноземов. Вместе с тем какая-то часть гумуса в лугово-черноземных почвах может быть остаточной от предшествующей, более гидроморфной стадии развития.

Содержание гумуса в лугово-каштановых почвах снижается до $3,26 \pm 0,40\%$. Наибольшие массивы этих почв находятся в Турано-Уюкской котловине, где они приурочены к пониженным формам рельефа в условиях степного и сухостепного ландшафта. Профиль слабо дифференцирован по морфологическим признакам и гранулометрическому составу. Как абсолютное (дисперсия), так и относительное (коэффициент вариации) варьирование содержания гумуса высокое, что подчеркивает существенную пространственную неоднородность в свойствах этих почв. Она вызвана следующими причинами. Лугово-каштановые почвы не образуют крупных обособленных контуров, а чаще всего являются одним из главных компонентов почвенных сочетаний. Поверхность имеет заметную микроволнистость с комплексным в прошлом характером растительности: редкотравной полынно-злаковой, карагано-полынно-злаковой или ковыльно-тонконогово-житняковой. Свойства этих почв определяются не только биоклиматическими закономерностями почвообразования, но и локальными гидротермическими условиями генезиса.

Большая изменчивость и сложность сочетания факторов почвообразования обуславливают значительные колебания в содержании гумуса аллювиальных почв, высокие значения коэффициента вариации, дисперсии, ошибки и стандартного отклонения в пределах выборки данных. Аллювиальные дерновые почвы с максимальным количеством гумуса до 6,20% образуются под влиянием дернового процесса. Это проявляется в формировании биологически активного гу-

мусово-аккумулятивного горизонта, в котором сосредотачиваются питательные элементы. Аллювиальные дерновые остепненные отличаются низким содержанием гумуса, $2,39 \pm 0,11\%$.

Следует отметить, что полученные нами статистические параметры содержания гумуса отражают гумусное состояние почв региона на период последнего тура агрохимического обследования (1998–2003 годы). Сравнивая эти данные с ранее опубликованными (Носин, 1963), необходимо сказать о тенденциях заметного снижения содержания гумуса в пахотных почвах Тувы. Причины заключаются, во-первых, в дефляции и выдувании мелкозема, резко усилившихся после распашки целинных земель (Назын-оол, 2000; 2004); во-вторых, в уменьшении запасов поступающих в почву корневых и пожнивных остатков сельскохозяйственных растений по сравнению с естественной растительностью; в-третьих, высокой интенсивностью процессов минерализации органического вещества в условиях сухого, жаркого климата.

Анализируя гумусное состояние почв, приуроченных к той или иной ландшафтно-климатической зоне земледельческой территории Тувы (табл. 11, 12, 13), выделим четкие закономерности:

- почвы в лесостепной зоне отличаются большей гумусированностью, чем аналогичные почвы в степи и сухостепи;
- в любой из зон содержание гумуса падает в ряду черноземы > каштановые почвы.

Таблица 11 – Статистические параметры содержание гумуса (%) в пахотном слое почв лесостепи (1998–2003 годы)

| Почва | n | min | max | X | S _x | S | S ² | V |
|--|----|------|------|------|----------------|------|----------------|----|
| Чернозем обыкновенный (агрочернозем дисперсно-карбонатный) | 9 | 3,29 | 7,12 | 4,49 | 0,43 | 1,29 | 1,66 | 29 |
| Чернозем южный (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 20 | 2,26 | 6,73 | 4,37 | 0,21 | 0,93 | 0,87 | 21 |
| Лугово-черноземная (агрочернозем гидрометаморфизованный) | 11 | 2,93 | 7,66 | 5,46 | 0,47 | 1,57 | 2,46 | 29 |
| Аллювиальная дерновая (агротемно-гумусовая аллювиальная) | 10 | 1,95 | 6,20 | 3,74 | 0,41 | 1,31 | 1,71 | 35 |

Это обусловлено тем, что в лесостепной зоне создаются более оптимальные экологические условия для накопления органического вещества в процессе гумусообразования. А также тем, что в регионе преобладают почвы с легким гранулометрическим составом, интенсивно подвергающимся эрозии, особенно в сухостепной зоне (Солдатова, Соловьева и др., 2003). На период 2000 года процессами опустынивания было охвачено 39,2% от всей площади сельхозугодий республики, под влиянием дефляции – 30% сельхозугодий (Кальная, 2004а).

Для сравнения приведем данные по России и другим регионам. Из 186 млн га сельскохозяйственных угодий Российской Федерации, по официальным данным Роскомзема и Минприроды, около 60 млн га (32%) подвержены эрозии и дефляции (Добровольский, 1997).

Таблица 12 – Статистические параметры содержания гумуса (%) в пахотном слое почв степи (1998–2003 годы)

| Почва | n | min | max | X | S _x | S | S ² | V |
|---|----|------|------|------|----------------|------|----------------|----|
| Чернозем обыкновенный (агрочернозем дисперсно-карбонатный) | 6 | 1,80 | 6,65 | 3,71 | 0,85 | 2,08 | 4,33 | 56 |
| Чернозем южный (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 9 | 1,89 | 5,95 | 3,58 | 0,47 | 1,40 | 1,96 | 39 |
| Темно-каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 43 | 1,68 | 4,95 | 2,99 | 0,11 | 0,79 | 0,53 | 24 |
| Каштановая (агрозем текстурно-карбонатный) | 39 | 1,19 | 4,58 | 2,51 | 0,16 | 0,98 | 0,95 | 39 |
| Лугово-каштановая (агрозем текстурно-карбонатный гидроморфизо-ванный) | 11 | 1,74 | 4,89 | 3,59 | 0,40 | 1,32 | 1,75 | 37 |
| Аллювиальная дерновая (агротемно-гумусовая аллювиальная) | 13 | 1,45 | 5,07 | 2,35 | 0,27 | 0,96 | 0,93 | 41 |
| Аллювиальная дерновая остепненная (агро-гумусовая аллювиальная) | 13 | 1,29 | 4,56 | 2,38 | 0,28 | 1,00 | 0,99 | 42 |

Таблица 13 – Статистические параметры содержания гумуса (%) в пахотном слое почв сухостепи (1998–2003 годы)

| Почва | n | min | max | X | S _x | S | S ² | V |
|---|----|------|------|------|----------------|------|----------------|----|
| Чернозем южный (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 3 | 1,81 | 2,90 | 2,35 | 0,32 | 0,55 | 0,30 | 23 |
| Каштановая (агрозем текстурно-карбонатный) | 29 | 1,18 | 2,55 | 1,76 | 0,07 | 0,37 | 0,14 | 21 |
| Светло-каштановая (агрозем текстурно-карбонатный) | 12 | 0,72 | 2,38 | 1,57 | 0,17 | 0,60 | 0,36 | 38 |
| Аллювиальная дерновая (агротемно-гумусовая аллювиальная) | 4 | 1,58 | 2,70 | 1,96 | 0,26 | 0,52 | 0,27 | 26 |
| Аллювиальная дерновая остепненная (агро-гумусовая аллювиальная) | 26 | 1,48 | 3,69 | 2,08 | 0,09 | 0,47 | 0,22 | 23 |

В Хакасии дефляции подвержено в разной степени 34% сельскохозяйственных угодий (0,6 млн. га), 5,6% пашни (0,4 млн га) и пастбищ 20% (0,2 млн га), доля эродированных сельскохозяйственных угодий составляет 9% (157,1 тыс. га) и пашни – 12% (8,8 тыс. га) (Субрегиональная национальная программа ..., 2000).

В южных районах Красноярского края доля дефлированных сельскохозяйственных угодий составляет 23% (513,1 тыс. га), пашни – 35% (465,1 тыс. га), эродированных – 7% (146,9 тыс. га) (Субрегиональная национальная программа ..., 2000).

Такая же закономерность в снижении потенциального плодородия отмечена в некоторых хозяйствах Алтайского края, в зоне каштановых и темно-каштановых почв (Галеева, Галеев, 2004). Высокая распаханность территории северо-западной части этой зоны (84%) на фоне засушливого климата и частых суховеев приводит в ветровой эрозии. Здесь дефляционно-опасные земли составляют 85%, слабодефлированные – 8,5% и лишь 1,6% – недефлированные.

В Республике Бурятия из общей площади пашни (975 тыс. га) на долю эродированной и потенциально опасной приходится 650 тыс. га, или 66% (Сордонова, 2004).

Эрозии подвержены почвы в Южной Америке, Ираке, Сирии, Ливане, Нидерландах и других странах мира (Beasley, 1989).

Рассмотрим далее результаты исследований о следующем показателе гумусного состояния почв Тувы.

Запасы гумуса в 0–20 см слое почв Тувы коррелируют с содержанием гумуса и в ряду изученных почв снижаются от черноземов (104 т/га) к светло-каштановой (62 т/га) и аллювиальной дерновой остепненной (52 т/га) почвам (рис. 30). Используя систему показателей гумусного состояния почв (Гришина, Орлов, 1978; Гришина, 1986), отметим, что запасы гумуса в черноземе обыкновенном оцениваются средним уровнем, в остальных почвах – низким.

Запасы гумуса в пахотном слое почв, распространенных в разных ландшафтно-климатических зонах Тувы, представлены на рисунке 31. Запасы гумуса в пахотном слое почв лесостепи выше, чем в степи и сухостепи. В соответствии с системой показателей гумусного состояния почв скажем, что в лесостепной зоне 94% почв имеют средние запасы гумуса, а 6% - низкие.

Все почвы степной зоны характеризуются низким содержанием органического вещества в пахотном слое и низкими и очень низкими запасами гумуса. Запасы гумуса варьируют от очень низких (46 т/га) в аллювиальных дерновых почвах до низких (83–88 т/га) – в черноземах. Доминирующим типом почв пахотных массивов степи являются каштановые, которые занимают 92% от общей площади пашни степи и отличаются низкими и очень низкими запасами гумуса.

В сухостепной зоне 60% пашни представлено каштановыми почвами, которые характеризуются очень низким уровнем гумусности и очень низкими (светло-каштановая) запасами (46 т/га) гумуса в пахотном слое.

Изученные почвы по сравнению с почвами других регионов имеют ряд отличительных черт гумусного состояния (табл. 14). К ним прежде всего следует отнести пониженное содержание и запасы гумуса, малую мощность гумусового горизонта. По данным А.Д. Самбуу (2001), Ч.С. Кыргыз (2004), встречаются каштановые почвы с запасами гумуса всего 29–12 т/га в пахотном слое. По исследованиям С.С.Курбатской (2001а), запас гумуса в слое 0–15 см в черноземе южном маломощном легкосуглинистом Убсу-Нурской котловины равен $9,3 \text{ кг/м}^2$, в темно-каштановой среднемощной супесчаной – $6,9$

кг/м², в каштановой маломощной легкосуглинистой – 4,9 кг/м², в светло-каштановой маломощной легкосуглинистой – 3,2 кг/м². В почвах Средней Сибири, в пределах Красноярского края, черноземы обыкновенные характеризуются высоким (7,7%) содержанием гумуса, черноземы южные (4,9%) – средним (Чупрова, 2003). Большинство черноземов пашни Красноярского края оценивается высокими запасами гумуса (150–200 т/га в слое 0-20 см).

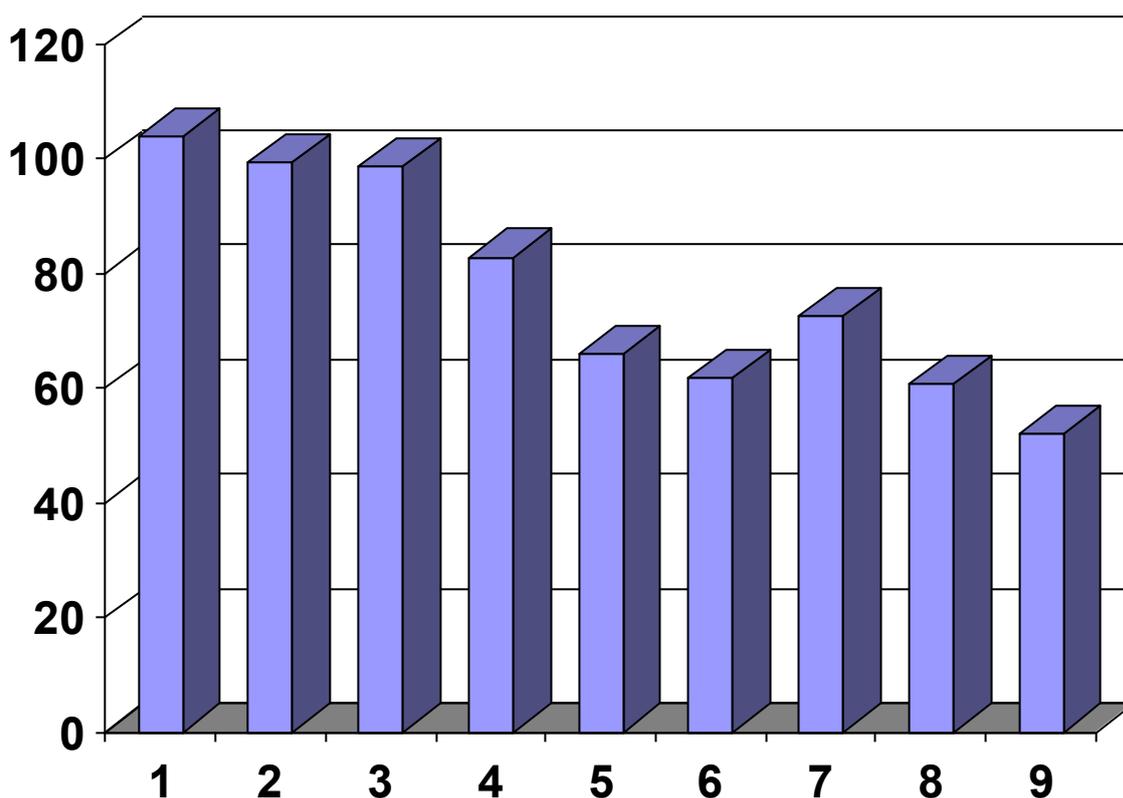


Рисунок 30 – Запасы гумуса в почвах Тувы, т/га в слое 0–20 см:

- 1 – чернозем обыкновенный (агрочернозем дисперсно-карбонатный); 2 – чернозем южный (агрочернозем текстурно-карбонатный); 3 – лугово-черноземная (агрочернозем гидрометаморфизованный); 4 – темно-каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный); 5 – каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный); 6 – светло-каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный); 7 – лугово-каштановая (агрочернозем гидрометаморфизованный); 8 – аллювиальная дерновая (агрочернозем гумусовая аллювиальная); 9 – аллювиальная дерновая остепненная (агрочернозем гумусовая аллювиальная)

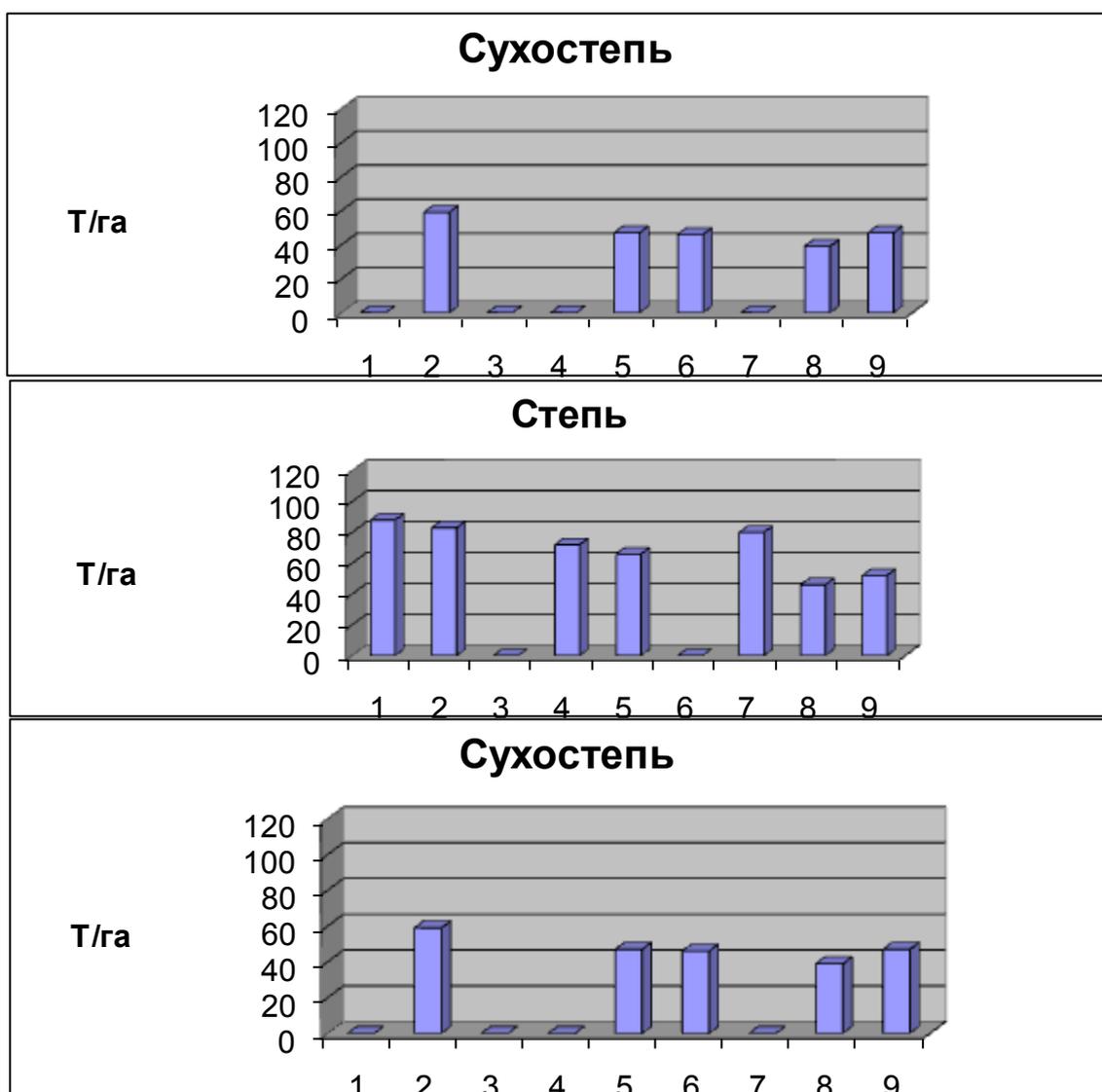


Рисунок 31 – Запасы гумуса в пахотном слое почв: 1 – чернозем обыкновенный; 2 – чернозем южный; 3 – лугово-черноземная; 4 – темно-каштановая; 5 – каштановая; 6 – светло-каштановая; 7 – лугово-каштановая; 8 – аллювиальная дерновая; 9 – аллювиальная дерновая остепненная

Таблица 14 – Сравнительная оценка гумусного состояния почв

| Почва | Содержание гумуса, % | Мощность гумусового горизонта, см | Запасы гумуса, т/га | Источник |
|---|----------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Чернозем типичный, Стрелецкая степь | 8,4 | 20 | 168 | Ганжара, 1997 |
| Чернозем обыкновенный, Ростовская область | 3,3–4,6 | 51–115 | 143–415 | Безуглова, Звягинцева, Горинова, 1995 |

Продолжение табл. 14

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-----------|-------|---------|--|
| Чернозем обыкновенный, Куйбышевская, Саратовская обл. (орошаемые) | 4,08 | 20 | 88–97 | Орлов, Бирюкова, Розанова, 1996 |
| Чернозем обыкновенный, Северный Кавказ | 4,93–6,29 | 30 | 166–212 | Давлятшин, Беспяева, Черницына, 1996 |
| Чернозем обыкновенный, Хакасия | 6,0 | 20 | 140 | Донская, 2004б |
| Чернозем южный, Ростовская область | 3,0–3,6 | 45–68 | 116–202 | Безуглова, Звягинцева, Горяинова, 1995 |
| Чернозем южный, Хакасия | 3,6 | 20 | 87 | Донская, 2004б |
| Темно-каштановая, Ростовская обл. | 2,8 | 58 | 171 | Безуглова, Звягинцева, Горяинова, 1995 |
| Темно-каштановая, Куйбышевская, Саратовская обл. (орошаемые) | 3,11 | 20 | 72–75 | Орлов, Бирюкова, Розанова, 1996 |
| Каштановая, Ростовская обл. | 2,4 | 47 | 115 | Безуглова, Звягинцева, Горяинова, 1995 |
| Каштановая, Хакасия | 2,0 | 20 | 52 | Донская, 2004б |
| Светло-каштановая, Куйбышевская, Саратовская обл. (орошаемые) | 2,22 | 20 | 49–58 | Орлов, Бирюкова, Розанова, 1996 |
| Светло-каштановая, Ростовская обл. | 1,8 | 39 | 75 | Безуглова, Звягинцева, Горяинова, 1995 |
| Аллювиальная луговая, лесостепь Русская равнина | 4,8–7,2 | 20 | 77–198 | Ахтырцев, Яблонских, 1995 |
| Каштановая супесчаная среднемошная Ямаалыг, Тува | 1,23 | 20 | 29 | Самбуу, 2001 |
| Каштановая супесчаная среднемошная Чоогей, Тува | 1,45 | 20 | 45 | Самбуу, 2001 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|------|----|----|--------------|
| Каштановая средне-мощная супесчаная сухая степь Ончалаан, Убсунурская котловина, Тува | 1,17 | 10 | 13 | Кыргыз, 2004 |
| Каштановая средне-мощная супесчаная сухая степь, Цугер-Элисс, Убсунурская котловина, Тува | 1,05 | 10 | 12 | Кыргыз, 2004 |
| Светло-каштановая, Торе-Холь, Тува | 0,71 | 15 | 12 | Кыргыз, 2004 |

Таким образом, запасы гумуса в слое 0–20 см уменьшаются от зоны лесостепи к степи и сухой степи. Уровень гумусности также падает от среднего в лесостепной зоне до очень низкого в сухостепной зоне. Гумусное состояние около 84% почв земледельческой территории Тувы оценивается как низкое и очень низкое, и только 16% относится к среднегумусным (табл. 15). Причиной очень низкого и низкого уровня гумусности пахотных почв является сильное антропогенное воздействие на них, наличие легких почвообразующих пород, распашка эрозионно-опасных земель в годы освоения целины, вызвавшая всплеск минерализационных процессов.

Таблица 15 – Гумусное состояние пахотных массивов в ландшафтно-климатических зонах

| Тип, подтип почвы | Содержание гумуса в пахотном слое, % | Запасы гумуса в пахотном слое, т/га |
|---|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Лесостепь | | |
| Чернозем обыкновенный (агро-чернозем дисперсно-карбонатный) | 4,49 среднее | 104 средние |
| Чернозем южный (агрочернозем текстурно-карбонатный) | 4,37 среднее | 101 средние |
| Лугово-черноземная (агрочернозем гидрометаморфизованный) | 5,46 среднее | 101 средние |
| Аллювиальная дерновая (агротемно-гумусовая аллювиальная) | 3,74 низкое | 70 низкие |

| 1 | 2 | 3 |
|--|----------------------|--------------------|
| Степь | | |
| Чернозем обыкновенный (агро- чернозем дисперсно- карбонатный) | 3,71 низкое | 88 низкие |
| Чернозем южный (агрожернозем текстурно-карбонатный) | 3,58 низкое | 83 низкие |
| Темно-каштановая (агрожерно- зем текстурно-карбонатный) | 2,99 низкое | 72 низкие |
| Каштановая (агрозем текстурно- карбонатный) | 2,51 низкое | 66 низкие |
| Лугово-каштановая (агрозем тек- стурно-карбонатный гидромета- морфизованный) | 3,59 низкое | 80 низкие |
| Аллювиальная дерновая (агро- темно-гумусовая аллювиальная) | 2,35 низкое | 46 очень низкие |
| Аллювиальная дерновая остеп- ненная (агрогумусовая аллюви- альная) | 2,38 низкое | 52 низкие |
| Сухостепь | | |
| Чернозем южный (агрожернозем текстурно-карбонатный) | 2,35 низкое | 59 Низкие |
| Каштановая (агрозем текстурно- карбонатный) | 1,76 очень низкое | 47 очень низкие |
| Светло-каштановая (агрозем тек- стурно-карбонатный) | 1,57 очень низкое | 46 очень низкие |
| Аллювиальная дерновая (агро- темно-гумусовая аллювиальная) | 1,96 очень низкое | 39 очень низкие |
| Аллювиальная дерновая остеп- ненная (агрогумусовая аллюви- альная) | 2,08 очень низкое | 47 очень низкие |

Содержание гумуса по вертикали профиля имеет характер постепенного снижения, хотя и варьирует в различных почвенных типах (рис. 32). Наиболее резкое уменьшение гумуса (в 3–5 раза на глубине 40–50 см) отмечается в почвах черноземного типа. Постепенное убывание гумуса в 1,2–2 раза отмечается в темно-каштановой, каштановой и светло-каштановой почвах.

По исследованиям С.С. Курбатской (2002), распределение гумуса в метровой толще почв степных экосистем Тувы коррелирует с содержанием корневой массы по слоям почвенного профиля. В горном черноземе луговой степи запас гумуса распределяется по профилю

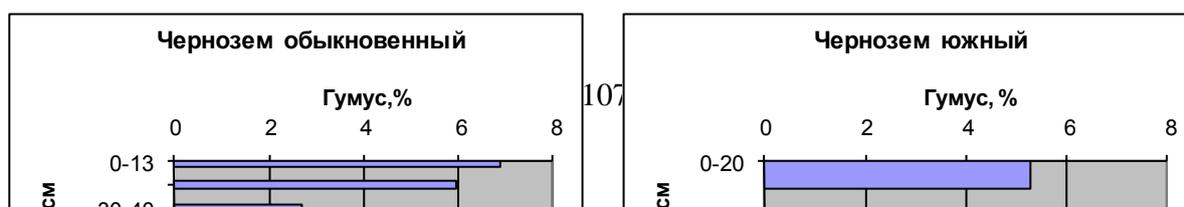
скачкообразно; в почвах каштанового типа запасы гумуса убывают от темно-каштановых к светло-каштановым; песчаные разновидности каштановых почв опустыненных степей содержат наименьший запас гумуса (82,5 т/га) в ряду каштановых почв. Запас гумуса в бурых пустынно-степных почвах полупустынь небольшой – 46,9 т/га, в почвах песчаных пустынь и полупустынь – 38–43 т/га. Основной запас гумуса в почвах приходится на верхний двадцатисантиметровый слой, резкое же снижение количества гумуса наблюдается с глубины 50 см.

По материалам А.Д. Самбуу (2001), аккумулятивно-гумусовые горизонты каштановой супесчаной почвы участка Ямаалыг содержат 0,95–1,23% гумуса, 1,45% – на участке Чоогей, 1,00% - на участке Эрзин и 1,31–1,80% – на участке Морен. Вниз по профилю содержание гумуса резко падает, в 5–6 раз (глубина 40–50 см).

Нами установлено, что почвенным покровом лесостепной, степной и сухостепной зон региона депонировано $4216 \cdot 10^3$ т, $10583 \cdot 10^3$ т и $2343 \cdot 10^3$ т гумуса, соответственно (рис. 33). Для сравнения отметим, что суммарные запасы гумуса в слое 0–20 см почвенного покрова Хакасии составляют $73000 \cdot 10^3$ т (Донская, 2004а). Следовательно, аккумулярованных запасов гумуса в пахотных массивах Хакасии в 4,3 раза больше, чем в Туве. Это можно объяснить тем, что в Хакасии площадь пашни больше, чем в Туве, и основная часть которой представлена черноземами, имеющими более высокое содержание гумуса.

Депо гумуса в почвенном покрове лесостепи колеблется от $162 \cdot 10^3$ т в аллювиальной дерновой до $2655 \cdot 10^3$ т в черноземе южном, что зависит от занимаемой площади этих почв в данной зоне и их гумусного состояния. Основная часть запасов сконцентрирована в черноземе южном (63%), на долю чернозема обыкновенного приходится 24%, а лугово-черноземной – только 9% от общих запасов в зоне.

В степной зоне наибольшие запасы гумуса депонируются в темно-каштановых почвах ($6064 \cdot 10^3$ т, или 57% от общих запасов зоны), наименьшие – в аллювиальных дерновых ($175 \cdot 10^3$ т или 0,7%). Запасов гумуса в черноземах обыкновенных степи в 4,0 раза меньше, чем в лесостепи, что объясняется меньшими площадями под этим типом почв и низким содержанием гумуса. Аккумулятивные запасы гумуса в почвенном покрове каштановых почв равны $3385 \cdot 10^3$ т, что составляет 32% от общих запасов степи.



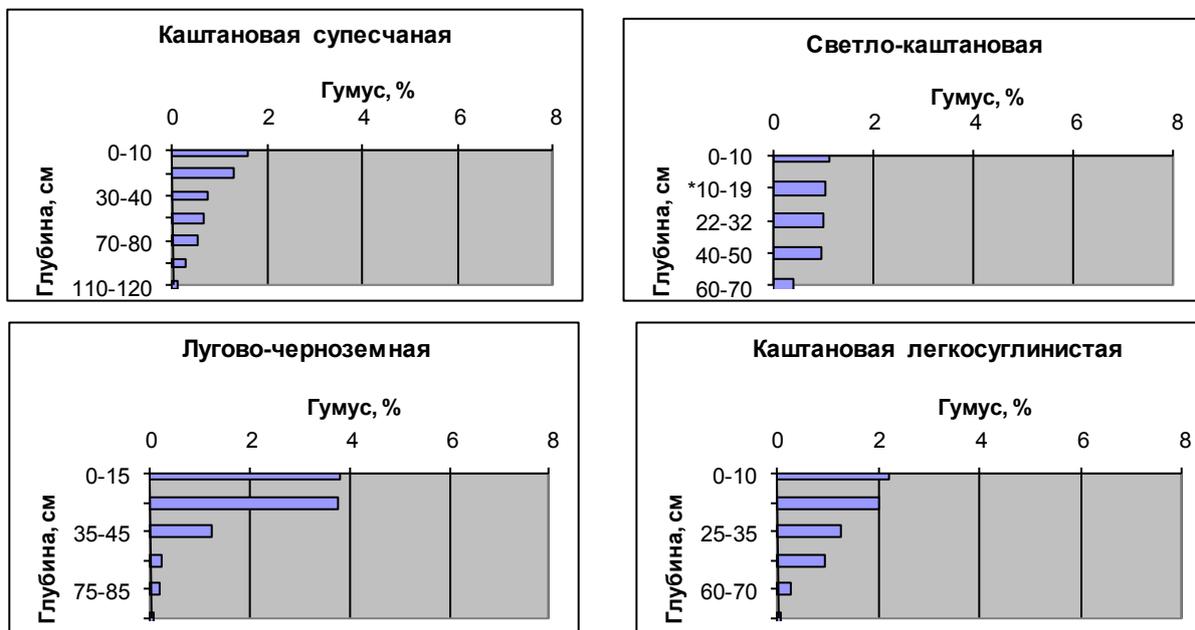


Рисунок 32 – Профильное распределение гумуса в почвах Тувы

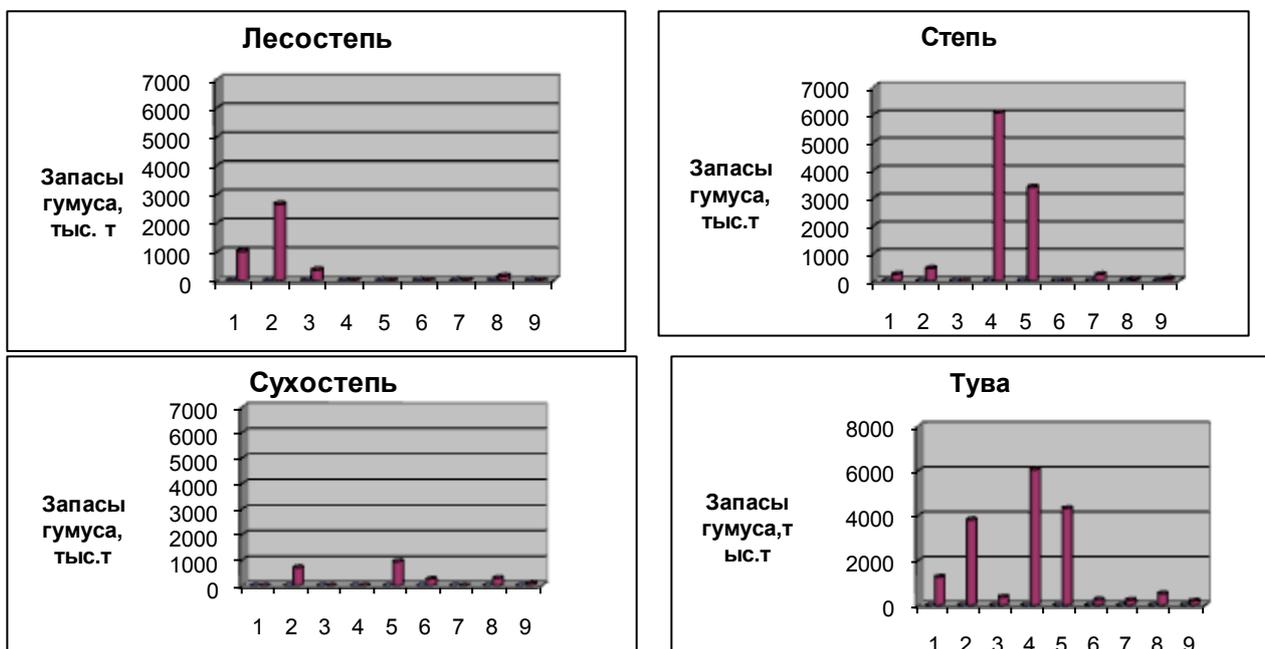


Рисунок 33 – Пул гумуса в почвах ландшафтно-климатических зон Тувы: 1 – чернозем обыкновенный; 2 – чернозем южный; 3 – лугово-черноземная; 4 – темно-каштановая; 5 – каштановая; 6 – светло-каштановая; 7 – лугово-каштановая; 8 – аллювиальная дерновая; 9 – аллювиальная дерновая остепненная

Депонирование гумуса в пахотных массивах на каштановых почвах сухостепи составляют $1219 \cdot 10^3$ т, на черноземе южном – $716 \cdot 10^3$ т. Вклад каштановых почв достигает 52% от общих запасов гумуса, чернозема южного – 31%, аллювиальных почв – 17%.

В целом, почвы пахотных массивов Тувы депонируют $17142 \cdot 10^3$ т гумуса в слое 0–20 см (см. рис. 33). Основная часть запасов гумуса концентрируется в массивах каштановых почв, $10909 \cdot 10^3$ т (64% запасов в почвах пашни). На долю темно-каштановых почв приходится 56% от общего запаса в этом типе почв. В пахотном слое черноземов аккумулировано $5488 \cdot 10^3$ т гумуса, или 32% всех запасов на пашне региона. Аллювиальными почвами депонированы незначительные запасы гумуса ($745 \cdot 10^3$ т), поскольку они занимают малые площади в составе пашни. Таким образом, полученное распределение долевого участия различных почв в суммарных запасах гумуса связано, в большей степени, со структурой почвенного покрова пашни Тувы.

Вклад каждой зоны в депо гумуса на пашне региона показан на рисунке 34. Видно, что наибольшая доля (62%) аккумулированных запасов гумуса в пахотном слое сосредоточена в степи Тувы, наименьшая (14%) – в сухостепи. Эти различия вполне объяснимы неодинаковым соотношением пахотных массивов в данных зонах и различным содержанием гумуса в преобладающих на них почвах.

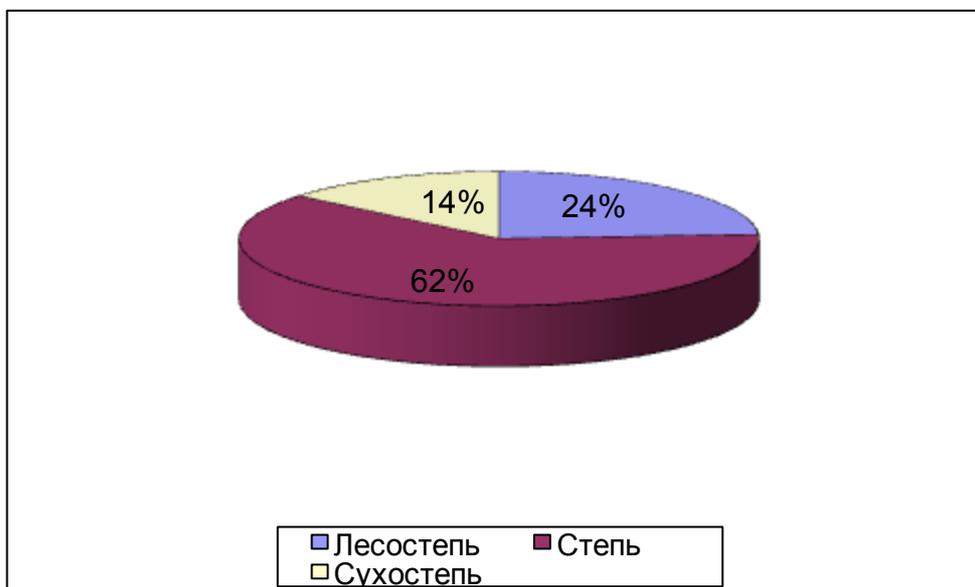


Рисунок 34 – Вклад ландшафтно-климатических зон в пул гумуса пашни региона

Подытоживая этот раздел, можно сказать следующее:

- Гумусное состояние пашни земледельческой территории Тувы по содержанию и запасам гумуса оценивается средним, низким и очень низким уровнями.
- Наименьшей гумусностью характеризуются почвы сухостеи, наибольшей – лесостеи.
- Изменения содержания гумуса в почвенном профиле имеет характер постепенного снижения с глубиной.
- В почвах пахотных массивов Тувы депонировано $17142 \cdot 10^3$ т гумуса в слое 0–20 см.
- Основной вклад в депо гумуса вносят каштановые почвы.
- Распределение долевого участия ландшафтно-климатических зон в суммарных запасах гумуса связано со структурой почвенного покрова.

4.6.2. Содержание и запасы подвижных гумусовых веществ в почвах

По представлениям И.В. Тюрина (1949), М.М. Кононовой (1963), Д.С. Орлова (1985; 1990), Р. Тейта (1991), гумус – это индивидуальные (как специфические, так и неспецифические) органические соединения, продукты их взаимодействия, а также органические соединения, находящиеся в форме органо-минеральных образований. Гумус – один из важнейших компонентов органического вещества почвы. Под структурой гумусовых веществ понимаем распределение их запасов по компонентам: а) подвижный гумус; б) стабильный гумус. Как считают Н.Ф. Ганжара (1986), Э.Ф. Ведрова, Л.В. Мухортова (2000), В.В. Чупрова и др. (2003), подвижный гумус характеризуется углеродом соединений, легко переходящих в растворимую форму (водо- и щелочерастворимые соединения).

Водорастворимые состоят из неспецифических соединений (органических кислот, аминокислот) и специфических веществ, представленных водорастворимым гумусом почвы. Они служат «затравочным» материалом для процессов минерализации и гумификации, а также источником биогенных элементов.

Щелочерастворимые являются продуктами гумификации. Это «молодые» гуминовые и фульвокислоты, которые в процессах дальнейшего преобразования могут войти либо в состав стабильного гумуса, либо минерализоваться.

Стабильный гумус характеризуется углеродом органических соединений, прочно связанных с минеральной частью почвы. Это устойчивые к разложению, длительно сохраняющиеся органические соединения.

Количественные оценки углерода в компонентах подвижного гумуса зависят от запасов $C_{\text{ГУМУСА}}$ (табл. 16). Как правило, чем больше в почве гумуса, тем выше содержание его подвижных соединений. Концентрация подвижных продуктов гумуса в пахотном слое различных почв Тувы изменяется от 163 до 1343 мг С/100 г. Больше всего этих соединений присутствует в гумусе чернозема обыкновенного (33% от $C_{\text{ГУМУСА}}$), меньше – в светло-каштановой супесчаной почве (20% от $C_{\text{ГУМУСА}}$). Это свидетельствует, с одной стороны, о слабой обеспеченности светло-каштановых почв мобильными источниками элементов питания для растений, а с другой – о слабой устойчивости гумусовой системы этих почв к разрушению и деградации.

Чернозем обыкновенный, распространенный на орошаемом сенокосе в Тандинском районе Улуг-Хемской котловины, отличаясь меньшей мощностью гумусово-аккумулятивного горизонта по сравнению с таким же черноземом, распространенном в Чаа-Хольском районе Улуг-Хемской котловины, характеризуется довольно резким уменьшением подвижного гумуса уже глубже 13 см (762 против 1184 мг С/100 г в слое 0–13 см). В слое 45–53 см его количество снижается до 311 мг С/100 г, что составляет 36% от $C_{\text{ГУМУСА}}$. Значит, абсолютные оценки подвижных органических соединений вниз по профилю почвы уменьшаются, а относительное содержание их в составе гумуса увеличивается.

В составе подвижных гумусовых веществ изученных черноземов обыкновенных доминируют щелочерастворимые. Доля водорастворимых соединений составляет 1,3–1,8% от $C_{\text{ГУМУСА}}$ и 4,2–5,8% от $C_{\text{ПОВ}}$ в слое 0–27 см, 2,5–3,0% и 8,4–9,0%, соответственно, в слое 30–53 см. Вероятно, орошение приводит к миграции подвижных продуктов гумуса в более глубокие горизонты почвы.

Черноземы южные из Пий-Хемского района Турано-Уюкской котловины различаются между собой по гранулометрическому составу. Легкосуглинистый южный чернозем характеризуется меньшим содержанием $C_{\text{ГУМУСА}}$ и $C_{\text{ПОД}}$ в его составе, чем суглинистый. Хотя доля подвижных гумусовых веществ в обеих почвах остается одинаковой, 20% от $C_{\text{ГУМУСА}}$.

Таблица 16 – Содержание гумуса и его подвижных и стабильных соединений в почвах Тувы, мг С / 100 г

| Котловина | Административный район | Разрез, почва, угодье | Глубина образца, см | С _{ГУМУСА} | Подвижный, С _{ПОД} | | | | | Стабильный, С _{СТАБ} |
|--|--|---|---------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| | | | | | С _{Н2О} | С _{NaOH} | С _{ГК} | С _{ФК} | С _{ГК} : С _{ФК} | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Турано-Уюкская | Пий-Хемский | Ж-6. Чернозем южный легкосуглинистый, пашня | 0–20 | 3060 | 36 | 579 | 296 | 283 | 1,05 | 2445 |
| | | | 20–50 | 1160 | 17 | 254 | 148 | 106 | 1,40 | 889 |
| | | Р.01. Чернозем южный легко-суглинистый, пашня | 0–20 | 2400 | 60 | 436 | 255 | 181 | 1,41 | 1904 |
| Центрально-Тувинская депрессия: Улуг-Хемская котловина | Чаа-Хольский | Р.01. Чернозем обыкновенный суглинистый, пашня | 0–20 | 4125 | 74 | 1269 | 621 | 643 | 0,97 | 2782 |
| | Тандинский | Ч-2. Чернозем обыкновенный суглинистый, орошаемый сенокос | 0–13 | 4000 | 50 | 1134 | 591 | 543 | 1,09 | 2816 |
| | | | 13–27 | 3450 | 45 | 717 | 380 | 337 | 1,12 | 2688 |
| | | | 30–40 | 1560 | 40 | 404 | 214 | 190 | 1,13 | 1116 |
| | | | 43–53 | 860 | 26 | 285 | 166 | 119 | 1,39 | 549 |
| | Ч-3. Лугово-черноземная суглинистая, орошаемая пашня | 0–15 | 2200 | 47 | 555 | 296 | 259 | 1,14 | 1598 | |
| | | 15–30 | 2180 | 21 | 524 | 286 | 238 | 1,20 | 1635 | |
| | | 35–45 | 720 | 19 | 161 | 90 | 71 | 1,26 | 540 | |
| | | 55–65 | 130 | 16 | 26 | 14 | 12 | 1,17 | 88 | |
| | Ч-1. Каштановая легкосуглинистая, пашня | 0–10 | 1280 | 30 | 360 | 200 | 160 | 1,25 | 890 | |
| | | 10–20 | 1160 | 32 | 274 | 152 | 122 | 1,24 | 854 | |
| | | 25–35 | 720 | 31 | 214 | 119 | 95 | 1,25 | 465 | |
| | | 45–55 | 550 | 36 | 190 | 95 | 95 | 1,00 | 314 | |

| Продолжение таблицы 16 | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------------|---|--|------|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| | Кызылский | Р.02. Каштановая легкосуглинистая, пашня | 0–20 | 1425 | 43 | 362 | 219 | 143 | 1,54 | 1020 | |
| | | Ч-5. Каштановая супесчаная, залежь 12 лет | 0–10 | 910 | 25 | 223 | 121 | 102 | 1,19 | 662 | |
| | | | 10–19 | 740 | 21 | 190 | 100 | 90 | 1,11 | 529 | |
| | | | 30–40 | 430 | 17 | 108 | 55 | 53 | 1,04 | 305 | |
| | | | 50–60 | 370 | 15 | 80 | 30 | 41 | 0,95 | 275 | |
| | | Ч-4. Светло- каштановая супесчаная, залежь 10-11 лет | 0–10 | 660 | 14 | 157 | 83 | 74 | 1,12 | 489 | |
| | | | 10–19 | 600 | 15 | 140 | 72 | 68 | 1,06 | 445 | |
| | | | 22–32 | 580 | 17 | 135 | 68 | 67 | 1,01 | 428 | |
| | 40–50 | | 570 | 16 | 105 | 50 | 55 | 0,91 | 449 | | |
| | Каа-Хемский | Р.03. Лугово- каштановая суглинистая, паш- ня | 0–20 | 2213 | 66 | 442 | 277 | 165 | 1,68 | 1705 | |
| | Хемчикская котловина | Дзун- Хемчикский | Р.05. Темно- каштановая легкосуглинистая, пашня | 0–20 | 1688 | 48 | 505 | 264 | 241 | 1,10 | 1135 |
| | Убсу- Нурская де- прессия | Эрзинский | Р.06. Каштановая легкосуглинистая, пашня | 0–20 | 1425 | 49 | 239 | 146 | 93 | 1,57 | 1137 |
| Тес-Хемский | | Р.07. Аллювиаль- ная дерновая остеп- ненная, пашня | 0–20 | 3263 | 38 | 666 | 389 | 277 | 1,40 | 2559 | |

Для сравнения добавим: подвижные продукты в гумусе чернозема обыкновенного на поле пшеницы Хакасии составляют 24%, каштановых почв варьируют от 19,4 до 30,5% (Швабенланд, 2002). Доля водорастворимых органических соединений в составе гумуса этих пахотных почв небольшая (2,1–4,1%). Основная масса подвижных продуктов представлена гумусовыми веществами, растворимыми в 0,1 н NaOH (16–40%). Почвы Хакасии по средней величине C_{NaOH} в слое 0–20 см выстраиваются в такой же убывающий ряд, как и в Туве.

Все подтипы каштановых почв отличаются значительно меньшим содержанием подвижных соединений гумуса по сравнению с черноземами. Концентрация $C_{\text{ПОД}}$ в слое 0–20 см темно-каштановой легкосуглинистой почвы равняется 553 мг/100 г, каштановых различного гранулометрического состава – 230–405 мг/100 г, светло-каштановой супесчаной – 163 мг/100 г. Супесчаные разновидности каштановых почв характеризуются почти в 2 раза меньшим количеством подвижных гумусовых соединений, чем суглинистые. Доля подвижных органических соединений в составе $C_{\text{ГУМУСА}}$ изменяется от 32% в темно-каштановой почве до 20–28% в каштановых и светло-каштановой. При этом водорастворимых продуктов – не более 3,4% от $C_{\text{ГУМУСА}}$. Профиль каштановой почв характеризуется более постепенным уменьшением подвижных органических соединений от поверхностных к глубоким слоям. Так, концентрация $C_{\text{ПОД}}$ в нижнем слое каштановой легкосуглинистой почвы снижается в 1,7 раза, а светло-каштановой супесчаной – в 1,4 раза против самого верхнего слоя.

В составе щелочерастворимых веществ отмечается следующая закономерность: $C_{\text{ГК}}:C_{\text{ФК}}$ расширяется в почвах, обедненных $C_{\text{ПОД}}$. Так, соотношение подвижных гуминовых и фульвокислот в черноземах обыкновенных составляет 0,97–1,09, в каштановых почвах – 1,19–1,57 и светло-каштановых – 1,06–1,12. Это свидетельствует об уменьшении степени подвижности гумуса в почвах степной и сухостепной зон. Повышенные температуры и недостаток увлажнения способствуют довольно быстрой конденсированности молекулы «молодого» гумуса, что не противоречит известным материалам (Орлов, 1985).

Количественные оценки подвижных гумусовых веществ в пахотном слое лугово-черноземной почвы составляют 26%, лугово-каштановой и аллювиальной дерновой остепненной – 22–23% $C_{\text{ГУМУСА}}$. В профиле этих почв отмечается резкое снижение подвижного гу-

муса: на глубине 55–65 см его становится в 14 раз меньше по сравнению с верхним слоем. Это связано с аккумуляцией растительных остатков, основных гумусообразователей, преимущественно в пределах верхнего 0–30 см слоя.

Состав подвижного гумуса как в черноземах, так и в каштановых почвах фульватно-гуматный. Снова видна отмеченная выше закономерность: в каштановых почвах по сравнению с черноземами расширяется отношение $C_{ГК}:C_{ФК}$. Более того, в нижних слоях орошаемых почв отношение подвижных гуминовых и фульвокислот становится шире, чем в нижних слоях неорошаемых почв.

Мы рассчитали запасы подвижного и стабильного гумуса в профиле почвенных разрезов (рис. 35). По величине запасов углерода гумуса по профилю изученные почвы выстраиваются в убывающий ряд: чернозем обыкновенный > чернозем южный > каштановая > светло-каштановая. Отметим, что это соответствует и исследованиям по запасам углерода в пахотных почвах Средней Сибири (Чупрова, Люкшина, Белоусов, Швабенланд, 2003). Запасы $C_{ГУМУСА}$ в черноземе обыкновенном в 1,5 раза, в каштановых почвах в 6,5 раз выше в Средней Сибири, чем в Туве.

В органическом веществе почв Тувы преобладают соединения, прочно связанные с минеральной частью почвы и составляющие фонд стабильного гумуса, 66–80% от запасов $C_{ГУМУСА}$. Соотношение запасов подвижного и стабильного гумуса в пахотных почвах Тувы показано на рисунке 36. Гумус пахотного слоя почв региона аккумулирует 5–25 т С/га в форме подвижных соединений. Запасы гумуса, устойчивого к биотрансформации и прочно связанного с минеральной частью почвы, составляют в среднем 37 т С/га, изменяясь от 61–66 т С/га в черноземах до 14–28 т С/га в каштановых почвах.

Отметим, что полученные нами данные совпадают с известными материалами по каштановым почвам Хакасии (Чупрова и др, 2003). Запасы $C_{ПОД}$ в каштановых почвах сравниваемых регионов практически одинаковые. Степень подвижности гумуса невысокая и, по мнению авторов, объясняется влиянием высушивания и закреплением или конденсированием ядра гумусовой молекулы, а значит, уменьшением доли ее периферической части.

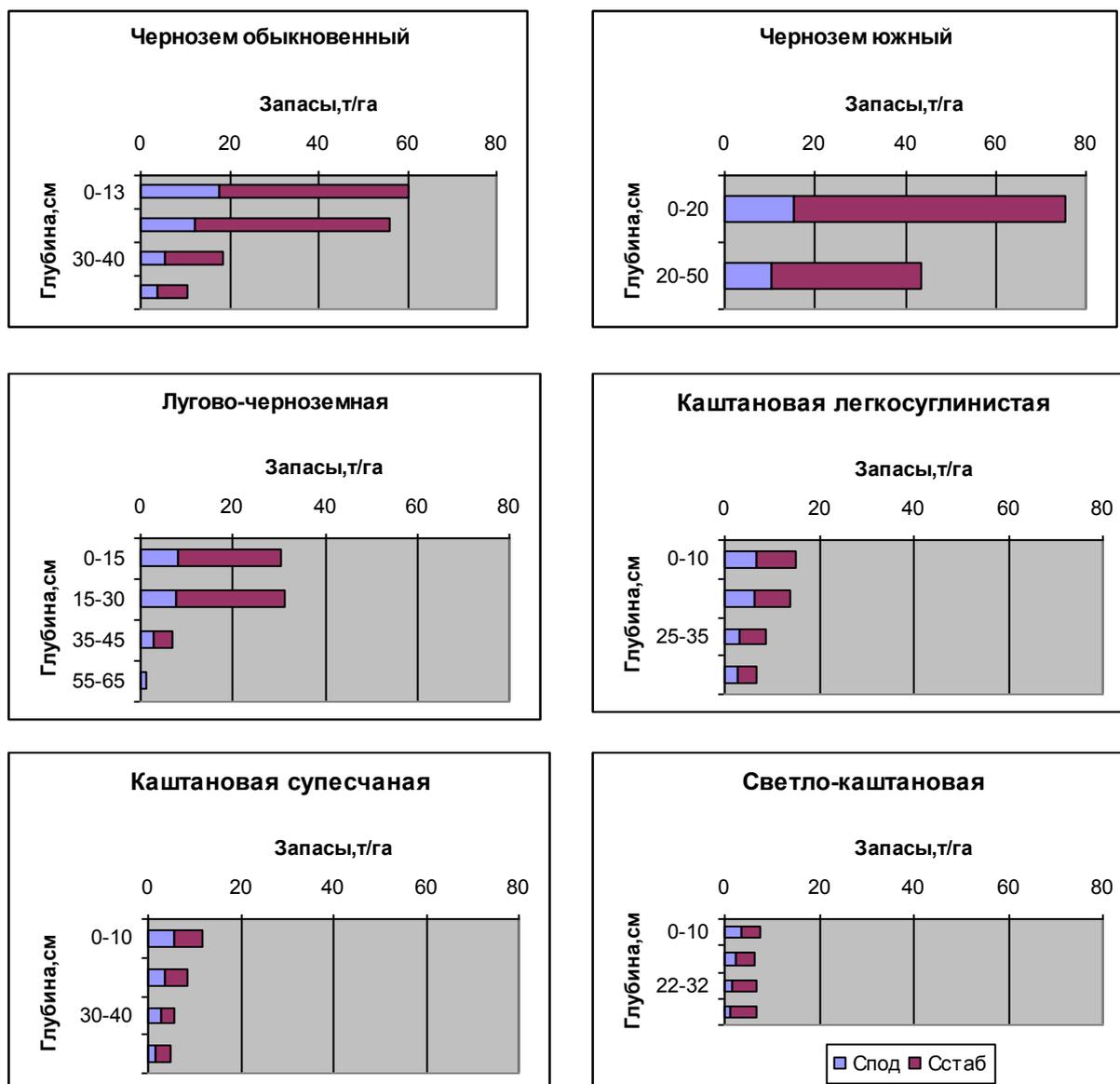


Рисунок 35 – Запасы гумусовых веществ (тС/га) в профиле почв

В пахотном слое почв Тувы аккумулируется $3093,1 \cdot 10^3$ т углерода подвижных и $8618,5 \cdot 10^3$ т углерода стабильных гумусовых веществ (рис. 37). Таким образом, депо гумуса почв региона представлено преимущественно стабильной фракцией. Значительная аккумуляция этой фракции находится в каштановых почвах (51%) и черноземах (37%). Вклад каштановых почв в депо подвижного гумуса составляет 59%, черноземов – 32%. Характер суммарной аккумуляции подвижного гумуса в пахотных массивах Тувы отражает направленность почвообразования в пределах ландшафтно-климатических зон.

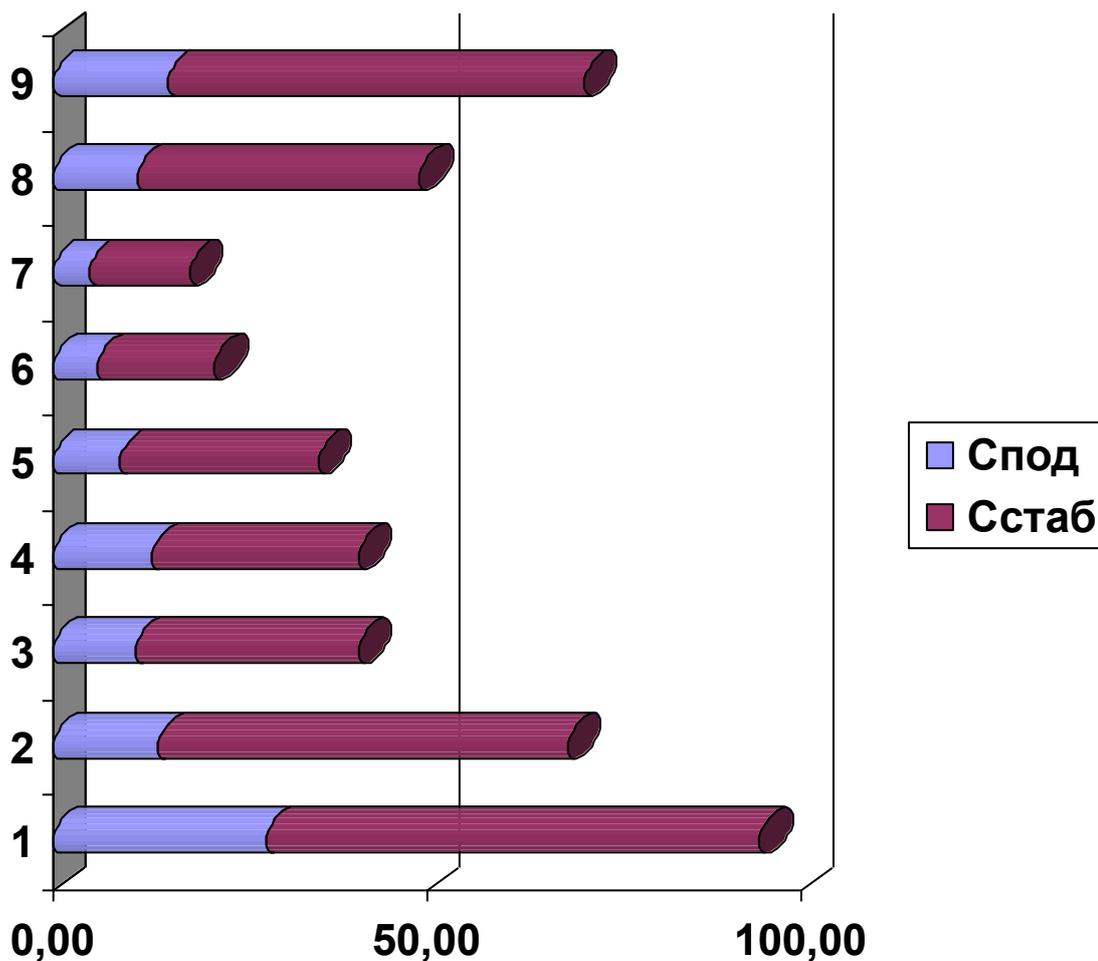


Рисунок 36 – Запасы гумусовых веществ в пахотных почвах Тувы, т С/га в слое 0–20 см:

- 1 – чернозем обыкновенный (агрочернозем дисперсно-карбонатный);
- 2 – чернозем южный (агрочернозем текстурно-карбонатный);
- 3 – лугово-черноземная (агрочернозем гидрометаморфизованный);
- 4 – темно-каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный);
- 5 – каштановая легкосуглинистая (агрочернозем текстурно-карбонатный);
- 6 – каштановая супесчаная (агрочернозем текстурно-карбонатный);
- 7 – светло-каштановая супесчаная (агрочернозем текстурно-карбонатный);
- 8 – лугово-каштановая (агрочернозем текстурно-карбонатный гидрометаморфизованный);
- 9 – аллювиальная дерновая остепненная (агрогумусовая аллювиальная)

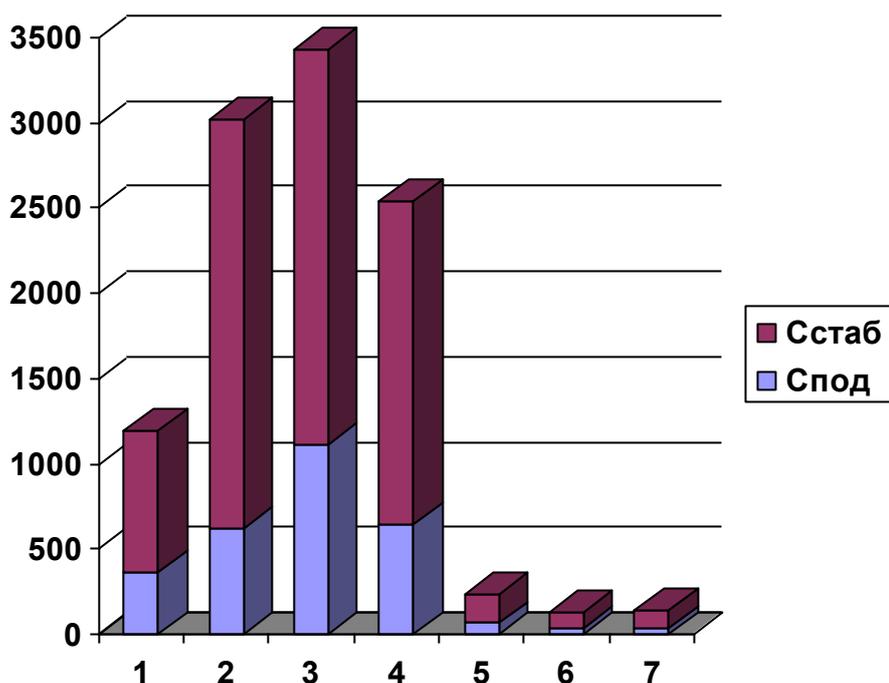


Рисунок 37 – Пул гумусовых веществ в пахотных почвах Тувы, 10³ т
 С: 1 – чернозем обыкновенный; 2 – чернозем южный, 3 – темно-каштановая; 4 – каштановая; 5 – светло-каштановая; 6 – лугово-черноземная; 7 – лугово-каштановая

Итак, отметим главное:

- Чернозем обыкновенный отличается наибольшим содержанием подвижных соединений гумуса, светло-каштановая почва – наименьшим.
- Супесчаные разновидности каштановых почв характеризуются почти в 2 раза меньшим количеством подвижных гумусовых соединений, чем глинистые.
- Доля водо- и щелочерастворимых соединений гумуса в почвах составляет 1,2–3,4% и 18,2–31,7%, соответственно.
- Состав подвижного гумуса в почвах агроценозов фульватно-гуматный.
- В гумусе почв Тувы преобладает фонд стабильного гумуса.

5. ОЦЕНКА ЗАПАСОВ И ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В АГРОЦЕНОЗАХ

В агроценозах, как и в других экосистемах, постоянно протекает обмен веществом и энергией с атмосферой и почвой. Фотосинтез обеспечивает связывание диоксида углерода атмосферы, перераспределение его между морфологическими органами (корни, стебли, листья, соцветия и т. п.) растений, аккумуляцию в продукции. Часть углерода ежегодно с урожаем изымается человеком. Другая часть также ежегодно с пожнивными и корневыми остатками поступает в почву, формируя запасы лабильного органического вещества. Иначе говоря, на смену продукционному процессу идет деструкционный. Основная масса растительных остатков при их разложении минерализуется и в виде CO_2 возвращается в атмосферу, оставшаяся (значительно меньшая) участвует в синтезе гумусовых веществ. Таким образом, сложная взаимозависимая цепь обменных (продукционно-деструкционных) процессов в блоках атмосфера – растения – почва – атмосфера есть круговорот, или цикл, углерода.

Рассмотрим далее оценки пулов и потоков углерода в блоках «растительное вещество» и «органическое вещество почвы» на земледельческой территории Тувы.

5.1. Запасы углерода в органическом веществе почвы

Блок органическое вещество почвы (ОВП) характеризуется двумя фракциями: легкоминерализуемым органическим веществом ($\text{C}_{\text{ОВ}}$) и стабильным гумусом ($\text{C}_{\text{СТАБ. ГУМУС}}$). Стабильная, или устойчивая к разложению, фракция составляет фонд длительно сохраняющихся органических соединений (Шарков, Букреева, Данилова, 1997; Когут, 2003; Чупрова и др., 2003). Легкоминерализуемое органическое вещество – это быстро трансформируемые соединения, подразделяемые на лабильные ($\text{C}_{\text{ЛОВ}}$) и подвижные ($\text{C}_{\text{ПОД}}$) формы. Компонентами $\text{C}_{\text{ЛОВ}}$ являются растительные остатки (ветошь, пожнивные и корневые остатки, мортмасса). В состав $\text{C}_{\text{ПОД}}$ входят водорастворимые ($\text{C}_{\text{H}_2\text{O}}$) и щелочерастворимые (C_{NaOH}) соединения.

Исходными данными для определения пула углерода в блоке ОВП являются величины $\text{C}_{\text{ОВ}}$ ($\text{C}_{\text{ЛОВ}} + \text{C}_{\text{ПОД}}$) и $\text{C}_{\text{СТАБ. ГУМУСА}}$ в пахотных почвах, структура пашни и почвенного покрова пахотных земель региона. Используя эти данные, мы определили средневзвешенные

запасы углерода на единицу площади в почвенном блоке всех агроценозов.

В целом необходимо отметить принципиальные расхождения в оценках запасов почвенного углерода (в среднем на 1 га), полученных в агроценозах одной и той же зоны и в одинаковых агроценозах по отдельным природным зонам (табл. 17). Это связано с распределением полевых культур на разных почвах. Так, зерновые культуры в лесостепи приурочены в основном к черноземам обыкновенным и южным и частично к лугово-черноземным почвам, отличающимся повышенными запасами легкоминерализуемого органического вещества ($21,31 \text{ т С} \cdot \text{га}^{-1}$) и стабильного гумуса ($59,42 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$). Размещение зерновых культур в степи преимущественно на темно-каштановой и каштановой почвах, а в сухостепи на каштановой и светло-каштановой почвах приводит к 2–3-кратному уменьшению запасов углерода в почвенном блоке.

В почвенном покрове овощных и корнеплодных культур сухостепной зоны фон составляют аллювиальные дерновые почвы, для которых характерны низкие запасы углерода легкоминерализуемого и стабильного органического вещества.

Несмотря на то, что однолетние и многолетние травы в каждой зоне распространяются в основном на однотипных почвах (лугово-черноземные, лугово-каштановые, аллювиальные дерновые), запасы углерода в почвенном блоке этих агроценозов значительно сокращаются в направлении от лесостепи к сухостепи. Это связано с неодинаковыми количественными оценками компонентов органического вещества в одних и тех же почвах, находящихся в разных ландшафтно-климатических зонах Тувы.

Запасы углерода в лабильном органическом веществе почвенного блока, представленном растительными остатками (ветошь, пожнивные остатки, корни, мортмасса), в агроценозах однолетних культур составляют $1,20\text{--}2,73 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$. Запасы $\text{C}_{\text{ЛОВ}}$ в агроценозах многолетних трав увеличиваются до $2,50\text{--}4,04 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$, являясь максимальными в лесостепной зоне. Такая закономерность обусловлена особенностями продукционного процесса многолетних трав, в частности, опережающим приростом корней по сравнению с приростом надземных органов, о котором уже было ранее сказано.

В паровых полях наблюдаются незначительные запасы углерода лабильной формы легкоминерализуемого органического вещества $0,82\text{--}0,95 \text{ тС} \cdot \text{га}^{-1}$.

Таблица 17 – Запасы углерода в почвах агроценозов, т С·га⁻¹

| Агроценоз | Лесостепь | | | | Степь | | | | Сухостепь | | | |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------------------|-------|------------------|------------------|------------------------------|-------|------------------|------------------|------------------------------|-------|
| | С _{ЛОВ} | С _{ПОД} | С _{СТАБ.} ГУМУСА | Всего | С _{ЛОВ} | С _{ПОД} | С _{СТАБ.} ГУМУСА | Всего | С _{ЛОВ} | С _{ПОД} | С _{СТАБ.} ГУМУСА | Всего |
| Зерновые | 2,78 | 18,53 | 59,42 | 80,73 | 1,82 | 13,30 | 28,06 | 43,18 | 1,41 | 7,13 | 16,44 | 24,98 |
| Картофель | 1,62 | 15,63 | 59,87 | 77,11 | 1,42 | 11,32 | 36,32 | 49,06 | 1,30 | 4,50 | 15,58 | 21,38 |
| Овощи | 1,20 | 11,04 | 28,65 | 40,89 | 1,20 | 15,26 | 54,61 | 71,07 | 1,20 | 4,50 | 15,58 | 21,38 |
| Корнеплоды | 1,85 | 11,04 | 28,00 | 40,89 | 2,07 | 15,26 | 53,74 | 71,07 | 1,95 | 4,50 | 14,93 | 21,38 |
| Кукуруза и др.силосные | 2,52 | 13,65 | 45,35 | 61,52 | 2,45 | 11,40 | 22,93 | 36,48 | 2,25 | 5,43 | 12,34 | 20,02 |
| Однолетние травы | 2,73 | 15,62 | 58,76 | 77,11 | 2,45 | 11,24 | 22,75 | 36,44 | 2,07 | 5,27 | 13,64 | 20,98 |
| Многолетние травы | 3,62 | 13,74 | 42,80 | 60,16 | 3,10 | 10,46 | 26,98 | 40,54 | 2,50 | 4,50 | 14,38 | 21,38 |
| Пар | 0,95 | 18,95 | 50,05 | 69,95 | 0,85 | 12,13 | 28,10 | 41,08 | 0,82 | 8,67 | 19,95 | 29,44 |

В структуре $S_{\text{ЛОВ}}$ почвенного блока паровых полей отсутствуют функционирующие корни какой-либо культуры, кроме одиночных сорняков, а поступившие в предшествующий сезон растительные остатки в значительной мере минерализовались, что и привело к снижению запасов $S_{\text{ЛОВ}}$ в паровых полях по сравнению с агроценозами полевых культур.

Запасы углерода подвижной формы легкоминерализуемого органического вещества в почвенном блоке агроценозов колеблются от 11,04 до 18,95 т $C \cdot га^{-1}$ в лесостепи, до 10,46–15,26 т $C \cdot га^{-1}$ в степи и 4,50–8,67 т $C \cdot га^{-1}$ в сухостепи. Распределение их по культурам и природным зонам зависит от почвенного покрова. В агроценозах, распространенных на более гумусированных почвах, как правило, выше запасы $S_{\text{ПОД}}$ на единицу площади.

Основные запасы углерода в почвенном органическом веществе изученных агроценозов концентрируются во фракции стабильного гумуса – 65–75%. Относительные его запасы по природным зонам не изменяются. А абсолютные запасы уменьшаются в 2–4 раза от лесостепи к сухостепи, что обусловлено сменой почв и изменением их гумусного состояния. Пул углерода стабильного гумуса в почвах, например, зерновых агроценозов лесостепи равен 59,42, в степи – 28,06, в сухостепи – 16,44 т $C \cdot га^{-1}$. Такая же закономерность прослеживается и в других агроценозах.

При расчете пулов углерода в почвенном блоке агроценозов использовались результаты натурных определений различных фракций и форм органического вещества в разных почвах и площади их распространения в конкретных агроценозах каждой зоны (табл. 18, рис. 38).

Легкоминерализуемое органическое вещество мертвых растительных остатков депонирует от 85 тыс. т C в сухостепи, 116 тыс. т C в лесостепи и до 287 тыс. т C в степи. Больше всего их в агроценозах зерновых культур, однолетних и многолетних трав, меньше всего – в агроценозах овощных, корнеплодов и картофеля. Легкоминерализуемое органическое вещество в форме подвижных гумусовых соединений аккумулирует 344 тыс. т C в сухостепи, 727 тыс. т C в лесостепи и 1842 тыс. т C в степи. Среди них преобладают щелочерастворимые гумусовые вещества. Видно, что соотношение запасов углерода в $S_{\text{ПОД}}$ под разными агроценозами определяется величиной площади каждого агроценоза.

Таблица 18 – Пул углерода в почвах агроценозов, тыс. т С

| Агроценоз | Лесостепь | | | | Степь | | | | Сухостепь | | | | Всего по региону | | | |
|-------------------------|-----------|-------|------------------|--------|-------|--------|------------------|--------|-----------|-------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|---------|
| | Слов | Спод | Сстаб. гумуса | Сов | Слов | Спод | Сстаб. гумуса | Сов | Слов | Спод | Сстаб. гумуса | Сов | Слов | Спод | Сстаб. гумуса | Сов |
| Зерновые | 74,7 | 497,8 | 1896,2 | 2468,7 | 119,4 | 872,4 | 2340,7 | 3332,5 | 35,4 | 179,0 | 612,9 | 827,3 | 229,5 | 1549,2 | 4849,8 | 6628,5 |
| Картофель | 0,7 | 6,7 | 25,6 | 33,0 | 2,5 | 19,6 | 62,8 | 84,9 | 0,8 | 2,8 | 9,8 | 13,4 | 4,0 | 29,1 | 98,2 | 131,3 |
| Овощи | 0,1 | 0,6 | 1,4 | 2,1 | 0,5 | 6,8 | 24,3 | 31,6 | 0,3 | 1,0 | 2,3 | 3,6 | 0,9 | 8,4 | 28,0 | 37,3 |
| Корнеплоды | 0,1 | 0,3 | 0,9 | 1,3 | 0,5 | 3,7 | 13,2 | 17,4 | 0,1 | 0,3 | 1,1 | 1,5 | 0,7 | 4,3 | 15,2 | 20,2 |
| Кукуруза и др. силосные | 6,9 | 37,2 | 123,4 | 167,5 | 27,3 | 126,9 | 255,2 | 409,4 | 9,4 | 22,8 | 51,7 | 83,9 | 43,6 | 186,9 | 430,3 | 660,8 |
| Однолетние травы | 19,4 | 111,5 | 419,4 | 550,3 | 63,7 | 292,3 | 591,7 | 947,7 | 23,6 | 60,1 | 155,5 | 239,2 | 106,7 | 463,9 | 1166,6 | 1737,2 |
| Многолетние травы | 13,1 | 49,7 | 154,9 | 217,7 | 48,3 | 162,9 | 420,2 | 631,4 | 10,0 | 18,0 | 57,6 | 85,6 | 71,4 | 230,6 | 632,7 | 934,7 |
| Пар | 1,1 | 22,8 | 60,2 | 84,1 | 25,0 | 357,5 | 828,2 | 1210,7 | 5,7 | 59,7 | 137,3 | 202,7 | 31,8 | 440,0 | 1025,7 | 1497,5 |
| Итого: | 116,1 | 726,6 | 2682,0 | 3524,7 | 287,2 | 1842,1 | 4536,3 | 6665,6 | 85,3 | 343,7 | 1028,2 | 1457,2 | 488,6 | 2912,4 | 8246,5 | 11647,5 |

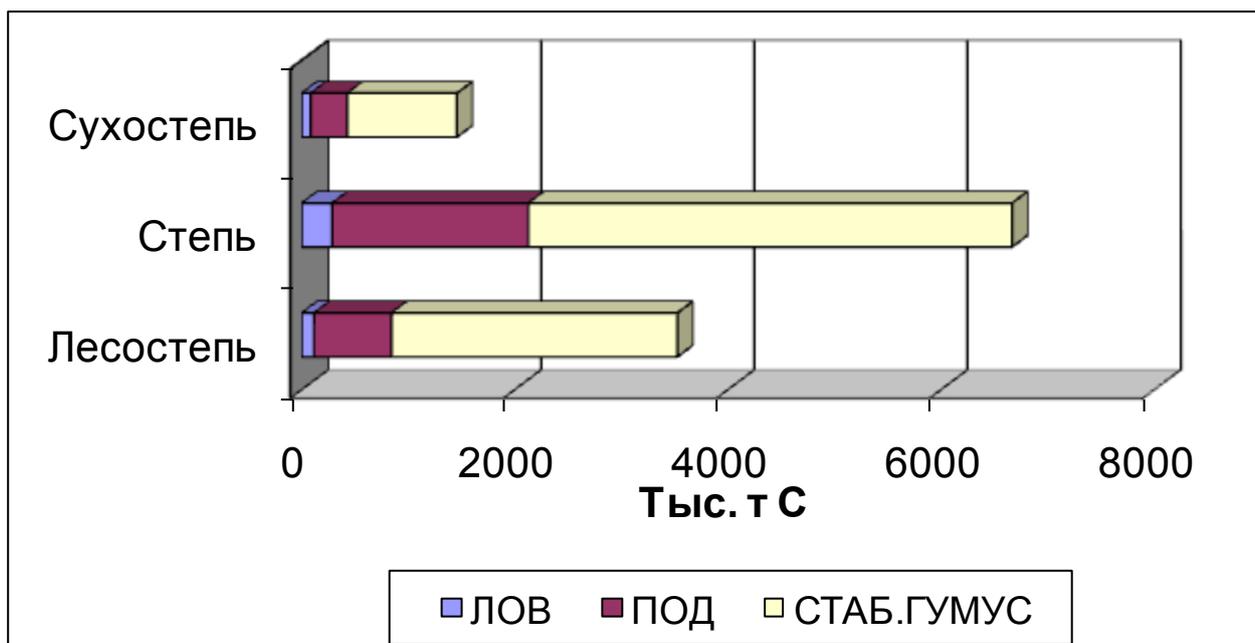


Рисунок 38 – Пул углерода в блоке «органическое вещество почвы», тыс. т С в слое 0–20 см

Запасы органического вещества, устойчивого к биотрансформации и прочно связанного с минеральной частью почвы, составляют 1028 тыс. т С в сухостепи, 2682 тыс. т С в лесостепи и 4536 тыс. т С в степи.

Как было показано выше, характер накопления углерода подвижного гумуса в 0–20 см слое почвы региона отражает направленность почвообразования в пределах ландшафтно-климатических зон. Его запас на единицу площади возрастает от сухостепи к степи и особенно к лесостепи – от 22,62 т С/га до 63,54 т С/га. Запас углерода стабильного гумуса увеличивается в том же направлении от 15,37 т С/га до 46,61 т С/га. Совсем иная картина обнаруживается в депо углерода, что определяется размерами пашни в той или иной зоне.

В целом почвенный покров пашни Тувы аккумулирует 11647 тыс. т С, из которых 29% приходится на легкоминерализуемое органическое вещество в форме лабильных и подвижных веществ и 71% на стабильный гумус.

5.2. Интенсивность продукционного процесса

Чистая первичная продукция (NPP) обусловлена продукционным процессом и является важным показателем круговорота (или

цикла) углерода в экосистемах (Кобак, 1988; Титлянова, 1990). NPP означает интенсивность накопления органического вещества и углерода за определенный период времени, $\text{т}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ или $\text{тС}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Величина продукции служит показателем функционирования любой экосистемы, в том числе и агроценозов.

NPP агроценозов Тувы определили, исходя из урожая и площадей, занятых отдельной культурой, по регрессионным моделям, построенным, по данным полевых опытов.

Количественные оценки NPP зерновых агроценозов в Туве за период 1982–2001 годов представлены на рисунке 39. Во всех природных зонах и республике в целом значения продукции в надземной сфере (ANP) находятся в пределах $4,0\text{--}4,4 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$, подземной (BNP) – $2,2 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. NPP изменяется от $6,2$ до $6,6 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$. Следовательно, значительную долю в продуктивность зернового агроценоза вносят надземные органы растений – около 65%.

NPP зерновых агроценозов изменяется незначительно в различные годы: немного снижается в степной и сухостепной зонах в периоды 1991–1995 и 1996–2000 годов, а в лесостепной зоне и в целом по региону – в период 1996–2000 годов. Это объясняется тем, что в лесостепи наблюдается более стабильное выпадение осадков в вегетационный период и выше почвенное плодородие, чем в степи и сухостепи. Для сравнения скажем, что NPP в агроценозах Республики Хакасии имеет более высокие значения ($8,6\text{--}9,5 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$) (Донская, 2003), чем в Туве.

NPP пшеницы практически не отличается от NPP зерновых культур (рис. 39). Большую долю в продуктивность агроценоза пшеницы вносят надземные органы растений. Продукция корней не изменяется. Как показали исследования (Чупрова, 2001б), общий запас подземного растительного вещества в агроценозах Средней Сибири после уборки урожая увеличивается в ряду пшеница – горох – люцерна почти в 3 раза. Запасы живых корней этих культур отличаются в 4 раза, причем наибольшие они в агроценозе люцерны и наименьшие – в агроценозе пшеницы.

Основная масса растительных остатков, в том числе корневых, концентрируется в слое почвы 0–20 см. Соотношение корни:мортмасса в этом слое почвы составляет $0,4\text{--}0,5$ в агроценозах пшеницы, $1,0$ – кукурузы, $1,4$ – люцерны. В слое 20–50 см при резком уменьшении общего количества растительных остатков наблюдается примерно равное соотношение корни:мортмасса в агроценозах одно-

летних полевых культур и двукратное преобладание в агроценозе люцерны. Вклад живых корней в общее подземное растительное вещество в агроценозах варьирует от 44 до 77%. Влажная почва всегда стимулирует развитие корней и способствует глубокому их распространению. При засухе прирост корней замедляется, а отмирание усиливается. При неглубокой корневой системе, размещающейся в верхних слоях почвы, отмирание корней также возрастает. Органические удобрения значительнее, чем минеральные, способствуют увеличению массы корней (Чупрова, Белоусов, Кураченко, Люкшина, 2000).

По величине биомассы полевых культур Д.С. Орловым, О.Н. Бирюковой, М.С. Розановой (1996) было сделано два важных вывода. Во-первых, количество корневых и пожнивных остатков для большинства культур, по их мнению, не уступает тому количеству органического материала, которое поступает в целинные почвы, участвуя в гумусообразовании. Во-вторых, масса таких остатков зависит, и в очень значительной мере, от общего урожая. Чем больше урожай, тем выше количество остатков. Первый вывод, на наш взгляд, имеет дискуссионный характер. Лишь в полях многолетних трав (например, люцерны) отмечаются оценки запасов пожнивно-корневых остатков, близкие к таковым в естественных травяных экосистемах. Масса корней однолетних культурных растений всегда значительно ниже, чем естественных травянистых растений.

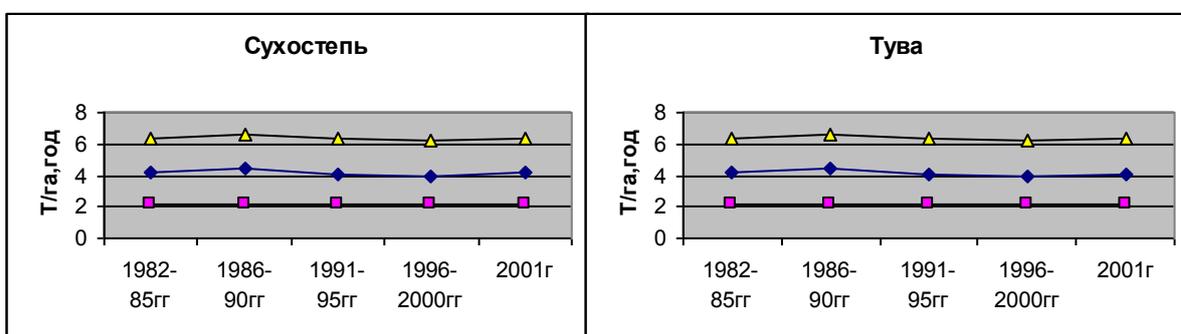
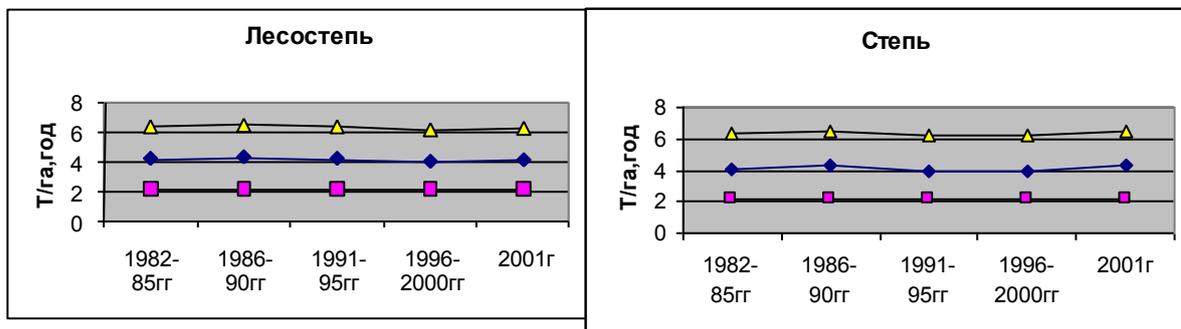
Сравнивая данные (Чупрова, 2001a), можно утверждать, что продукция агроценозов пшеницы в лесостепи Красноярского края в 1,3, а в степи – в 1,4 раза больше, чем в таких же зонах Тувы. Так, чистая первичная продукция этой культуры в лесостепи Красноярского края равна $8,3 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, в степи – $8,8 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, а в Туве – $6,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ и $6,4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ соответственно.

NPP кукурузы колеблется в лесостепи от 4,5 до 8,2 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$, в степи от 3,6 до 5,3 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ и в сухостепи от 3,7 до 5,5 $\text{т} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$ (рис. 40). Кукуруза во всех зонах выращивается только на орошаемых землях. Динамика NPP в лесостепи носит в основном выровненный характер.

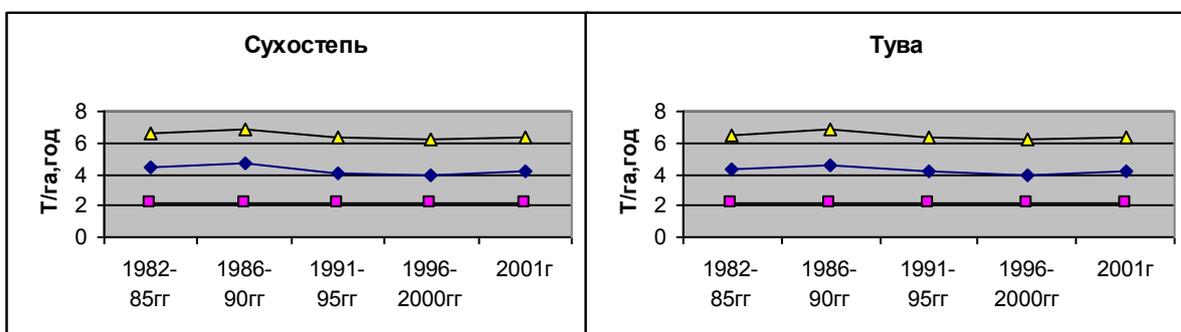
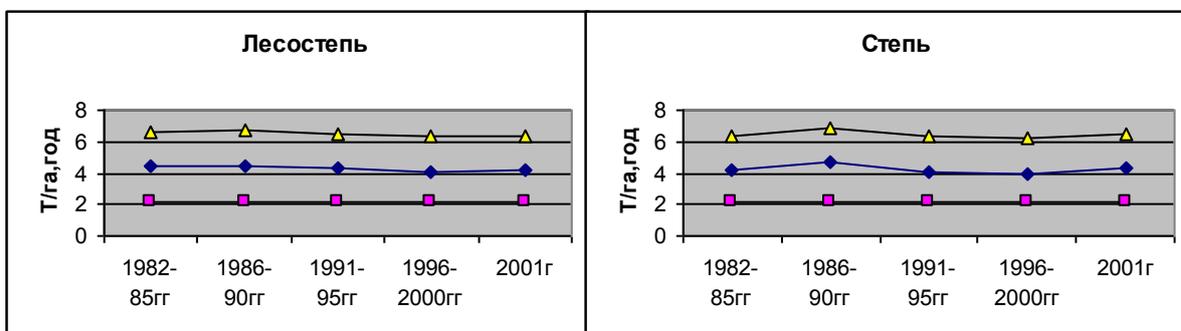
В степи и сухостепи наблюдается постепенное уменьшение чистой первичной продукции кукурузы. Это связано с недостаточным обеспечением почв органическим веществом и питательными элементами, разрушением оросительных сетей и низким агрофоном в этих зонах (Пашнева, 2003). Доля BNP в NPP кукурузы составляет

69%. Несмотря на незначительное развитие надземной части растения, корневая система кукурузы отличается мощностью, сильным ветвлением и многоярусностью.

а)



б)



-◇- ANP

-□- BNP

-△- NPP

Рисунок 39 – Динамика чистой первичной продукции агроценозов зерновых (а) и пшеницы (б)

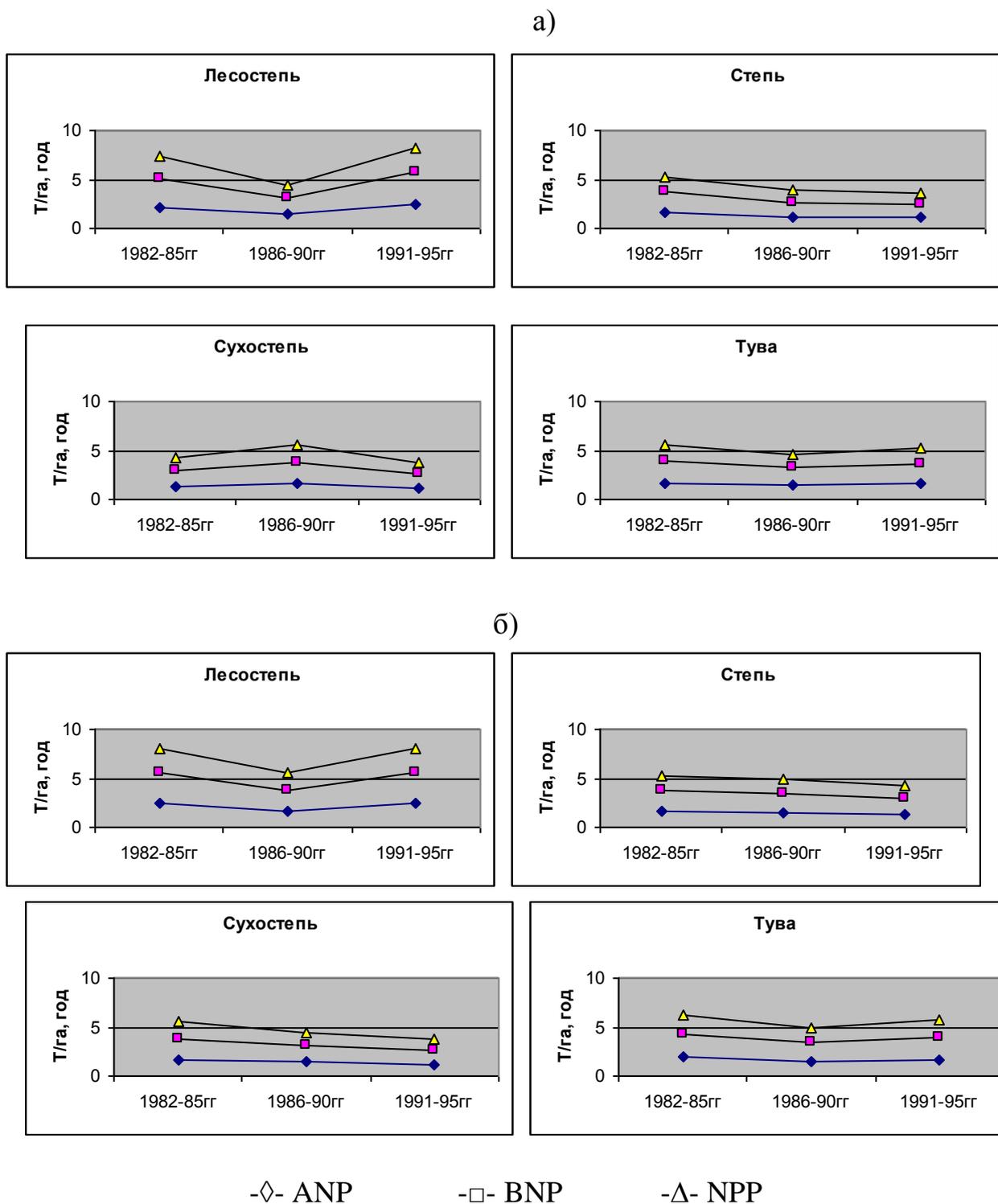


Рисунок 40 – Динамика чистой первичной продукции агроценозов кукурузы (а) и других силосных (б)

Продукция агроценозов других силосных культур близка по величине NPP кукурузы (рис. 40). Видно, что годовичная продукция силосных агроценозов закономерно увеличивается от зоны сухости (3,7 т·га⁻¹·год⁻¹) к зоне лесостепи (8,0 т·га⁻¹·год⁻¹). В зоне сухости и степи отмечается постепенное уменьшение NPP от периода 1982–1985

к периоду 1991–1995 годов, а в лесостепи обнаруживается уменьшение в период 1986–1990 годов. Доля ВНР в NPP силосных культур такая же как и у кукурузы, – 69%.

Значения NPP однолетних трав варьирует от 7,8 до 20,1 т·га⁻¹·год⁻¹ (рис. 41). Колебания NPP составляют в лесостепи, степи, сухостепи от 12,0 до 20,1; от 11,9 до 19,7; от 7,8 до 15,1 т·га⁻¹·год⁻¹ соответственно. ANP в NPP однолетних трав достигает в лесостепной зоне 60% в степной – 44% и сухостепной – 48%. Это естественно, поскольку урожайность в лесостепи в 2 раза выше, чем в степи и сухостепи. Как видим, продукция надземной части агроценозов однолетних трав в лесостепи немного выше, чем подземной, а в степи и сухостепи, наоборот, количественно преобладает ВНР.

Чистая первичная продукция многолетних трав колеблется от 7,4 до 40,1 т·га⁻¹·год⁻¹, где большую часть NPP слагают корни (рис. 41). Агроценозы многолетних трав (преимущественно люцерна) создают самую высокую продукцию по сравнению с однолетними травами. NPP многолетних трав в лесостепи, степи, сухостепи больше в 1,5, в 1,9, в 2,2 раза, соответственно, чем NPP однолетних трав. Это объясняется тем, что подземные органы многолетних трав достигают значительной величины из-за ежегодного прироста. Годичная продукция многолетних трав постепенно возрастает от сухостепи к степи и падает в лесостепи. Во всех зонах многолетние травы возделываются при орошении, этим и можно объяснить более высокие урожаи многолетних трав в степной и сухостепной зонах. Динамика NPP многолетних трав различна в разных зонах. В лесостепи отмечается постоянный рост продукции с 1982 по 1995 год. В степи и сухостепи наблюдается прирост растительного вещества в период 1982–1990, а затем его снижение в период 1991–1995 годов.

Продукция многолетних трав часто не уступает продукции травяных экосистем, поэтому для сравнения приведем данные NPP естественных экосистем по другим регионам и по Туве. Средний запас зеленой массы травяных фитоценозов в настоящих и сухих степях Центральноазиатского региона составляет 100–130 г/м² (Титлянова, 2002а; 2002б; Титлянова, Миронычева-Токарева, Романова и др., 2002; Кудряшова, Титлянова, Самбуу, Кыргыз, 2004). Такой запас встречается в этих степях по всей Евразии. По запасу живых подземных органов (800 г/м²) сухие степи Центральной Азии близки к степям Причерноморско-Казахстанского региона, в то время как запасы подземной мортмассы в 1,2–1,7 раз выше в степях Центральной Азии.

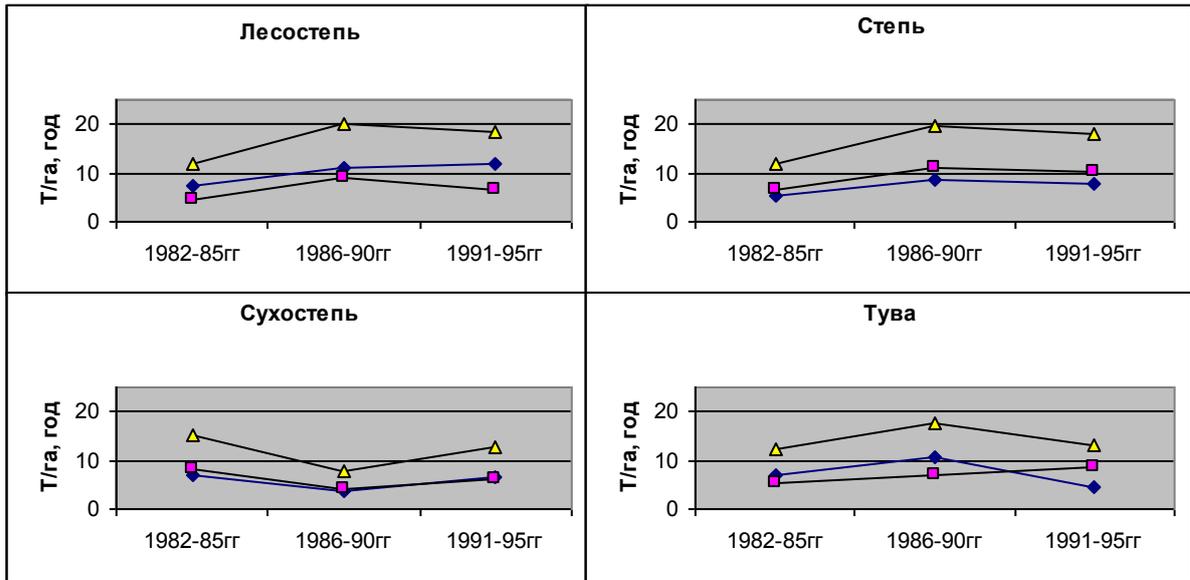
Первичная продукция снижается вдоль широтно-зонального градиента от луговых к опустыненным степям в 1,9 раза – от 1150 до 2250 г/(м²·год) в Причерноморско-Казахстанском регионе и в 2,8 раза (от 800 до 2200 г/(м²·год) в Центральноазиатском. Следовательно, падение величины NPP, вызванное нарастанием аридности, усиливается от экстроконтинентальной части степи. Растения сухих степей Центральной Азии транслоцируют в подземные органы значительно большую долю фотосинтетатов, чем растения западных степей. Так, в типичных сухих степях Причерноморско-Казахстанского региона в подземный ярус транслоцируется 80% от накопленных органических веществ, а в аналогичных степях Центральной Азии – 90%.

Проведенные исследования С.Г. Курбатской с соавторами (2004) показали, что запасы растительного вещества в степях Убсунурской котловины с пастбищным режимом находятся в пределах 150–361 ц/га, в заповедном режиме – 147–330 ц/га. При этом запас надземной фитомассы варьирует в пределах 8,7–41,4 ц/га (пастбищный режим) и – 9,6–44,7 ц/га (заповедный). Подземная часть фитомассы составляет в среднем 90% от общей массы.

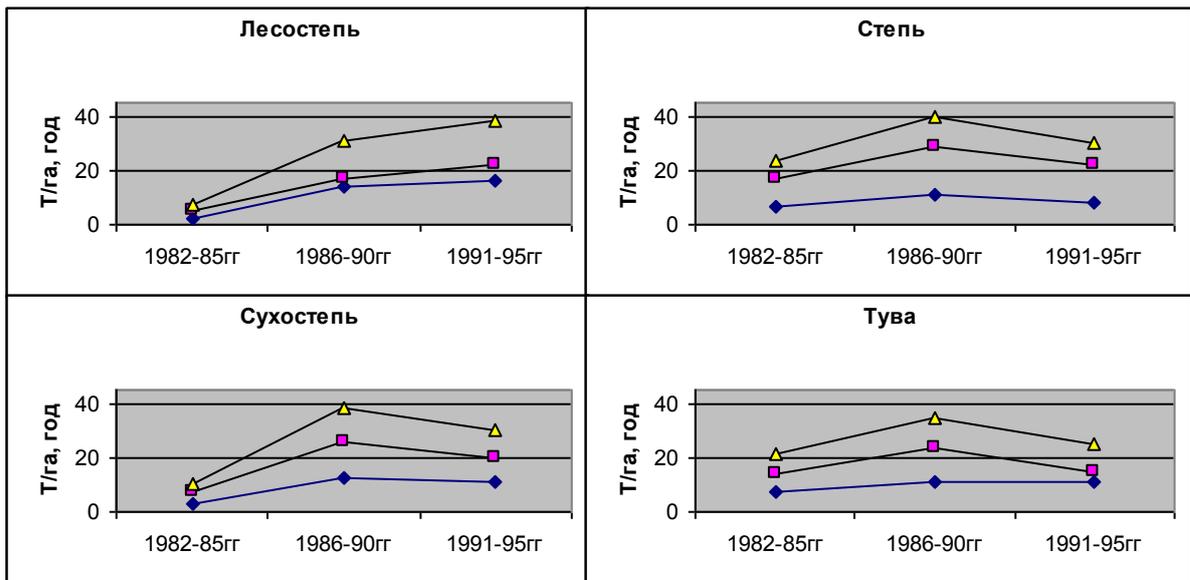
Ч.Н. Самбыла, С.С. Курбатская (2004) приводят данные фитомассы растительных ассоциаций тундровых экосистем северного склона хребта Восточного Танну-Ола, где наибольшей надземной фитомассой, до 2832 г/м², обладает осоково-кустарниково-моховая тундра (горно-тундровая торфянисто-перегнойная почва), а наименьшей (307 г/м²) – разнотравно-дриадово-моховая тундра (горно-луговая маломощная почва). Подземная фитомасса обычно превышает надземную в 3–10 раз. Это может быть связано с тем, что опад надземных частей растений благодаря быстрому прогреванию поверхностного слоя весной и лучшему увлажнению летом скоротечными летними осадками имеет больше шансов на быстрое разложение, чем корни. В изученных тундровых экосистемах наблюдается большое накопление корневого опада, особенно корней многолетних злаков.

А.Д. Самбуу (2001) определены оценки надземной, подземной и полной продукции для восстанавливающихся и деградированных степей Тувы. В восстанавливающихся степях NPP ежегодно достигает 906–1347 г/м², в том числе BNP – 807–1222 г/м². В деградированных степях чистая первичная продукция снижается до 409–499 г/м² в год, в том числе подземная – до 335–429 г/м² в год. Таким образом, подземная продукция в восстанавливающихся и деградированных степях в 8,2–9,7 и 4,5–6,1 раза выше, чем надземная.

а)



б)



-◇- ANP -□- BNP -△- NPP

Рисунок 41 – Динамика чистой первичной продукции агроценозов однолетних трав (а) и многолетних трав (б)

У.Ц. Теблеева (2002) отмечает, что в травяных экосистемах котловин Внутренней Азии основу флоры составляет жизненная форма травянистых многолетних растений (85,5%). Для них характерно то, что разложение мертвого органического вещества замедляется с увеличением увлажнения и сопутствующим ему понижением температуры почвы. Величина продукции надземной массы изменяется в зави-

симости от гидротермических характеристик не только текущего, но и предыдущего года. Она достигает максимальных величин в умеренно теплый и умеренно влажный год, если ему предшествует теплый и влажный. Подземная продукция в холодные влажные годы выше, чем в умеренно теплые и умеренно влажные. В засушливые годы идет активное нарастание корневых систем и запасы подземной части достигают 6,5–7,5 т/га в настоящей степи, а запасы общей живой фитомассы колеблются в пределах от 0,7 до 24,5 т/га.

К сожалению, данных, кроме наших, по продукции агроценозов в Туве нет. Поэтому мы не можем сопоставить полученные нами оценки с оценками других исследователей.

Продолжим анализ результатов исследования.

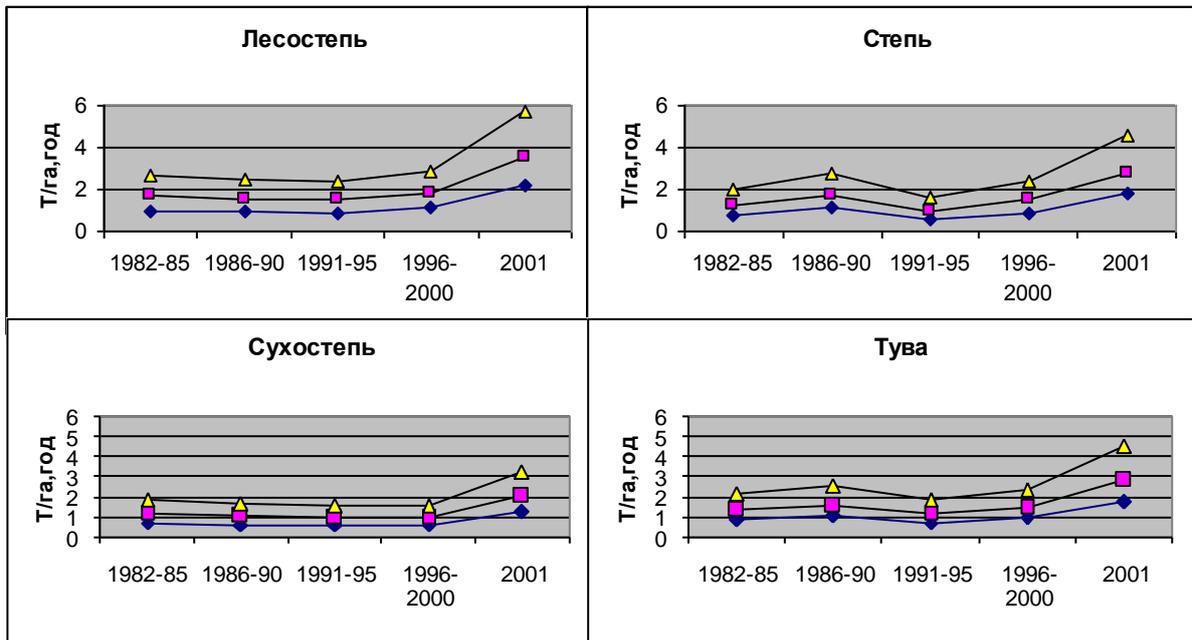
Агроценозы картофеля в регионе характеризуются невысокой интенсивностью продуцирования растительного вещества: 2,4–5,7 т·га⁻¹·год⁻¹ в лесостепи, 1,6–4,6 т·га⁻¹·год⁻¹ в степи, 1,5–3,2 т·га⁻¹·год⁻¹ в сухостепи (рис. 42). Соотношение продукции в надземной и подземной сфере агроценоза приближается к единице и обуславливается биологическими и морфологическими особенностями картофеля.

Наряду с корневой системой в подземную продукцию культуры входят видоизмененные подземные побеги (столоны, клубни), что увеличивает величину ВНР. Оценки продукции за 20 лет в природных зонах Тувы варьируют по пятилетним периодам. Можно отметить, что в 2001 году, к началу текущего столетия, произошло заметное увеличение NPP. Это обусловлено тем, что в настоящий период возделывание картофеля и овощей происходит в частном секторе, где наиболее качественно и в сроки проводят агротехнические мероприятия (полив, междурядная обработка, окучивание, уборка и др.) (Монгуш, Попов, Чучко, 2003).

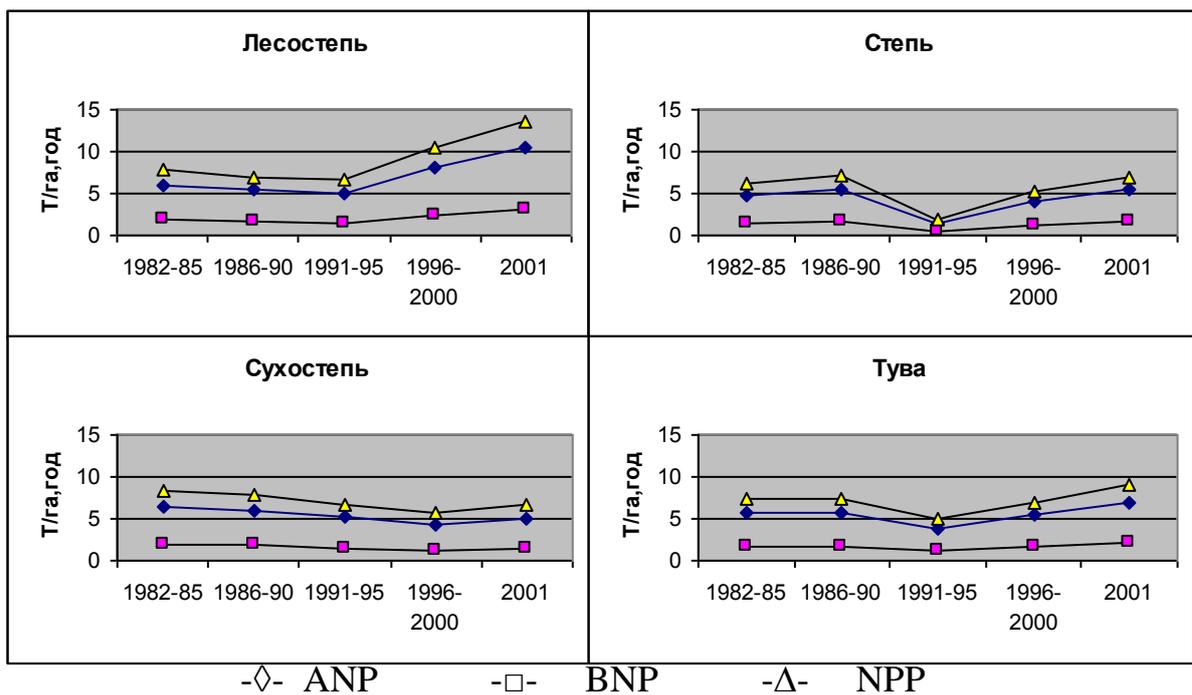
Изменения NPP овощей на земельной территории Тувы прослеживаются на рисунке 42. NPP овощей увеличивается от зоны сухостепи к зоне лесостепи. Значения ANP овощных растений (преимущественно капуста) в 2–3,4 раза больше, чем ВНР. NPP овощей в лесостепи, степи и сухостепи составляют 6,6–17,4; 1,8–7,0; 5,6–8,3 т·га⁻¹·год⁻¹ соответственно. Максимальные значения NPP овощей в лесостепи наблюдаются в период 1996–2000 годов, тогда как в степи – в период 1986–90 годов, а в сухостепи – в 1982–85 годах. Такая разнородность объясняется прежде всего тем, что овощи являются высокопродуктивными растениями и при формировании урожая особенно

требовательны к элементам питания и к метеорологическим условиям по периодам роста.

а)



б)



-◇- ANP -□- BNP -△- NPP

Рисунок 42 – Динамика чистой первичной продукции агроценозов картофеля (а) и овощей (б)

Отметим, что влагообеспеченность почвы в хозяйствах регулируется дополнительным поливом овощей. Этот прием является дорогостоящим. Объемы данного мероприятия в различных зонах региона неодинаковы. Наибольшие площади орошаемых земель имеются в

сухостепной зоне, где овощи выращиваются только на поливных землях. Здесь же наблюдаются более ровные урожаи овощей, от 3,74 до 5,56 т/га. Известно, что капуста в условиях орошения потребляет много питательных элементов в короткие сроки. Поэтому требуется внесение больших доз удобрений. Следовательно, получение высоких и устойчивых урожаев овощных культур зависит не столько от природных условий, сколько от материальных затрат. А экономические условия хозяйств неодинаковы. Отсюда и возникают резкие колебания урожаев овощей и изменения NPP этих агроценозов в ландшафтно-климатических зонах региона в разные периоды за анализируемое время.

Сравнивая весь ряд изученных агроценозов, подчеркнем, что наибольшую NPP имеют агроценозы многолетних трав, наименьшую – картофель.

Обратимся к результатам чистой первичной продукции агроценозов Тувы, выраженной в углероде (табл. 19).

Таблица 19 – Чистая первичная продукция агроценозов, тС·га⁻¹·год⁻¹

| Агроценоз | Лесостепь | | | Степь | | | Сухостепь | | |
|-------------------------|-----------|------|------|-------|------|------|-----------|------|------|
| | ANP | BNP | NPP | ANP | BNP | NPP | ANP | BNP | NPP |
| Зерновые | 1,88 | 0,99 | 2,87 | 1,86 | 0,99 | 2,85 | 1,89 | 0,99 | 2,88 |
| Картофель | 0,56 | 0,89 | 1,45 | 0,46 | 0,74 | 1,20 | 0,33 | 0,53 | 0,86 |
| Овощи | 3,14 | 1,56 | 4,70 | 1,89 | 0,57 | 2,46 | 2,43 | 0,73 | 3,16 |
| Корнеплоды | 0,11 | 0,35 | 0,46 | 0,05 | 0,15 | 0,20 | 0,06 | 0,15 | 0,21 |
| Кукуруза и др. силосные | 1,13 | 2,60 | 3,73 | 0,74 | 1,71 | 2,45 | 0,74 | 1,70 | 2,44 |
| Однолетние травы | 2,75 | 1,80 | 4,55 | 1,95 | 2,50 | 4,45 | 1,53 | 1,69 | 3,22 |
| Многолетние травы | 2,89 | 4,04 | 6,93 | 2,34 | 6,08 | 8,42 | 2,41 | 4,75 | 7,16 |
| Пар | 0,38 | 0,20 | 0,58 | 0,09 | 0,05 | 0,14 | 0,09 | 0,05 | 0,14 |

Особенности и основные закономерности этих оценок повторяют сказанное о продукции в различных агроценозах, приуроченных к разным ландшафтно-климатическим зонам. Агроценозы в регионе ас-

симилируют от $0,20 \text{ тС}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ в полях картофеля до $8,42 \text{ тС}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ в полях многолетних трав. Запасы углерода в продукции картофеля и кукурузы закономерно падают от лесостепи к сухостепи. Динамика годичного накопления углерода в продукции овощных культур и однолетних трав показывает снижение его в степи по сравнению с лесостепной и сухостепной зонами. Это вызвано прежде всего тем, что названные культуры в сухостепи возделываются только при орошении. Поэтому влагообеспеченность почв даже на фоне недостаточного содержания питательных элементов способствует продукционному процессу. Вместе с тем нужно отметить, что однолетние травы в лесостепной зоне накапливают больше углерода в надземной продукции, а в степной и сухостепной – подземной. Такая закономерность обусловлена структурой растительного вещества, в частности увеличением доли подземных органов однолетних трав, выращиваемых в степи и сухостепи. Основными особенностями зонального распределения углерода в продукции многолетних трав являются: во-первых, их 1,2-кратное увеличение в направлении от лесостепи к степи и 1,2-кратное уменьшение в направлении от степи к сухостепи; во-вторых, преобладание углерода в подземной продукции этой полевой культуры, возделываемой в любой природной зоне.

Аккумуляция углерода продукцией агроценозов Тувы, рассчитанная с учетом площадей по каждой полевой культуре, составляет $765 \text{ тыс. т С}\cdot\text{год}^{-1}$ (табл. 20).

Площадь агроценозов степной зоны Тувы составляет 150 тыс. га . Эта часть земледельческой территории Тувы вносит наибольший вклад в углеродный блок «растительное вещество – продукция», составляющий $468 \text{ тыс. т С}\cdot\text{год}^{-1}$, или 61% запасов углерода всей пашни. В продукции агроценозов сухостепи на площади около 53 тыс. га аккумуляровано $150 \text{ тыс. т С}\cdot\text{год}^{-1}$, или 20%. Продукцией агроценозов лесостепи, занимающих меньшую, чем в сухостепи и особенно степи, площадь (42 тыс. га), депонировано $146 \text{ тыс. т С}\cdot\text{год}^{-1}$, или 19% всех запасов углерода в продукции пашни Тувы.

Таким образом, масштабы депонирования углерода продукцией лесостепи и сухостепи практически одинаковые. Средняя плотность углерода невысокая: $3,48 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ в лесостепи, $3,12 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ в степи и $2,86 \text{ т}\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{год}^{-1}$ в сухостепи. Можно утверждать, что аккумулярованные в продукции запасы углерода в данном случае определяются величинами площадей пашни в каждой природной зоне.

Таблица 20 – Аккумуляция углерода в продукции агроценозов,
тыс. т С·год⁻¹

| Ландшафтно-климатическая зона | га | ANP | BNP | NPP |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Лесостепь | 42054 | 84,52 | 61,85 | 146,37 |
| Степь | 150201 | 221,70 | 246,72 | 468,42 |
| Сухостепь | 52524 | 79,05 | 71,14 | 150,19 |
| Итого | 244779 | 385,27 | 379,71 | 764,98 |

Наибольший вклад в «растительный» пул углерода вносят зерновые культуры: 53% в лесостепи, 40% в степи и 48% в сухостепи (рис. 43). Это обусловлено тем, что данные культуры в структуре пашни являются преобладающими. Агроценозы многолетних и однолетних трав, распространяясь на значительно меньшей площади, вносят в депо углерода 24% в лесостепи, 25% в степи и 24% в сухостепи. Вклад корнеплодов, овощных культур и картофеля, выращиваемых на небольших площадях, совсем незначителен.

Исследованиями (Титлянова, Косых, 1997; Титлянова, Чупрова, 2003; Ведрова, Стаканов, Чупрова, Шугалей, 2002; Лесные экосистемы ..., 2002; Шугалей, Чупрова, 2003; Чупрова, 2004) установлены зональные и провинциальные особенности аккумуляции углерода в фитомассе и почвенном органическом веществе. Значительные колебания этих показателей в разных экосистемах, распространенных в одноименных природных зонах, обусловлены производственными факторами, а в одинаковых экосистемах из одноименных зон разных регионов – климатическими факторами. Все исследователи отмечают высокую корреляционную зависимость запасов углерода от величины фитомассы, а в лесах – и от возраста древостоев.

Таким образом, суммарная аккумуляция углерода в агроценозах Тувы (блоки «растительность – продукция» и «органическое вещество почвы») достигает 12412 тыс. т. Следовательно, 94% углерода, аккумулярованного в агроценозах, находится в почвенном органическом веществе и 6% в надземной и подземной фитомассе (в составе продукции).

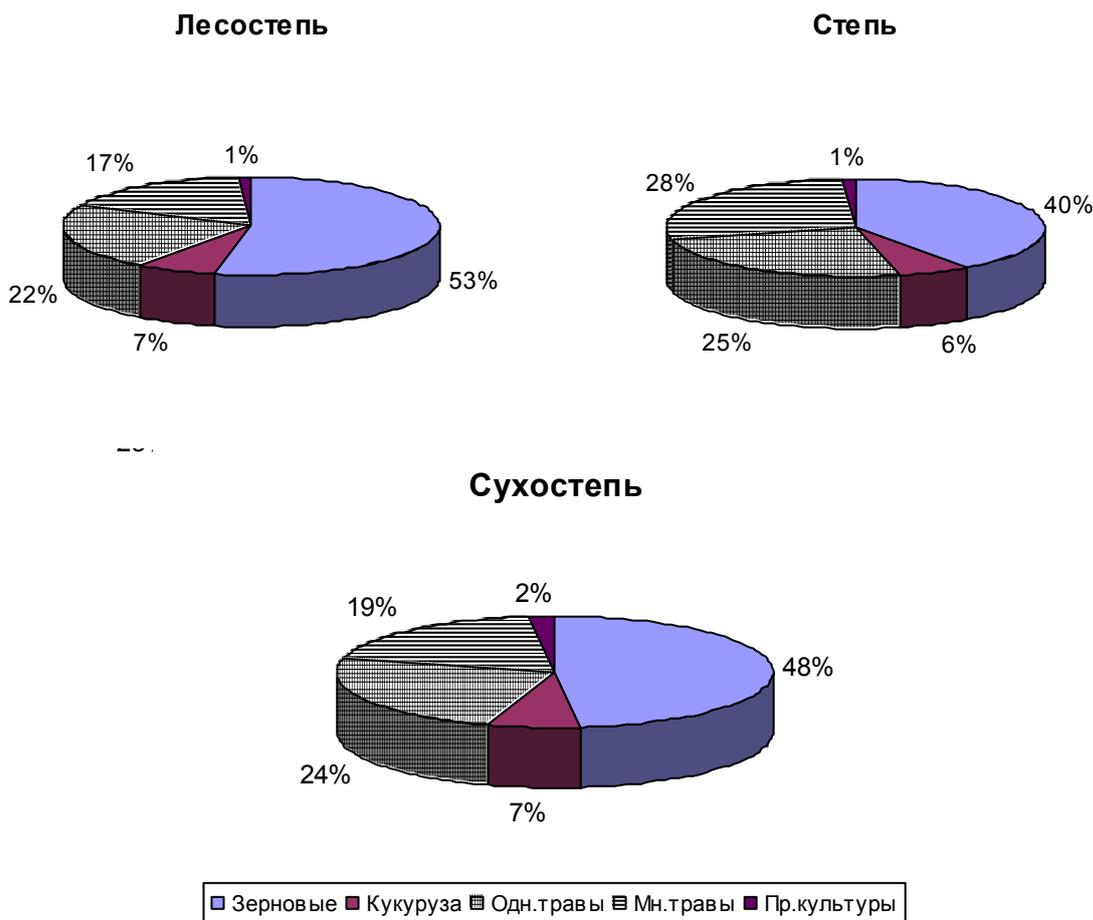


Рисунок 43 – Долевое участие полевых культур в аккумуляции углерода продукцией

Такое соотношение сохраняется в каждой ландшафтно-климатической зоне Тувы. Отметим, что в агроценозах Красноярского края и Хакасии (Чупрова, 2001а; Чупрова, Донская, 2004) доля депонированного углерода в фитомассе выше, чем в Туве, что объясняется более высокой продуктивностью агроценозов Красноярского края и Хакасии. По известным данным, в лесных экосистемах (Лесные экосистемы ..., 2002), 71% углерода, депонированного лесами Енисейского меридиана, находится в органическом веществе почвы и 29% – в фитомассе (надземной и подземной).

5.3. Интенсивность деструкционного процесса

Деструкционный процесс – это сочетание процессов отмирания растений или их отдельных частей, образования мортмассы и ее разложения, а также минерализации гумуса. Количественное описание этого процесса характеризует возврат углерода в атмосферу. Вход уг-

лерода из атмосферы в экосистему оценивается величиной NPP. Соотношение интенсивностей входа и выхода определяет величину чистой экосистемной продукции (NEP), которая характеризует статус агроценозов в биосфере. Иначе говоря, знак баланса показывает, какую роль выполняют агроценозы в биосфере: являются ли стоком для CO₂ атмосферы или его источником в атмосферу.

В агроценозах часть продукции отчуждается с урожаем. Величина отчуждения углерода с урожаем полевых культур, выращиваемых на пашне Тувы, равняется в среднем за анализируемый период 374 тыс. т год⁻¹ (1,53 т С га⁻¹ год⁻¹), варьируя в разных ландшафтно-климатических зонах из-за неодинаковой урожайности и посевной площади (табл. 21).

Отмирание листьев, стеблей, а иногда и целых растений в агроценозах региона начинается сразу же после кущения или выхода в трубку. Корни начинают частично отмирать после цветения. Отмершие в течение вегетации части растений поступают в почву и пополняют запасы растительных остатков или мортмассы. Летнее поступление растительных остатков в почву составляет до 30% от суммарного их поступления за весь вегетационный период. Основные запасы свежей мортмассы формируются осенью, после уборки урожая, за счет пожнивных и корневых остатков. Оценки возврата углерода в почву с растительными остатками зависят от вида сельскохозяйственной культуры и интенсивности прироста их надземных органов и корней, обеспеченности почвы питательными элементами и водой. Максимальные оценки отмечаются в агроценозах многолетних трав, минимальные – в полях корнеплодов и картофеля.

Растительные остатки в почве постепенно разлагаются. Разложение сопровождается механическим разрушением растительных тканей, их биохимической и химической трансформацией. В процессе разложения значительная часть органических остатков минерализуется до конечных продуктов окисления и только небольшая часть подвергается гумификации, приводящей к образованию «новых» («молодых») гумусовых веществ. Распад растительных остатков происходит под воздействием разнообразных сапрофитных организмов. Интенсивность разложения определяется в первую очередь запасом и химическим составом растительного субстрата в почве. Как правило, поступление новых порций свежего растительного материала, обуславливая «затравочный эффект», повышает интенсивность процесса разложения. Дефицит почвенной влаги обычно не лимитирует процессы распада растительных

остатков. Влияние температуры на интенсивность и скорость их разложения значительно выше фактора влажности.

Таблица 21 – Баланс углерода в агроценозах

| Статья баланса | Лесостепь | | Степь | | Сухостепь | | Всего | |
|-------------------------|-----------|--------|-------|--------|-----------|--------|-------|--------|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Вход: NPP | 3,48 | 146,37 | 3,12 | 468,42 | 2,86 | 150,19 | 3,12 | 764,98 |
| Выход: | | | | | | | | |
| отчуждение с урожаем | 1,81 | 76,12 | 1,40 | 210,28 | 1,39 | 73,01 | 1,53 | 374,51 |
| минерализация | 1,63 | 68,55 | 1,91 | 286,88 | 2,22 | 116,60 | 1,92 | 469,97 |
| всего | 3,44 | 144,67 | 3,31 | 497,16 | 3,61 | 189,61 | 3,45 | 844,48 |
| Баланс (NEP) | +0,04 | +1,70 | -0,19 | -28,74 | -0,75 | -39,42 | -0,33 | -79,50 |
| % от NPP | | | | 6,13 | | 26,25 | | 10,39 |

Примечание: 1 – т С га⁻¹год⁻¹; 2 – тыс. т С год⁻¹.

В агроценозах Тувы ежегодно в деструкцию вовлекается от 1,3 до 2,0 т С га⁻¹ растительных остатков. Освобождение углерода в процессах минерализации колеблется в разных агроценозах конкретной природной зоны и в одинаковых агроценозах, приуроченных к различным зонам. Интенсивность этого процесса снижается в направлении от лесостепи к сухостепи, что обусловлено не столько различиями погодных условий, сколько преобладанием массы растительных остатков в лесостепной зоне по сравнению со степной и сухостепной. В среднем по региону минерализуется ежегодно 70–90% массы растительных остатков.

Соотношение между количественными оценками выхода углерода в процессах минерализации растительных остатков и отчуждения с урожаем в агроценозах очень варьирует. В полях зерновых культур чаще всего преобладает поток отчуждения с урожаем, а в полях кукурузы, картофеля и многолетних трав – минерализационный поток углерода.

На синтез нового гумуса при разложении растительных остатков в паровых полях приходится только 5–7%, кукурузы и картофеля – 12–15%, зерновых культур, однолетних и многолетних трав – 22–28%. Его дополнительная аккумуляция наблюдается в почвах под многолетними травами. Однако это не исключает здесь потери подвижного гумуса. Он так же, как и под другими сельскохозяйственными растениями, подвергается минерализации. Доля углерода, высвобождающегося в процессах минерализации подвижного гумуса (новообразованного и прежнего), достигает 4–8% запаса С_{под}.

Таким образом, минерализационный поток углерода в агроценозах Тувы формируется при разложении растительных остатков и минерализации почвенного гумуса. В суммарном минерализационном потоке доля распада растительных остатков преобладает, но, в отличие от других регионов, возрастает и ежегодная минерализация гумуса. Установлено, что минерализация подвижного гумуса по сравнению с разложением растительных остатков протекает с обратной интенсивностью в различных ландшафтно-климатических зонах. Она увеличивается в направлении от лесостепи к сухостепи. Следовательно, снижение интенсивности разложения мортмассы влечет за собой повышение потерь подвижного гумуса. Иначе говоря, чем меньше в почве растительных остатков, тем больше минерализуется гумусовых веществ.

Величина суммарного минерализационного потока углерода в агроценозах Тувы равняется 470 тыс. т год⁻¹ (1,92 т га⁻¹год⁻¹). Вклад агроценозов, приуроченных к лесостепной зоне, составляет 15%, степной – 61%, сухостепной – 25%.

Выход углерода и агроэкосистемы складывается из отчужденного с урожаем и выделившегося в процессах минерализации мортмассы и гумуса. Суммарный выход углерода ежегодно варьирует от 145 тыс. т до 497 тыс. т, составляя 844 тыс. т (3,45 т га⁻¹ год⁻¹) на всю сельскохозяйственную площадь региона. Баланс углерода в агроценозах нарушен. Можно говорить лишь об относительно равновесном состоянии в функционировании агроценозов лесостепной зоны. На пахотной территории степной и сухостепной зон баланс углерода имеет отрицательный знак. В целом же агроценозы Тувы выполняют роль источника углерода, равного почти 80 тыс. т С в год (0,33 т С га⁻¹ год⁻¹), или 10,4% его затрат на формирование первичной продукции.

Полученные результаты углеродного бюджета на сельскохозяйственной территории Тувы требуют дальнейшего уточнения. Создание необходимых баз данных для оценки основных компонентов баланса углерода после 2001 года позволит сделать сравнительный анализ. Ограниченность экспериментальных данных по интенсивности процессов разложения растительных остатков и минерализации подвижного гумуса не дает надлежащей точности в оценках потерь гумуса из почв. В полученной нами оценке минерализации подвижного гумуса не учтены потери, обусловленные эрозией и дефляцией, а также другими антропогенными нарушениями. В конечном счете, дальнейшее накопление экспериментальных данных представляет собой информационную основу для сравнительного анализа и оценки неопределенности получаемых результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Своеобразие природных условий степных ландшафтов Тувы – котловинный рельеф, резкая континентальность климата, большая амплитуда колебания температуры воздуха, малое количество выпадающих осадков и сухость воздуха, развитие растительности с ясно выраженными признаками ксерофильности, преобладание почвообразующих пород легкого гранулометрического состава – определяет преимущественное распространение здесь каштановых почв. Черноземы не образуют сплошного покрова ни в одной из котловин. Хозяйственная деятельность человека, в частности агрогенная, часто превосходящая по силе воздействия климатические факторы, привела как к сукцессионным сменам растительности, так и полной замене травянистой растительности сельскохозяйственной.

Агроценозы в Туве распространялись в среднем за период 1982–2005 годов на площади 245 тыс. га. Большие площади посевов и вовлечение в пашню проблемных земель привели к деградации почв и потере их плодородия. На заметное снижение содержания гумуса в пахотных почвах оказали влияние усилившиеся при систематической обработке полей процессы дефляции и минерализации органического вещества, а также уменьшение запасов поступающих в почву растительных остатков.

В 2008 году агроценозы занимали только 60 тыс. га, составляя 4,8% в структуре сельскохозяйственных угодий. Основные площади пахотных угодий находятся в Центрально-Тувинской (Хемчикской, Улуг-Хемской) и Турано-Уюкской котловинах. Современная концепция эффективного ведения сельскохозяйственного производства, разработанная Сибирским отделением РАСХН, предусматривает преимущественное развитие полукочевого скотоводства при ограниченном развитии очагового орошаемого земледелия. Одновременно необходимо законодательное регулирование вопросов землепользования и земельных отношений.

Главными особенностями агропочв Тувы являются маломощность генетического профиля, легкий гранулометрический состав, высокая карбонатность, почти провальная водопроницаемость. Гумусное состояние почв по содержанию и запасам гумуса оценивается средним, низким и очень низким уровнями. Почвы пахотных массивов региона депонируют 17142 тыс. т гумуса в слое 0–20 см. Основной вклад в депо гумуса вносят каштановые почвы.

В гумусе агропочв преобладает фракция стабильного гумуса. Доля подвижного гумуса изменяется от 32–33% в черноземах до 20–22% в светло-каштановой и аллювиальной остепненной. Супесчаные разновидности всех почв характеризуются в 2 раза меньшим количеством подвижных гумусовых соединений, чем суглинистые. В составе подвижного гумуса доминируют вещества, гидролизуемые 0,1 n NaOH. Водорастворимых продуктов – не более 3,5% от $C_{\text{гумуса}}$. Отношение $C_{\text{гк}}:C_{\text{фк}}$ расширяется в почвах, обедненных подвижным гумусом. В пахотном слое почв на всей земледельческой территории аккумуляровано 3093 тыс. т углерода подвижного и 8618 тыс. т углерода стабильного гумуса. Характер суммарной аккумуляции углерода в пахотных массивах региона отражает направленность почвообразования в пределах ландшафтно-климатических зон.

По результатам исследований, чистая первичная продукция зерновых агроценозов в среднем за период с 1982 по 2001 год изменяется от 6,2 до 6,6 т га⁻¹год⁻¹. Многолетние травы отличаются самой высокой NPP (21,4–35,0 т га⁻¹год⁻¹), картофель – минимальной (1,8–4,5 т га⁻¹год⁻¹). Продукция в подземной сфере агроценозов многолетних и однолетних трав, кукурузы и картофеля преобладает над продукцией в наземной сфере, а в остальных агроценозах – наоборот. Продукцией агроценозов Тувы синтезируется ежегодно 765 тыс. т углерода. Средняя плотность углерода снижается от лесостепной зоны (3,48 т С га⁻¹год⁻¹) к сухостепной (2,86 т С га⁻¹год⁻¹).

В общем пуле углерода агроценозов Тувы 94% приходится на долю почвенного гумуса и только 6% на наземную и подземную фитомассу.

Анализируя соотношение интенсивностей двух основных потоков круговорота углерода – продуцирование органического вещества в процессе фотосинтетической ассимиляции атмосферного углерода и его освобождение при разложении растительных остатков и гумуса с последующим возвратом в атмосферу, – установлено, что агроценозы Тувы служат источником углерода. Эти данные представляют достаточное свидетельство того, что бюджет углерода на сельскохозяйственной территории нарушен. Поэтому требуются серьезные агромероприятия, повышающие интенсивность продукционного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской автономной области. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – С. 24–52.

Алехно, А.Н. Структура и динамика растительного покрова / А.Н. Алехно, [и др.] // Эксперимент «Убсу-Нур». – Ч. 1. – М.: Интеллект, 1995. – С. 59–158.

Андрейчик, М.Ф. Климатические ресурсы Центрально подтаежно-степной сельскохозяйственной зоны Республики Тыва / М.Ф. Андрейчик, Г.В. Калугина // Аграрные проблемы Республики Тыва: мат-лы науч.-практ. конф. «Состояние и задачи обеспечения устойчивого развития агропромышленного производства Республики Тыва на 2001–2005 гг.»; РАСХН. Сиб. отд-ние. Правительство Респ. Тыва. – Новосибирск, 2002. – С. 134–143.

Аракчаа, Л.К. Биogeоценозы Убсунурской котловины / Л.К. Аракчаа [и др.] // Эксперимент «Убсу-Нур». – Ч. 1. – М.: Интеллект, 1995. – С. 321–333.

Ахтырцев, Б.П. Гумусное состояние аллювиальных луговых почв лесостепи / Б.П. Ахтырцев, Л.А. Яблонских // Почвоведение. – 1995. – №12. – С. 1460–1468.

Безуголова, О.С. Потеря гумуса в почвах Ростовской области / О.С. Безуголова, З.В. Звягинцева, Н.В. Горяинова // Почвоведение. – 1995. – №2. – С. 175–183.

Бугаков, П.С. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края: учеб. пособие / П.С. Бугаков, В.В. Чупрова. – Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 1995. – 176 с.

Вайнштейн, С.И. Историческая этнография тувинцев / С.И. Вайнштейн. – М.: Наука, Главная редакция восточной культуры, 1972. – 314 с.

Ведрова, Э.Ф. Баланс углерода в естественных и антропогенно-нарушенных лесах южной тайги / Э.Ф. Ведрова [и др.] // Лесные экосистемы Енисейского меридиана; под ред. Ф.И. Плешикова [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – С. 274–287.

Ведрова, Э.Ф. Динамика легкоминерализуемой фракции органического вещества под лесными культурами / Э.Ф. Ведрова, Л.В. Мухортова // Современные проблемы почвоведения в Сибири: мат-лы междунар. науч. конф. – Томск, Изд-во: ТГУ, 2000. – С. 296–299.

Волковинцер, В.И. Сухостепные почвы межгорных котловин и речных долин Тувы и Забайкалья / В.И. Волковинцер // Генезис почв Западной Сибири. – Новосибирск, 1964. – С. 45–48.

Волковинцер, В.И. Степные криоаридные почвы / В.И. Волковинцер. – Новосибирск: Наука СО, 1978. – С. 103–122.

Востров, И.С. Определение биологической активности почвы различными методами / И.С. Востров, А.Н. Петрова // Микробиология. – 1961. – Т.30. – №4. – С. 665–669.

Галеева, Л.П. Плодородие различных типов почв в современных условиях земледелия / Л.П. Галеева, Р.Ф. Галеев // Почвы-национальное достояние России: мат-лы IV съезда Докучаевского общества почвоведов (9–13 августа 2004 г.). – Новосибирск, Наука-Центр. – Кн. 2. – 2004. – С. 40.

Ганжара, Н.Ф. Концептуальная модель гумусообразования / Н.Ф. Ганжара // Почвоведение. – 1997. – №9. – С. 1075–1080.

Гришина, Л.А. Система показателей гумусного состояния почв / Л.А. Гришина, Д.С. Орлов // Проблемы почвоведения. – М., 1978.

Гришина, Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 243 с.

Давлятшин, И.Д. Статистические параметры содержания гумуса в черноземах обыкновенных Северного Казахстана / И.Д. Давлятшин, Р.С. Беспяева, Л.Н. Черницына // Почвоведение. – 1996. – №2. – С. 208–212.

Деева, Н.Ф. Почвенный покров / Н.Ф. Деева [и др.] // Эксперимент «Убсу-Нур». – Ч. 1. – М.: Интеллект, 1995. – С. 159–223.

Диошшини-Сат, М.Ш. О традиционном тувинском земледелии / М.Ш. Диошшини-Сат // Проблемы истории Тувы. – Кызыл, 1984. – С. 139–149.

Добровольский, Г.В. В.В. Докучаев и современное естествознание / Г.В. Добровольский // Почвоведение. – 1997. – №2. – С. 135–138.

Долмажап, В.С. Преобразования и изменения в системе земельно-имущественных отношений Республики Тыва / В.С. Долмажап // Научное обеспечение АПК аридных территорий Центрально-Азиатского региона: мат-лы междунар. конф. 10–12 апреля 2007. – Новосибирск, 2008а. – С. 31–35.

Долмажап, В.С. Земельно-имущественный комплекс Республики Тыва / В.С. Долмажап // Научное обеспечение АПК аридных терри-

торий Центрально-Азиатского региона: мат-лы междунар. конфер. 10–12 апреля 2007. – Новосибирск, 2008в. – С. 36–40.

Донская, О.Л. Динамика биологической продуктивности агроценозов Хакасии / О.Л. Донская // Почвы Сибири: особенности функционирования и использования. – Красноярск, 2003. – С. 164–170.

Донская, О.Л. Запасы и потоки углерода в агроценозах Минусинской впадины: автореф. дис. ... канд. биол. наук / О.Л. Донская. – Красноярск, 2004а. – 22 с.

Донская, О.Л. Гумусное состояние пахотных массивов Хакасии / О.Л. Донская // Почвы–национальное достояние России: мат-лы IV съезда Докучаевского общества почвоведов (9–13 авг. 2004 г.) – Кн. 1. – Новосибирск: Наука-Центр, 2004б. – С. 495.

Донченко, А.С. Межрегиональная схема специализации сельскохозяйственного производства в субъектах Российской Федерации Сибирского федерального округа. / А.С. Донченко [и др.]. – Новосибирск: СО Россельхозакадемия, 2008. – 95 с.

Дулов, В.И. Экономические связи с русским населением / В.И. Дулов // История Тувы. – Т.1. – М.: Наука, 1964. – С. 268–282.

Дьяконова, В.П. Хозяйство, культура и быт / В.П. Дьяконова, С.И. Вайнштейн, М.Х. Маннай-оол // История Тувы. – Т.1. – Новосибирск: Наука, 2001. – С. 229–266.

Ершова, Э.А. Степи / Э.А. Ершова, Б.Б. Намзалов // Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР; под ред. А.В. Куминовой [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 119–153.

Ефимцев, Н.А. Климатический очерк / Н.А. Ефимцев // Природные условия Тувинской автономной области: тр. Тув. компл. экспед. – Выпуск 3. – М., 1957. – С. 46–66.

Жуланова, В.Н. Гумусное состояние почв и продуктивность агроценозов Тувы: дис. ... канд. биол. наук / В.Н. Жуланова. – Красноярск, 2005. – 150 с.

Жуланова, В.Н. Динамика урожайности полевых культур в Туве / В.Н. Жуланова // Науч. тр. Тувин. гос. ун-та. – Выпуск V. –Т. I. – Кызыл: Изд-во ТывГУ, 2007. – С. 89–91.

Информация к годовому статистическому отчету «О наличии земель и распределении их по формам собственности, категориям, угодьям и пользователям» по состоянию на 1 января 2006 года. – Кызыл: Управление Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по РТ, 2007 (рукопись). – 10 с.

Зональные системы земледелия Тувинской АССР. – Новосибирск, 1982. – 182 с.

Калинина, А.В. Растительный покров и естественные кормовые ресурсы / А.В. Калинина // Природные условия Тувинской автономной области: тр. Тув. компл. экспед. – Выпуск 3. – М., 1957. – С. 162–177.

Кальная, О.И. Динамика процессов опустынивания земель в Республике Тыва / О.И. Кальная // Аграрная наука и сельское хозяйство Республики Тыва в современных условиях: сб. мат-лов науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию организации в Туве первого научного с-х учреждения – Тувинской сельскохозяйственной опытной станции. (Кызыл, 9–10 июня 2004 г.); РАСХН. Сиб. отд-ние. ГНУ ТувНИИСХ. – Абакан: ООО «Фирма Март», 2004а. – С. 253–256.

Кальная, О.И. Преобладающие процессы опустынивания сельхозугодий в Республике Тыва / О.И. Кальная // Аграрная наука Тувы: проблемы, пути их решения, перспективы: сб. науч. тр.; РАСХН. Сиб. отд-ние. ГНУ ТувНИИСХ. – Абакан: ООО «Фирма Март», 2004б. – С. 122–123.

Классификация и диагностика почв России / авторы и составители: Л.Л. Шишов [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

Клопова, А.С. Реки / А.С. Клопова // Природные условия Тувинской автономной области: тр. Тувин. компл. эксп. – М.: Изд-во АН СССР. – Вып. 3. – 1957. – С. 66–105.

Кобак, К.И. Биотические компоненты углеродного цикла / К.И. Кобак. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 247 с.

Когут, Б.М. Принципы и методы оценки содержания трансформируемого органического вещества в пахотных почвах / Б.М. Когут // Почвоведение. – 2003. – №3. – С. 308–316.

Копеев, В.А. История развития хозяйства / В.А. Копеев // Экономика Тувинской АССР. – Кызыл, 1973. – С. 73–88.

Копеев, В.А. О некоторых особенностях процесса кооперирования аратских хозяйств в Туве / В.А. Копеев // Проблемы истории Тувы. – Кызыл, 1984. – С. 42–53.

Корреляция почвенных классификаций / В.Д. Тонконогов [и др.]. – Петрозаводск: Карельский Научный Центр РАН, 2005. – 52 с.

Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 224 с.

Кириллов, М.В. Краткий очерк почв Тувинской автономной области / М.В. Кириллов // Рукопись: Научные отчеты и методика по

сельскому хозяйству за 1934–1947 гг., дело №1 (208 с.). – Сосновка, 1947. – 29 с.

Крупкин, П.И. Типизация земель под различными почвами – основа стабилизации их плодородия (на примере черноземов Красноярского края) / П.И. Крупкин // Почвы Сибири: особенности функционирования и использования. – Красноярск, 2003. – С. 28–32.

Кудеяров, В.Н. Почвенные источники углекислого газа на территории России / В.Н. Кудеяров // НТП «Глобальные изменения природной среды и климата»: избр. науч. тр. по проблеме: Глобальная эволюция биосферы. Антропогенный вклад. – М., 1999. – С. 165–270.

Кудряшова, С.Я. Поступление и депонирование органического углерода в почвах экосистем сухих степей / С.Я. Кудряшова [и др.] // Убсу-Нурская котловина как индикатор биосферных процессов в Центральной Азии: мат-лы VIII междунар. Убсу-Нурского симпозиума (26–30 июля 2004 г., Кызыл). – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2004. – С. 20–23.

Курбатская, С.С. Степные экосистемы Убсунурской котловины – природной лаборатории / С.С. Курбатская. – Кызыл, 2001а. – 103 с.

Курбатская, С.С. Органическое вещество и гумусное состояние почв Тувы / С.С. Курбатская // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: тез. докл. V междунар. науч. конф. (20–24 сентября 2001 г., Монголия). – Томск, 2001б. – С. 16–17.

Курбатская, С.Г. Динамика продуктивности степей Убсу-Нурской котловины // С.Г. Курбатская, Е.П. Тулуш, С.С. Курбатская // Убсу-Нурская котловина как индикатор биосферных процессов в Центральной Азии: мат-лы VIII Междунар. Убсу-Нурского симпозиума (26–30 июля 2004 г., Кызыл). – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2004. – С. 56–58.

Кушев, С.А. Рельеф / С.А. Кушев // Природные условия Тувинской автономной области: тр. Тувин. компл. экспед. – Выпуск 3. – М., 1957. – С. 11–45.

Кызласов, Л.Р. Древнеуйгурское время / Л.Р. Кызласов, С.И. Вайнштейн // История Тувы; под ред. С.И. Вайнштейна, М.Х. Маннай-оол. – Т.1. – Новосибирск: Наука, 2001. – С. 113–132.

Кыргыз, Ч.С. Степные экосистемы Убсунурской котловины и их пастбищное использование / Ч.С. Кыргыз // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: тез.

докл. V Междунар. науч. конф. (20–24 сентября 2001 г., Монголия). – Томск, 2001. – С. 267–268.

Кыргыз, Ч.С. Круговорот углерода в системе «растение – почва» в степях Убсунурской котловины: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ч.С. Кыргыз. – Томск, 2004. – 24 с.

Лавриненко, В.И. Современное состояние сельскохозяйственного производства Республики Тыва / В.И. Лавриненко // Научное обеспечение АПК аридных территорий Центрально-Азиатского региона: мат-лы междунар. конфер. 10–12 апреля 2007 г. – Новосибирск, 2008. – С. 8–14.

Ломоносова, М.Н. Определитель растений Тувинской АССР / М.Н. Ломоносова [и др.]. – Новосибирск: Наука, 1984. – 335 с.

Лесные экосистемы Енисейского меридиана / под ред. Ф.И. Плешикова [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 356 с.

Маннай-оол, М.Х. Скифское время / М.Х. Маннай-оол // История Тувы. – Т.1. – Новосибирск: Наука, 2001. – С. 37–50.

Маннай-оол, М.Х. Тува в эпоху империи Чингисхана и его преемников / М.Х. Маннай-оол, Л.Р. Кызласов // История Тувы. – Т.1. – Новосибирск: Наука, 2001. – С. 154–173.

Монгуш, Л.С. Состояние и задачи обеспечения устойчивого развития агропромышленного производства Республики Тыва / Л.С. Монгуш // Аграрные проблемы Республики Тыва: мат-лы науч.-практ. конф. «Состояние и задачи обеспечения устойчивого развития агропромышленного производства Республики Тыва на 2001–2005 гг.»; РАСХН. Сиб. отд-ние. Правительство Респ. Тыва. – Новосибирск, 2002. – С. 12–28.

Монгуш, А.А. О некоторых направлениях освоения минерально-сырьевой базы Тувы в ближайшей перспективе / А.А. Монгуш, В.А. Попов, В.Н. Чучко // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии, геоэкология природной среды и общества. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2003. – С. 175–180.

Носин, В.А. Почвы Тувы / В.А. Носин. – М: Изд-во АН СССР, 1963. – 342 с.

Назын-оол, О.А. Почва и условия ее разрушения / О.А. Назын-оол // Центральная Азия в XXI веке. Устойчивое развитие: тр. 6-го Убсунурского междунар. симпозиума (22–28 августа 1999 г., Кызыл). – Кызыл, Москва: Слово, 2000. – С. 36–39.

Назын-оол, О.А. Плодородие дефлированных почв Центрально-Тувинской котловины: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / О.А. Назын-оол. – Барнаул, 2004. – 39 с.

Обзор агрометеорологических условий роста и развития сельскохозяйственных культур в Туве за 1982–2001 годы // Отчеты Тувинского республиканского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – Кызыл, 1982.– 200 с.

Ондар, С.О. Механизмы функционирования ультраконтинентальной степной экосистемы: устойчивость и динамические процессы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / С.О. Ондар. – М., 2001а. – 43 с.

Ондар, О.Н. К началу промышленного освоения Тувы (конец XIX в. – 20-е годы XX в.) / О.Н. Ондар // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: тез. докл. V Междунар. научн. конф. (20–24 сентября 2001 г., Монголия): Томск, 2001. – С. 148–150.

Орлов, Д.С. Химия почв /Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.

Орлов, Д.С. Запасы углерода органических соединений в почвах Российской Федерации / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова // Почвоведение. – 1995. – №1. – С. 21–32.

Орлов, Д.С. Реальные и кажущиеся потери органического вещества почвами Российской Федерации / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, М.С. Розанова //Почвоведение. – 1996. – №2. – С. 197–207.

Отчет агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий Республики Тыва (1994–1998) (рукопись). – Кызыл, 1999. – 21 с.

Пашнева, Т.Л. Плодородная сила пашни / Т.Л. Пашнева // Аграрная наука – сельскому хозяйству Республики Тыва: мат-лы совместного засед. президиума СО РАСХН и Правительства РТ «Проблемы научного обеспечения, стабилизации и развития агропромышленного комплекса Республики Тыва». – Новосибирск, 2003. – С. 67–70.

Потапов, Л.П. Тува в период возникновения и распада государства Алтын-ханов и Джунгарии / Л.П. Потапов // История Тувы; под ред. С.И. Вайнштейна, М.Х. Маннай-оол. – Т.1. – Новосибирск: Наука, 2001. – С. 173–216.

Почвы Тувинской АССР и рекомендации по их использованию /Тувинский филиал Востсибгипрозем (рукопись). – Кызыл, 1978. – 245 с.

Прудникова, Т.Н. Древние оросительные системы Тувы / Т.Н. Прудникова // Устойчивое развитие континента Азия. Функциональная экология. Биосферные исследования. Тр. 7-го Убсунурского междунар. симпозиума (20–24 сентября 2001 г., Кызыл). – Кызыл, М.: Слово, 2002. – С. 189–194.

Распределение земель сельскохозяйственных угодий в районах республики Тыва / Управление Федерального агентства кадастра объектов недвижимости по РТ, (рукопись), 1989–2008 гг. – Кызыл, 2008. – 20 с.

Савич, В.И. Варьирование свойств почв во времени и пространстве / В.И. Савич // Докл. ТСХА. – 1971. – Вып. 162. – С. 111–115.

Савостьянов, В.К. Развитие земледелия и стабилизация АПК Республики Тыва / В.К. Савостьянов // Аграрная наука – сельскому хозяйству Республики Тыва: мат-лы совместного засед. президиума СО РАСХН и Правительства РТ «Проблемы научного обеспечения, стабилизации и развития агропромышленного комплекса Республики Тыва». – Новосибирск, 2003. – С. 52–54.

Савостьянов, В.К. Условия ведения сельскохозяйственного производства на аридных территориях Центральной Азии / В.К. Савостьянов [и др.] // Научное обеспечение АПК аридных территорий Центрально-Азиатского региона: мат-лы междунар. конфер. 10–12 апреля 2007. – Новосибирск, 2008. – С. 15–20.

Самбуу, А.Д. Влияние выпаса на продуктивность степей Убсунурской котловины в Туве: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.Д. Самбуу. – Томск, 2001. – 23 с.

Самбуу, А.Д. Антропогенная динамика растительности Тувы / А.Д. Самбуу. – Кызыл: ТуВИКОПР СО РАН, 2004. – 40 с.

Самбыла, Ч.Н. Тундровые экосистемы северного склона Восточного Танну-Ола / Ч.Н. Самбыла, С.С. Курбатская // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии: науч. тр. ТуВИКОПР СО РАН. – Кызыл, 2004. – С. 219–232.

Соболевская, К.А. Растительность Тувы / К.А. Соболевская. – Новосибирск, 1950. – С. 24–104.

Солдатова, Н.Г. Использование сельскохозяйственных угодий Республики Тыва / Н.Г. Солдатова [и др.] // Аграрная наука – сельскому хозяйству Республики Тыва: мат-лы совместного засед. президиума СО РАСХН и Правительства РТ «Проблемы научного обеспе-

чения, стабилизации и развития агропромышленного комплекса Республики Тыва». - Новосибирск, 2003. – С. 107–113.

Солдатов, В.П. К вопросу о размещении и специализации сельского хозяйства в Туве / В.П. Солдатов // Уч. записки. 20 лет Советской Тувы. – Вып. 11. – Кызыл, 1964. – С. 164–178.

Солдатов, В.П. Отраслевая структура и специализация сельского хозяйства / В.П. Солдатов // Экономика Тувинской АССР. – Кызыл, 1973. – С. 200–212.

Соловьева, В.М. Эффективность рядкового внесения минеральных удобрений в условиях Республики Тыва / В.М. Соловьева, Н.Г. Солдатова // Аграрная наука и сельское хозяйство Республики Тыва в современных условиях: сб. мат-лов науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию организации в Туве первого научного с.-х. учреждения – Тувинской сельскохозяйственной опытной станции (Кызыл, 9–10 июня 2004 г.); РАСХН. Сиб. отд-ние. ГНУ ТувНИИСХ. – Абакан: ООО «Фирма Март», 2004. – С. 262–265.

Соловьева, В.М. Агрохимическая характеристика почв Республики по итогам VI тура / В.М. Соловьева, В.В. Хуурак // Научное обеспечение АПК аридных территорий Центрально-Азиатского региона: мат-лы междунар. конфер. 10–12 апреля 2007. – Новосибирск, 2008а. – С. 277–282.

Сордонова, М.Н. Ветровая эрозия в Республике Бурятия / М.Н. Сордонова // Молодые ученые – сельскому хозяйству России: сб. мат-лов Всерос. конф. (Москва, 12–13 февраля, 2004 г.). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – С. 77–80.

Статистический сборник. Народное хозяйство Тувинской АССР в 11-й пятилетке. – Кызыл, 1986. – 211 с.

Сельское хозяйство Республики Тыва в разрезе кожуунов и гг. Кызыл, Ак-Довурак за 2000–2005 годы // Стат. сб.. – Кызыл, 2006. – 69 с.

Система агропромышленного производства Тувинской АССР. – Новосибирск, 1987. – 296 с.

Степи Центральной Азии / под ред. И.М. Гаджиева [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 299 с.

Субрегиональная национальная программа действий по борьбе с опустыниванием для юга Средней Сибири Российской Федерации. – Абакан, 2000. – 294 с.

Тарасов, Г.Л. Современная отраслевая структура хозяйства / Г.Л. Тарасов, В.Л. Бобровник // Экономика Тувинской АССР. – Кызыл, 1973. – С. 88–95.

Теблеева, У.Ц. Опыты моделирования травяных экосистем котловин Внутренней Азии / У.Ц. Теблеева // Устойчивое развитие континента Азия. Функциональная экология. Биосферные исследования: тр. 7-го Убсунурского междунар. симпозиума (20–24 сентября 2001 г., Кызыл). – Кызыл – Москва: Слово, 2002. – С. 55–64.

Тейт, Р. Органическое вещество почвы: биологические и экологические аспекты / Р. Тейт; пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 400 с.

Титлянова, А.А. Первичная продукция и запасы гумуса в экосистемах / А.А. Титлянова // Проблемы почвоведения в Сибири. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1990. – С. 47–53.

Титлянова, А.А. Устойчивость степных экосистем Центральной Азии / А.А. Титлянова // Устойчивое развитие континента Азия. Функциональная экология. Биосферные исследования: тр. 7-го Убсунурского междунар. симпозиума (20–24 сентября 2001 г., Кызыл). – Кызыл – Москва: Слово, 2002а. – С. 13–18.

Титлянова, А.А. Сравнительный анализ продуктивности Центральноазиатских и Причерноморско-Казахстанских степей / А.А. Титлянова // Степи Центральной Азии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002б. – С. 174–200.

Титлянова, А.А., Продуктивность степей / А.А. Титлянова [и др.] // Степи Центральной Азии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – С. 95–173.

Титлянова, А.А. Изменение продуктивности ландшафтов Западной Сибири в связи с различным использованием земель (на примере Новосибирской области) / А.А. Титлянова, Н.П. Косых // Сибир. эколог. журн. – 1997. – №4. – С. 347–354.

Титлянова, А.А. Динамика видового состава восстанавливающихся и деградирующих степей Убсунурской котловины (Тувинская часть) / А.А. Титлянова, С.С. Курбатская, А.Д. Самбуу // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: тез. докл. V Междунар. науч. конф. (20–24 сентября 2001 г., Монголия). – Томск, 2001. – С. 75.

Титлянова, А.А. Изменение круговорота углерода в связи с различным использованием земель (на примере Красноярского края) / А.А. Титлянова, В.В. Чупрова // Почвоведение. – 2003. – №2. – С. 211–219.

Трофимов, С.Я. О динамике органического вещества в почвах / С.Я. Трофимов // Почвоведение. – 1997. – №9. – С. 1081–1086.

Тувинская сельскохозяйственная и демографическая перепись 1931 года. – М., 1933. – С. 8–160.

Тюрин, И.В. Географические закономерности гумусообразования / И.В. Тюрин // Тр. юбил. сессия, посвящ. 100-летию со дня рожд. В.В. Докучаева. – М. – Л.: АН СССР, 1949. – С. 85–101.

Тюрин, И.В. Органическое вещество и его роль в плодородии / И.В. Тюрин. – М.: Наука, 1965. – 320 с.

Чирков, Ю.И. Основы агрометеорологии / Ю.И. Чирков. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 248 с.

Чупрова, В.В. Легкоминерализуемое органическое вещество в почвах Средней Сибири / В.В. Чупрова [и др.] // Современные проблемы почвоведения в Сибири: мат-лы междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию образования каф. почвоведения Томского Государственного университета. – Т. 2. – 2000. – С. 468–471.

Чупрова, В.В. Биологическая продуктивность современных агроценозов Красноярского края / В.В. Чупрова // Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв: мат-лы конф. – Красноярск, 2001а. – С. 50–54.

Чупрова, В.В. Поступление и разложение растительных остатков в агроценозах Средней Сибири / В.В. Чупрова // Почвоведение. – 2001б. – №2. – С. 204–214.

Чупрова, В.В. Запасы и динамика легкоминерализуемой фракции органического вещества в почвах Средней Сибири / В.В. Чупрова [и др.] // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2003. – Вып. 3. – С. 65–74.

Чупрова, В.В. Биологическая продуктивность, запасы и потоки углерода в агроценозах / В.В. Чупрова // Болота и биосфера: сб. мат-лов третьей науч. шк. (13–16 сентября 2004 г.). – Томск: Изд-во ЦНТИ, 2004. – С. 126–136.

Чупрова, В.В. Круговорот и баланс углерода в агроценозах Хакасии / В.В. Чупрова, О.Л. Донская // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Центральной Сибири. – Вып. 6. – Красноярск: КНИИГиМС, 2004. – С. 128–131.

Шарков, И.Н. Роль легкоминерализуемого органического вещества в стабилизации запасов углерода в пахотных почвах / И.Н. Шарков, С.А. Букреева, А.А. Данилова // Сибир. эколог. журн. – 1997. – №4. – С. 363–368.

Шактаржик, К.О. Природные условия и естественные ресурсы / К.О. Шактаржик // Экономика Тувинской АССР. – Кызыл: Тувкнигиздат, 1973. – С. 12–38.

Швабенланд, И.С. Запас и динамика легкоминерализуемого органического вещества в почвах Хакасии: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.С. Швабенланд. – Красноярск, 2002. – 26 с.

Шахунова, П.А. Введение / П.А. Шахунова // Природные условия Тувинской автономной области: тр. Тув. компл. эксп. – Вып. 3. – М., 1957. – С. 5–11.

Шугалей, Л.С. Запасы углерода в блоках естественных и антропогенно-нарушенных лесных экосистем и его баланс / Л.С. Шугалей, В.В. Чупрова // Сибир. эколог. журн. – 2003. – №5. – С. 545–555.

Юрлова, О.В. Некоторые особенности почвообразования в тувинских степных котловинах / О.В. Юрлова // Почвоведение. – 1959. – №7. – С. 53–60.

Beasley, R.P. Erosion and Sediment Pollution Control / R.P. Beasley. – Iowa State University Press, Ames., USA, 1989. – 349 p.

Научное издание

Агропочвы Тувы: свойства и особенности функционирования

Валентина Николаевна Жуланова
Валентина Владимировна Чупрова

Редактор Л.М. Убиенных

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 12.05.2010. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 10,0 Тираж 500 экз. Заказ № 472

Издательство Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117