АКАДЕМИЯ НАУК СССР
Уральский филиал

Институт экологии растений и животных

На правах рукописи

М.И.Дергачева

СОСТАВ ГУМУСА И СВОЙСТВА ПОЧВ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЛЕСА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА СРЕДНЕГО УРАЛА И РАВНИННОГО ЗАУРАЛЬЯ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук

г. Свердловск
1969

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
Уральский филиал

Институт экологии растений и животных

На правах рукописи

М.И.Дергачева

СОСТАВ ГУМУСА И СВОЙСТВА ПОЧВ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЛЕСА ВОСТОЧНОГО СКЛОНА СРЕДНЕГО УРАЛА И РАВНИННОГО ЗАУРАЛЬЯ

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук

г. Свердловск
1969

Работа выполнена в лаборатории лесного почвоведения и почвенной микробиологии Института экологии растений и животных УФАН СССР и лаборатории биохимии Центрального Музея почвоведения им.В.В.Докучаева в течение 1964 -1966 гг.

Научные руководители: доктор биологических наук В.В.Пономарева, кандидат биологических наук В.П.Фирсова.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор П.Л.Горчаковский, кандидат биологических наук, доцент Л.А.Гришина.

Ведущее предприятие: Институт почвоведения и агрохимии СОАН СССР (Новосибирск).

Автореферат разослан 21 апреля 1969г.

Защита состоится 27 мая 1969г. на заседании Объединенного Ученого совета при Институте экологии растений и животных УФАН СССР, Свердловск Л-8, 8 марта 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института.

Ученый секретарь Совета (кандидат биологических наук Г.С.Хренова)

Гумусовые вещества являются важнейшим резервом органических соединений и зольных элементов в почве. Они определяют ряд ее физических и химических особенностей. Большое значение гумуса для плодородия почв требует глубокого изучения процессов гумусообразования в различных типах целинных и окультуренных почв. В связи с интенсификацией лесного хозяйства и дальнейшим вовлечением лесных земель в сферу сельскохозяйственного производства возникает необходимость уделять особое внимание изучению закономерностей изменения содержания, состава, свойств и природы гумуса в лесных почвах, а также условий, благоприятствующих его накоплению.

Лесные почвы занимают огромные территории в нашей стране, поэтому исследование процессов гумусообразования под лесами и состава гумуса основных типов лесных почв будет способствовать повышению их плодоносе (Тюрин, 1949).

В ранних исследованиях почв Среднего Урала и Зауралья основное внимание уделялось почвам, используемым в сельском хозяйстве (Неуструев, 1916, 1918; Городков и Неуструев, 1923; Макендин, 1936; Фомичева, 1936; Иванова, 1947, 1949, 1954; Долгова, 1954; Лебедев, 1949, 1956, 1964; Ногина, 1948; Богатырев, Ногина, 1962, и др.). В последнее время лабораторией лесного почвоведения и почвенной микробиологии Института экологии растений и животных УФАН СССР проводятся систематические исследования специфики почвообразования на лесных территориях Урала (Фирсова, 1964, 1965, 1967, 1968; Фирсова и Рженникова, 1966, 1967, 1968; Рженникова, 1967; Арефьева, 1963; Павлова, 1966, и др.). Довольно подробно охарактеризованы физико-химические свойства, морфо -

логическое строение, валовой состав лесных почв. Данных о составе гумуса почв мало (Долгова, 1954; Ржанникова, 1965, 1967, 1968; Фирсова и Ржанникова, 1966; Фирсова, 1968, и др.), а материалы характеризующие запасы, природу, свойства гумусовых веществ и их состояние в различных почвах Урала совершенно отсутствуют. В связи с этим были проведены специальные исследования гумусовых веществ почв, сформированных под пологом различных типов леса районов восточного склона Среднего Урала и равнинного Зауралья в пределах Свердловской области: горно-лесных бурых, дерново-палево-подзолистых, дерново-подзолистых, дерново-карбонатных выщелоченных, светло-серых и темно-серых лесных.

Задачи настоящих исследований состояли в следующем:

1) выявить особенности содержания и распределения гумуса в изученных типах почв данной территории и дать общую характеристику основных свойств этих почв;

2) охарактеризовать групповой и фракционный состав гумуса почв, сформированных под разными типами леса, и определить некоторые региональные его особенности;

3) установить закономерности распределения всех компонентов гумусовых веществ и изменения их свойств по почвенному профилю;

4) изучить некоторые свойства и природу гуминовых кислот разных типов лесных почв восточного склона Среднего Урала и равнинного Зауралья.

Физико-химические свойства и механический состав почв изучались по общепринятым методикам. Состав гумуса определялся по методу И.В.Тюрина в модификации В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой (1968). Оптическая плотность изучалась методом спектро -

фотометрии (Кононова, 1963; Орлов, Гришина, 1968), а также упрощенным вариантом метода Т.А.Плотниковой и В.В.Пономаревой (1967).

Первая глава посвящена краткому описанию основных географических закономерностей гумусообразования на основе данных, имеющихся в литературе. Приводятся основные этапы исследований в этом направлении, дается характеристика фундаментальных работ, разбирается вопрос о закономерностях в изменении состава и природы гумусовых веществ, излагаются основные точки зрения отечественных исследователей относительно зависимости гумусообразования от биоклиматических условий.

В настоящее время работ по изучению состава гумуса очень много, причем направление их и проблематика различны. В этой главе рассматриваются лишь работы, в которых имеются данные по составу и природе гумусовых веществ серых лесных, дерново-подзолистых и бурых почв различных регионов Советского Союза. Дается краткий анализ общих характерных свойств состава гумуса перечисленных типов почв, освещаются точки зрения ряда авторов по вопросу влияния почвообразующих пород на состав гумуса, отмечаются различия в строении молекул гумусовых кислот разных типов почв.

В заключение подчеркивается, что состав гумуса и природа гумусовых кислот зависят от условий образования и обладают определенной спецификой в различных районах Советского Союза.

Во второй главе дается краткое описание природных условий восточного склона Среднего Урала и равнинного Зауралья. Показана неоднородность изученной территории в гео-

морфологическом, геологическом отношении, составе и свойствах почвообразующих пород, а также различия в гидротермических и лесорастительных условиях.

Согласно лесорастительному районированию Колесникова Б.П. (1960) описанная территория относится к таежной зоне и лежит в пределах трех подзон: среднетаежной, южнотаежной и подзоны предлесостепных сосново-березовых лесов. В пределах средней и южной тайги преимущественное распространение имеют сосновые леса. В среднетаежной подзоне восточного склона в основном преобладают леса с моховым, травяно-моховым и мохово-травяным покровом (Игошина, 1944). В южнотаежной подзоне, широко распространены по мнению П.Л.Горчаковского (1956) сосняк брусничнo-ракитниковый, сосняк черничниковый, сосняк орляковый и сосняк разнотравный.

В подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов господствуют березняки и осинники (Колесников, 1960) и лишь на легких и менее плодородных почвах встречаются сосновые леса. В своеобразном Припышминском боровом массиве сосновые леса представлены преимущественно группами сосняков зеленомошниковых и сосняков травяных (Зубарева, 1960).

Климат всей описанной территории умеренно-континентальный (Кайгородов, 1955), причем континентальность климата возрастает от северо-западных районов к юго-восточным. Анализ приведенных в работе основных климатических характеристик позволяет отметить большие различия в гидротермических условиях районов восточного склона Среднего Урала и равнинного Зауралья.

Вследствие глубокого промерзания почв равнинного Зауралья,

длительного пребывания их в промерзшем состоянии, а в летний период испарения значительной части влаги, почвы в течение года лишь незначительное время и в очень малой степени промываются нисходящими токами воды. Кроме того, талые воды большей частью стекают по еще неоттаявшей поверхности, не поступая в почву. Все это оказывает тормозящее влияние на развитие микробиологической деятельности, а следовательно и на разложение и минерализацию органических остатков в почвах, что создает благоприятные условия для консервации образующихся гумусовых кислот. Дефицит влаги способствует конденсации их молекул, а периодически повторяющиеся периоды иссушения в летние месяцы, глубокое промерзание почв и их низкие температуры зимой, создают условия для значительного накопления гумуса в почвенном профиле.

Районы восточного склона Среднего Урала по сравнению с Зауральем характеризуются более частой повторяемостью дождливой погоды и более высоким, в связи с этим, коэффициентом увлажнения по Иванову (1948). В то же время повторяемость засушливой погоды здесь значительно меньше. В зимнее время горный Урал - зона относительно более теплая, чем территория равнинного Зауралья, причем для него характерна меньшая повторяемость сильноморозной погоды и почти полное отсутствие жестокоморозной погоды. Все это, не может не оказать влияния на структуру образующихся гумусовых веществ и на характер перераспределения их минеральной частью почвы.

Состав и природа гумуса почвы, как и любое ее свойство, определяется всем комплексом условий и факторов почвообразования, поэтому большое разнообразие физико-географических условий и рас-

тительности, пестрота почвообразующих пород и большие различия в гидротермических условиях отдельных районов восточного склона Среднего Урала и равнинного Зауралья обусловливают и разнообразие характера гумусообразования.

В третьей главе приводятся материалы, характеризующие некоторые особенности почвообразующих пород, на которых сформированы исследованные почвы, рассматривается морфологическое строение, механический и валовой состав почв, их физико-химические и микробиологические свойства, и приводятся данные содержания, запасов и распределения гумуса и азота по профилю изученных почв.

На территории равнинного Зауралья в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов взяты для исследования темно-серые и светло-серые лесные почвы, развитые под пологом березовых лесов на бурых карбонатных суглинках, типа лессовидных. Для темно-серых лесных почв характерен довольно мощный (30-38 см) темно-серый мелкокомковатый гумусовый горизонт, ниже которого следует маломощный (4-5 см) неоднороднокрашенный переходный горизонт A_2B мелкоореховатой структуры и с ясно выраженной кремнеземистой присыпкой. Иллювиальный горизонт имеет темные лакированные затеки по граням структурных отдельностей. С глубины 150 см встречаются карбонатные журавчики.

По механическому составу почвы тяжелосуглинистые. Данные механического и валового химического анализа свидетельствуют о слабой оподзоленности изученных темно-серых почв.

Слабокислая реакция верхней части почвенного профиля сменяется слабощелочной в нижних горизонтах. Обменная кислотность неве-

лика и обусловлена, в основном, обменным алюминием. Содержание поглощенных оснований, среди которых доминирует кальций, колеблется по профилю в среднем от 30 до 60 мг-экв на 100 г почвы, а в подстилках достигает 100 мг-экв. Аккумуляция гумуса в перегнойном горизонте составляет в среднем 10-12%. Сокращение содержания его с глубиной происходит постепенно. Распределение азота, в общем, аналогично распределению валового гумуса.

Общие запасы гумуса[x/] в метровой минеральной толще темно-серых почв составляют 405-458 т/га, из них 84-87% сосредоточено в горизонте A_I. Азота содержится в среднем 27-33 т/га.

Сравнение исследованных нами темно-серых лесных почв Зауралья с аналогичными почвами Европейской территории Союза ССР (провинции Украинская, Центральная, Приуральская) показало, что изученные почвы отличаются более высоким содержанием ила (при близком механическом составе), поглощенных оснований и гумуса; меньшей степенью дифференциации почвенного профиля, о чем можно судить по отношению содержания ила в горизонте А к его количеству в горизонте В (Ахтырцев, 1968); более резким сокращением количеств общего гумуса с глубиной и меньшей мощностью почвенной толщи с содержанием гумуса более 1%; более высокими запасами гумуса и азота в метровой минеральной толще, которые близки таковым в черноземах Европейской части СССР.

---

x/ Здесь и в дальнейшем для всех почв приводятся данные по запасам гумуса и азота только в минеральной толще профиля. Для подстилок запасы органического вещества и азота не определялись.

Биогенность всего почвенного профиля темно-серых лесных почв высока.

Светло-серые лесные почвы отличаются от предыдущих бо́льшей морфологической и химической дифференциацией почвенного профиля на генетические горизонты и очень небольшой мощностью горизонта A_1. Выделяется самостоятельный элювиальный горизонт мощностью 9-10 см. Иллювиальная толща профиля в морфологическом отношении мало отличается от таковой темно-серых почв.

По механическому составу почвы среднесуглинистые в верхней части профиля, тяжелосуглинистые - в нижней. Результаты валового химического и механического состава свидетельствуют о значительно бо́льшей степени оподзоленности светло-серых лесных почв по сравнению с изученными темно-серыми.

Светло-серые почвы имеют более кислую реакцию почвенной среды, меньшее содержание обменных оснований (в среднем около 20 мг-экв на 100 г почвы), и гумуса (в A_1 - 4,3%), чем темно-серые. Разложенность органического вещества, судя по отношению C/N, довольно низкая (5-15).

Общие запасы гумуса и азота составляют соответственно 116 т/га и 8 т/га, что почти в четыре раза ниже, чем в темно-серых почвах. В отличие от последних, перегнойно-аккумулятивный горизонт здесь аккумулирует только четверть всех запасов, сосредоточенных в минеральной метровой толще.

Изученные почвы отличаются от аналогичных почв других провинций более резкой дифференциацией почвенного профиля, бо́льшими запасами гумуса и азота, меньшей мощностью почвенной толщи с высокой аккумуляцией гумуса и азота (более 1%) и более низкими со -

кращением его процентного содержания с глубиной.

Разрезы дерново-подзолистых почв, сформированных на мощных песчаных отложениях, заложены на территории Зауралья: в подзоне предлесостепных сосново-березовых лесов под пологом сосняка разнотравного (разрез 22), и в подзоне южной тайги под пологом сосняка лишайникового (разрез I3) и сосняка зеленомошно-ягоднико - вого (разрез I2).

Данные почвы характеризуются очень незначительной мощно - стью перегнойно - аккумулятивного горизонта (5-7 см), легким механическим составом, слабым проявлением оподзоливания, слабокислой реакцией, небольшими величинами обменной кислотности, биогенным накоплением кальция и магния в аккумулятивных горизонтах (до 30 - 50 мг-экв на I00 г почвы в подстилках) и невысоким содер - жанием общего гумуса (I,6 - 3,6 в горизонте A_I). Запасы гумуса и азота в метровой минеральной толще профиля равны 46 - 44 т/га и 3,5 - 5,5 т/га, причем большая часть из них сосредоточена в верхнем 20 - см слое почвы. Отмечена очень низкая биогенность и большое участие в составе микрофлоры грибов.

Различия дерново - подзолистых почв, сформированных под разными типами сосновых лесов, состоят в степени выраженности оподзоленных горизонтов, в мощности подстилки, в характере изменения химических свойств с глубиной и различном накоплении органического вещества в аккумулятивной толще. Наиболее высокое содержание гумуса в горизонте A_I в почве сосняка зеленомошно-ягодникового (3,55%), наименьшее - сосняка лишайникового (I,62%). Общие

запасы гумуса во всех исследованных почвах близки и составляют 44 -46 т/га.

Дерново-палево-подзолистые почвы, развитые на делювиальных бурых суглинках под пологом сосняка разнотравного, широко распространены в районах восточного склона Среднего Урала. В отличие от дерново-подзолистых почв равнинных территорий они характеризуются белесовато-палевой окраской горизонта A_2, непрочнокомковатой структурой его, более высоким накоплением обменных оснований и органического вещества в перегнойном горизонте, незначительным перераспределением ила и поглощенных оснований и равномерным распределением валовых кальция и магния по профилю.

Запасы гумуса и азота в метровой минеральной толще данных почв почти в три раза выше, чем в дерново-подзолистых почвах равнинного Зауралья, причем около 50% из них сосредоточено в горизонте A_I. Общая биогенность почв довольно высока, однако физиологические процессы интенсивно протекают только в аккумулятивной толще профиля.

Данные почвы, по мнению В.П.Фирсовой и Г.К.Ржанниковой (1966), являются переходными от дерново-подзолистых почв равнинных территорий к горно-лесным бурым.

Бурые горно-лесные почвы, сформированные на элювии и элюводелювии гранитов под пологом южнотаежных лесов восточного склона Среднего Урала, взяты на разных элементах рельефа: вершине горного склона под сосняком брусничнико-лишайниковым (разрез 2), верхней трети склона под сосняком брусничниковым (разрез 3), в средней части склона под сосняком ягодниковым (разрез 4), и у

подножия - под сосняком разнотравным (разрез 5). Для данных почв характерны малая мощность, высокая скелетность и слабая дифференциация почвенного профиля на горизонты, отсутствие признаков оподзоливания, легкий механический состав, постепенное сокращение содержания илистой фракции с глубиной.

Слабокислая реакция почти не изменяется по профилю, обменная кислотность очень невелика, гидролитическая кислотность превышает последнюю. Содержание гумуса и обменных оснований значительно только в аккумулятивных горизонтах (в A_I в среднем до 6 % гумуса и 9-16 мг-экв на 100 г почвы обменных оснований, в подстилках соответственно - 48-57% и 32-45 мг-экв). Ниже содержание гумуса резко падает и далее сокращается постепенно. Разложенность органического вещества, судя по отношению C/N, возрастает с увеличением мощности почвенного профиля от верхних элементов экологического профиля к нижним.

Общие запасы гумуса в минеральной толще почвенного профиля всех изученных почв очень велики. Даже неполноразвитые бурые почвы, представленные разрезом 2, содержат в слое 10-15 см больше гумуса, чем метровая минеральная толща дерново-подзолистых почв равнинного Зауралья. С увеличением мощности почвенного профиля (разрезы 2-3-4-5) запасы гумуса и азота увеличиваются от 68 т/га до 184 т/га и от 2,5 т/га до 8,3 т/га.

Для изученных бурых горно-лесных почв отмечена высокая биогенность, довольно постепенное ослабление микробиологической деятельности с глубиной и значительная энзиматическая активность.

Провинциальные особенности бурых горно-лесных почв Среднего Урала состоят в меньшей мощности почвенного профиля в целом и пе-

регнойного горизонта, в частности; меньшей оструктуренности горизонтов A_I и В; пониженной илистости; более резком падении от аккумулятивной к нижележащей толще содержания поглощенных оснований и гумуса; более широком отношении C/N в горизонте A_I, на что ранее указывали на основе детального сравнительного изучения бурых горно-лесных почв Фирсова и Ржанникова (I966, I968).

С целью выяснения некоторых особенностей влияния почвообразующих пород на содержание и состав гумуса дерново-подзолистых почв, были изучены почвы, сформированные на известняках и магнезиальных породах. Морфологическое описание и физико-химические свойства дерново-сильноподзолистых почв, сформированных на магнезиальных породах, дается по материалам В.П.Фирсовой и Г.К.Ржанниковой (I967). Отмечается довольно высокое содержание гумуса в горизонте A_I, резкое уменьшение с глубиной и высокое количество его вплоть до почвообразующей породы (более I%).

Дерново-карбонатные выщелоченные почвы, сформированные на щебнистом элювии-делювии известняка под пологом сосняка брусничнo-разнотравного, как и бурые горно-лесные и дерново-сильноподзолистые (магнезиальные), относятся к высокогумусированным. Содержание гумуса в перегнойном горизонте составляет 8,0%, книзу уменьшение количеств перегноя происходит постепенно, и даже на границе с почвообразующей породой содержание его очень велико (около 2%).

Общие запасы гумуса в минеральной толще составляют 225 т/га, из них около половины сосредоточено в 20-см минеральной толще (глубина 9-27 см). Как по общему содержанию, так и по запасам гумуса, данные почвы значительно более высокогумусированы, чем фор -

мирующиеся в аналогичных условиях бурые горно-лесные и дерново-сильноподзолистые (магнезиальные). Отмечена высокая биоген - ность и увеличение обсемененности почвы микроорганизмами с глубиной.

В четвертой главе рассматриваются результаты исследований по групповому и фракционному составу гумуса.

Подчеркивается важность изучения закономерностей распределения основных компонентов гумусовых веществ и их фракций в пределах почвенного профиля (Тюрин, I95I; Пономарева, I962, I964).

О качественном различии органического вещества можно су - дить, прежде всего, по соотношению трех основных групп гумусовых веществ: гуминовых кислот, фульвокислот и негидролизуемого ос - татка или гуминов[x/].

По характеру распределения в профиле главных компонентов гумусовых веществ все изученные почвы можно разделить на две условные группы. К одной из них относятся светло-серые и темно-серые лесные почвы, к другой - дерново-подзолистые, дерново-паде - во-подзолистые и бурые горно-лесные.

Первая группа почв характеризуется неоднородным составом гумуса по профилю: в верхней его части наблюдается преобладание гуминовых кислот над фульвокислотами, в нижней - доминируют фульвокислоты (рисунок Iа,б). Для этих почв характерно относительное

---

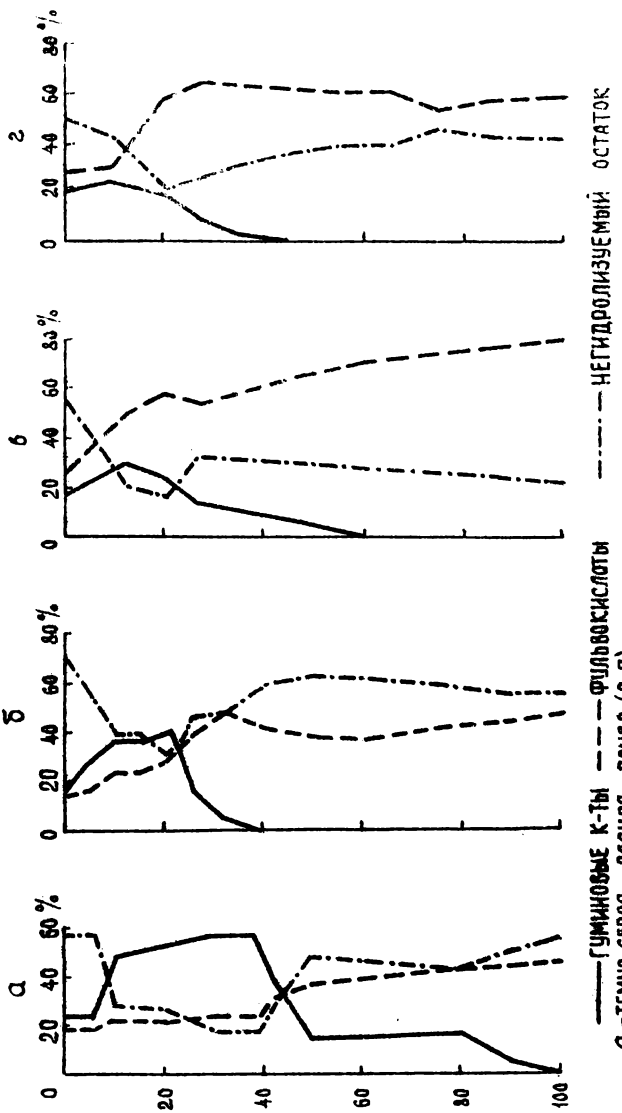
x/ Негидролизуемый остаток или гумины - часть гумусовых веществ, наиболее прочно связанная с минеральной частью почв и не выделяемая мягкими приемами фракционирования.

накопление гуминовых кислот в нижней части перегнойного горизонта и проникновение их до глубины 25 - 30 см в светло-серых и до 80 - I00 см в темно-серых.

Отношение содержания гуминовых кислот к фульвокислотам (ГК/ФК) в аккумулятивных горизонтах составляет I,29 - 4,45 в темно-серых и I,09 - I,55 - светло-серых. Качественный перелом состава гумуса в фульвокислотную сторону происходит в светло-серых почвах на глубине 20 - 25 см, темно-серых - 40 - 45 см. Содержание негидролизуемого остатка или гуминов колеблется по профилю от I8 - 20 до 50 - 55% и находится в обратном, почти зеркальном, соотношении с гуминовыми кислотами; чем больше в составе гумуса гуминовых кислот, тем меньше нерастворимый остаток и наоборот (рисунок Iа,б).

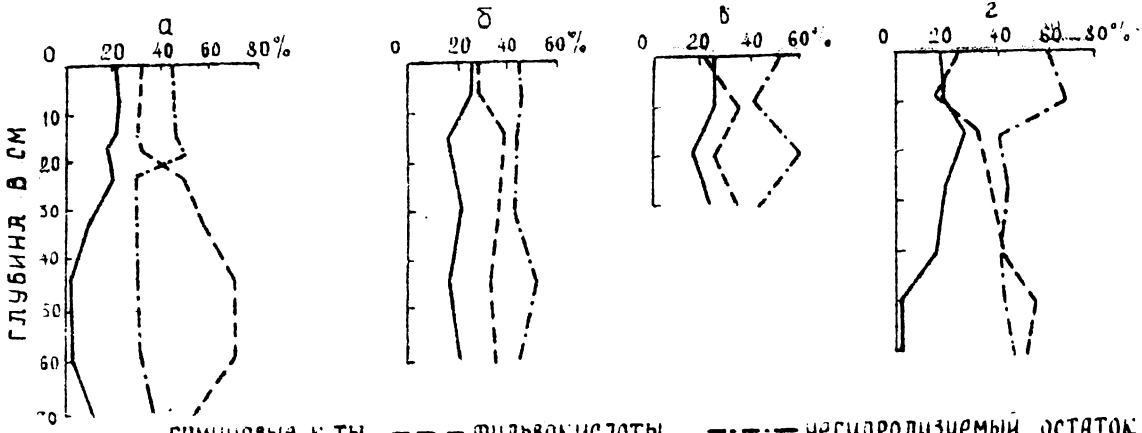
Ко второй группе отнесены бурые горно-лесные, дерново-палево-подзолистые и дерново-подзолистые почвы, в которых фульвокислоты преобладают над гуминовыми кислотами во всех минеральных горизонтах почвенного профиля. Отношения ГК/ФК в перегнойном горизонте этих почв очень близки по абсолютным значениям и составляют 0,70-0,90. Однако, распределение главных групп гумусовых веществ по профилю различно (рисунок Iв,г, 2а,б,в).

Изменение количественного содержания гуминовых кислот и фульвокислот в профиле бурых горно-лесных почв происходит почти параллельно, что особенно ярко выражено в почвах, расположенных на верхних и средних частях горного склона (рисунок 2б, в). По мере увеличения мощности почвенного профиля и соответственно увлажненности почв к подножию склона, происходит неко-



а-темно-серая лесная почва (р.7)
б-светло-серая лесная почва (р.20)
в-дерново-подзолистая лесная почвы (р.12)
г-дерново-палево-подзолистая лесная почва (р.11)

Рис.1 ГРУППОВОЙ СОСТАВ ГУМУСА ЛЕСНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО УРАЛА И ЗАУРАЛЬЯ.



а - буpая гоpно-лесная, подножие гоpного склона (Р.5)
б - буpая гоpно-лесная, сpедняя часть гоpного склона (Р.4)
в - буpая гоpно-лесная, веpхняя часть гоpного склона (Р.3)
г - деpново-каpбонатная выщелоченная (Р.14)

Рис.2 ГРУППОВОЙ СОСТАВ ГУМУСА ЛЕСНЫХ ПОЧВ СРЕДНЕГО УРАЛА.

торый сдвиг составе гумуса в сторону большего преобладания фульвокислот, однако, только в средней части профиля (рисунок 2в). Гуминны являются преобладающим компонентом в составе гумуса и составляют в среднем в почвах всех элементов экологического профиля 40-50%.

Дерново-подзолистые почвы отличаются от предыдущих иным характером распределения основных компонентов гумуса по профилю. В то время как содержание гуминовых кислот в минеральных горизонтах почвенного профиля книзу все время уменьшается (от 30 - 38% до 5-10%), количество фульвокислот неизменно возрастает (от 40-49% до 78-89%). Распределение гуминов в большей степени зависит от содержания фульвокислот: увеличение последних в составе гумуса влечет за собой уменьшение количества негидролизуемого остатка, и наоборот (рисунок 1в).

Дерново-палево-подзолистые почвы по характеру распределения всех компонентов гумуса близки к дерново-подзолистым почвам, что особенно проявляется в верхней полуметровой толще профиля (рисунок 1г). Однако, по содержанию основных групп гумусовых веществ данная почва ближе к бурым горио-лесным (количество ГК - 3-25%, ФК - 28-67%, а негидролизуемый остаток колеблется в пределах от 21% до 46%).

Следует отметить, что во всех изученных типах почв, где наблюдается перераспределение ила по профилю и накопление этой фракции в горизонте В, отмечается и увеличение относительного содержания негидролизуемого остатка в иллювиальной толще профиля, то есть характер распределения по профилю гуминов и илистой

фракции аналогичен.

Определенной закономерности в изменении отношения гуминовых кислот к гуминам в сравниваемых почвах установить не удалось, и можно полагать, что это отношение зависит в большой степени от механического состава почв.

Анализ данных фракционного состава гумуса почв дается по намеченным ранее условным группам. Обращается внимание на влияние различных почвообразующих пород на формы связи гумусовых кислот с минеральной частью почв. Основное внимание направлено на анализ характера распределения отдельных фракций гумусовых кислот по профилю изученных почв. Сделана попытка на основе сравнения имеющихся в литературе материалов выявить некоторые провинциальные особенности состава гумуса изученных почв. На основе определения фракционного состава гумусовых кислот темно-серых и светло-серых лесных почв Зауралья можно отметить, что основной формой связи гуминовых кислот здесь является их связь с кальцием. Гуматы кальция составляют до 30% в темно-серых и до 20% в светло-серых почвах. Отмечается относительное накопление этой фракции в нижней толще аккумулятивных горизонтов, что характерно и для аналогичных почв других регионов (Пономарева, 1956, 1964; Кононова, 1963; Мясникова, 1956; Тройцкий, 1958; Сорочкин, 1962 и др.).

Сопоставление фракционного состава гумуса темно-серых и светло-серых лесных почв позволяет отметить довольно идентичный характер распределения различных фракций гуминовых кислот и фульвокислот, преобладание в верхней части профиля гуматов каль-

ция и максимальное содержание фульвокислот фракции Ia в илли - виальном горизонте. Отличия этих почв состоят в большей степени в содержании отдельных фракций. Можно отметить, что в тем - но-серых лесных почвах преобладают в сумме гумусовые кислоты, связанные с кальцием, а в светло-серых - железом и алюминием. Среди гуминовых кислот верхней толщи обоих типов почв, исключая подстилки, доминируют гуминовые кислоты фракции 2, причем данная фракция распространяется на бо́льшую глубину, чем бурые гуминовые кислоты, что позволяет предполагать о значительно меньшей подвижности последних по сравнению с черными гуминовыми кислотами и однотипности их поведения (Пономарева, 1964; Ponomareva, Nikolaeva, 1964).

Преобладающей формой связи гуминовых кислот с минеральной частью дерново-подзолистых, дерново-палево-подзолистых и бурых горно-лесных почв является связь их с железом и алюминием, частично они представлены свободными формами.

В дерново-подзолистых почвах равнинного Зауралья наблю - дается довольно высокая аккумуляция бурых гуминовых кислот в толще почвенного профиля, лежащей непосредственно под подстилкой (21-29%), резкое, почти в два раза сокращение с глубиной, и полное отсутствие их в нижней толще профиля. Аналогично распределение данной фракции гуминовых кислот в дерново-палево-под - золистой почве.

В отличие от предыдущих почв, бурые горно-лесные почвы характеризуются более равномерным распределением данной фрак - ции по профилю. Снижение их количеств с глубиной происходит

постепенно и, как правило, данная фракция кислот встречается вплоть до почвообразующей породы. Гуматы кальция являются постоянным компонентом гумусовых кислот бурых горно-лесных почв, хотя содержание их от общего углерода составляет 2 - 5%. Это подтверждается и более ранними исследованиями В.П. Фирсовой и Г.К.Рканниковой (1966).

По содержанию данной фракции гуминовых кислот дерново - палево-подзолистые почвы близки к последним: аккумулятивная толща профиля этих почв содержит, как правило, от 2 до 5% гуматов кальция. В отличие от них,типичные дерново-подзолистые почвы характеризуются полным отсутствием данной фракции гуминовых кислот: гуматы кальция ни в одном из изученных разрезов обнаружены не были.

Наиболее высокое содержание гуминовых кислот третьей фракции, связанных в основном с глинистыми минералами почвы, в дерново-подзолистых почвах обнаружено в горизонте A_I (9 - II%), постепенно количество данной фракции снижается с глубиной и совершенно исчезает из состава гуминовых кислот с глубины 25 см. В бурых почвах верхних и средних частей горного склона наибольшее содержание этой фракции гуминовых кислот приурочено к подстилкам и горизонту В (8-9%). В почве подножия склона отмечается некоторое иллювиальное увеличение фракции Ш гуминовых кислот при довольно высоком содержании их в аккумулятивной толще. Дерново-палево-подзолистая почва близка к горно-лесной бурой по содержанию данной фракции гуминовых кислот, однако, как и в дерново-подзолистых, они обнаруживаются только до глубины

20 см.

Наибольшие различия в составе фульвокислот дерново-подзолистых, дерново-палево-подзолистых и горно-лесных бурых почв наблюдаются в содержании и распределении наиболее подвижных их форм - фракции Ia (Тюрин, 1951; Пономарева, 1964). Дерново-подзолистые почвы содержат от 1-2% до 38-43% данной фракции фульвокислот, что значительно превышает содержание таковых в бурых горно-лесных и дерново-палево-подзолистых, особенно, если рассматривать почвенный профиль в целом. Дерново-палево-подзолистые почвы близки и в количественном отношении, и по характеру распределения фульвокислот фракции Ia к горно-лесным бурым почвам, развитым у подножия склона.

Почти в два раза меньше содержится фульвокислот фракции 1 в составе гумуса бурых почв по сравнению с дерново-подзолистыми. В последних наблюдается постепенное и неизменное увеличение их количеств с глубиной, в первых оно почти постоянно.

Фульвокислоты фракции 2 имеют аналогичный характер распределения предыдущей фракции во всех изученных почвах.

Общим в составе гумусовых кислот всех трех исследованных типов почв является преобладание форм связи их с подвижными формами полуторокисей. Однако, как видно из сравнения состава гумусовых кислот этих почв, соотношение фракций в них различно, также как различен характер распределения почти всех фракций гумусовых кислот в минеральной толще почвенного профиля. Дерново-палево-подзолистые почвы по ряду характеристик фракционного состава гумуса близки к горно-лесным бурым, по другим свойствам

– к дерново-подзолистым, что подтверждает переходный характер почв данного типа между горно-лесными бурыми и дерново-подзолистыми почвами равнинных территорий.

В данной главе обращается внимание на вопрос влияния состава и свойств почвообразующих пород на групповой и фракционный состав гумуса. Сравнение данных группового состава гумуса дерново-подзолистых почв, сформированных на магнезиальных породах и известняках, с дерново-палево-подзолистыми почвами на делювиальных суглинках и дерново-подзолистыми почвами на мощных песчаных отложениях, показали, что влияние почвообразующих пород на групповой состав гумуса почв данного региона не очень существенно, и наблюдается большое сходство в составе гумуса рассматриваемых почв. Дерново-подзолистые почвы, сформированные на разных по химическому составу почвообразующих породах, имеют отношение ГК/ФК меньше 1,0 во всех горизонтах профиля и близкий характер распределения основных компонентов гумусовых веществ по профилю (рисунки 1в,г, 2г). Однако, на фракционный состав гумуса почвообразующие породы оказывают очень существенное влияние. Выявлены различия в характере форм связи гумусовых кислот с минеральной частью почв, а также в характере распределения отдельных фракций гумусовых кислот по профилю. Полученные данные подтверждают выводы В.В.Пономаревой и А.М.Мясниковой (1954), М.М.Кононовой (1963), Н.П.Бельчиковой (1961), Г.А.Чабалиной (1960) и ряда других авторов о более существенном влиянии состава почвообразующих пород на фракционный состав гумуса, чем на групповой.

В последнем разделе настоящей главы рассматриваются особенности состава гумуса изученных почв, обусловленные положением данного региона.

Установленная И.В.Тюриным (1949) географическая закономерность изменения содержания общего гумуса в серых лесных почвах от западных районов лесостепи к восточным, выявляется и в закономерном изменении группового и фракционного состава гумуса в этом же направлении, что проявляется в ряде черт состава гумуса данного типа почв. Отмечено некоторое увеличение содержания гуминовых кислот, особенно, если рассматривать почвенный профиль в целом (таблица I), несколько меньшая глубина распространения гуминовых кислот по сравнению с другими регионами, большие величины отношения ГК/ФК и меньшая толща почвенного профиля, где в составе гумуса преобладают гуминовые кислоты над фульвокислотами и отношение ГК/ФК больше I,0; большая доля участия в составе гумуса гуматов кальция и большие пределы колебания по профилю количеств гуминовых кислот фракции I и фульвокислот фракции Ia и I.

Светло-серые лесные почвы изучены значительно меньше, поэтому подробное сравнение затруднительно. Наблюдается лишь несколько повышенные значения отношения ГК/ФК, более высокое содержание гуматов кальция и общей суммы гуминовых кислот, резкое падение с глубиной и меньшая глубина распространения этого компонента гумусовых кислот по сравнению с аналогичными почвами Европейских провинций.

Сравнение состава гумуса дерново-подзолистых почв различных регионов показало несколько повышенное содержание гуминовых

Таблица I

Групповой состав гумуса темно-серых почв

Район	Автор	Глубина, см	Средние данные		Предел колебания отношения ГК/ФК
			ГК	ФК	
Украинская провинция, разрезы I, I0 и 25	Белая, I964	2-I0	20,3	40,4	0,45 - 0,56
		I0-20	24,8	40,2	0,72 - 0,66
		30-40	30,8	30,5	I,6I - 0,64
		50-60	30,5	28,7	I,I9 - 0,94
		70-80	I9,3	26,7	0,98 - 0,43
Центральная провинция, разрезы 5С,6С,7С, 8С,I9Р, 29П,IК.	Пономарева, I964, Рубилин с соавт. I964, Соколов, I962, Кононове, I963	0-I0	28,2	25,8	I,I - 0,75
		I0-20	37,4	25,0	I,8 - I,I
		20-30	39,I	27,6	2,4 - I,I
		50-60	35,3	3I,4	I,3 - I,0
		70-80	27,8	40,3	0,7 - 0,6
Приволжская провинция, разрезы 6,29,37	Сорочкин, I962	5-I5	38,6	30,4	2,7I - I,00
		I5-30	53,9	26,9	2,09 - I,89
		30-45	36,8	32,6	0,96 - I,39
		55-60	I9,9	30,I	0,65 - 0,60
Зауральская провинция, разрезы 7,I6.	Дергачева.	5-I0	49,5	2I,5	2,33 - 2,28
		I0-20	52,2	I9,8	2,84 - 2,45
		20-30	58,5	I9,3	4,20 - 2,34
		30-40	6I,I	I9,5	4,45 - 2,34
		40-44	39,0	28,5	I,47 - I,28
		45-55	I6,9	42,2	0,40 - 0,39
		55-65	I2,8	47,5	0,38 - 0,I9

кислот в верхней части профиля и более резкое сокращение их количеств с глубиной, а также более резкое сужение отношения ГК/ ФК книзу и отсутствие фракции 2 гуминовых кислот.

Определенных провинциальных особенностей состава гумуса бурых почв установить не удалось.

Вообще вопрос о провинциальных особенностях всех типов почв Среднего Урала и Зауралья требует дальнейшего и более подробного рассмотрения по мере накопления материала для аналогичных почв всех провинций Советского Союза.

В п я т о й г л а в е излагаются предварительные данные оптических свойств и порога коагуляции (осаждения) гуминовых кислот, что дает общие представления о структурном строении молекул: соотношении конденсированного ядра и боковых радикалов.

Отмечено, что системы гумусовых кислот изученных типов почв отличаются по своим свойствам. На основе полученных данных сделан вывод, что наиболее "зрелые" гумусовые кислоты или наибольшее количество молекул с конденсированной углеродной сеткой образуется в темно-серых лесных почвах Зауралья и несколько меньше - в светло-серых. Нижняя часть профиля этих почв сформирована гумусовыми кислотами, имеющими низкую суммарную оптическую плотность. Бурые горно-лесные почвы имеют идентичную систему гумусовых кислот во всех горизонтах, о чем свидетельствует незначительное колебание величин E_c мг/мл и $E_{гк}$ 0,001% по профилю. Дерново-подзолистые почвы характеризуются сравнительно высокой оптической плотностью гумусовых кислот только в горизонте A_I. В остальной толще профиля значения оптической плотности низки, что характеризует систему гумусовых кислот как очень подвижную (Кононова, 1963).

Судя по оптической плотности, можно отметить, что наиболее сложные молекулы, имеющие довольно конденсированные углерод-

ные скелеты, и очевидно, сравнительно малое количество боковых радикалов из всех изученных почв выделены из горизонта A_I темно-серой почвы, особенно из нижних ее слоев. Конденсированность молекул увеличивается от подстилки к нижней части горизонта A_I, что было отмечено ранее для темно-серых почв М.М.Кононовой (1963), Д.Ф.Соколовым (1962), В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой (1967), Ponomareva, Nikolaeva, (1964).

В пределах гумусовых горизонтов сложность молекул изменяется в ряду почв: темно-серая, светло-серая, дерново-подзолистая, горно-лесная бурая. В последней гуминовые кислоты минеральных горизонтов обладают сравнительно одинаково "организованными" молекулами, в которых соотношение ядра и периферической части близко. Полученные данные порога осаждения гуминовых кислот подтвердили выводы о сложности строения молекул, сделанные на основании изучения оптических свойст.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

I. На территории равнинного Зауралья под пологом березовых лесов на богатых карбонатных суглинках, типа лессовидных, формируются серые лесные почвы. Они характеризуются слабо выраженной и морфологически, и химически оподзоленностью, тяжелым механическим составом. Интенсивная аккумуляция гумуса в меньшем слое почвенной толщи при высоком накоплении обменных оснований и повышенной илистости отличает данные почвы от аналогичных почв других регионов. Отмечена меньшая степень дифференциации почвенного профиля по механическому составу; иной характер вертикального распределения общего гумуса и его запасов в почвенной толще (при -

чем подтверждается закономерность в более скачкообразном изменении содержания общего гумуса от районов западных к восточным); повышенные запасы гумуса и азота в минеральной метровой толще почвенного профиля, которые близки таковым в черноземах Европейской части СССР.

Для светло-серых почв Зауралья отмечена меньшая дифференциация почвенного профиля, повышенные запасы гумуса и азота в метровой минеральной толще почвы, большие колебания в содержании гумуса по профилю, меньшая мощность почвенной толщи с содержанием гумуса более I,0%, которая постепенно уменьшается от западных провинций к восточным.

2. В условиях равнинного Зауралья на бедных песчаных наносах под пологом сосновых лесов формируются дерново-подзолистые почвы. Данные механического, валового химического состава, а также морфологическое строение профиля и химические свойства почв позволяют отметить слабое проявление оподзоливания во всех изученных почвах.

Содержание общего гумуса, а также запасы гумуса и азота в метровой минеральной толще почв, развитых под разными типами сосновых лесов, увеличивается в ряду :сосняк лишайниковый - сосняк разнотравный - сосняк зеленомошно-ягодниковый. Запасы гумуса и азота в метровой минеральной толще почв данного региона выше, чем в аналогичных почвах других провинций СССР.

3. Для всех изученных почв восточного склона Среднего Урала свойственен горный облик, что проявляется в богатстве почв первичными минералами, сильной щебнистости, малой мощности почвенного профиля и очень высоком содержании гуминов или негидро-

лизуемого остатка. Результаты исследований морфологии, механического состава и химических свойств бурых горно - лесных почв согласуются с данными В.П.Фирсовой и Г.К.Рожниковой (1966,1968) и подтверждают выявленные отличия данных почв южнотаежного Среднего Урала от других горных территорий. Эти отличия состоят в меньшей мощности почвенного профиля в целом, и горизонта A_I в частности, более грубом характере органического вещества и широком отношении C/N ; более резком уменьшении от горизонта A_I к горизонту В количества перегноя и поглощенных оснований и более низком содержании последних в подгумусных горизонтах.

4. Групповой состав гумуса темно-серых почв равнинного Зауралья характеризуется неоднородностью почвенного профиля по составу гумуса: верхняя часть почвенной толщи содержит большие количества гуминовых кислот, в нижней доминируют фульвокислоты. Распределение негидролизуемого остатка по профилю почв связано с изменением содержания ила с глубиной и находится в обратной зависимости от количества гуминовых кислот, что свидетельствует, очевидно, о гуматном составе нерастворимого остатка этих почв. Неоднородность профиля проявляется и в характере связи гумусовых кислот с минеральной частью почвы. Верхняя часть профиля содержит гумус с преобладанием в нем гуминовых кислот, связанных с кальцием, в нижней доминируют фульвокислоты второй фракции.

Групповой и фракционный состав гумуса светло - серых почв близок к темно-серым. Имеющиеся различия выражаются в основном в количестве отдельных компонентов гумусовых веществ и их фракций и иной глубине их распространения.

5. Предварительные данные относительно географических закономерностей изменения группового и фракционного состава гумуса темно-серых почв от западных провинций к восточным позволяют отметить некоторое увеличение содержания гуминовых кислот, и в частности фракции П, в этом направлении, особенно, если рассматривать почвенный профиль в целом, и увеличение отношения ГК/ФК в том же направлении.

6. Групповой состав гумуса дерново-подзолистых почв равнинного Зауралья характеризуется однотипностью во всем почвенном профиле: фульвокислоты преобладают во всех горизонтах над другими компонентами гумуса. Отношение ГК/ФК с глубиной резко сужается. Изменение содержания негидролизуемого остатка по профилю связано, в определенной мере, с распределением илистой фракции и в большой степени зависит от содержания фульвокислот: с увеличением последних количество первых уменьшается, и наоборот.

Различие группового и фракционного состава гумуса почв, сформированных под разными типами сосновых лесов состоит не в характере распределения отдельных компонентов и фракций гумусовых кислот по профилю, а в количественном их содержании.

Для почв равнинного Зауралья характерно отсутствие форм связи гуминовых кислот с кальцием и преобладание гумусовых кислот, связанных с полуторными окислами. Распределение по профилю дерново-подзолистых почв Зауралья основных фракций гумусовых кислот во всех изученных почвах идентично.

7. По составу гумуса профиль бурых горно-лесных почв довольно однороден: среди основных компонентов гумуса преобладе-

от гумины, отношение ГК/ФК меньше 1,0 во всех горизонтах и мало изменяется в пределах профиля, особенно в почвах верхних и средних частей склона. Определенной закономерности в распределении негидролизуемого остатка относительно других компонентов не установлено. Основной формой связи гумусовых кислот с минеральной частью почвы является связь их с полуторными окислами. Гумусовые кислоты, связанные с кальцием, присутствуют в небольших количествах.

Различия фракционного и группового состава гумуса бурых почв, развитых под пологом разных типов сосновых лесов на разных элементах экологического профиля, проявляются в различном содержании отдельных компонентов и их фракций. Распределение всех компонентов и фракций гумусовых веществ, а также формы их связи, аналогичны во всех изученных бурых горно-лесных почвах.

8. Влияние почвообразующих пород на групповой состав гумуса менее существенен, чем на фракционный состав гумусовых кислот, что подтверждает имеющиеся в литературе данные.

9. Предварительные данные о природе гумусовых кислот разных типов почв Зауралья и Среднего Урала позволяют отметить наиболее конденсированные углеродные сетки и наибольшую степень окисленности молекул темно-серых почв, что подтверждает литературные данные о значительной "зрелости" молекул темно-серых почв различных регионов СССР. Это соответствует преобладанию в составе гумуса гуматов кальция. С глубиной структурная организация молекул усложняется: конденсированность углеродного скелета увеличивается. Гуминовые кислоты дерново-подзолистых почв Зауралья имеют более упрощенное строение, более дисперсны, подвиж-

бурых горно-лесных почв
ны и растворимы. Молекулы гуминовых кислот занимают промежуточное положение между первыми и вторыми и характеризуются очень близкими свойствами во всех горизонтах почвенного профиля.

IO. Полученные данные о различном характере распределения всех компонентов гумусовых веществ и их фракций по профилю разных в генетическом отношении почв могут служить дополнительным признаком при диагностике почв.

Основные положения диссертации отражены в следующих опубликованных работах:

I. Сравнительная характеристика состава гумуса серых и бурых лесных почв Среднего Урала. - Тезисы докладов на Третьем Всесоюзном Делегатском Съезде почвоведов, Тарту, 1966.

2. Состав и свойства гумуса некоторых горно-лесных почв южной тайги Среднего Урала. - В сб. Особенности почвообразования в зоне бурых лесных почв. Материалы к симпозиуму по генезису бурых лесных почв. Владивосток, 1967.

3. О содержании и распределении гуминов в профилях разных типов почв. - Материалы отчетной сессии лаборатории лесоведения и лаборатории лесного почвоведения и почвенной микробиологии за 1967 год. Свердловск, 1968.

4. Сравнительная характеристика состава гумуса бурых и серых лесных почв Среднего Урала и равнинного Зауралья. - В кн. Химия, генезис и картография почв. Изд-во "Наука", М., 1968.

РТП УФАН СССР.
НС 13080. Подписано к печати II/IУ-69г.
З. 656. Объем 1,4 а.л. Т. 180.