

На правах рукописи

**Баранова Екатерина Викторовна**

**ГУМУСОВЫЙ РЕЖИМ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ РАЗНОГО  
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ  
ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**

Специальность: 06.01.01 – Общее земледелие

03.02.13 – Почвоведение

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Санкт-Петербург- Пушкин

2012

Диссертационная работа выполнена на кафедре почвоведения  
им. Л.Н. Александровой ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный  
аграрный университет»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Донских Иван Николаевич

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Царенко Василий Павлович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Литвинович Андрей Витальевич

Ведущая организация: Воронежский Государственный Аграрный  
Университет им. Петра I

Защита диссертации состоится «24» февраля 2012 года в 13 часов 30 минут на  
заседании диссертационного совета Д 220.060.01 при Санкт-Петербургском  
государственном аграрном университете по адресу: Санкт-Петербург, 196601, г.  
Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, корпус 1а, аудитория 330. Тел. (812) 476-  
44-44, доб. 298, факс (812) 476-03-50, e-mail: spbgau@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Санкт-Петербургского  
государственного аграрного университета

Автореферат разослан «20 » января 2012 года и размещен на сайте  
Минобрнауки РФ.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор сельскохозяйственных наук  
профессор

Кокорина Антонина Леонидовна.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Каштановые почвы являются зональными почвами сухих степей. На территории СНГ каштановые почвы занимают 107 млн. га. В Западно-Казахстанской области республики Казахстан они являются основным почвенным типом сельскохозяйственных угодий и пашни. На этих почвах в условиях Казахстана возделываются наиболее ценные сорта твердых пшениц, кукурузы и других сельскохозяйственных культур. В последние годы обращается большое внимание на изменение состава, свойств и плодородия каштановых почв при длительном сельскохозяйственном использовании. Научно-исследовательскими учреждениями Российской Федерации и Украины установлены размеры уменьшения содержания гумуса, азота, ухудшение физико-химических и физических свойств при длительном сельскохозяйственном использовании каштановых почв. Выявлены особенности формирования состава, свойств и плодородия этих почв при длительном орошении.

В настоящее время на территории Западного Казахстана орошаются и темно-каштановые почвы. Основная площадь орошаемых темно-каштановых почв сосредоточена на территории Уральской опытной сельскохозяйственной станции. Орошение темно-каштановых почв осуществляется дождеванием. До сих пор достаточно полного анализа состава, свойств и плодородия этих почв не было представлено.

Деградация антропогенно-преобразованных почв рассматривается как негативное смещение их свойств по отношению к заданной оптимальной модели. В настоящее время на территории Западного Казахстана значительные площади пахотных как орошаемых, так и неорошаемых почв перешли в залежное состояние. При этом практически отсутствуют данные по составу, свойствам и плодородию этой категории земельных угодий. Поэтому перед учеными аграрного сектора Казахстана ставится задача об увеличении производства продуктов сельского хозяйства на основе увеличения посевных площадей.

Главным и определяющим свойством почвы является плодородие. Именно на его основе формируются важнейшие и незаменимые энергетические ресурсы для жизни человечества. Плодородие почвы в значительной мере определяется органическим веществом – гумусом почвы.

Если гумусовое состояние важнейших типов почв (дерново-подзолистые, черноземы, серые лесные и др.) хорошо изучено, то этого нельзя сказать в отношении характеристики гумусового режима каштановых почв Западного Казахстана. Именно эти почвы, занимая большие площади в данном регионе, исследованы крайне мало. Особенно слабо изучены процессы, определяющие содержание, запасы гумуса, его состав и степень подвижности.

**Цель и задачи исследований.** Целью настоящей работы было изучение гумусового режима темно-каштановых почв Западного Казахстана при различном антропогенном воздействии.

В связи с этим основными задачами работы были: 1. Изучение содержания и запасов гумуса и азота в темно-каштановых целинных, пахотных неорошаемых, орошаемых и залежных почвах. 2. Исследование группового и фракционного состава гумуса. 3. Определение щелочнорастворимых соединений гумусовых веществ. 4. Выявление особенностей аккумуляции легкоразлагаемых органических веществ. 5. Установление степени подвижности органических соединений азота.

**Научная новизна и практическая ценность.** Впервые для условий Западного Казахстана исследован гумусовый режим темно-каштановых почв различного хозяйственного использования. Показано, что длительное нахождение этих почв в пашне на богаре приводит к ухудшению гумусного состояния, напротив, орошение их путем дождевания способствует более высокой аккумуляции гумуса и азота. Нахождение темно-каштановых почв в залежном состоянии в течение 10 и 15 лет приближает гумусный режим к аналогичному состоянию целинных почв. Установлены абсолютные и относительные величины группового и фракционного состава гумуса. Выявлено, что гумус целинных темно-каштановых почв является гуматным, а гумус пахотных и залежных почв – фульватно-гуматным. Исследованные темно-каштановые почвы характеризуются различным содержанием лабильных гумусовых веществ. Длительное орошение темно-каштановых почв способствует более высокой мобилизации гумусовых веществ, в то время как использование этих почв в пашне и залежи снижает уровень подвижности гумусовых веществ.

Результаты исследований могут быть использованы для разработки и совершенствования приемов поддержания и воспроизводства плодородия темно-каштановых почв. Почвы с 10- и 15-летним периодом залежного состояния можно рекомендовать для использования в пашне.

**Апробация работы.** Результаты исследований были доложены и обсуждались на научных конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов Санкт-Петербургского государственного аграрного университета в 2009 г. и 2010 г.

**Публикации.** По результатам диссертационных исследований опубликовано 8 работ, в том числе 5 рекомендованных ВАК.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из пяти глав и выводов. Материалы диссертации изложены на 254 страницах, диссертация содержит 21 таблицу и 19 рисунков. Список литературы включает 263 наименования, в том числе 21 на иностранных языках, 11 приложений.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### **1. О деградации почв сухостепной зоны.**

В главе раскрыто понятие деградации, типы и виды деградационных процессов. Дана агроэкологическая характеристика залежных почв сухостепной зоны Западного Казахстана. Приведены особенности деградации степных почв при пастбищном использовании. Выявлена роль орошения в формировании состава и свойств почв степной зоны.

### **2. Объекты и методы использования.**

#### **2.1. Условия образования каштановых почв Западного Казахстана.**

**Рельеф и почвообразующие породы.** Поверхность Западно-Казахстанской области закономерно понижается в направлении с северо-востока на юго-запад и довольно ясно расчленяется на пять крупных геоморфологических районов: Западная часть – Подуральского плато, южная часть – Прикаспийская низменность, Предсыртовый уступ, Общий сырт и долина среднего течения Урала. Среди

геоморфологических районов особое место занимает Общий сырт. Это увалисто-волнистая возвышенная равнина, расчлененная речными долинами на отдельные повышения – сырты. Абсолютные высоты Общего сырта колеблются от 80 до 200 м. На целинных участках этого района хорошо выражен микрорельеф, представленный многочисленными микроповышениями и западинами, из-за которых степь кажется пестрой. Предсыртовый уступ занимает промежуточное положение между Подуральским плато и Общим сыртом – с одной стороны, и Прикаспийской низменностью – с другой – в пределах абсолютных высот 45 (50)-100 м. Предсыртовый уступ вытянут узкой полосой в широтном направлении. Рельеф его равнинный, расчлененный слабее, чем рельеф Подуральского плато и Общего сырта и делится долинами мелких рек. Исследования проводились в пределах Предсыртового уступа.

Почвообразующие породы представлены бурыми сыртовыми (карбонатными) глинами. Анализируя почвообразующие породы исследуемых каштановых почв, необходимо отметить, что в основном они карбонатны, засолены и загипсованы. Поэтому в результате почвообразовательного процесса каштановых почв в профиле обнаруживаются то карбонаты, то соли, реже гипс. В каштановой зоне влияние карбонатов оказывает меньшее влияние в смысле солонцеватости карбонатных почв в сравнении с некарбонатными.

**Климат.** Исследуемые почвы формируются в сухом континентальном климате с теплым засушливым продолжительным летом и холодной зимой с незначительным снеговым покрытием. Средняя годовая температура воздуха европейской части  $9^{\circ}\text{C}$ , средняя температура января –  $25^{\circ}\text{C}$ , а июля  $+20^{\circ}\text{C}$ . Продолжительность периода с температурой выше  $+5^{\circ}\text{C}$  в европейской части 215-225 дней, безморозный период 180-190 дней, сумма температур  $> 10^{\circ}$  равна 3300-3500<sup>0</sup>, осадков выпадает мало – 300-400 мм в год. Более всего осадков выпадает летом. Коэффициент увлажнения – 0,35-0,45. Средняя годовая температура воздуха азиатской части положительная и составляет  $+3,9-4,4^{\circ}\text{C}$ . Семь месяцев в году имеют положительную среднемесячную температуру, и пять – отрицательную. Наблюдается значительная амплитуда среднемесячных температур: от  $-14,2-14,9^{\circ}\text{C}$  в январе, до  $+22,5-22,8^{\circ}\text{C}$  в июле. Говоря о климате почв, необходимо подчеркнуть влияние микроклимата, который соответствует микрорельефу, растительным сообществам, состоянию поверхности почвы. Каштановые почвы формируются при непромывном типе водного режима.

**Растительность.** В северной части области преобладают ковыльные степи, характеризующиеся в целинном состоянии господством узколистных дерновинных злаков – ковылей и типчака. Наиболее часто здесь встречаются следующие растительные ассоциации: типчаково-ковыльные, типчаково-ковылкового, типчаково-тырсовые, ковыльково-тырсовые, тырсово-ковылкового. Южнее расположены типчаковые степи, т.е. степи с преобладанием типчака на каштановых почвах. Чаще всего здесь встречаются ковыльково-типчаковые и тырсово-типчаковые ассоциации. Пашня занята сельскохозяйственными растениями – яровой пшеницей, кукурузой, ячменем и др.

## **2. 2. Морфологическое описание профилей темно-каштановых почв – объектов исследования.**

Для исследования гумусового режима темно-каштановых почв мы взяли почвы, сформированные на сыртовых отложениях вблизи города Уральска, Зеленовский

район: темно-каштановые целинные почвы (разрезы 11, 12); темно-каштановые, неорошаемые, используемые в пашне 50 лет непрерывно (разрезы 9, 10); темно-каштановые орошаемые в течение 50 лет (разрезы 7, 8); темно-каштановые, находящиеся в залежи 5 лет, до этого орошались (разрезы 5, 6); темно-каштановые почвы, находящиеся в залежи 10 лет, до этого не орошались (разрез 3); темно-каштановые почвы, находящиеся в залежи 15 лет, до этого орошались (разрезы 1, 2). Целинные темно-каштановые почвы (разрезы 11, 12) характеризуются сформированной дерниной мощностью 3 см. Хорошо выражен гумусово-аккумулятивный горизонт А мощностью 15-24 см. Горизонт В<sub>1</sub> достигает глубины 34-42 см. Горизонт В<sub>к</sub> хорошо выражен и распространяется до 89-107 см.

Пахотные неорошаемые темно-каштановые почвы (разрезы 9, 10) используются в настоящее время под возделывание полевых зерновых культур. Эти почвы вскипают с поверхности. Пахотный горизонт хорошо выражен и имеет мощность 30-33 см. Горизонт В<sub>1</sub> простирается до глубины 41-43 см. Отчетливый карбонатный горизонт распространяется до глубины 96-117 см. Массив орошаемых темно-каштановых почв выбран нами на территории Опытной станции. На орошаемом массиве возделываются кукуруза, люцерна, овощные и др. культуры. Почвы вскипают с поверхности. Мощность горизонтов профиля примерно такая же, как и в почвах пахотных неорошаемых.

Залежные почвы, представленные разрезами 5, 6 (с пятилетним периодом залежи), характеризуются хорошо выраженным пахотным горизонтом мощностью 32-40 см. Горизонт В<sub>1</sub> простирается до 65-80 см. Хорошо выражен карбонатный горизонт. В залежных почвах с 10-летним периодом залежи (разрез 3) пахотный горизонт хорошо развит. Горизонт В<sub>1</sub> простирается до 39-46 см. В залежных почвах с 15-летним периодом залежи (разрезы 1, 2) хорошо сохранился пахотный горизонт и горизонт В<sub>1</sub>. Мощность горизонтов А<sub>п</sub>+В<sub>1</sub> колеблется в пределах 44-46 см.

### **2. 3. Гранулометрический состав.**

Все исследуемые темно-каштановые почвы характеризуются среднесуглинистым составом в верхних гумусовых горизонтах и тяжелосуглинистым составом в средней части почвенных профилей. Во всех исследуемых темно-каштановых почвах основными гранулометрическими частицами являются песчаные, крупно-пылеватые и илистые. Содержание средней и мелкой пыли изменяется незначительно. Отчетливо выражено элювирование ила из верхних горизонтов в нижние. В орошаемых и залежных почвах, которые до этого орошались, наблюдается заметное накопление песчаных частиц в верхних горизонтах.

### **2. 4. Физико-химические свойства темно-каштановых почв.**

**Реакция.** Исследуемые почвы характеризуются щелочной реакцией, в гумусовых горизонтах. Показатели рН<sub>Н2О</sub> изменяются от 8,10 до 8,68. В горизонтах В<sub>к</sub> рН<sub>Н2О</sub> увеличен от 8,43-8,80 в пахотных и залежных почвах и до 9,15-9,20 в целинных почвах.

**Емкость катионного обмена.** Суммарное количество обменных катионов в изучаемых каштановых почвах изменяется от 15 до 25 ммоль (экв) на 100 г почвы. Основными катионами почвенно-поглощающего комплекса являются Са<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, К<sup>+</sup> и Na<sup>+</sup>. Доля кальция в составе обменных катионов в верхних гумусовых горизонтах изменяется от 56 до 81 %. В других горизонтах почвенных профилей относительное

содержание  $\text{Ca}^{2+}$  снижено до 35-52 %. Относительное количество обменного катиона  $\text{Mg}^{2+}$  в составе обменных катионов в верхних гумусовых горизонтах равно 10-20 %, увеличиваясь в более глубоких горизонтах до 20-25 %. Содержание обменного катиона  $\text{Na}^+$  изменяется от 7-13 % в верхних горизонтах до 20-24 % в нижних горизонтах. Относительная доля обменного катиона  $\text{K}^+$  характеризуется крайне низкими (4-9 %) показателями.

## **2. 5. Методы исследования.**

Для общей характеристики исследуемых почв в отобранных образцах определялись: Реакция ( $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ). Обменные катионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  вытеснялись из почвы 1 н раствором  $\text{NaCl}$ , непосредственное определение их производилось трилонометрическим методом (Александрова, Найденова, 1986). Обменный катион  $\text{Na}^+$  определялся по методу И.Н.Антипова-Каратаева и Л.Я.Мамаевой. Метод определения  $\text{Na}^+$  основан на вытеснении его из ППК насыщенным раствором гипса. Обменный катион  $\text{K}^+$  вытеснялся из почвы 1М раствором  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Непосредственное определение катионов  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  производилось на пламенном фотометре. Данные по гранулометрическому составу взяты из работы В.М. Сафоновой.

Содержание гумуса находилось по методу И.В.Тюрина в модификации В.Н.Симакова (Александрова, Найденова, 1986). Валовое содержание азота определялось по методу Кьельдаля, а подвижные соединения азота находились по методу Корнфильда (Агрохим. методы исслед. почв, 1975).

Для характеристики гумусного состояния почв исследовался рекомендуемый набор показателей (Орлов, Гришина, 1981). Для изучения группового и фракционного состава гумуса темно-каштановых почв Западного Казахстана была применена методика В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой (1980). Метод определения фракционно-группового состава гумуса основан на разделении веществ по формам связи их с минеральными компонентами почв.

Для определения подвижных (лабильных) гумусовых веществ мы использовали метод И.В.Тюрина в модификации Б.М.Когута и Л.Ю.Булкиной (1987). Н.Ф.Ганжара (1997) относит к лабильным (легкоразлагаемым) формам органических веществ неразложившиеся растительные остатки, вещества органического происхождения, а также промежуточные продукты разложения, типа детрита. Эти вещества мы определяли в тяжелой жидкости (насыщенный раствор  $\text{KJ}$  с  $d=1,8 \text{ г/см}^3$ ). Данные вещества всплывали в тяжелой жидкости. Этот метод предложен Н.Ф.Ганжарой (1997).

Математическая обработка экспериментальных данных выполнялась на персональном компьютере с помощью программы Stastic. Оформление рукописи производилось согласно общим требованиям, предъявленным к диссертационным работам (ГОСТ 2.105 – 95).

## **3. Содержание и запасы гумуса и азота в темно-каштановых почвах.**

### **3. 1. Содержание и запасы гумуса.**

Наиболее высокое содержание гумуса (4,4-5,0 %) имеют целинные темно-каштановые почвы, а гумусовый профиль их охватывает верхнюю восьмидесятисантиметровую толщу. Пахотные неорошаемые почвы характеризуются показателями содержания гумуса более низкими в пахотном слое (3,31 %). В остальных горизонтах почвенных профилей этих почв содержание гумуса такое же,

как и в целинных. В отдельных разрезах этих почв (разрез 10) содержание гумуса даже более высокое, чем в целинных, и вызвано оно первоначальным более высоким количеством органического вещества. Орошаемые темно-каштановые почвы характеризуются наиболее высоким содержанием гумуса – 4,00-5,77 %. Темно-каштановые почвы с пятилетним периодом нахождения в залежном состоянии менее обеспечены гумусом. В верхних гумусовых горизонтах содержание гумуса в них колеблется в пределах 2,64-3,14 %, а в горизонте В<sub>1</sub> – 1,87-2,07 %. Темно-каштановые почвы с 10- и 15-летним пребыванием в залежном состоянии характеризуются в целом благоприятными показателями обеспеченности гумусом – 3,35-4,69 %. Такие высокие величины содержания гумуса связаны скорее всего с более высоким исходным содержанием гумуса пахотных (на богаре) и орошаемых почв.

Запасы гумуса (табл. 1) в темно-каштановых целинных почвах в слое 0-20 см равны 88 т/га, в слое 0-50 см они колеблются в пределах 179-183 т/га, а в метровой толще они изменяются от 311 до 330 т/га. В пахотных темно-каштановых почвах на

**Таблица 1. – Запасы гумуса в темно-каштановых почвах, т/га**

Слой, см	Целинные		Пахотные неорошаемые		Пахотные орошаемые		Залежные, 5 лет		Залежные, 10 лет		Залежные, 15 лет
	Р. 11	Р.12	Р. 9	Р. 10	Р. 7	Р. 8	Р. 5	Р. 6	Р. 3	Р. 1	Р. 2
0-20	88	88	78	111	95	136	62	74	110	79	79
20-50	90	94	101	143	129	173	88	103	167	150	130
0-50	179	183	179	254	224	309	150	177	277	229	209
50-100	151	128	149	245	169	283	110	131	229	149	178
0-100	330	311	328	499	393	592	260	308	506	378	387

богаре запасы гумуса по всем совокупным слоям характеризуются примерно такими же показателями, как и в целинных почвах или превосходят их. Длительное орошение темно-каштановых почв способствовало аккумуляции гумуса в слое 0-20 см, равной 95-136 т/га, в слое 0-50 см – 224-309 т/га и в метровой толще – 393-592 т/га. Такой уровень накопления гумуса в орошаемых почвах можно считать как средний (392 т/га), так и как высокий (592т/га). В залежных темно-каштановых почвах (5 лет) аккумуляция гумуса в слое 0-20 см является низкой (62-74 т/га) и средней (260-308 т/га) в метровой толще. Пятнадцатилетнее пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии привело к заметному снижению уровня гумусированности верхнего 20-сантиметрового слоя как в сравнении с орошаемыми, так и с целинными почвами.

### **3. 2. Содержание и запасы азота.**

Количество азота в целинных темно-каштановых почвах в верхнем гумусовом горизонте колеблется в пределах 0,23- 0,32 %, постепенно снижаясь до 0,13-0,15 %, а в более глубоких горизонтах до 0,07-0,09 %. В пахотных почвах богары аккумуляция азота характеризуется меньшими показателями – 0,17-0,18 %. Орошение способствует накоплению азотистых соединений. Пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии существенно не изменяет содержание и распределение азотистых соединений в пределах изучаемых профилей этих почв.

В целинных темно-каштановых почвах показатели отношения C:N изменяются от 7,7-9,1 до 10,1-11,1, характеризуя обеспеченность гумуса азотом этих почв как

среднюю. Пахотные неорошаемые почвы имеют гумус низкой и очень низкой степени обеспеченности азотом (C:N=11,2-15,2). Орошение данных почв способствовало существенному уменьшению показателей этого отношения, обеспечивая среднюю и близкую к высокой степень обогащенности гумуса азотом. В почвах при малом периоде залежного состояния (5 лет) гумус характеризуется средней и высокой степенью обогащенности азотом (C:N= 6,8-10,0). Гумус залежных почв 10-летнего периода, до этого неорошаемых, имеет очень низкую степень обогащенности азотом (C:N=14,3-20,4). Залежные темно-каштановые почвы, имеющие 15-летний период залежного состояния, имеют гумус в целом с низкой степенью обогащенности азотом (C:N=12,0-17,0).

В соответствии с неодинаковым содержанием азота в исследуемых почвах, неодинаковы в них и запасы этого элемента (табл. 2).

**Таблица 2. – Запасы азота в темно-каштановых почвах, т/га**

Слой, см	Целинные		Пахотные неорошаемые		Пахотные орошаемые		Залежные, 5 лет		Залежные, 10 лет		Залежные, 15 лет	
	P. 11	P.12	P. 9	P. 10	P. 7	P. 8	P. 5	P. 6	P. 3	P. 1	P. 2	
0-20	6,0	5,0	4,0	4,3	9,2	4,0	4,6	5,3	4,6	3,5	4,6	
20-50	7,0	4,6	3,3	6,0	7,5	6,4	3,9	7,3	4,2	5,0	4,8	
0-50	13,0	9,6	7,3	10,3	16,7	10,4	8,5	12,6	8,8	8,5	9,4	
50-100	10,4	6,9	3,4	7,6	2,2	11,8	6,4	10,0	2,7	3,0	9,6	
0-100	23,4	16,5	10,7	17,9	18,9	22,2	14,9	22,6	11,5	11,5	19,0	

В целинных темно-каштановых почвах запасы азота в слое 0-20 см колеблются в пределах 5,0-6,0 т/га, в корнеобитаемом (0-50 см) слое изменяются от 9,6 до 13,0 т/га, а в метровой толще достигают 16,5-23,4 т/га. В пахотных неорошаемых почвах уровень аккумуляции азота снижен в слое 0-20 см до 4,0-4,3 т/га, в слое 0-50 см – 7,3-10,3 т/га, а в метровом слое – до 10,7-17,9 т/га. В орошаемых темно-каштановых почвах запасы азота в метровой толще достигают 18,9-22,2 т/га. В большинстве залежных почв отчетливо проявляется тенденция к значительному уменьшению уровня аккумуляции азотистых соединений.

#### **4. Групповой и фракционный состав гумуса темно-каштановых почв Западного Казахстана.**

При применении щелочных вытяжек для определения группового и фракционного состава извлекалось из почв неодинаковое количество гумусовых веществ. Доля извлекаемой части гумуса изменяется в исследуемых почвах от 37,30 до 79,92 %. Наибольшая их масса приходится на целинные и пахотные неорошаемые почвы (57,10-77,41 %). В орошаемых темно-каштановых почвах основная масса гумуса связана с минеральной частью (табл. 3), здесь извлекалось из почвы 37,0-51,8 % гумусовых веществ (ГВ). В залежных темно-каштановых почвах (5 лет) извлекаемость ГВ более высокая (48,37-55,58 %). Нахождение темно-каштановых почв в течение 10 и 15 лет в залежном состоянии способствовало более высокому выходу гумусовых веществ – 55,00-77,58 %.

Доля гуминовых кислот (ГК) в составе извлекаемых ГВ изменяется по изучаемым почвам от 20,17 до 56,49 %. Максимальное относительное содержание ГК (40,29-56,50 %) аккумулируется в целинных темно-каштановых почвах. В пахотных неорошаемых почвах доля ГК значительно ниже (27,80-35,67 %), чем в целинных почвах. Длительное орошение этих почв привело к очень большому снижению доли

ГК в составе гумуса – 21,80-25,74 %. В залежных почвах наблюдается отчетливое возрастание относительной доли ГК – 27,97-43,88 %.

По степени гумификации гумус целинных темно-каштановых почв характеризуется очень высокой степенью гумификации (> 40 %). В пахотных неорошаемых почвах гумус имеет высокую степень гумификации. Пахотные орошаемые почвы имеют гумус средней степени гумификации. В темно-каштановых залежных почвах в связи с возрастанием доли ГК гумус характеризуется средней и высокой степенью гумификации.

**Таблица 3. – Групповой состав гумуса темно-каштановых почв, % от валового содержания гумуса.**

Почва	Раз рез	Горизонт, см	Содержание общего С, %	Гуминовые кислоты	Фульво кислоты	Негидролизующий остаток	$C_{гк}/C_{фк}$
Целинная	11	A <sub>1</sub> 3-15	2,91	39,43	18,29	42,28	2,16
		B <sub>1</sub> 15-34	1,62	45,67	18,09	36,24	2,52
	12	A <sub>1</sub> 3-24	2,55	40,29	17,22	42,49	2,34
		B <sub>1</sub> 24-42	1,31	56,49	20,92	22,59	2,70
Пахотная неорошаемая	9	A <sub>п</sub> 0-30	1,99	35,67	23,39	40,94	1,53
		B <sub>1</sub> 30-41	1,49	47,11	32,81	20,08	1,44
	10	A <sub>п</sub> 0-33	2,73	27,80	20,51	51,69	1,36
		B <sub>1</sub> 33-43	2,59	29,08	21,38	49,54	1,36
Пахотная орошаемая	7	A <sub>п</sub> 0-33	2,32	25,74	16,85	57,41	1,53
		B <sub>1</sub> 33-57	1,83	21,04	30,76	48,20	0,69
	8	A <sub>п</sub> 0-30	3,35	21,80	15,50	62,70	1,41
		B <sub>1</sub> 30-98	2,68	20,17	17,36	62,47	1,16
Залежная, 5 лет	5	A <sub>п</sub> 0-32	1,53	27,97	20,40	51,63	1,37
		B <sub>1</sub> 32-65	1,20	34,99	20,59	44,42	1,70
	6	A <sub>п</sub> 0-40	1,82	27,13	13,03	59,84	2,08
		B <sub>1</sub> 40-80	1,08	31,29	18,33	50,38	1,70
Залежная, 10 лет	3	A <sub>п</sub> 0-29	2,71	29,37	25,57	45,06	1,15
		B <sub>1</sub> 29-39	2,72	32,44	25,26	42,30	1,28
Залежная, 15 лет	1	A <sub>п</sub> 0-28	1,94	33,60	28,66	37,74	1,17
		B <sub>1</sub> 28-46	1,93	43,80	33,70	22,42	1,30
	2	A <sub>п</sub> 0-26	1,94	30,56	29,43	40,01	1,04
		B <sub>1</sub> 26-44	1,90	28,42	22,10	49,48	1,29

В целинных темно-каштановых почвах показатели доли фульвокислот (ФК) в составе гумуса достаточно постоянны и колеблются в пределах 17,22-20,92 %. В пахотных неорошаемых почвах проявляется отчетливая тенденция возрастания относительного содержания ФК – 21,38-32,81 %. В орошаемых почвах доля ФК минимальная – 15,50-17,36 %. В залежных почвах наблюдается отчетливое возрастание доли ФК в составе гумуса – 20,40-33,70 %.

Отношение  $C_{гк}:C_{фк}$  – важный показатель степени и глубины гумификации органического вещества почвы. В целинных темно-каштановых почвах (табл. 3) этот показатель больше двух. При этом отчетливо проявляется тенденция более низких величин его в горизонте А – 2,16-2,34. В горизонте В<sub>1</sub> с увеличением степени гумификации отношение  $C_{гк}:C_{фк}$  возрастает до 2,52-2,70. Длительное сельскохозяйственное использование темно-каштановых почв без орошения привело к существенному снижению величин этого отношения до 1,36-1,53. Орошение этих почв в еще большей степени снижает показатели этого отношения, особенно в горизонте В<sub>1</sub> – 0,69-1,16. В залежных темно-каштановых почвах величины отношения  $C_{гк}:C_{фк}$  либо возрастают, либо остаются на уровне показателей данного отношения

орошаемых почв. Они, как правило, остаются выше единицы. Такое отношение  $C_{ГК}:C_{фк}$  свидетельствует о формировании фульватно-гуматного типа гумуса практически во всех исследуемых темно-каштановых почвах, кроме целинных, у которых тип гумуса – гуматный.

**Гуминовые кислоты.** Абсолютное количество гуминовых кислот первой фракции (ГК-1) в целинных темно-каштановых почвах очень низкое – 13,0-32,0 мг С на 100 г (табл. 4). Низкое абсолютное содержание ГК-1 характерно также и для пахотных неорошаемых почв – 13,0-25,0 мг С на 100 г почвы. Совершенно иная картина наблюдается в орошаемых темно-каштановых почвах. В этих почвах содержание ГК-1 увеличено до 58,0-70,0 мг С на 100 г. В залежных почвах с пятилетним периодом обеспеченность наиболее подвижной фракцией ГК-1 достаточно высокая – 45,0-76,0 мг С на 100 г. В других залежных почвах содержание ГК-1 снижено, но остается на более высоком уровне в сравнении с целинными и пахотными неорошаемыми почвами. В составе гумуса эта фракция ГК занимает небольшой удельный вес – 0,8-3,0%. Только в залежных почвах (5 лет) доля ГК-1 в составе гумуса достигает 4,18-5,33%. По содержанию «свободных» гуминовых кислот в составе всех фракций ГК все исследуемые темно-каштановые почвы имеют низкое и очень низкое содержание – 7,8-15,4 %.

**Таблица 4. – Фракционный состав гуминовых кислот**

Почва	№ разреза	Глубина, см	С, % к почве	С <sub>ГК-1</sub>		С <sub>ГК-2</sub>		С <sub>ГК-3</sub>		Σ фракций	
				мг С на 100 г почвы	% к Споч-вы	мг С на 100 г почвы	% к Споч-вы	мг С на 100 г почвы	% к Споч-вы	мг С на 100 г почвы	% к Споч-вы
Целинные	11	A 3-15	2,91	25	0,86	957	32,90	165	5,67	1147	39,43
		B <sub>1</sub> 15-34	1,62	13	0,80	619	28,20	108	6,67	740	45,67
	12	A 3-24	2,55	32	1,25	887	34,80	108	4,24	1027	40,29
		B <sub>1</sub> 24-42	1,33	19	1,45	613	46,80	108	8,24	710	56,49
Пахотные неорошаемые	9	A <sub>п</sub> 0-30	1,99	19	0,65	404	20,30	293	14,72	710	35,67
		B <sub>1</sub> 30-41	1,49	25	0,87	365	24,50	324	21,74	702	47,11
	10	A <sub>п</sub> 0-33	2,73	19	0,70	416	15,23	324	11,87	759	27,80
		B <sub>1</sub> 33-43	2,59	25	0,97	397	15,33	331	12,78	753	29,08
Пахотные орошаемые	7	A <sub>п</sub> 0-33	2,32	58	2,50	443	19,10	96	4,14	597	25,74
		B <sub>1</sub> 33-57	1,83	32	1,75	302	16,50	51	2,79	985	21,04
	8	A <sub>п</sub> 0-30	3,35	70	2,10	593	16,09	121	3,61	730	21,80
		B <sub>1</sub> 30-98	2,39	64	2,68	360	15,06	58	2,43	482	20,17
Залежные, 5 лет	5	A <sub>п</sub> 0-32	1,53	45	2,94	332	21,70	51	3,33	428	27,97
		B <sub>1</sub> 32-65	1,20	64	5,33	292	24,33	64	5,33	420	34,99
	6	A <sub>п</sub> 0-40	1,82	76	4,18	360	19,78	58	3,17	494	27,13
		B <sub>1</sub> 40-80	1,08	13	1,20	280	25,92	45	4,17	338	31,29
Залежные, 10 лет	3	A <sub>п</sub> 0-29	2,71	39	1,44	646	23,84	111	4,09	796	29,37
		B <sub>1</sub> 29-39	2,72	45	1,65	694	25,50	144	5,29	883	32,44
Залежные, 15 лет	1	A <sub>п</sub> 0-28	1,94	59	3,04	429	22,11	164	8,45	652	33,60
		B <sub>1</sub> 28-46	1,93	46	2,38	520	26,94	281	14,56	847	43,88
	2	A <sub>п</sub> 0-26	1,94	46	7,76	416	21,44	131	6,75	593	30,56
		B <sub>1</sub> 26-44	1,90	33	6,12	389	20,47	118	6,21	540	28,42
НСР <sub>0,5</sub>				5,1		4,4		1,0			

Содержание гуминовых кислот второй фракции (ГК-2) наиболее высокое (табл. 4) – 613-957 мг С на 100 г почвы – в целинных темно-каштановых почвах. Во всех остальных исследуемых темно-каштановых почвах содержание ГК-2 резко снижено. Длительное нахождение темно-каштановых почв в пахотном богарном состоянии привело к снижению абсолютного содержания этой фракции гумуса до 365-416 мг С на 100 г почвы. Длительное орошение темно-каштановых почв способствовало

небольшому возрастанию выхода ГК-2 до 443-539 мг С на 100 г. В залежных почвах (5 лет) содержание ГК-2 является наиболее низким (280-360 мг С на 100 г) из всех исследуемых почв. Десяти- и пятнадцатилетнее пребывание этих почв в залежном состоянии способствовало значительному возрастанию количества ГК-2 – 520-646 мг С на 100 г. Относительное участие ГК-2 в составе гумуса проявляется по-разному. Самая высокая доля ГК-2 (32,9-46,8 %) характерна для целинных темно-каштановых почв. В пахотных неорошаемых почвах относительное содержание ГК-2 в составе гумуса уменьшено до 15,23-24,50 %. В орошаемых темно-каштановых почвах доля ГК-2 еще ниже – 15,06-19,10 %. В залежных почвах относительное содержание ГК-2 в составе гумуса более высокое (22,0-27,0 %), чем в орошаемых почвах. В большинстве исследуемых темно-каштановых почв доля ГК-2 в составе всех фракций ГК является высокой и очень высокой. Только в пахотных неорошаемых почвах относительное содержание ГК-2 в составе всей извлекаемой массы гуминовых кислот равно 52,7-56,9 %.

Абсолютное содержание гуминовых кислот третьей фракции (ГК-3) в целинных темно-каштановых почвах колеблется в пределах 108-165 мг С на 100 г почвы. Максимальное же их количество – 293-331 мг С на 100 г – аккумулируется в пахотных неорошаемых почвах. Орошение почв привело к существенному уменьшению выхода данной фракции – 51-121 мг С на 100 г. Самое низкое содержание ГК-3 наблюдается в залежных почвах с пятилетним периодом – 45-64 мг С на 100 г. Более длительное пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии до 10-15 лет привело к небольшому возрастанию выхода ГК-3 (111-164 мг С на 100 г). Относительное содержание ГК-3 в составе гумуса в целинных темно-каштановых почвах изменяется от 4,24 до 8,24 %. В пахотных неорошаемых почвах доля ГК-3 в составе гумуса наиболее высокая – 11,87-14,72 %. В орошаемых почвах относительное содержание данной фракции ГК является очень низким – 2,43-4,14 %. Аналогичные низкие показатели участия ГК-3 в составе гумуса наблюдается в залежных почвах с 5- и 10-летним периодом. Нахождение темно-каштановых почв в залежном состоянии 15 лет привело к возрастанию доли ГК-3 в составе гумуса до 8,45-14,56 %. Относительное содержание ГК-3 в составе всех фракций ГК в целинных темно-каштановых почвах изменяется от 10,50 до 14,63 %. В пахотных неорошаемых почвах доля ГК-3 достигает 41-46 %. В орошаемых почвах относительное количество ГК-3 среди всех фракций ГК изменяется от 12,01 до 16,57 %. Пятнадцатилетнее пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало возрастанию показателей участия ГК-3 в составе всех фракций ГК до 21,88-25,15 %.

**Фульвокислоты.** Содержание кислоторастворимых фульвокислот (ФК-1а) в исследуемых темно-каштановых почвах низкое – 38-65 мг С на 100 г почвы (табл. 5). В целинных и пахотных неорошаемых почвах абсолютное количество ФК-1а изменяется от 51 до 63 мг С на 100 г. Орошение почв привело к значительному уменьшению кислоторастворимой фракции ФК. В залежных почвах (5 лет) количество ФК-1а уменьшено до 26-38 мг С на 100 г, напротив, 10- и 15-летнее пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало некоторому возрастанию содержания ФК-1а до 46-59 мг С на 100 г. В составе гумуса эта фракция занимает низкий удельный вес – 1,64-3,89 %. Более существенные различия обнаружены в показателях относительного участия ФК-1а в составе всех фракций ФК. Доля ФК-1а в составе ФК наиболее высокая в целинных и пахотных неорошаемых почвах – 10,79-18,59 %. В других почвах относительное количество ФК-1а в составе ФК изменяется от 8,05 до 10,50 %.

Содержание щелочнорастворимой фракции (ФК-1) также низкое. В целинных темно-каштановых почвах количество ФК-1 изменяется от 38 до 57 мг С на 100 г почвы. В пахотных неорошаемых почвах содержание ФК-1 существенно более высокое, чем в целинных почвах – 57-63 мг С на 100 г. В орошаемых почвах амплитуда колебаний в показателяхобеспеченности ФК-1 более высокая – 53-121 мг С на 100 г. В залежных темно-каштановых почвах содержание ФК-1 очень низкое – 19-57 мг С на 100 г. В составе гумуса данная фракция ФК имеет незначительный удельный вес – 1,58-4,23 %. Относительное участие ФК-1 в составе всех фракций ФК характеризуется большим разбросом показателей. В целинных темно-каштановых почвах доля ФК-1 в составе всех фракций ФК в горизонте А равна 8,65-10,17 %, а в горизонте В<sub>1</sub> она достигает 15,03-16,06 %. В пахотных неорошаемых почвах относительное количество ФК-1 в массе извлекаемых ФК изменяется по горизонтам незначительно – 10,19-13,55 %. В орошаемых почвах наиболее высоким относительным количеством ФК-1 среди всех фракций ФК обладают пахотные горизонты – 13,53-23,90 %. Примерно таким же высоким относительным содержанием ФК-1 в составе всех фракций ФК характеризуются залежные почвы (5 лет). Десяти- и пятнадцатилетнее пребывание почв в залежном состоянии привело к снижению этих показателей до 5,66-9,28 %.

**Таблица 5. – Фракционный состав фульвокислот**

Разрез	Горизонт	Глубина, см	С, % к почве	С <sub>ФК-1а</sub>		С <sub>ФК-1</sub>		С <sub>ФК-2</sub>		С <sub>ФК-3</sub>		Σ фракций	
				мг С на 100 г	% к Споч-вы	мг С на 100 г	% к Споч-вы	мг С на 100 г	% к Споч-вы	мг С на 100 г	% к Споч-вы	мг С на 100 г	% к Споч-вы
<b>Целинные темно-каштановые почвы</b>													
11	A	3-15	2,91	57	1,96	57	1,86	236	8,11	185	6,36	535	18,29
	B <sub>1</sub>	15-34	1,62	51	3,15	44	2,72	109	6,73	89	5,49	293	18,09
12	A	3-24	2,55	51	2,00	38	1,49	191	7,49	159	6,24	439	17,22
	B <sub>1</sub>	24-42	1,33	51	3,89	44	3,36	96	7,33	83	6,34	274	20,92
<b>Пахотные неорошаемые темно-каштановые почвы</b>													
9	A <sub>п</sub>	0-30	1,99	57	2,68	63	3,17	235	11,81	114	5,73	469	23,39
	B <sub>1</sub>	30-41	1,49	51	3,42	63	4,23	248	16,64	127	8,52	489	32,81
10	A <sub>п</sub>	0-33	2,73	63	2,31	57	2,09	319	11,68	121	4,43	560	20,51
	B <sub>1</sub>	33-43	2,59	51	1,97	63	2,43	313	12,08	127	4,90	554	21,38
<b>Орошаемые темно-каштановые почвы</b>													
7	A <sub>п</sub>	0-33	2,32	38	1,64	53	2,28	211	9,09	89	3,84	391	16,85
	B <sub>1</sub>	33-57	1,83	58	3,17	44	2,40	359	19,62	102	5,57	563	30,76
8	A <sub>п</sub>	0-30	3,35	26	0,78	121	3,61	282	8,42	90	2,69	519	15,50
	B <sub>1</sub>	30-98	2,39	58	2,43	12	0,50	294	12,30	51	2,13	415	17,36
<b>Залежные темно-каштановые (5 лет) почвы</b>													
5	A <sub>п</sub>	0-32	1,53	32	2,09	57	3,73	153	10,00	70	4,58	312	20,40
	B <sub>1</sub>	32-65	1,20	38	3,17	19	1,58	152	12,67	38	3,17	247	20,59
6	A <sub>п</sub>	0-40	1,82	26	1,43	38	2,09	78	4,29	95	5,22	237	13,03
	B <sub>1</sub>	40-80	1,08	32	2,96	89	8,24	13	1,20	64	5,93	198	18,33
<b>Залежные темно-каштановые (10 лет) почвы</b>													
3	A <sub>п</sub>	0-29	2,71	65	2,40	33	1,22	451	16,64	144	5,31	693	25,57
	B <sub>1</sub>	29-39	2,72	59	2,17	39	1,43	439	16,14	150	5,51	687	25,26
<b>Залежные темно-каштановые (15 лет) почвы</b>													
1	A <sub>п</sub>	0-28	1,94	46	2,37	51	2,63	335	17,27	124	6,39	556	28,66
	B <sub>1</sub>	28-46	1,93	59	3,06	45	2,76	407	21,09	131	6,79	642	33,70
2	A <sub>п</sub>	0-26	1,94	46	2,37	39	2,01	336	17,32	150	7,73	571	29,43
	B <sub>1</sub>	26-44	1,90	39	2,05	39	2,05	238	12,53	104	5,47	420	22,10
НСР <sub>0,5</sub>				8,2		6,5		4,7		7,8			

Выход второй фракции фульвокислот (ФК-2) имеет очень широкую амплитуду колебаний. В целинных темно-каштановых почвах содержание ФК-2 изменяется от 96

до 236 мг С на 100 г почвы. Горизонты А более обеспечены ею, а горизонты В<sub>1</sub> – менее. В составе гумуса эта фракция занимает небольшой удельный вес – 6,73-8,11 %. Доля ее в составе всех фракций ФК в целинных темно-каштановых почв колеблется в пределах 43,49-44,34 % в горизонте А и 35,04-37,20 % - в горизонте В<sub>1</sub>. В пахотных неорошаемых почвах выход ее более высокий – 235-319 мг С на 100 г почвы. Доля ее в составе гумуса увеличена до 11,68-16,64 %. В составе всех фракций ФК она занимает очень большой удельный вес – 50,49-56,95 %. В орошаемых почвах показатели абсолютного содержания ФК-2 примерно такие же, как и в неорошаемых пахотных почвах. Относительное содержание этой фракции в составе гумуса в горизонте А<sub>п</sub> более низкое – 8,42-9,09 %, в то время как в горизонте В<sub>1</sub> оно более высокое – 12,30-19,62 %. Такая же закономерность прослеживается в показателях, отражающих долю ФК-2 в составе всех фракций ФК. В горизонте А<sub>п</sub> они колеблются в пределах 53,95-54,32 %, а в горизонте В<sub>1</sub> – 63,78-70,85 %. Длительное пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало наиболее высокому абсолютному содержанию ФК-2 – 336-451 мг С на 100 г почвы, что составляет 16,14-21,09 % доли ее в составе гумуса. В составе всей массы ФК данная фракция занимает 56,70-65,08 %.

Количество фульвокислот третьей фракции (ФК-3) в исследуемых темно-каштановых почвах изменяется от 64 до 159 мг С на 100 г. В целинных почвах обеспеченность ФК-3 в горизонте А более высокая (159-185 мг С на 100 г), а в горизонте В<sub>1</sub> – более низкая (83-89 мг С на 100 г). Относительная доля ФК-3 в составе гумуса небольшая – 5,49-6,35 %, в составе всей извлекаемой массы ФК она колеблется в пределах 30,31-36,25 %. В пахотных неорошаемых почвах абсолютное содержание ФК-3 более низкое – 114-127 мг С на 100 г, чем в целинных почвах. Доля ее в составе гумуса также более низкая – 4,43-5,73 %. В составе всех фракций ФК она занимает небольшой удельный вес – 22,93-25,71 %. Орошение темно-каштановых почв привело к еще большему снижению выхода ФК-3 – 51-102 мг С на 100 г. Относительное количество этой фракции в составе гумуса характеризуется наиболее низкими показателями – 2,69-3,84 %. В составе всех фракций ФК она составляет всего 17,36-22,79 %. В залежных (5 лет) почвах содержание ФК-3 изменяется от 64 до 95 мг С на 100 г. В составе гумуса эта фракция занимает небольшой удельный вес – 4,58-5,93 %. Показатели участия ФК-3 в составе всех фракций ФК изменяется существенно – 22,46-40,07 %. Увеличение периода залежного состояния темно-каштановых почв до 10 и 15 лет способствовало более высокому выходу ФК-3 – 124-150 мг С на 100 г почвы. В составе всех фракций ФК показатели доли ФК-3 колеблются в пределах 21,86-24,74 %.

## **5. Лабильные гумусовые вещества.**

### **5.1. Содержание щелочнорастворимых гумусовых веществ.**

В целинных темно-каштановых почвах абсолютные показатели обеспеченности лабильными щелочнорастворимыми гумусовыми веществами изменяются по горизонтам от 108 до 135 мг С на 100 г (табл. 6). При этом более обеспечены ими верхние гумусовые горизонты – 131-135 мг С на 100 г. С глубиной содержание их снижается до 108-115 мг С на 100 г. Доля данной группы лабильных гумусовых веществ в общей массе гумуса в целинных почвах колеблется в верхних горизонтах в пределах 4,64-5,46 %. В более глубоких горизонтах относительные показатели их возрастают до 8,8-11,25 %. В пахотных неорошаемых темно-каштановых почвах содержание лабильных соединений гумуса примерно такое же,

как и в целинных почвах. Абсолютные показатели обеспеченности лабильными гумусовыми веществами в длительно-орошаемых почвах являются максимальными (149-173 мг С на 100 г) среди таких показателей содержания этой группы гумусовых веществ других темно-каштановых почв. В большинстве исследуемых темно-каштановых залежных почв содержание лабильных гумусовых веществ снижено до 104-138 мг С на 100 г. Общей закономерностью распределения щелочнорастворимых гумусовых веществ в данных почвах является более высокое содержание их в гумусовых горизонтах – 123-138 мг С на 100 г. С глубиной содержание этой группы соединений гумуса уменьшено до 104-108 мг С на 100 г. Показатели же относительной степени лабильности гумусовых веществ с глубиной, наоборот, возрастают с 7,8 до 14,30-15,88 %.

**Таблица 6. – Содержание щелочнорастворимых лабильных гумусовых веществ в темно-каштановых почвах**

Почва	№ разреза	Горизонт, мощность, см	С <sub>общ.</sub> , % к массе почвы	С <sub>лаб.</sub> , мг на 100 г	С <sub>лаб.</sub> , в % к С общему
Целинная	11	A <sub>1</sub> 3-15	2,82	131	4,64
		B <sub>1</sub> 15-34	1,57	115	7,32
		B <sub>к</sub> 34-89	1,12	111	9,91
	12	A <sub>1</sub> 3-24	2,47	135	5,46
		B <sub>1</sub> 24-42	1,26	111	8,80
		B <sub>к</sub> 42-107	0,96	108	11,25
Пахотная, неорошаемая 50 лет	9	A <sub>п</sub> 0-30	1,86	123	6,61
		B <sub>1</sub> 30-41	1,44	119	8,26
		B <sub>к</sub> 41-69	1,16	119	10,26
		B <sub>2</sub> 69-117	1,09	115	10,55
10	A <sub>п</sub> 0-33	2,64	131	4,96	
	B <sub>1</sub> 33-43	2,51	127	5,06	
	B <sub>2</sub> 43-68	1,88	111	5,90	
	B <sub>к</sub> 68-96	1,79	115	6,42	
Пахотная, орошаемая 50 лет	7	A <sub>п</sub> 0-33	2,24	149	6,69
		B <sub>1</sub> 33-57	1,77	131	7,40
		B <sub>2</sub> 57-111	1,18	115	9,74
	8	A <sub>п</sub> 0-30	3,23	173	5,36
		B <sub>1</sub> 30-98	2,32	131	5,65
Залежная, 5 лет	5	A <sub>п</sub> 0-32	1,48	115	7,77
		B <sub>1</sub> 32-65	1,16	119	10,26
		B <sub>2</sub> 65-130	0,68	108	15,88
	6	A <sub>п</sub> 0-40	1,76	138	7,84
		B <sub>1</sub> 40-80	1,05	135	12,86
		B <sub>2</sub> 80-106	0,86	123	14,30
Залежная, 10 лет	3	A <sub>п</sub> 0-29	2,62	123	5,00
		B <sub>1</sub> 29-39	2,63	115	4,68
		B <sub>2</sub> 39-56	2,17	111	5,30
		B <sub>к</sub> 56-111	1,95	123	5,69
Залежная, 15 лет	1	A <sub>п</sub> 0-28	1,88	131	7,92
		B <sub>1</sub> 28-46	1,80	131	8,28
		B <sub>2</sub> 46-85	1,48	104	8,85
	2	A <sub>п</sub> 0-26	1,88	131	6,97
		B <sub>1</sub> 26-44	1,83	104	5,68
		B <sub>2</sub> 44-99	1,21	104	8,59

Запасы лабильных гумусовых веществ в слое 0-20 см в целинных почвах равны 2,53-2,70 т С на 1 га. В пахотных неорошаемых почвах в данном горизонте запасы этих веществ либо находятся на уровне запасов целинной почвы, либо снижены. Длительное орошение темно-каштановых почв способствовало аккумуляции наиболее высокой массы щелочнорастворимых соединений гумуса в слое 0-20 см – 3,52-4,08 т С на 1 га. Нахождение темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало сохранению лабильных гумусовых веществ на достаточно высоком уровне – 3,09-3,50 т С на 1 га. В исследуемых темно-каштановых почвах велики запасы лабильных гумусовых веществ в слое 50-100 см – 8,10-10,76 т С на 1га. В метровом слое минимальными они являются в целинных темно-каштановых почвах (15,14-15,16 т С на 1 га), а максимальными (19,44-19,57 т С на 1 га) в орошаемых почвах. В других изучаемых почвах запасы этой группы веществ изменяются от 15,06 до 18,25 т С на 1га.

## **5. 2. Легкоразлагаемое органическое вещество темно-каштановых почв.**

Самое высокое содержание легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ) характерно для целинных темно-каштановых почв – 0,68-0,72 % к массе почвы (табл. 7). В пахотных неорошаемых почвах содержание ЛОВ снижено до 0,44 - 0,45 %.

**Таблица 7. – Содержание легкоразлагаемого органического вещества в темно-каштановых почвах**

Почва.	№ разреза	Горизонт, глубина, см	Орг.в-во, % к массе почвы	ЛОВ, % к массе почвы	ЛОВ, % к орг. в-ву почвы	Степень выпаханности, балл
Целинная	11	A <sub>1</sub> 3-15	5,02	0,72	14,3	5,7
		B <sub>1</sub> 15-34	2,79	0,68	24,3	0
		B <sub>k</sub> 34-89	2,00	0,23	11,5	8,5
Целинная	12	A <sub>1</sub> 3-24	4,40	0,68	15,5	4,5
		B <sub>1</sub> 24-42	2,25	0,31	13,8	6,2
		B <sub>k</sub> 42-107	1,71	0,05	2,90	17,1
Неорошаемая 50 лет	9	A <sub>пах</sub> 0-30	3,31	0,44	13,3	6,7
		B <sub>1</sub> 30-41	2,57	0,34	13,2	6,8
		B <sub>k</sub> 41-69	2,06	0,05	2,4	-
		BC 69-117	1,94	0,05	3,5	-
Неорошаемая 50 лет	10	A <sub>пах</sub> 0-33	4,71	0,45	9,6	10,4
		B <sub>1</sub> 33-43	4,47	0,38	8,5	11,5
		B <sub>2</sub> 43-68	3,35	0,11	3,3	-
		B <sub>k</sub> 68-96	3,19	0,05	1,6	-
Орошаемая 50 лет	7	A <sub>пах</sub> 0-33	4,00	0,52	13,0	7,0
		B <sub>1</sub> (33-57)	3,15	0,51	16,2	3,8
		B <sub>2</sub> 57-111	2,11	0,26	12,3	7,7
Орошаемая 50 лет	8	A <sub>пах</sub> 0-30	5,77	0,55	9,5	10,5
		B <sub>1</sub> 30-98	4,13	0,40	9,7	10,3
Находящаяся в залежи 5 лет	5	A <sub>n</sub> 0-32	2,64	0,39	14,8	5,2
		B <sub>1</sub> 32-65	2,07	0,31	15,0	5,0
Находящаяся в залежи 5 лет	6	A <sub>n</sub> 0-40	3,14	0,41	13,1	6,9
		B <sub>1</sub> 40-80	1,84	0,33	17,6	2,4
Находящаяся в залежи 10 лет	3	A <sub>n</sub> 0-29	4,67	0,54	11,6	8,4
		B <sub>1</sub> 29-39	4,62	0,42	9,0	11,0
		B <sub>2</sub> 39-56	3,87	0,10	2,6	-
Находящаяся в залежи 15 лет	1	A <sub>пах</sub> 0-28	3,35	0,41	12,2	7,8
		B <sub>1</sub> (28-46)	4,75	0,46	9,7	10,3
		B <sub>2</sub> 46-85	2,64	0,28	10,6	9,4
Находящаяся в залежи 15 лет	2	A <sub>пах</sub> 0-26	3,35	0,40	11,9	8,1
		B <sub>1</sub> 26-44	3,27	0,42	12,8	7,2
		B <sub>2</sub> 44-99	2,16	0,32	14,8	5,2

В целинных и пахотных неорошаемых почвах основная масса ЛОВ аккумулируется в верхних горизонтах, главным образом, в слоях 0-40 см и 0-45 см. Количество ЛОВ в темно-каштановых орошаемых почвах в горизонте 0-30 см равно 0,52-0,55 %. Достаточно высокая аккумуляция этой группы органических веществ наблюдается в горизонтах В<sub>1</sub> – 30-98 см и В<sub>1</sub> – 33-57 см – 0,40-0,51 %. В почвах с пятилетним сроком залежного нахождения обеспеченность ЛОВ снижена как в верхнем гумусовом горизонте – 0,39-0,41 %, так и в нижележащих горизонтах – 0,32-0,33 %. Десятилетнее пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало более высокому накоплению ЛОВ в метровой толще, чем при пятилетним периоде.

Запасы ЛОВ в слое 0-20 см всех изучаемых почв изменяются в небольших размерах – 9,2-12,7 т/га. Более высокие запасы этой группы органических веществ аккумулируется в корнеобитаемом слое. Максимальный запас ЛОВ приурочен в этом слое к целинным и орошаемым почвам – 30,2-31,9 т С на 1 га. В других почвах этот запас ЛОВ снижен до 22,2-25,6 т С на 1 га. Максимальная аккумуляция ЛОВ в метровой толще наблюдается в целинных и орошаемых темно-каштановых почвах – 54,1-60,4 т/га. Более низкий уровень аккумуляции этих веществ имеют залежные почвы (15 лет), частично залежные с пятилетним сроком нахождения – 40,7-46,9 т/га. Самые низкие запасы ЛОВ в метровом слое имеют старопахотные и залежные почвы (10 лет) – 24,2-31,2 т/га.

Большинство исследуемых почв являются выпаханнами. Почвы целинные можно считать по количеству ЛОВ невыпаханнами. Залежные почвы с пятилетним сроком пребывания являются слабовыпаханнами.

### **5. 3. Подвижные соединения азота в темно-каштановых почва.**

Обеспеченность подвижными органическими соединениями азота в темно-каштановых целинных почвах (табл. 8) в самом верхнем гумусовом горизонте колеблется в пределах 128-156 мг N на 1 кг почвы. При этом максимальная аккумуляция их сосредоточена в более глубоких горизонтах – 142-170 мг N на 1 кг. Совершенно по-другому происходит аккумуляция подвижных органических соединений азота в пахотных неорошаемых почвах. В этих почвах максимальное количество данных соединений азота приурочено к верхнему пахотному слою – 156 мг N на 1 кг. Вниз по профилю содержание их снижено до 128 мгN на 1 кг. Отличительной особенностью аккумуляции легкогидролизуемых соединений азота в орошаемых почвах является более высокая их аккумуляция, чем в целинных и пахотных почвах на богаре – 170-198 мг N на 1 кг. Нахождение темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало существенному возрастанию степени подвижности соединений азота. Особенно отчетливо проявилось это возрастание в темно-каштановых почвах с 15-летним пребыванием их в залежном состоянии – 10,6-12,9 %.

Запасы щелочнорастворимых соединений азота в целинных темно-каштановых почвах в самом верхнем (0-20 см) слое колеблются в пределах 260-300 кг N на 1 га. В слое 0-50 см они достигают 730-880 кг/га, а в слое 50-100 см – 1070 кг N на 1 га. В метровой толще этих почв запасы подвижных соединений азота колеблются в пределах 1980-2060 кг N на 1 га. Длительное использование темно-каштановых почв в пахотном состоянии без орошения в целом не привело к существенным изменениям в уровне аккумуляции щелочнорастворимых соединений азота в сравнении с целинными почвами. В орошаемых темно-каштановых почвах уровень аккумуляции

подвижных соединений азота определяется содержанием гумуса. В почвах с содержанием гумуса около 3 % запасы подвижных соединений азота такие же, как и в неорошаемых пахотных почвах. В почвах с содержанием гумуса более 3 % масса подвижных соединений азота в метровой толще достигает 2570 кг N на 1 га. Нахождение темно-каштановых почв в залежном состоянии, в целом, не привело к существенным изменениям в аккумуляции подвижных соединений азота. В залежных почвах наметилась отчетливая тенденция более высокого накопления подвижных соединений азота в слое 50-100 см, чем в других почвах.

Щелочногидролизуемые вытяжки темно-каштановых целинных почв в верхних горизонтах характеризуются органическим веществом со средней степенью обеспеченности азотом (8,4-10,5). В более глубоких горизонтах целинных почв эти вытяжки имеют отношение C:N =6,5-7,6. В пахотных неорошаемых почвах показатели C:N примерно такие же, как и в щелочных вытяжках целинных почв. В пахотных орошаемых почвах наметилась отчетливая картина более низких показателей отношения C:N =7,1-8,7. В залежных темно-каштановых почвах легкогидролизуемые органические вещества характеризуются средней степенью обогащенности азотом.

**Таблица 8. – Содержание щелочногидролизуемых соединений азота в темно-каштановых почвах**

Почва	№ раз-реза	Гори-зонт	Глубина, см	Валовое содержание азота, %	Подвижные соединения азота, мг/кг	Подвижные соединения N, % к валовому содержанию N	C:N в щелоч-ных вытяжках
Целина	11	A	3-15	0,32	156	4,9	8,4
		B <sub>1</sub>	15-34	0,22	128	5,8	9,0
		B <sub>к</sub>	34-89	0,15	170	11,3	6,5
	12	A	3-24	0,23	128	5,6	10,5
		B <sub>1</sub>	24-42	0,13	114	8,8	9,7
		B <sub>к</sub>	42-107	0,07	142	20,3	7,6
Пахотные неорошаемые	9	A <sub>п</sub>	0-30	0,17	156	9,2	7,9
		B <sub>1</sub>	30-41	0,11	142	12,9	8,4
		B <sub>к</sub>	41-69	0,05	128	25,6	9,3
	10	A <sub>п</sub>	0-33	0,18	128	7,11	10,2
		B <sub>1</sub>	33-43	0,15	128	8,50	9,9
		B <sub>2</sub>	43-68	0,14	128	9,10	8,7
Пахотные орошаемые	7	A <sub>п</sub>	0-33	0,17	128	7,5	11,6
		B <sub>1</sub>	33-57	0,16	170	10,6	7,7
	8	A <sub>п</sub>	0-30	0,39	198	5,1	8,7
		B <sub>1</sub>	30-98	0,29	184	6,3	7,1
Залежная, 5 лет	5	A <sub>п</sub>	0-32	0,17	142	8,4	8,1
		B <sub>1</sub>	32-65	0,11	121	11,0	9,8
		B <sub>2</sub>	65-130	0,09	128	14,2	8,4
	6	A <sub>п</sub>	0-40	0,23	142	6,2	9,7
		B <sub>1</sub>	40-80	0,13	142	10,9	9,5
Залежная, 10 лет	3	A <sub>п</sub>	0-29	0,19	142	7,5	8,7
		B <sub>1</sub>	29-39	0,14	128	9,1	9,0
		B <sub>2</sub>	39-56	0,11	142	12,9	7,8
Залежная, 15 лет	1	A <sub>п</sub>	0-28	0,14	156	11,1	8,4
		B <sub>1</sub>	28-46	0,16	170	10,6	7,7
		B <sub>2</sub>	46-85	0,11	142	12,9	7,3
	2	A <sub>п</sub>	0-26	0,19	156	8,2	8,4
		B <sub>1</sub>	26-44	0,11	142	12,9	7,3
		B <sub>2</sub>	44-53	0,12	142	11,8	7,3

## ВЫВОДЫ

1. Темно-каштановые целинные почвы характеризуются высоким содержанием гумуса (4,4-5,0 %). Пахотные неорошаемые почвы имеют более низкие показатели обеспеченности гумусом (3,31 %). Орошаемые темно-каштановые почвы обладают наиболее высоким количеством гумуса. Темно-каштановые почвы с 5-летним периодом нахождения в залежном состоянии менее обеспечены гумусом – 2,64-3,14%. Почвы с 10- и 15-летним пребыванием в залежном состоянии характеризуются относительно благоприятными показателями обеспеченности гумусом – 3,35-4,69 %. Такие показатели содержания гумуса в изучаемых почвах обусловили различные запасы его. Наиболее высокие они в орошаемых почвах. В залежных (5 лет) почвах аккумуляция гумуса является низкой в пахотном слое и средней в слое 0-100 см. 15-летнее пребывание почв в залежном состоянии привело к заметному снижению уровня аккумуляции гумуса в слое 0-20 см как в сравнении с орошаемыми, так и с целинными почвами.

2. Количество азота в целинных темно-каштановых почвах в верхнем гумусовом горизонте колеблется в пределах 0,23-0,32 %, постепенно понижаясь с глубиной. В пахотных почвах богары аккумуляция азота характеризуется меньшими показателями – 0,17-0,18 %. Орошение способствует накоплению азотистых соединений. Пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии существенно не изменило содержание и распределение азотистых соединений в профилях этих почв. Обеспеченность гумуса азотом в целинных почвах средняя ( $C:N=7,7-9,1$ ). Пахотные неорошаемые почвы имеют гумус низкой и очень низкой степени обеспеченности азотом ( $C:N=11,2-15,2$ ). Орошение способствовало существенному обогащению гумуса азотом. Залежные почвы с 10- и 15-летним сроком имеют гумус с низкой степенью обогащенности азотом.

3. Доля гуминовых кислот (ГК) в составе извлекаемых гумусовых веществ изменяется по изучаемым почвам от 20,17 до 56,49 %. Максимальное относительное содержание ГК (40,29-56,50 %) имеют целинные темно-каштановые почвы. В пахотных неорошаемых и орошаемых почвах доля ГК значительно ниже (21,80-35,67 %). В залежных почвах наблюдается отчетливое возрастание доли ГК в составе гумуса – 27,97-43,88 %. По степени гумификации гумус целинных почв характеризуется очень высокой степенью гумификации, пахотных – высокой, а в орошаемых почвах – средней степенью гумификации.

4. Суммарное содержание ФК в целинных почвах колеблется в пределах 17,22-20,92 %. Более высокие показатели доли ФК в составе гумуса (21,38-33,70 %) имеют пахотные неорошаемые и залежные почвы. Орошаемые темно-каштановые почвы характеризуются гумусом, в котором доля ФК минимальна – 15,50-17,36 %.

5. Наиболее высокие показатели отношения  $C_{ГК}:C_{ФК}=2,16-2,70$  имеют целинные почвы. В пахотных неорошаемых почвах показатели этого отношения снижены до 1,36-1,53. В пахотных орошаемых почвах, особенно в горизонте  $B_1$ , отношение  $C_{ГК}:C_{ФК}$  снижено до 0,69-1,16. В горизонте  $A_n$  показатели этого отношения равны 1,41-1,53. В залежных почвах отношение  $C_{ГК}:C_{ФК}$  изменяется от 1,04 до 1,70. Кроме целинных почв, гумус всех остальных почв является фульватно-гуматным.

6. Среди всех фракций гуминовых кислот ГК-2 занимает наибольший удельный вес. Самая высокая доля ГК-2 в составе гумуса (32,90-46,80 %) характерна для целинных темно-каштановых почв. В пахотных неорошаемых почвах относительное содержание ГК-2 уменьшено до 15,23-24,50 %, а в орошаемых почвах – до 15,06-19,10 %. Залежное состояние темно-каштановых почв способствовало некоторому возрастанию доли ГК-2 в составе гумуса до 22-27 %. В большинстве исследуемых темно-каштановых почв доля ГК-2 в составе всех фракций ГК является высокой и очень высокой. Только в пахотных неорошаемых почвах относительное содержание ГК-2 в составе всей извлекаемой массы ГК равно 52,70-56,90 %. Все исследуемые темно-каштановые почвы имеют низкое и очень низкое относительное содержание ГК-1 в составе всех фракций ГК – 7,8-15,4 %. Относительное содержание ГК-3 в составе всех фракций ГК в целинных темно-каштановых почвах изменяются от 10,50 до 14,63%. В пахотных неорошаемых почвах показатели доли ее в составе гуминовых кислот являются наивысшими среди всех исследуемых почв – 41-46 %. В пахотных орошаемых почвах относительное количество ГК-3 низкое – 12,01-16,57 %. Нахождение почв в течение 15 лет в залежном состоянии способствовало возрастанию доли ГК-3 в составе всех фракций ГК до 21,88-25,15 %

7. Среди фульвокислот выделено четыре фракции. Фульвокислоты 1а и 1 фракции в исследуемых темно-каштановых почвах характеризуются низким количеством. Наибольший удельный вес в составе всех фракций фульвокислот занимает вторая фракция (ФК-2). Доля ее в составе всех фракций ФК в целинных темно-каштановых почвах колеблется в пределах 43,49-44,34 % в горизонте А и 35,04-37,20 % - в горизонте В<sub>1</sub>. В пахотных неорошаемых почвах она занимает очень большой удельный вес – 50,49-56,95 %. В пахотных орошаемых почвах наиболее высокие показатели доли ее в составе ФК приходятся на горизонт В<sub>1</sub> – 63,78-70,85 %, в то время как в горизонте А<sub>п</sub> они более низкие – 53,95-54,32 %. Длительное пребывание темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало поддержанию высокой доли ФК-2 в составе ФК – 56,70-65,08 %. Относительная доля ФК-3 в составе гумуса небольшая – 5,49-6,35 %, а в составе всей массы ФК она колеблется в пределах 30,31-36,25 %. В пахотных неорошаемых и орошаемых почвах относительное количество ФК-3 в составе всех фракций ФК существенно ниже – 17,36-25,71 %. Показатели участия ФК-3 в составе ФК в залежных почвах изменяются существенно – 22,46-40,07 %.

8. Содержание лабильных щелочнорастворимых гумусовых веществ в темно-каштановых целинных почвах изменяется по горизонтам от 108 до 135 мг С на 100 г почвы. В пахотных неорошаемых почвах количество этих соединений примерно такое же, как и в целинных почвах. Показатели обеспеченности данными соединениями в длительно-орошаемых темно-каштановых почвах являются максимальными (149-173 мг С на 100 г). В большинстве исследуемых темно-каштановых залежных почв содержание лабильных щелочнорастворимых гумусовых веществ снижено до 104-138 мг С на 100 г.

9. Самое высокое содержание легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ) характерно для целинных темно-каштановых почв – 0,68-0,72 % к массе почвы. В пахотных неорошаемых почвах содержание ЛОВ снижено до 0,44-0,45 %. Количество ЛОВ в темно-каштановых орошаемых почвах в горизонте 0-30 см равно

0,52-0,55 %. В других горизонтах этих почв оно снижено до 0,40-0,51 %. В залежных почвах количество ЛОВ существенно ниже, чем в других исследуемых почвах.

10. Обеспеченность подвижными органическими соединениями азота в темно-каштановых целинных почвах в самом верхнем гумусовом горизонте колеблется в пределах 128-156 мг N на 1 кг почвы. При этом максимальная аккумуляция их наблюдается в более глубоких горизонтах – 142-170 мг N на 1 кг. В пахотных неорошаемых почвах максимальное количество данных соединений азота приурочено к пахотному слою – 156 мг N на 1 кг. В орошаемых почвах наблюдается самая высокая аккумуляция подвижных органических соединений азота – 170-198 мг N на 1 кг. Нахождение темно-каштановых почв в залежном состоянии способствовало существенному возрастанию степени подвижности соединений азота.

### **СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. **Баранова Е.В.**, Донских И.Н. Легкоразлагаемое органическое вещество орошаемых и неорошаемых темно-каштановых почв, находящихся в залежном состоянии в условиях Западного Казахстана// Гумус и почвообразование.– Изд. СПбГАУ. Санкт-петербург – Пушкин, 2009. – С. 82-89.

2. **Баранова Е.В.**, Рахимгалиева С.Ж. Содержание азота темно-каштановых почв Западного Казахстана// Доклады 5-ой международной научной конференции Ирана и России по проблемам развития сельского хозяйства. – Изд. СПбГАУ, Санкт-петербург – Пушкин, 8-9 октября 2009. – С. 421-423.

3. **Баранова Е.В.** Легкоразлагаемое органическое вещество темно-каштановых почв, находящихся в залежном после орошения и орошаемом состоянии в условиях Западного Казахстана// Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. Материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Изд. СПбГАУ, Санкт-петербург – Пушкин, 2010. – С.132-135.

### **Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах РФ:**

4. **Баранова Е.В.**, Рахимгалиева С.Ж. Содержание и запасы гумуса в темно-каштановых почвах при различном их использовании// Известия СПбГАУ. – 2008, № 11. – С.13-15.

5. **Баранова Е.В.**, Донских И.Н. Легкоразлагаемое органическое вещество темно-каштановых почв, находящихся в залежном после орошения и орошаемом состоянии в условиях Западного Казахстана// Известия СПбГАУ. – 2009, № 15. – С.7-11.

6. Рахимгалиева С.Ж., **Баранова Е.В.** Содержание и запасы азота в темно-каштановых почвах Западного Казахстана// Известия СПбГАУ. – 2009, № 17. – с.10-14.

7. **Баранова Е.В.**, Рахимгалиева С.Ж. Содержание и запасы щелочно-растворимого органического вещества в темно-каштановых почвах Западного Казахстана// Известия СПбГАУ. – 2010, № 21. – С. 62-66.

8. **Баранова Е.В.**, Рахимгалиева С.Ж. Групповой состав гумуса темно-каштановых почв в условиях Западного Казахстана // Известия СПбГАУ. – 2011, № 22. – С.109-114.