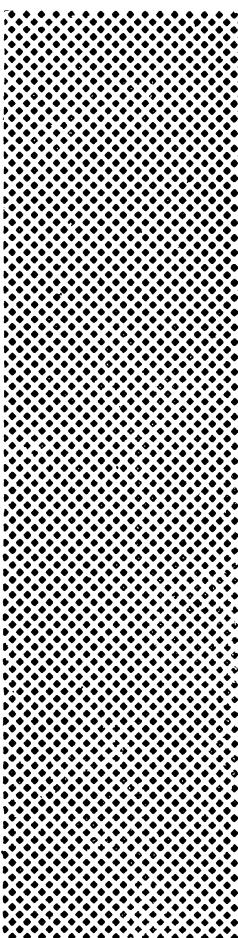
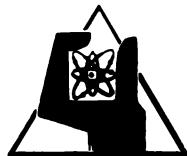


АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

НАУЧНЫЕ
ДОКЛАДЫ



*В. П. Фирсова, Ю. Г. Красуский,
П. В. Мещеряков*

**ОЦЕНКА ГУМУСНОГО
СОСТОЯНИЯ ПАХОТНЫХ
ПОЧВ КАК ОСНОВА
ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

СВЕРДЛОВСК

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
Уральское отделение

Институт экологии растений и животных

Препринт

В.П.Фирсова, Ю.Г.Красуский, П.В.Мещеряков

ОЦЕНКА ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ
ПАХОТНЫХ ПОЧВ КАК ОСНОВА ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Свердловск 1988

УДК 631.417

Фирсова В.П., Красуский Ю.Г., Мещеряков П.В. Оценка гумусного состояния пахотных почв как основа их рационального использования: Препринт. Свердловск: УрО АН СССР, 1988.

В работе на большом фактическом материале на примере се-рых лесных почв проведена оценка содержания и запасов органического вещества в пахотных почвах и их целинных аналогах. Приведены данные по запасам подземной фитомассы и ее структуре, оценено участие растительных остатков в структуре запасов почвенного органического вещества в лесных экосистемах. В агролесосистемах важным источником пополнения запасов свежего органического вещества являются пожнивно-корневые остатки выращиваемых культур. Приведены данные по количеству корневых и покровных остатков районированных культур и особенностям их трансформации в почве. Обсуждаются сведения о гумусном состоянии пахотных серых лесных почв и его изменении под влиянием высоких доз органических удобрений и видов механической обработки.

Даны практические рекомендации по оптимизации гумусного состояния пахотных почв. Они предназначены для руководящих работников совхозов и колхозов области, специалистов по охране природы, экологов и биологов широкого профиля, почвоведов и агрохимиков.

Табл. 20. Ил. 3. Библиогр. 78 назв.

Ответственный редактор: доктор биологических наук

П.Л.Горчаковский

Рецензенты: доктор биологических наук Г.И.Таршис

кандидат биологических наук Т.С.Павлова

Ф 21002-183(67) ВО-1988
056(02)7

(C) УрО АН СССР, 1988

В В Е Д Е Н И Е

Аграрная политика КПСС на современном этапе направлена на достижение более высоких темпов развития сельскохозяйственного производства на основе последовательной интенсификации и эффективного использования земли, всемерного укрепления материально-технической базы ускоренного внедрения достижений науки и передового опыта. Решение этих стратегических целей слу -
жит реализация Продовольственной программы.

Известно, что в увеличении производства продовольственных ресурсов страны важное значение имеет дальнейшая интенсификация сельского хозяйства в почвоземной зоне. Урожайность сельскохозяйственных культур и производство продукции растениеводства в этой зоне значительно колеблется в разные годы, что является следствием не только неблагоприятных климатических условий, но и ухудшения некоторых показателей плодородия пахотных почв. Достижения передовой науки и практики показывают, что основой устойчивого роста продуктивности земледелия является всемерное схранение и повышение плодородия этих почв. При разработке основ рационального использования почвенных ресурсов следует иметь в виду, что "... воздействие человека в основе своей прогрессивно, но при недоучете особенностей формирования и свойств почв может превратиться в огромную разрушительную силу" [20, стр. 6]. Примеров тому в литературе можно найти немало: водная и ветровая эрозия, засоление и заболачивание, интенсивная дегумификация пахотных почв и целый ряд других процессов, снижающих плодородие пахотных почв [29].

В условиях интенсивного земледелия особое внимание за -
служивает такой важный показатель плодородия почв, как содер -

жение в них органического вещества. В.В.Докучаев и его единомышленники П.А.Костычев, Н.М.Сибирцев и их многочисленные последователи (Тюрин, Вильямс, Кононова, Пономарева, Александрова и др.) вопросы гумусообразования ставили "во главу угла" науки о почве. Стало общепризнанным, что от гумусного состояния зависят водно-физические свойства почвы и ее структурное состояние, поглотительная способность, запасы органического азота и зольных элементов питания растений, продуцирование углекислоты в приземный слой атмосферы, ферментативная активность и целый ряд других свойств, которые в конечном итоге определяют плодородие почв в целом и условия произрастания растений [3, 4, 8, 9, 11, 17, 29, 31, 32, 38, 60, 69, 70]. Высокогумусные почвы отличаются повышенной устойчивостью водно-пищевого режима к изменениям внешних факторов, что в свою очередь гарантирует получение стабильных урожаев [8,38]. На таких почвах можно ожидать больший эффект от внесения минеральных удобрений и в меньшей степени – проявление их отрицательного действия при повышенных дозах.

Данные последних лет [29, 45, 48, 76 и др.] свидетельствуют об отчетливо выраженной тенденции нарастания потерь гумуса в интенсивно распахиваемых почвах. По расчетам ВНИПТИХИМ практически во всех областях РСФСР наблюдается отрицательный баланс гумуса [15]. Так, в черноземных почвах за 100 лет сельскохозяйственного использования содержание гумуса снизилось на 2,0–2,5% [75] для дерново-подзолистых и серых лесных почв Центрального Нечерноземья среднегодовые темпы снижения гумуса составили соответственно 1,4% и 0,6% от общего его запаса в пахотном слое [18]. В Уральском экономическом районе дефицит гумуса составил 1,1–3,7 ц/га, т.е. органическое вещество пахот-

ных почв воспроизводится не более чем на 55-85% [48] , а по материалам Ф.И.Левина [41] в Свердловской области ежегодный дефицит гумуса достигает 3-5 ц/га. В целом по РСФСР [15, 48] ежегодные потери гумуса составляют 0,54-0,60 т/га, причем положительный баланс имеет место лишь в Московской, Ленинградской областях и Карельской АССР. Практически все авторы отмечают, что в условиях интенсификации земледелия темпы минерализации органического вещества почв возросли, и там, где применяемая система земледелия не предусматривает восполнения запасов гумуса за счет органических удобрений или пожнивно-корневых остатков наблюдается нарастающий процесс дегумификации пахотных почв. Причиной тому является недоучет в практике сельскохозяйственного производства тех особенностей, которые присущи агроэкосистемам. В них, в отличие от естественных - авторегуляторных экосистем, где биологический круговорот скомпенсирован и сохранность биогенных веществ внутри системы достигает наивысшей степени, имеется немало специфического. А именно : все обменные процессы и биологический круговорот регулируются человеком, часть органического вещества, созданного в агроэкосистеме, ежегодно отчуждается с урожаем, периодически вносятся новые вещества (органические и минеральные удобрения, гербициды, пестициды и пр.). Все это вместе взятое, а так же переорганизация почвенной массы, под влиянием механических обработок, приводит к изменению скорости и направленности основных почвенных процессов, что в свою очередь отражается на всех свойствах почвы, в том числе и ее главном свойстве - плодородии.

В современной специальной научной литературе, посвященной вопросам почвенного органического вещества и рациональному использованию почвенного покрова, подчеркивается, что проблема

сохранения гумуса и оптимизация гумусного состояния почв агро-экосистем имеет первостепенное значение [29, 33, 45, 46].

Вполне очевидно, что знание природы, свойств и структуры органического вещества как пахотных почв, так и целинных, а также знание закономерностей гумусообразования является экологическим базисом разработки различных систем интенсивного земледелия, призванных обеспечить увеличение продуктивности агроземокомплексов при сохранении и повышении плодородия почвенного покрова.

Целью данной работы было дать количественную и качественную оценку гумусного состояния пахотных почв, различающихся сроками их сельскохозяйственного использования, применяемыми видами механической обработки почвы и дозами вносимых органических удобрений. Предпринята попытка выявить роль культурной растительности в пополнении запасов почвенного органического вещества в зависимости от биологической продуктивности агроземокомплексов и показать возможные перспективы совершенствования системы земледелия с целью создания беадифицитного баланса по органическому веществу. Сравнительное изучение экологических особенностей формирования органопрофиля целинных и пахотных почв позволило выявить особенности процессов гумусообразования в почвах агроземокомплексов.

ГЛАВА I ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ, КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЗЯЙСТВА И ОПЫТНОГО ПОЛЯ

Особенности взаимодействия между всеми компонентами среды обычно подчиняются общезональным закономерностям и зависят от физико-географических условий, на фоне которых они протекают. Изменение экологических условий влечет за собой появление специфических черт в свойствах почв, в том числе и в системе

гумусовых веществ. В этой связи можно рассмотреть природные условия почвообразования в районе наших исследований.

Территория совхоза "Бородулинский" расположена в юго - восточной части Свердловской области в пределах Западно-Сибирской почвенной провинции (на границе южно-таежной подзоны дерново-подзолистых почв с лиственно-лесной зоной серых лесных почв) центральной таежно-лесной области бореального пясца [50]. По схеме физико-географического районирования Урала [73, 74] учитывавшей предшествующий в этом отношении опыт [51, 52, 53, 77] изученная территория входит в Средне-Зауральскую провинцию. В структурном отношении она делится на западную часть, представляющую Исетско-Салдинский антиклиниорий, сложенный кристаллическими сланцами, гранитами и гнейсами и Восточно-Зауральскую, представляющую собой синклинальную зону, выполненную сильно дислоцированными осадочными и вулканогенными породами. Значительное распространение имеют здесь третичные и четвертичные альвиально-делювиальные, аллювиальные и озерные отложения. Рельеф полого-волнистый в западной части (с преобладающими абсолютными высотами 300-350 м) и плоскоравнинный в восточной (высота 200-250 м над ур. моря).

Согласно лесорастительному [30] и геоботаническому [14] районированию, рассматриваемая территория относится к южно-таежной подзоне таежно-лесной зоны. Она занимает пограничное положение между южно-таежными и предлесостепными сосново-березовыми лесами в Зауральской холмисто-предгорной провинции.

Рассматриваемая территория характеризуется умеренно-континентальным климатом в целом благоприятным для выращивания многих сельскохозяйственных культур. Количество осадков здесь составляет 442 мм в год (метеостанция Сысерть; [1]), оно пре-

вышает испарение (300–400 мм), максимум осадков приходится на летние месяцы, оптимальна сумма положительных более 10° температур (1754°), однако невелика продолжительность безморозного периода (табл. I).

Таблица I

Климатические показатели (по данным метеостанции Сысерть)

Годо- вая сумма осад- ков, мм	Средняя темпера- тура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Сумма поло- жительных тем- ператур, $^{\circ}\text{C}$	Средняя про- должительь- ность безмо- розного пе- риода, дни	Сред- него- довая темпер- атура поверх- ности почвы, $^{\circ}\text{C}$
годо- яно- ля	иля	10°	15°	
442	0,9 -15,9 17,0	1754	1040	102 1,0

Метеоданные полученные непосредственно для территории совхоза (АГМС пос."Октябрьский") свидетельствуют о значительном колебании погодных условий по годам. Даже за непродолжительный период (1982–1985 гг.) наблюдений сумма эффективных температур 10° изменялась более, чем вдвое, а в 1984 г. осадков выпало на 80 мм больше, чем в другие годы (табл. 2). Варьируют показатели климата и в зимний период (табл. 3). Значительно колеблется по годам средняя температура воздуха за зиму и высота снежного покрова, где при небольшой его мощности и низкой зимней температуре обеспечивается глубокое промерзание почв в этих условиях. Различная сумма осадков, выпадающих зимой, а следовательно, и запасы воды в снеге в сравниваемые годы создают неодинаковую влагообеспеченность почв.

Для ограничения неблагоприятных воздействий климата на сельскохозяйственные растения необходимо предусмотреть систему

Таблица 2
Характеристика вегетационного периода

Годы	Дата перехода через + 10° весной	Сумма осад- ков за пе- риод с $t > 10^{\circ}$	Сумма положит. за период с $t > 10^{\circ}$	ГТК за период с $t > 10^{\circ}$
1982	25.04	208	2036	I,02
1983	09.05	215	I704	I,26
1984	I8.05	285	I610	I,77
1985	09.06	205	I653	I,24
Сред- няя много- летняя (норма)	I6.05	II.09	276	I760
				I,57

Продолжение табл. 2

Годы	Сумма эффективных температур		Сумма ФАР за 10° пе- риод ккал/см ²	Продолжительность периода с темпе- ратурами		
	$> 5^{\circ}$	$> 10^{\circ}$		$> 0^{\circ}, 5^{\circ}, 10^{\circ}$	$> 0^{\circ}$	$> 5^{\circ}$
1982	I482	686	32665	I99	I72	I35
1983	I34I	604	2728I	224	I86	I10
1984	I193	480	нет данных	I86	I51	I13
1985	843	293	- " -	I84	I62	I36
Сред- няя много- летняя (норма)	I274	580	25248	I96	I59	I18

мероприятий, направленных на получение гарантированных урожаев, в числе которых немаловажная роль принадлежит повышению почвенно-го плодородия, оценка и способы регулирования которого должны базироваться на глубоком знании почвообразовательных процессов.

Изучению географических закономерностей распространения и

Характеристика зимнего периода

Таблица 3

Годы	Дата перехода через 0°C осень	Продолжите - льность зим- него перио- да, дни	Сумма отрица- тельных темпе- ратур за зиму (XI-III месяц)	Средняя тем- пература воз- духа за зиму (XI-III месяц)	Глубина промерзания почвы на конец месяца		
					10	11	12
1981-1982	08.09	05.04	148	-1586	-10,5	-	34
1982-1983	21.10	20.03	150	-1078	-6,9	-	50
1983-1984	30.10	24.04	176	-1225	-0,7	-	65
1984-1985	27.10	10.04	165	-2066	-12,5	15	73
Средняя многолет- няя (нор- ма)	20.10	07.04	169	-1800	-	29	80
					-11,8	-	95
						62	101
						55	105
						85	120

нет данных

О

Продолжение табл. 3

Годы	Дата перехода через 0°C осень	Глубина про- мерзания поч- вы на конец месяца	Снежный покров на конец месяца	Найболь- шая вы- сота снег- ового пок- рова, см	Запасы воды в снеге,			Сумма осад- ков за зиму (XI-III м-ц), мм
					4	5	6	
1981-1982	08.09	05.04	-	10.11	13.04	23	60	102,4
1982-1983	21.10	20.03	-	01.12	30.03	40	86	113,0
1983-1984	30.10	24.04	101	03.11	01.04	26	55	68,2
1984-1985	27.10	10.04	45	27.10	21.04	50	92	97,0
Средняя многолет- няя (нор- ма)	20.10	07.04	н/д	16.04	нег	данных	108,0	

свойств почв южной тайги посвящена обширная монографическая литература [23, 39, 49, 66]. В более ранних исследованиях отмечалось преобладание в этой подзоне дерново-подзолистых почв при участии серых лесных, лугово-черноземных и подзолисто-болотных почв. В дальнейшем [66] была показана неидентичность свойств почв относимых к дерново-подзолистым. В частности те из них, которые приурочены к холмистым предгорьям и формируются на элюво-делювии горных почвообразующих пород, характеризуются слабее выраженной оподзоленностью и дифференциацией профиля в целом, и более плодородные, были выделены на уровне подтипа дерново-палево-подзолистых почв.

Что касается серых лесных почв, на долю которых приходится около 12,5% почвенного покрова Свердловской области, что составляет около 50% площади пахотных земель [67], то их генетические особенности в пределах этой подзоны, до недавнего времени наиболее подробно были изучены Ивановой [23].

В последние годы расширено представление о свойствах серых лесных почв, находящихся под лесом, благодаря впервые проведенному изучению качественного состава гумуса и получения обширных материалов, характеризующих валовой и гранулометрический состав этих почв [62, 64, 66]. Установлено различие свойств пахотных серых лесных почв Предуралья и Зауралья, выражющееся прежде всего в значительно меньшем содержании и запасах гумуса в зауральских почвах [67]. Их свойства часто ухудшаются оглеением, довольно широко распространенном в Западной Сибири благодаря тяжелому гранулометрическому составу и равнинно-западинному рельефу местности, что было показано на основе впервые проведенного стационарного сравнительного изучения серых лесных почв разной степени оглеения [24, 25, 63]. Претер -

певают они изменения и в процессе длительного сельскохозяйственного использования [56]. Все это убедительно показывает, что серые лесные почвы являются сложным природным образованием, а отсюда понятен интерес к нему, как объекту исследования. Добавим к этому, что в земельном фонде совхоза "Бородулинский" серые лесные почвы составляют 58%.

Для представления о строении и свойствах (табл.4) серых лесных почв совхоза приводим описание разреза II, который был заложен на выровненном участке в 500 м южнее опытного поля под пологом спелого березняка травяного. Древесный ярус разрежен, сомкнутость крон невысокая. Напочвенный травяной покров развит хорошо и представлен лесным разнотравьем. Подрост редкий, состоит из единичных экземпляров березы.

- AO 0-1 см. Сухая слабо разложившаяся лесная подстилка, состоит из опада березы и лесного разнотравья.
- AO" 1-3 см. Легко отделяющаяся лесная подстилка бурого цвета из средне- и сильноразложившегося опада, свежа.
- AI 3-9 см. Серый, свежий, рыхлый, мелкокомковатой структуры тяжелый суглинок, густо пронизан корнями. Встречаются древесные угли; переход по цвету и структуре постепенный.
- AIA2 9-15 см. Светло-серый свежий, рыхлый, непрочной мелкокомковатой структуры тяжелый суглинок, но густо пронизан корнями, нижняя граница неровная; переход по цвету и структуре ясный.
- A2B 15-40 см. Неоднородно окрашенный, от светло-бурового до бурового, влажный, плотный, мелкоореховатой структуры тяжелый суглинок, густо пронизан корнями древесных растений; переход по цвету и структуре постепенный.
- B 40-79 см. Бурый, влажный, плотный, крупоореховатой струк-

туры тяжелый суглинок, по граням структурных отдельностей гумусовый глянец, корни единичные встречаются обломки сильно выветренного сланца; переход по цвету и структуре постепенный.

- ВС 79–133 см. Темно-бурый, свежий, плотный, неясной крупно – ореховатой структуры ияжелый суглинок с единичными сильно выветренными обломками сланцев, переход по цвету и структуре постепенный.
- С 138 см и глубже. Неоднородно окрашенная от красновато – коричневого до бурого, влажная, плотная, бесструктурная глина.

В качестве примера морфологического описания серой лесной почвы, вовлеченной в сельскохозяйственное использование, при – ведем описание разреза 3, который был заложен на опытном поле. Данный разрез характеризует почву освоенного агрофона, где длительный период не вносились органические удобрения. Обработка почвы отвальная, посевы представлены культурой ячменя в незначительной степени засоренной овсянкой обыкновенным.

Апах 0–22 см. Серый, влажный, уплотнен, непрочной комковато – пылеватой структуры тяжелый суглинок, густо пронизан корнями злаков, видны полуразложившиеся поживные остатки, единично комочки извести; переход по цвету и структуре резкий.

А2В1 Светло-серый с белесоватой присыпкой непрочной комковато-ореховатой структуры средний суглинок, уплотнен, корней много; переход по цвету и структуре ясный, нижняя граница неровная.

В1 28–62 см. Светло-бурый, влажный, плотный, прочной ореховатой структуры тяжелый суглинок, пронизан корнями, но

это меньше, чем выше лежащий горизонтов; переход по цвету и структуре постепенный.

B2 62-109 см. Темно-бурый, влажный, плотный, крупноореховая - той структуры тяжелый суглинок, по граням структурных отдельностей гумусовый глянец, корни единичные; переход по цвету и структуре постепенный.

BC 109-140 см. Бурый, влажный, плотный, крупноореховатой структуры тяжелый суглинок.

C глубже 140 см. Бурый, влажный, плотный, бесструктурный тяжелый суглинок.

Изучение морфологического строения пахотных почв и их целинных аналогов позволяет отметить, что их профиль четко дифференцирован по элювиально-иллювиальному типу. Гумусово-аккумулятивные горизонты в целинных почвах имеют небольшую мощность, в лесных почвах развита лесная подстилка, но мощность ее не значительна.

В профиле хорошо диагносцируется по морфологическим признакам горизонт A1A2, который имеет наиболее светлую окраску. Иллювиальные горизонты в пахотных почвах и их целинных аналогах выделяются наибольшей плотностью в почвенном профиле. Причем на пашне эти горизонты уплотнены больше, чем в почве под лесом, что связано, очевидно, с уплотняющим воздействием на почву сельскохозяйственных машин. Наличие гумусового глянца по граням структурных отдельностей свидетельствует о значительной миграции в этот горизонт гумусовых соединений (табл.5).

Почвенный профиль дифференцирован и по гранулометрическому составу (табл.6). Иллювиально-аллювиальное распределение илистых частиц также свидетельствует о процессах их оподзоливания.

Пахотный горизонт представляет собой трансформированный

гумусово-аккумулятивный горизонт целинных почв, в ряде случаев с припахиванием горизонтов A1A2 и A2B. Окраска его меняется в зависимости от содержания гумуса. В нижней его части иногда выражена "плужная подошва", специфическое образование пахотных почв, выступающее своеобразным экраном на пути миграции водорастворимых веществ. Под влиянием различных видов механической обработки этот горизонт дифференцируется на отдельные слои, которые различаются по общим физическим свойствам и химическим показателям.

Приведем краткую характеристику совхоза "Бородулинский" на базе которого проводились лабораторией экологии почв Института экологии растений и животных УрО АН СССР исследования органического вещества пахотных серых лесных почв.

Совхоз "Бородулинский" в настоящее время является одним из передовых хозяйств области. Здесь каждый год получают высокие урожаи зерновых культур (в отдельные годы до 40 ц/га зерна). В хозяйстве преобладающая часть сельхозугодий - это пашня (80% от площади сельхозугодий). В структуре посевных площадей основное место занимают зерновые и зернобобовые культуры, причем в совхозе используются лучшие сорта районированных культур, значительные площади посевных площадей занимают однолетние травы. В совхозе уделяется большое внимание внедрению передовых приемов агротехники, известкованию почв, обработке полей гербицидами, снегозадержанию. Широко практикуется программирование и прогнозирование урожаев. Минеральные удобрения выносятся в достаточном и необходимом для растений количестве, выше среднеобластных показателей. Органические удобрения вносятся также в больших объемах, чем в среднем по области, и

Таблица 4

Химический состав целинной серой почвы (разрез II)

Гене- тиче- ский гори- зонт	Глу- бина взя- тия об- раз- ца, см	рН водн. %	Гумус, общ., %	%	C : N		Подвижные формы мг/100 г почвы	
					атом- ное		P ₂ O ₅	K ₂ O
A0	0- 3	6,6	н/опр.	н/опр.	н/опр.	н/опр.	14,3	36,6
AI	3- 9	5,5	6,76	0,43	9,1	10,6	1,2	12,0
A1A2	9-15	5,5	2,67	0,19	8,2	9,6	1,3	8,6
A2B.	15-20	6,0	0,76	0,12	3,7	4,3	0,4	6,0
-"-	20-27	5,9	0,60	0,12	2,9	3,4	0,8	4,6
-"-	27-40	5,8	0,41	0,10	2,4	2,8	1,3	8,0
B	40-50	5,7	0,76	0,11	4,0	4,7	0,8	7,3
-"-	50-60	5,9	0,71	н/опр.	н/опр.	н/опр.	0,4	9,3
	60-70	5,9	0,71	-"-	-"-	-"-	0,4	8,6
	70-80	6,0	0,68	-"-	-"-	-"-	0,2	8,6
BC	80-90	6,7	0,52	-	-	-	0,2	9,0
-"-	90-100	6,7	0,35	-	-	-	0,2	7,9
-"-	100-I38	6,7	0,34	-	-	-	0,2	7,3
C	I38	6,8	-	-	-	-	-	-

вносимые дозы их постоянно возрастают (табл.7). Ежегодно примерно треть сельскохозяйственных угодий известковается, причем дозы извести сравнительно высоки (3-5 т/га). Внесение подсебных доз извести оправдано, поскольку пахотные почвы постоянно подкисляются высокими дозами минеральных удобрений.

В совхозе постоянно ведутся работы по мелиорации земель -ных угодий. Силами хозяйства осваиваются небольшие массивы леса, причем обычно это происходит при необходимости выпрямления контуров полей.

В хозяйстве в 1981-1982 гг. было разбито опытное поле с целью разработки способов оптимизации агротехнических приемов

Таблица 5

Химический состав почвы освоенного агрофона (разрез 3)

Гене- тичес- кий гори- зонт	Глу- бина взя- тия об- раз- ца, см	рН водн.	Гумус, %	Водо- раст- вори- мый гумус, %	% общ., %	Подвижные формы, мг/100 г почвы		
						C : N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Алах	0- 5	7,2	2,82	0,08	0,26	6,1	16,7	12,7
-"-	5-10	7,4	2,70	0,06	0,27	5,6	18,3	11,7
-"-	10-15	7,4	2,67	0,07	0,26	6,5	18,6	11,1
-"-	15-22	6,9	2,88	0,04	0,25	6,3	18,3	10,9
AIA2	22-28	6,4	2,60	0,04	0,25	5,9	9,0	10,4
В1	28-40	6,1	1,21	0,06	0,23	3,0	7,0	13,1
-"-	40-50	6,3	1,08	0,04	0,19	3,2	9,9	12,2
-"-	50-60	6,1	0,87	0,07	не определяли	2,2	10,4	
В2	60-70	6,2	0,68	0,05	-	-	3,8	12,2
-"-	70-80	5,8	0,80	0,01	-	-	2,1	10,9
-"-	80-90	6,1	0,65	0,01	-	-	3,8	11,3
-"-	90-100	6,4	0,54	-	-	-	3,2	12,2
ВС	100-120	6,1	0,30	-	-	-	3,0	12,6

возделывания сельскохозяйственных культур. Схема опыта предложена главным агрономом (ныне директором) совхоза кандидатом сельскохозяйственных наук Е.Г.Красуским, в которой предусмотрена оценка влияния на почву и урожай с/х культур различных доз (в том числе и "ударных") органических удобрений.

Опытное поле совхоза расположено к югу от д. Ольховка и занимает площадь без учета защитных полос несколько более 6 га. Почва опытного поля - серая лесная оподзоленная тяжелосуглинистая. Территория поля разбита на три блока, которые различаются искусственно созданным плодородием почвы. Они были условно названы освоенным, улучшенным и плодородным агрофонами.

Таблица 6
Гранулометрический состав серой лесной тяжелосугли -
нистой почвы

Гори- зонт	Глу - бина, см	Содержание фракций в %, размеры частиц, мм						Сумма фракций менее 0,01
		I- -0,25	0,25- -0,05	0,05- -0,01	0,01- -0,005	0,005- -0,001	Менее 0,001	
A1	0- 19	16,5	13,3	20,2	10,6	17,1	22,3	50,0
A1A2	19- 29	16,4	19,3	16,1	8,5	16,0	23,7	48,2
A2B	30-40	19,9	11,6	23,1	4,4	11,7	29,3	45,4
B	42- 52	22,9	12,6	15,6	7,1	11,6	30,2	48,9
B	62-72	25,0	18,2	12,4	6,7	9,6	28,1	44,4
B	92-I02	29,2	18,8	13,8	4,8	8,6	24,8	38,2
BC	I23-I33	9,7	11,0	13,1	8,2	14,1	43,9	66,2

ми. На освоенном агрофоне органические удобрения не вносились последние 20 лет, на улучшенном агрофоне внесен торф в количестве 300 т/га (без пересчета на а.с.в.), а на плодородном – помимо такой же дозы торфа еще и торфо-пометный компост (250 т/га). На каждом блоке проведена различная обработка почвы : отвальная – плугом ПН-4-35 на глубину 20-25 см, плоскорезная-плоскорезом глубокорыхлителем КПГ-250 на глубину 30 см и обработка культиватором КПС-4 на глубину 10-12 см, которая условно была названа минимальной.

На этих агрофонах и обработках был заложен пяти-польный севооборот. Таким образом, каждая культура, размещалась на трех агрофонах и трех обработках почвы. Высевались районированные сорта сельскохозяйственных культур: озимая рожь "Чулпан", пшеница "Аркас", овес "Астор" и ячмень "Луч" 26 . Кроме них высевались и "однолетние травы" – в посевы озимой ржи всевалась на глубину 2-4 см овсяно-гороховая смесь. Опытное

Таблица 7

Динамика применения органических и минеральных
удобрений в совхозе "Бородулинский"

Вид удобрений	1960-1970	1971-1975	1976-1980	1981-1983	1984-1987
Органические в среднем за год, т/га	3,6	7,0	10,0	17,0	-
Минеральные в среднем за год, ц.д.в./га	0,5	2,0	3,0	3,4	4,0

поле периодически известковалось, минеральные удобрения вносились в количествах, рассчитанных на планируемый урожай.

На территории совхоза в пос. "Октябрьский", расположена агрометростанция, данные которой, использованы в работе.

ГЛАВА II

НАДЗЕМНАЯ И ПОДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА КАК ИСТОЧНИК ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ

I. Роль лесной растительности в накоплении органического вещества в почве

Основным источником органического вещества в почвах таежной зоны является лесная растительность. Согласно имеющимся данным [5, 6, 28] общие запасы фитомассы в южной тайге составляют 300-400 т/га. В последних работах [7] отмечаются более значительные колебания этих величин от 125 до 360 т/га для этой подзоны. Определено, что на долю корней приходится от 16 до 30% от надземной фитомассы. Для березовых лесов южной тайги Западной Сибири запасы фитомассы оцениваются в 203-254 т/га, из них листва составляет 7,1-8,9 т/га [27].

В создании органического вещества почв особая роль отводится опадающим частям растений, формирующими лесную подстилку.

В связи с этим большой интерес представляет определение ее запасов. Проведенными на Урале исследованиями [47, 66] определены запасы подстилок в разных типах лесов в пределах всей таежной зоны и установлено их влияние на качественный состав гумусовых веществ. В южнотаежной подзоне запасы подстилок в разных типах сосново-березовых лесов колеблются от 20,0 до 44,8 т/га. Благодаря этим исследованиям оценена не только роль древесного полога, но и напочвенного покрова в накоплении подстилки. Запасы напочвенного покрова составляют здесь 0,6–1,0 т/га.

Если о потенциальных возможностях надземной фитомассы в накоплении органического вещества в почве сложилось довольно отчетливое представление, то значение в этом процессе корневых систем изучено недостаточно, а на Урале практически не проводилось.

Важную информацию как в теоретическом, так и в практическом плане, дают показатели соотношения между живым и мертвым органическим веществом, аккумулированным в подземной сфере экосистемы. Так, например, при освоении и вовлечении в сельскохозяйственное производство лесных земель надо знать каково количество органики в виде подземных органов растений и растительных остатков разной степени разложения оставается в почве после сведения леса и раскорчевки участка. А чтобы оценить специфику процессов гумусообразования в агроэкосистемах, необходимо иметь представление и о процессах, которые протекают в почвах естественных ценозов. Поэтому без данных по запасам и соотношению между живым и мертвым органическим веществом, аккумулированным в почве, характеристика органопрофиля изучаемых почв была бы не полной.

В разрезе П, который заложен под пологом производного спелого березняка травяного, (аналог почвы опытного поля) проведено определение массы подземных органов растений и растительных остатков разной степени разложения. Основная масса корней лесной растительности сконцентрирована в верхнем 0-30 см слое почвы (до 95%), далее вглубь почвенного профиля биомасса подземных органов плавно уменьшается и на глубине 1 м и более можно обнаружить лишь единичные корни древесной растительности (их масса не превышает 0,5%). В целом по профилю среди подземных органов преобладают (87,4%) корни древесных растений (рис. I). Основная масса корней травянистой растительности сосредоточена в слое 0-10 см, причем в значительном количестве они встречены и в лесной подстилке. Глубже 60 см корни травянистых растений в почвенном профиле не обнаружены. Причиной тому служат биологические особенности корневых систем, а также дифференциация почвенного профиля по физико-химическим свойствам.

В целом запасы корней в этом разрезе в слое 0-100 см составили 56,89 т/га, из них мертвых растительных остатков - 24,22 т/га. Они сосредоточены в основном (78,4%) в малоощущенном слое (3 см) лесной подстилки. Запасы их выражаются 18,99 т/га, что составляет около 50% от запасов подстилки в соответствующем данному типе леса [47, 65].

Если в подстилке, растительные остатки сохранили лишь отдельные элементы анатомического строения: очертания, стенки тех или иных тканей и клеток, прожилки, то в гумусово-аккумулятивном горизонте они представлены преимущественно фракцией сильно разложившихся, уже частично гумифицированных. Преобладание в почве сильно разложившихся, уже гумифицированных раститель-

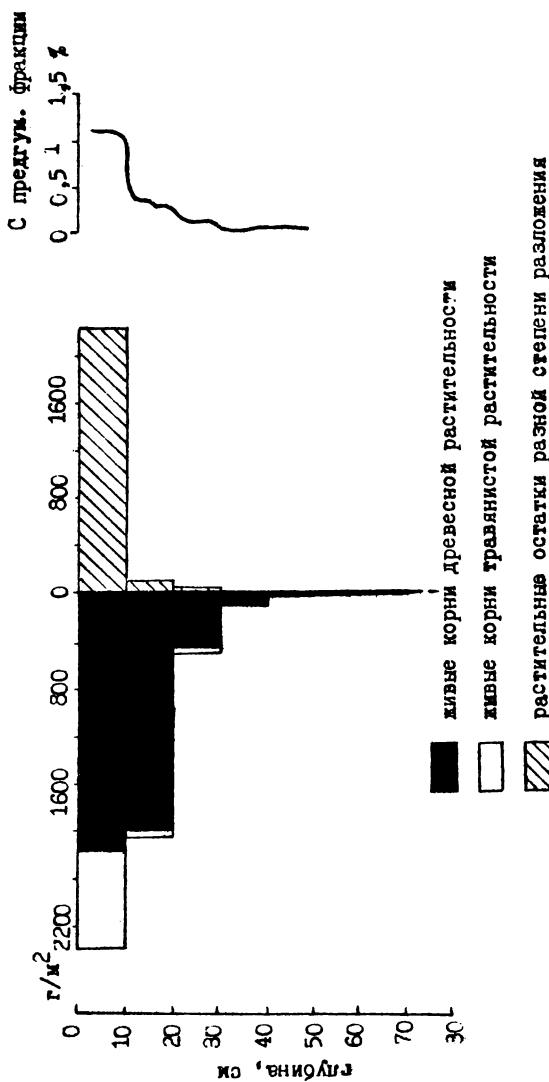


Рис. 1 Распределение живых корней растений и частично разложившихся растительных остатков в углероде предгумусовой фракции в почве под лесом (у-11, масть 1984 г.).

ных сстатков очевидно можно считать признаком принадлежности к варианту гумуса мулль-модер. Кроме того зону скопления сильно трансформированных растительных остатков, сохраняющих лишь отдельные элементы анатомического строения, обычно рассматривают как первую зону активного образования прогумусовых соединений, обилие и характер которых определяют дальнейшее направление почвообразования [55].

В почве вторичного спелого березняка-сосняка ягодниково-разнотравья (разрез 4), являющегося, как и разрез II, аналогом почвы опытного поля. В слое 0-100 см оказались более высокие запасы живых корней (61,64 т/га) по сравнению с предыдущим разрезом. Увеличение запасов подземной фитомассы в почвенном профиле произошло, очевидно, за счет участия сосны в составе древостоя.

В структуре подземной фитомассы также преобладают корни древесных растений, их основная масса сконцентрирована в горизонтах A0, A1 и A1A2. Основная масса корней травянистых растений сосредоточена в A0 и A1 и на их долю в структуре запасов подземных органов приходится 10-15%.

Масса растительных остатков с учетом лесной подстилки составила в описываемом разрезе 16,38 т/га, что несколько меньше, чем в разрезе II. Среди растительных остатков, слагающих лесную подстилку, в сравнении с предыдущим разрезом, несколько преобладают слабо разложившиеся, для которых характерно относительное сохранение первоначальной формы и анатомического строения. Это обусловлено значительной долей хвои в составе опада, что замедляет процессы минерализации и гумификации растительных остатков.

В итоге следует отметить, что суммарный запас живого (фи-

томасса подземных органов растений) и мертвого органического вещества в виде растительных остатков (морт-массы) и гумуса в описываемых разрезах достигает значительных величин (200-214 т/га). В структуре его запасов ведущее место принадлежит гумусу (табл.8). Это считается (Базилевич, Гребенщикова и Тишкова, 1986) характерным для всех лесных экосистем умеренного пояса.

С глубиной доля гумуса в структуре заласов почвенного органического вещества неуклонно возрастает, а живых подземных органов растений и мортмассы уменьшается. Так на долю мертвых растительных остатков, выступающих в роли "потенциального гумуса" в разрезе II в слое 0-100, 0-50 и 0-20 см пришлось, соответственно, 11,3; 14,6 и 18,0% от общих запасов органического вещества аккумулированного в почве. Аналогичные, но несколько меньшие величины по относительному вкладу мортмассы в суммарные запасы органики в почве, получены и по разрезу 4 (табл.8). С отмеченными величинами по участию указанной фракции органического вещества в суммарных его запасах в отдельных слоях почвенного профиля хорошо согласуются данные по содержанию и запасам общего органического углерода и углерода предгумусовой фракции.

Большие запасы общего углерода и углерода предгумусовой фракции (табл.9) свидетельствуют о высокой потенциальной способности исследуемых почв к гумусонакоплению. Правда основные резервы "потенциального гумуса" в виде растительных остатков разной степени разложения сконцентрированы в верхней части почвенного профиля.

Высокие запасы фитомассы в виде корней древесной и травянистой растительности (рис. I) свидетельствуют о существен-

Таблица 8

Структура запасов органического вещества в почвах
лесных экосистем Зауралья

Разрез, растительность	Слой поч- вы	Запасы жи- вого и мертвого органич. вещества, т/га	В том числе :		
			гумус, %	живые под- земные ор- ганы расте- ний, %	растит.ос- татки раз- ной степе- ни разло- жения, %
Разрез 4,					
спелый берез- ник-сосняк	0-20	122,63	44,8	42,6	12,6
	0-50	162,41	52,5	37,5	10,0
ягодниково - разнотравный	0-100	196,72	60,4	31,3	8,3
Разрез II,					
спелый берез- ник травяной	0-20	133,27	45,3	36,7	18,0
	0-50	166,35	51,8	33,6	14,6
	0-100	214,44	62,2	26,5	11,3

Таблица 9

Запасы общего углерода, углерода предгумусовой
фракции и гумуса в целинной серой лесной почве (разрез II)

Слой почвы, см	C _{общ.} , т/га	C предгумус. фракц., т/га	Гумус, т/га
0 - 20	55,25	10,25	60,32
0-50	72,72	12,93	86,25
0 - 100	99,89	-	133,33

ном обогащении почвы органическим веществом за счет корневых выделений и ежегодно отмирающих корешков последних порядков ветвления. В структуре запасов подземной фитомассы в почвах лесных экосистем преобладают корни древесной растительности. К сожалению до настоящего времени не существует методики, позволяющей оценить вклад живых подземных органов растений в пополнение почвы органическим веществом. Н.И.Базилевич с соавторами

[7] предлагает считать, что у многолетних трав, кустарничков и кустарников ежегодно отмирающее количество корней (опад корней) при исследованиях следует условно принимать равным 1/3 от запаса их корней.

Используя полученные данные по запасам отдельных фракций органического вещества можно примерно оценить вклад лесной растительности в пополнение почвы органикой. Данные табл.8 показывают, что под пологом березовых насаждений процессы накопления в почвенном профиле органического вещества идут более интенсивно, чем в аналогичных экологических условиях, но под пологом березово-сосновых насаждений.

2. Фитомасса подземных органов полевых культур и роль пожнивно-корневых остатков в пополнении запасов почвенного органического вещества.

В агроценозах, в отличие от лесной растительности, надземная фитомасса почти полностью отчуждается с урожаем. Тем большее значение приобретает учет запасов подземных органов различных зерновых культур, т.к. в пахотных почвах существенным, а в ряде случаев и единственным, природным источником пополнения запасов почвенного органического вещества являются пожнивно-корневые остатки выращиваемых культур. Кроме того они содержат немало элементов питания, которые в дальнейшем используют последующие культуры севооборота. Количество минеральных веществ, возвращающихся в почву, находится в прямой зависимости от массы и химического состава корневых и пожнивных остатков.

Определение массы подземных органов и изучение их распределения по генетическим горизонтам почвенного профиля и отдельным слоям пахотного горизонта имеет существенное значение для разработки и обоснования зональных систем земледелия, че-

редования культур в севооборотах, определения доз удобрений и др. От массы поживно-корневых остатков зависит оценка биологического круговорота веществ и элементов в агроценозах, особенности гумусообразования, а имеющихся в этом отношении данных недостаточно и, как отмечал Ф.И.Левин [40] они часто разноречивы.

Установлено, что количество растительных остатков, остающееся на поле после уборки урожая, существенно варьирует в зависимости от биологических особенностей выращиваемой культуры, почвенно-климатических условий, уровня агротехники и целого ряда других причин, о которых неоднократно упоминалось в литературе [13, 22, 40, 61, 70 и др.]. Для Среднего Урала аналогичные работы единичны, что и определило необходимость проведения нами подобных исследований.

Исследуя на опытном поле Бородулинского совхоза глубину проникновения, архитектонику подземных органов растений отметили, что в агрофитоценозах практически все однолетние злаки, культивируемые и сорные, имеют поверхностную интенсивную корневую систему. Корни зерновых злаков проникают до глубины один метр и более, однако основная масса подземных органов сосредоточена в пахотном горизонте, где может находиться у различных растений к фазе молочно-восковой спелости от 67 до 89 % биомассы корней.

Иллювиальные горизонты значительно уплотнены, обладают малой порозностью и степенью аэрации, и в них корни растений проникают преимущественно по своим старым ходам, трещинам и пустотам между почвенными агрегатами. Если в пахотном горизонте на всех агрофонах корни злаков сильно ветвятся, образуя многочисленные корешки третьих-четвертых порядков ветвления, ко-

торые пронизывают все почвенные агрегаты этого горизонта, то в подпахотных слоях корни внутрь агрегатов не проникают.

Выявлены различия в глубине проникновения корневых систем зерновых злаков: наиболее глубоко в почву (до 130 см) распространялись подземные органы озимой ржи и яровой пшеницы, глубина проникновения корней других злаков ограничивалась 90-100 см. На плодородном и улучшенном агрофонах была отмечена меньшая, по сравнению с освоенным, глубина проникновения корней ячменя и овса, однако для ржи и пшеницы такой закономерности обнаружено не было. Наименьшая глубина проникновения корней на всех агрофонах была зафиксирована для посевов "однолетних трав" (озимая рожь с подсевом в рядки смеси гороха, овса, пшеницы). В данном случае сказалась не только сильная загущенность посевов (известно, что как в загущенных, так и в смешанных посевах растения формируют менее глубокую корневую систему), но и то, что на протяжении вегетационного периода неоднократно скашивалась надземная часть растений.

С урожаем из биологического круговорота в агроценозах отчуждается значительное количество органического вещества. На долю поживно-корневых остатков в структуре общей фитомассы в наших опытах, в зависимости от биологических особенностей выращиваемой культуры и уровня плодородия почвы, приходилось 30-40%.

По данным 1983 года с урожаем (зерно, солома) в посевах ячменя на освоенном агрофоне удалялось с делянок $509,2 \text{ г/м}^2$ или 63,6% от всей фитомассы, а на улучшенном и плодородном - $557,7$ и $667,2 \text{ г/м}^2$, что составило соответственно 64,6 и 67,1 % от общей фитомассы, а соотношение удаляемой с поля фитомассы к остающейся там оказалось равным 1,75 - на освоенном фоне и

I,82 и 2,04 – на улучшенном и плодородном агрофонах. В почву же после уборки урожая возвратилось с поживно-корневыми остатками значительное количество органики: на освоенном – 291,1 г/м², на улучшенном – 305,5 г/м² и плодородном агрофоне – 326,7 г/м². Следует отметить, что по мере увеличения плодородия почвы возрастает не только общая биологическая продуктивность посевов ячменя, но и увеличивается возвращение в почву органического вещества с поживно-корневыми остатками (табл.IO), хотя и доля корней в структуре общей фитомассы ячменя по мере увеличения плодородия почвы снижается. В общем – то аналогичную картину наблюдаем и в посевах овса, хотя наибольшей масса подземных органов оказалась на освоенном агрофоне, а не на плодородном (табл.IO).

Озимая рожь среди зерновых злаков оставляет на поле наибольшее количество поживно-корневых остатков (320-369 г/м²). Однако, в отличие от ячменя и овса, с повышением плодородия почвы доля корней в структуре общей фитомассы не уменьшается, а наоборот – возрастала (табл.IO). С поживно-корневыми остатками этой культуры. В почву после уборки урожая в зависимости от агрофона поступало 311-340 г/м² органического вещества.

В посевах зерновых культур нередко в значительных количествах присутствуют и сорные растения. На опытном поле в посевах распространен овсянник обыкновенный и в 1983 г. были проведены наблюдения, как это растение реагирует на внесение доз органики. Оказалось, что овсянник на повышение плодородия почвы реагирует увеличением общей фитомассы растения в 1,7 раза и уменьшением доли подземных органов в ее структуре (табл. II), т.е. также как и выращиваемые зерновые злаки.

Таблица 10

Продуктивность посевов зерновых культур и количество поживно-корневых остатков поступающих в почву (отвальная обработка, 1983 г.)

Уровень плодородия почвы	Общая фитомасса, г/м ² /%	Надземная, г/м ² /%	Подземная, г/м ² /%	Отношение надземной фитомассы к подземной	Поступление в почву поживно-корневых остатков, г/м ² /%
Ячмень "Луч"					
Освоенный	800,3	<u>636,3</u> 79,5	<u>764,0</u> 20,5	3,88	<u>291,1</u> 36,4
Улучшенный	863,2	<u>688,1</u> 79,7	<u>175,1</u> 20,3	3,93	<u>305,5</u> 35,4
Плодородный	993,9	<u>795,9</u> 80,1	<u>198,0</u> 19,9	4,02	<u>326,7</u> 32,9
Овес "Астор"					
Освоенный	894,0	<u>680,0</u> 76,1	<u>213,4</u> 23,9	3,19	<u>323,6</u> 36,2
Улучшенный	905,1	<u>724,9</u> 80,1	<u>180,2</u> 19,9	4,02	<u>311,2</u> 34,4
Плодородный	992,5	<u>797,0</u> 80,3	<u>195,5</u> 19,7	4,08	<u>340,5</u> 34,3
Озимая рожь "Чулпан"					
Освоенный	1075,0	<u>890,0</u> 82,8	<u>18,50</u> 17,2	4,81	<u>320,0</u> 29,8
Улучшенный	1062,0	<u>853,0</u> 81,2	<u>209,0</u> 19,8	4,08	<u>348,0</u> 32,8
Плодородный	1197	<u>950,0</u> 79,4	<u>247,0</u> 20,6	3,84	<u>369,0</u> 30,8

Значительный, как и в теоретическом, так и в практическом плане, интерес представляют данные по роли промежуточных культур в пополнении запасов почвенного органического вещества. Исследованиями В.Ф.Трушина с соавторами [58, 59] установ-

Таблица II

Накопление овсягом обычновенным абсолютно-сухого вещества в фазу молочно-восковой спелости в зависимости от агрофона (1983 г., отвальная обработка) в г/шт

Агрофон	Надземная, г/%	Подземная, г/%	Биомасса растения, г	Стношение
				надземная фитомасса
				корни
Освоенный (межа поля)	<u>1,967</u> 85,3	<u>0,340</u> 14,7	2,307	5,79
Плодородный (межа поля)	<u>3,419</u> 89,5	<u>0,403</u> 10,5	3,822	8,48

лено, что возделывание культур в севооборотах исключительно выгодно, так как они не только улучшают плодородие почвы, но и позволяют насытить севообороты зерновыми культурами (до 83%), уплонить посевы и получить больше продукции за один год с одной и той же площади. Несмотря на то, что в Свердловской области давно практикуется выращивание промежуточных культур в зерновых севооборотах [58, 59], однако конкретных данных по количеству растительных остатков, оставляемых на поле после уборки урожая выращиваемой культуры в литературе нет.

Впервые для Среднего Урала нами проведено сравнительное изучение на разных агрофонах опытного поля Бородулинского совхоза размещения в почве корней подсевных и поукосных культур и определена их биомасса. В опытах Е.Г.Красуского покровной культувой служила озимая рожь, а подсевной - смесь гороха, овса, пшеницы. Все технологические операции проведены были в соответствии с рекомендациями В.Ф.Трушиной с соавторами [58]. Даные по биологической продуктивности покровной, подсевной (они условно названы "однолетними травами") и поукосной культуры приведены в таблице 12 .

Таблица 12

Продуктивность посевов "однолетних трав" и посевкового рапса и соотношение размеров фитомассы, удалаемой с урожаем и поступающей в почву (отвальная обработка, 1983 г.)

Сроки учета	Уровень плодородия почвы	Общая фитомасса, г/м ²	Надземная фитомасса, г/м ²	Подземная фитомасса, г/м ²	Отношение надземной фитомассы к подземной	Поступление в почву органических остатков, г/м ² /%
"Однолетние травы"						
I-й укос	Освоенный	н/опр.	375,9	н/опр.	н/опр.	н/опр.
	Улучшенный	-"-	429,4	-"-	-"-	-"-
	Плодородный	-"-	480,8	-"-	-"-	-"-
2-ой укос	Освоенный	489,4	<u>320,3</u> 65,4	<u>169,1</u> 34,6	189	<u>291,4</u> 59,5
	Улучшенный	549,5	<u>357,5</u> 65,1	<u>192,0</u> 34,9	1,86	<u>297,5</u> 54,1
	Плодородный	683,6	<u>373,2</u> 54,6	<u>310,4</u> 45,4	1,20	<u>444,6</u> 65,0
Яровой рапс						
3-й	Освоенный	237,7	<u>124,0</u> 52,2	<u>113,7</u> 47,8	1,09	<u>172,7</u> 72,7
	Улучшенный	524,4	<u>326,0</u> 62,1	<u>198,4</u> 37,8	1,64	<u>318,4</u> 60,7
	Плодородный	778,6	<u>557,0</u> 71,5	<u>221,6</u> 28,5	2,51	<u>364,6</u> 46,8
Всего за вегетационный период	Освоенный					464,1
	Улучшенный					615,9
	Плодородный					809,2

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности использования плодородного агрофона для выращивания подсевных и подукосных культур. В почву после уборки урожая этих культур поступает так же и значительное количество растительных остатков. Причем на плодородном агрофоне их масса оказалась в 1,5 раза большей, чем на освоенном и улучшенном. Фитомасса корней к моменту второго укоса на освоенном, улучшенном и плодородном агрофонах составила соответственно 169, 192 и 310 г/м², а отношение надземной фитомассы к подземной соответственно равнялось 1,89, 1,86 и 1,20 (табл. I2). Причиной таких низких коэффициентов продуктивности корневых систем растений в смешанных посевах, явились, очевидно, складывающиеся там специфические фитоценотические условия, а также то, что растения скашивались в более раннюю fazу своего развития – начало трубкования. Причем последний факт явился причиной и того, что ткани растительных остатков были менее лигнизованными, чем если бы растения скашивались в более поздние сроки, что в свою очередь вызвало более интенсивную трансформацию поживно-корневых остатков этих культур.

Учитывая, что корни гороха легко отличить по внешнему виду от корней злаков, их масса была учтена отдельно. Их доля в общей биомассе подземных органов "однолетних трав" составила 10-12%, а глубина проникновения в почву была не меньшей, чем у остальных компонентов смешанного посева. По данным В.Я.Зайцева [19] коэффициент продуктивности корневой системы гороха в смешанных посевах колеблется от 7,1 до 8,2, вес корней составляет 12-14% всей биомассы растения, в чистом же посеве коэффициент продуктивности корневой системы равен 5,6, а вес корней – 18%. Исследователи, изучавшие смешанные многовидовые посевы отмеча-

ли, что корневые выделения уменьшают взаимопроникновение корней соседних растений [19], поэтому корневая система в смешанных посевах у растений более компактная, чем в чистых или у одиночных растений и в тоже время компоненты смешанного посева при правильном их подборе могут взаимокомпенсировать расход элементов питания [78].

Глубина проникновения в почву корней гороха на освоенном агрофоне была меньшей, чем на улучшенном и плодородном, и ограничена 60-70 см. Это связано в целом с худшим развитием растений на освоенном агрофоне.

В почвенном профиле масса корней гороха располагалась следующим образом: на освоенном агрофоне в слое 0-10 см - 5%; 10-20 см - 32%, 20-30 см - 6%, 30-40 см - 5% и далее до глубины 70 см биомасса корней плавно уменьшалась. На двух других агрофонах распределение подземных органов гороха было следующим : 0-10 см - 47-48%, 10-20 см - 25%, 20-30 см - 8-10%, 30-40 см - 8,9%, 40-50 см - 3-4% и далее так же плавно убывала.

Выращивание поукосной культуры – ярового рапса позволило обогатить почву дополнительной органикой в размере 172,7 г/м² на освоенном, 318,4 г/м² – улучшенном и 364,6 г/м² – плодородном агрофонах. Причем доля поживно-корневых остатков в структуре общей фитомассы посевов составила соответственно 73%, 65% и 47%, а коэффициенты продуктивности корневой системы рапса оказались равными 1,09 – на освоенном, 1,64 – на улучшенном и 2,51 – на плодородном агрофоне. В целом же за вегетационный период при выращивании "однолетних трав", поукосного рапса в почву поступило на всех агрофонах большое количество органического вещества в виде поживных и корневых остатков: 464,1 г/м² – на освоенном, 625,9 г/м² – на улучшенном и 809,2 г/м² –

на плодородном агрофоне.

На основе полученных в 1983 году данных по массе покрывально-корневых остатков можно построить следующие ряды убывания роли различных культур в пополнении запасов почвенного органического вещества: на освоенном агрофоне - "однолетние травы" + поукосный рапс > овес > озимая рожь > ячмень, а на улучшенном и плодородном - "однолетние травы" + поукосный рапс > озимая рожь > овес > ячмень. При возделывании зерновых культур эта приходная статья в балансе органического вещества пахотных почв может корректироваться путем изменения высоты среза соломы, либо внесением в почву всего урожая соломы. В последнем случае будет наблюдаться максимальное восполнение пахотной почвы органическим веществом, созданным в процессе фотосинтеза культурных растений.

Увеличение количества покрывально-корневых остатков может быть достигнуто и путем повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Эффективным способом увеличения поступления в почву свежего слабо лигнифицированного растительного вещества может быть насыщение севооборотов промежуточными культурами. Целесообразность и экономическая эффективность их возделывания в агроклиматических условиях Среднего Урала доказана [58, 59] и в качестве таковых рекомендовано широко использовать яровой рапс.

3. Динамика запасов подземных органов полевых культур и растительных остатков в почвах агросистемы

Наблюдения за динамикой накопления подземной фитомассы в агроценозах позволяют наиболее полно оценить вклад подземных органов культурных растений в пополнение запасов почвенного органического вещества. Исследованиями, проведенными на опыт-

ном поле совхоза, установлено, что нарастание подземной фитотомассы у зерновых злаков на всех агрофонах происходит постепенно и к моменту молочной спелости достигает наибольших величин, и только у озимой ржи – к цветению [41, 42]. Анализ отдельных групп корней (первичных или зародышевых, вторичных или узловых) у ржи, пшеницы, ячменя и овса показал, что количество первичных корней весьма стабильно и не меняется в зависимости от уровня плодородия почвы. Зародышевые корни интенсивно развиваются в период прорастания зерна и до фазы кущения играют в этот момент ведущую роль в питании растения. В структуре общей биомассы подземных органов злаков доля этих корней чрезвычайно мала. В литературе отмечается [16, 34, 21, 54, 57], что вопрос о продолжительности существования зародышевых корней не решается однозначно. По мнению И.В.Красовской [34] эти корни сохраняются до конца вегетации, что подтверждается и проведенными нами исследованиями.

Проведенные нами исследования показали, что эти корни проникают глубоко в почву и сохраняются до конца вегетации. Кроме того у всех зерновых злаков эта группа корней характеризуется весьма постоянным, практически не зависящим от внешних условий анатомическим строением [35, 61]. По данным И.В.Красовской [35] диаметр их очень мал (0,4–0,5 мм), первичная кора имеет не более 5–6 слоев клеток и в ней отсутствует экзодерма, в связи с чем она рано разрушается. При этом к фазе молочно-восковой спелости, соотношение площади первичной коры и центрально-го цилиндра на поперечном срезе корня оказывается различным у растений выросших на разных агрофонах (табл.I3).

Отмеченные различия в соотношении первичной коры и центрального цилиндра на поперечных срезах зародышевых корней обу-

словлены процессами отмирания и слущивания клеток первичной коры, которые на плодородном фоне идут медленнее, чем на естественном и улучшенном.

Таблица I3

Влияние различных уровней плодородия почвы на соотношение площади коры и центрального цилиндра на поперечных срезах зародышевых и узловых корней озимой ржи и овсянки, %

Растения	Группы корней	Уровни плодородия почвы		
		освоенный	улучшенный	плодородный
Озимая рожь	Зародышевые	<u>43,8</u> ^x	<u>59,4</u>	<u>61,2</u>
		51,2	40,6	38,8
	узловые	<u>76,9</u>	<u>88,8</u>	<u>88,4</u>
		23,1	11,2	11,6
Овсянка обыкновенная	Зародышевые	<u>16,3</u>	н/опр.	<u>32,3</u>
		83,7		67,7
	узловые	<u>75,8</u>	-"-	<u>85,8</u>
		24,2		I4,2

* В числителе - площадь первичной коры,
в знаменателе - центрального цилиндра.

Если количество зародышевых корней у зерновых злаков остается постоянным на протяжении всего периода вегетации, то число узловых корней начиная с фазы всходов интенсивно увеличивается и зависит во многом, как показали исследования авторов [34, 61] от климатических, почвенных и фитоценотических условий.

Наблюдения за динамикой числа узловых корней у озимой ржи сорта "Чулпан" на различных агрофонах показали, что образование этих корней идет вплоть до молочно-восковой спелости. Однако наиболее интенсивно этот процесс протекает в период кущение-колошение (табл. I4). К концу кущения у растений уже форми-

руется до 50% и более числа узловых корней. В фазу цветение – молочно-восковая спелость число корней практически не меняет.

По данным приведенным в таблице видно, что на количество узловых корней оказывает заметное влияние уровень плодородия почвы. Наибольшее количество этих корней к фазе молочно-восковой спелости у растений отмечено на плодородном агрофоне ($22,4 \pm 0,50$), а наименьшее – освоенном ($18,3 \pm 0,94$). Подобные различия в количестве узловых корней связаны с интенсивностью кущения растений, а на плодородном агрофоне растения имеют наибольшее количество побегов.

Фитоценотическая обстановка, т.е. одновидовой посев или многовидовой, а также степень их загущенности, повлияла на число узловых корней (табл. I4). Их количество в посевах озимая рожь + всевная культура было меньшим на всех агрофонах, чем в посевах ржи на зерно.

Следует также отметить, что анатомическое строение этой группы корней чутко реагирует на меняющиеся эдафические условия (табл. I5). Были выяснены структурные особенности придаточных корней зерновых злаков произрастающих на разных агрофонах.

Установлено, как увеличивается на протяжении вегетационного периода количество узловых корней, но для полного представления о динамике нарастания корней массы следует привести данные по приросту корней. Так, у ржи прирост корней в период от всходов до начала кущения составляет 2,5 см в сутки, от кущения до колошения – около 2 см, от колошения до цветения – около 1 см, а от цветения до созревания прироста корней нет или он ничтожен (1–4 мм в сутки) [54]. Аналогичные сведения приводят по накоплению подземной фитомассы в посевах ячменя Мяги X. и Росс Ю. [44].

Таблица 14
Динамика числа узловых корней озимой ржи "Чулпан" на различных агрономах

Фаза	А г р о ф о н					
	освоенный	улучшенный	плодородный			
X	2 ^{нк}	I	2	I	2	
Начало кущения	4,1±0,76	4,3±0,43	6,2±0,87	4,7±0,54	6,2±0,43	5,7±0,54
Конец кущения	11,6±0,54	10,9±0,76	11,1±0,65	9,9±0,65	13,0±0,54	10,3±1,19
Трубкование	14,9±0,80	11,3±0,65	16,4±0,87	12,5±0,76	19,0±0,76	17,7±0,87
Колошение	18,0±0,80	14,4±1,01	18,7±1,30	16,8±0,76	22,4±0,54	18,0±0,43
Цветение	18,2±1,08	не определ.	21,3±0,97	не определ.	22,5±0,60	не определ.
Молочно-воско- вая спелость	18,3±0,94	"-	21,4±0,83	"-	22,4±0,50	"-

X - озимая рожь на зерно,

2^{нк} - озимая рожь как покровная культура.

Таблица 15

Влияние уровней плодородия почвы на анатомическое строение узловых корней озимой ржи "Чулпан", 1983 г.

Уровень плодородия п о ч в ы	Анатомические показатели, мкм			
	диаметр корня	диаметр центрального цилиндра	ширина коры	ширина склеренхим- ного кольца
Освоенный	III 5,10	535,50	289,80	97,70
Улучшенный	II 108,50	370,70	368,90	68,30
Плодородный	I 071,20	365,50	352,85	57,80

При трактовке данных о фитомассе корней, определенной в разные периоды роста культуры, следует учесть, что начиная с фазы молочно-восковой спелости биомасса подземных органов злаков может даже несколько уменьшиться [2, 57], что связано с отмиранием корешков последних порядков ветвления, слущиванием клеток ризодермы и первичной коры. Однако зафиксировать данное уменьшение массы корневой системы не всегда удается из-за "грубости" применяемых методов отмычки корней от почвы. В результате проведенных нами исследований установлено, что процессы прироста и отмирания корней, происходящие на разных глубинах с различной интенсивностью, формируют весьма сложную динамику запасов биомассы подземных органов (рис.2). Так, в 1984 г. в агрощенозе с яровой пшеницей максимум запасов живых корней в пахотном горизонте отмечен в фазу молочной спелости, а к моменту уборки урожая биомасса подземных органов пшеницы в этом горизонте уменьшилась примерно на 10%. В подпахотных горизонтах в отдельных слоях наблюдаем увеличение биомассы корней вплоть до полной спелости. В посевах ячменя в 1985 году наблюдалось увеличение запасов корней вплоть до полной спелости, правда от-

существие учета в фазу молочной спелости делает это заявление не совсем корректным.

В процессе механической обработки почвы в пахотный горизонт заделяются поживные остатки, остающиеся на поле после уборки урожая. Кроме того в этом горизонте сосредоточена основная масса подземных организмов злаков. Данные рисунка показывают, что в течение вегетационного периода наблюдаются изменения в соотношении между запасами слабо разложившихся и частично гумифицированных остатков: масса первых на протяжении всего вегетационного периода постепенно уменьшается, т.е. они превращаются в частично гумифицированные. Интенсивность процессов трансформации растительных остатков зависит не только от почвенно-климатических условий, но и от количества и качества поступающего в почву растительного материала.

Так, в 1984 и 1985 годах процессы трансформации растительных остатков протекали с различной интенсивностью, о чем свидетельствуют следующие цифры: в 1984 году в фазу всходов отношение массы слабо разложившихся / частично гумифицированные составило 1,9; а в фазу молочной спелости и к моменту уборки урожая данный показатель был равен 0,9. За вегетационный период масса слабо разложившихся остатков уменьшилась примерно в 2,3 раза, а запасы частично гумифицированных остатков остались практически без изменений: 119 г/м² в фазу всходов и 115 г/м² в фазу полной спелости (рис.3). В 1985 году отношение массы слабо разложившихся/частично гуминифицированные в указанные сроки было равно 1,3; 1,4 и 1,9 соответственно. Таким образом за вегетационный период 1985 года запасы слабо разложившихся растительных остатков в пахотном горизонте уменьшились в 2,8 раза, а частично гумифицированных - в 4,1 раза.

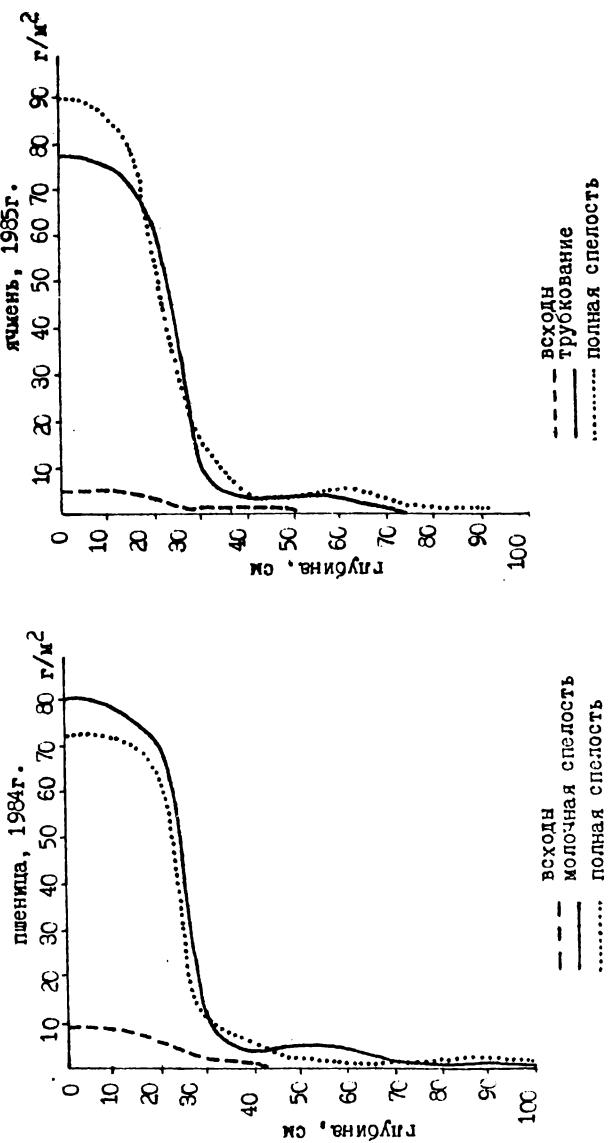


Рис. 2 Динамика запасов живых корней в почве освоенного агрофона (отдаленная обработка).

Таким образом в почвах агрозоисистем наблюдается исключи - тельно сложная динамика запасов живых подземных органов расте- ний и растительных остатков разной степени разложения. Сопос- тавление данных по запасам последних с количеством поживно - корневых остатков позволяет сделать вывод, что в течение года большая их часть разлагается. Соотношение в почве масс слабо разложившихся и уже частично гумифицированных обусловлено це - лым рядом факторов: количеством и качеством поступившего в почву растительного материала, складывающимися климатическими и здравническими условиями. Выступая в роли "потенциального гуму - са" они оказывают существенное влияние на гумусное состояние пахотных почв.

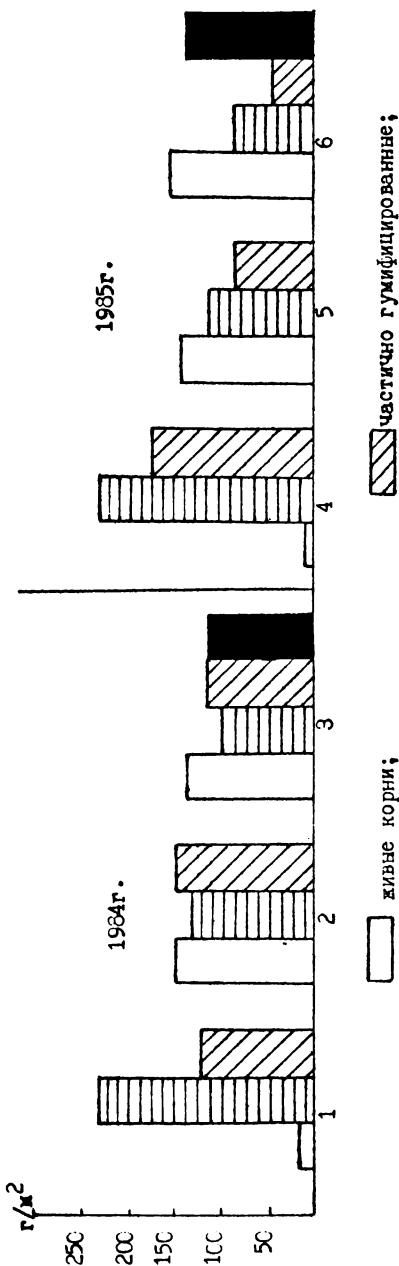
ГЛАВА III

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПАХОТНЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫСОКИХ ДОЗ ОРГАНИЧЕ- СКИХ УДОБРЕНИЙ И ВИДОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Гумусовый горизонт в пахотных серых лесных почвах обра - зуется в результате сельскохозяйственного использования. Со - держание гумуса в Алах, и его состав формируется как за счет сохранения остаточных показателей, типичных для гумусово-акку- мулятивных горизонтов целинных почв, так и за счет хозяйствен- ной деятельности человека (внесение органических удобрений, вы- ращивание определенных культур, обогащающих почву поживно-кор- невыми остатками и пр.). Известно, что общее содержание гумуса и его состав могут существенно варьировать как в пахотном слое, так и в почвенном профиле в целом и зависят от степени окуль - туренности этих почв.

I. Изменение содержания запасов гумуса и азота в почвах опытного поля

Исследования, проведенные на опытном поле совхоза "Боро -



1- пленица, всходы; 2- тоже, молочная спелость; 3- тоже, полная спелость; 4- ячмень, всходы; 5- тоже, трубкование; 6- тоже, полная спелость.

Рис. 3 Динамика различных фракций растительного вещества в пахотном горизонте освоенного агрогнона (отвальная обработка).

"дулинский" по влиянию высоких доз органических удобрений на гумусное состояние старопахотной серой лесной тяжелосуглинистой почвы показали, что разовое внесение очень высоких доз органики (не зависимо от ее качества) существенно повышает потенциальную способность почв к гумусообразованию. Однако внесение высоких доз торфа (улучшенный агрофон) в первые годы большого влияния на содержание и заласы гумуса в почве не оказалось (табл.16). Этот факт можно объяснить более медленной гумификацией в сравнении с торфо-пометным компостом, который вносился на плодородном агрофоне. Торф содержит некоторое количество гумифицированных материалов и к основной своей массе состоит из лигнинно-целлюлозного комплекса, обедненного белковым азотом [3], в связи с чем его дальнейшая гумификация протекает медленнее, чем торфо-пометного компоста. В итоге содержание гумуса в Алах опытного поля изменилось от низкого на освоенном, улучшенном и плодородном агрофонах соответственно до среднего и высокого (по системе показателей гумусного состояния почв Л.А.Гришиной и Д.С.Орлова [12]).

Начиная с глубины 20-25 см, содержание гумуса во всех изученных резервах на опытном поле резко уменьшилось. В иллювиальном горизонте почвенного профиля на глубине 55-90 см для всех вариантов опыта отмечено некоторое (на 0,10-0,20%, а иногда и более) увеличение его содержания. Иллювиирование гумуса подтверждается и по морфологии почв. Как уже отмечалось, для горизонта В изучаемых почв характерным морфологическим признаком является наличие на гранях структурных отдельностей глянцевых пленочек ("гумусовый глянец").

В горизонтах ВС и С в пахотных почвах содержание гумуса незначительное (0,15-0,40%). В целом профильное распределение

содержания и запасов гумуса в минеральной толще почв опытного поля (независимо от агрофона) резко убывающее, но более плавное, чем в почвах лесных экосистем. Запасы гумуса в слое 0-20 см на освоенном агрофоне оказались низкими, а в результате разового внесения высоких доз органических удобрений они возросли до средних (табл. I6). Следует отметить, что по данному показателю отличия между почвами с различными дозами органических удобрений (сравнение проводили по делянкам с отвальной обработкой) оказались незначительными. Подобная ситуация возникла в связи с тем, что внесение очень высоких доз органики существенно повлияло на объемную массу почвы в пахотном горизонте (табл. I7) и при расчетах запасов гумуса в почвенной толще происходит некоторая их нивелировка за счет большего содержания гумуса при меньшей объемной массе.

Таблица 16

Запасы гумуса и азота в почве разных агрофонах
опытного поля, т/га

Обра- ботка почвы	Слой поч- вы, см	Освоенный		Улучшенный		Плодородный	
		гумус	азот	гумус	азот	гумус	азот
Отва- льная	0- 20	82,52	6,18	85,34	6,81	101,10	6,70
	0-50	158,96	18,13	141,08	16,47	166,90	16,16
	0-100	214,60	н/опр.	206,16	н/опр.	221,43	н/опр.
Плос- коре- зная	0- 20	69,20	11,93	115,76	8,21	128,93	10,57
	0- 50	119,36	11,64	164,82	15,04	204,29	20,45
	0-100	161,89	н/опр.	195,14	н/опр.	236,34	н/опр.
Мини- маль- ная	0- 20	65,88	5,11	97,89	10,04	113,05	11,27
	0- 50	99,18	14,72	147,00	16,32	147,77	19,67
	0-100	140,38	н/опр.	192,10	н/опр.	200,06	н/опр.

В составе гумуса наиболее мобильной фракцией являются водорастворимые органические вещества. Несмотря на их невысокое со-

держание в почвах они играют важную роль в почвообразовательном процессе. По данным К.И.Чекаловой и В.П.Иллювиевой [72] водорастворимые органические вещества в почве в процессе их трансформации принимают участие в образовании всех групп гумусовых веществ, вызывая повышение содержания щелочерастворимых и негидролизуемых соединений.

Таблица I7
Влияние органических удобрений и механической обработки почвы на объемную массу пахотного горизонта, г/см³

Обработка почвы	Освоенный		Улучшенный		Плодородный	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	0-20 см
Отвальная	1,08	1,25	1,07	1,24	1,02	1,14
Плоскорезная	1,17	1,40	1,04	1,32	0,96	1,19
Минимальная	1,12	1,48	1,03	1,35	0,98	1,28

Максимальное содержание водорастворимых (0,07-0,08%) органических веществ отмечено в пахотном горизонте, далее вниз по профилю идет плавное уменьшение их содержания, а в иллювиальных слоях вновь наблюдали некоторое увеличение их содержания (до 0,05-0,06%). Данные по содержанию водорастворимых форм органического вещества в пахотном горизонте на всех агрофонах свидетельствуют, что наибольшей мобильностью этих веществ характеризуется освоенный агрофон, где органические удобрения не вносились длительный период, а наименьшей - плодородный. Эти материалы согласуются с представлениями И.Ф.Гаркуши II, что под влиянием окультуривания почвы ее органическое вещество превращается в менее подвижные формы, становясь более устойчивым к разрушению и вымыванию.

Обогащенность гумуса азотом неодинакова для разных гене-

тических горизонтов и в почвах, различающихся количеством и качеством внесенной органики: для пахотного горизонта освоенного агрофона она высокая, на улучшенном варьирует от высокой до средней, а на плодородном – низкая. В подпахотных горизонтах на всех трехагрофонах, так же как в почве лесной экосистемы, обогащенность гумусом становится очень высокой.

Запасы азота в пахотном горизонте при отвальной обработке на всех агрофонах оказались примерно одинаковыми и составили на освоенном 6,18 т/га, улучшенном и плодородном 6,81 и 6,70 т/га соответственно. В слое 0-50 см они были равны соответственно 18,13 т/га, 16,47 т/га и 16,16 т/га.

2. Фракционно-групповой состав гумуса пахотной серой лесной почвы и его изменение под влиянием разового внесения высоких доз органических удобрений и видов механической обработки почвы

На делянках освоенного агрофона, которые различались по виду механической обработки почвы (отвальная, безотвальная или плоскорезная и минимальная) были заложены разрезы (сответственно № 3, 5, 10). Следует заметить, что последние две обработки применялись подряд три последних года, до этого же на данных делянках была только отвальная вспашка. (Данное замечание относится и к двум другим агрофонам).

При изучении состава гумуса сделана попытка уловить те изменения, которые произошли в результате различий в заделке и размещении в Алах ложнинвенно-корневых остатков. На этом агрофоне растительные остатки являются единственным источником пополнения запасов органического вещества в почве, поскольку органические удобрения здесь не вносились. Кроме того, под влиянием перечисленных обработок существенно изменились общие физические свойства отдельных слоев Алах. Возможно, что в результате

дифференциации Апах на ряд слоев с различными показателями плотности почвы, степени аэрации и пористости, наметились в этих слоях и изменения в процессе гумусообразования.

Верхняя часть гумусового профиля (в основном Апах) почвы освоенного агрофона характеризуется значительным преобладанием в составе гумуса гуминовых кислот (ГК), а в подпахотных фуль - вокислот (ФК) (табл.IB). Тип гумуса в пределах пахотного горизонта фульватно-гуматный, а в нижележащих слоях он изменяется от гуматно-фульватного до фульватного. При отвальной обработке в горизонте Апах наблюдается некоторое увеличение доли ГК в средней его части. Отношение ГК/ФК изменяется от 1,59 в слое 0-5 см до 1,64 и 1,89 в слоях 5-10 и 10-15 см соответственно. На глубине 15-20 и 20-28 см происходит незначительное уменьшение этого показателя до 1,61 и 1,39 соответственно.

При двух других обработках наблюдается несколько иная картина: в Апах от верхних слоев к нижним происходит постепенное и заметное увеличение доли ГК в составе гумуса. Этот процесс наиболее ярко выражен на делянке с минимальной обработкой. Следует отметить, что это происходит на фоне уменьшения общего содержания углерода от верхних слоев Апах к нижним.

В составе ГК в Апах при отвальной обработке наибольший удельный вес принадлежит фракции 2, связанной с кальцием (60 - 70%). По мере минимализации обработки доля ГК-2 в составе ГК уменьшается и возрастает относительное количество ГК фракции 3, связанной с глинистой фракцией и устойчивыми полуторными окислами (табл.IB).

В распределении в пахотном горизонте ГК фракции I, связанных с подвижными полуторными окислами наблюдается следующая картина: при отвальной обработке содержание "свободных" ГК во

Таблица 18
Влияние видов обработки почвы на фракционно-групповой состав гумуса
освоенного агрофона, % к общему С почвы

Гори- зонт	Глуби- на, см	Общий фракции гуминовых кислот			Фракции			Фульвокислот			Общая сумма	Негид- ролиз. оста- ток	Σ ГК С фк		
		C _B	поч- ве, %	I	II	III	сумма	Ia	I	II	III				
Разрез 3, отвалная обработка															
Апах	0-5	1,59	6,7	32,1	8,5	47,3		6,4	4,2	12,4	6,7	29,7	77,0	23,0	1,59
"	5-10	1,53	6,7	31,5	7,5	45,7		5,5	5,6	11,2	5,4	27,3	73,4	26,6	1,64
"	10-15	1,69	5,8	31,4	7,2	44,4		6,6	5,6	7,4	3,9	23,5	67,9	32,1	1,89
"	15-20	1,58	6,9	31,1	9,1	47,1		7,1	4,8	13,1	4,2	29,2	76,3	23,7	1,61
"	20-28	1,47	8,1	26,1	8,2	42,4		7,1	6,1	12,6	4,4	30,4	72,8	27,2	1,39
Б1	28-40	0,68	1,7	16,8	5,5	24,0		16,3	0,7	13,6	8,2	38,8	62,8	37,2	0,62
"	40-50	0,61	1,6	3,3	1,6	6,5		11,5	3,3	1,6	4,9	21,3	32,8	67,2	0,54
"	50-62	0,48	2,1	8,3	4,2	14,6		12,5	0,0	10,4	6,3	29,2	43,8	56,2	0,50
Б2	62-70	0,38	2,6	7,9	7,9	18,4		15,8	2,6	15,8	5,2	39,4	57,8	42,2	0,47
"	70-80	0,37	2,7	8,1	8,1	18,9		10,8	2,7	21,6	2,7	37,8	56,7	43,3	0,50
"	80-90	0,36	2,8	8,3	8,4	19,4		8,3	2,8	16,6	2,8	30,5	49,9	50,1	0,64
"	90-100	0,36	2,8	8,3	5,6	16,7		2,8	5,6	8,3	5,6	22,3	39,0	61,0	0,74
Разрез 5, безотвальная обработка															
Апах	0-5	1,57	5,7	12,1	13,3	31,1		7,6	7,6	13,3	0,6	29,1	60,2	39,8	1,07
"	5-10	1,40	11,4	14,3	14,3	40,0		10,7	2,1	19,3	0,7	32,8	72,6	27,2	1,22
"	10-15	1,99	4,5	17,1	8,5	30,1		6,5	7,0	8,5	2,5	24,5	54,6	45,4	1,22
"	15-23	1,15	7,8	21,7	9,6	39,1		8,7	7,8	9,6	3,5	29,6	68,7	31,3	1,32

Продолжение табл. 18

Гори- зонт	Глуби- на, см	Общий св получен. %	Фракции гуминовых кислот			Фракции фульвокислот	Общая сумма	Негид- ролиз. стость - ток						
			1	2	3									
A2B	23-33	0,75	1,3	16,0	6,7	24,0	9,3	1,3	14,7	1,3	26,6	50,6	49,4	0,90
"-	33-41	0,50	4,0	8,0	6,0	18,0	6,0	10,0	14,0	2,0	32,0	50,0	50,0	0,56
BI	41-51	0,35	2,9	5,8	5,8	14,5	8,6	8,6	20,0	2,9	40,1	54,6	45,4	0,36
B2	75-100	0,23	4,3	4,3	4,3	12,9	12,9	8,7	39,1	8,7	69,4	82,3	17,7	0,19
<i>Разрез 10, минимальная обработка.</i>														
Apax	0-8	1,85	9,7	8,6	11,4	29,7	3,8	8,6	14,6	2,7	29,7	59,4	40,6	1,00
"-	8-15	1,53	7,0	18,3	13,1	39,2	7,2	7,2	19,0	1,3	34,7	73,9	26,1	1,13
"-	15-20	0,69	7,2	26,1	20,3	53,6	10,1	2,9	23,2	2,9	39,1	92,7	7,3	1,37
A2BI	20-30	0,44	2,3	4,5	6,8	13,6	13,6	6,8	38,6	4,5	63,5	77,1	22,9	0,21
BI	40-50	0,33	3,0	9,1	9,1	21,2	18,2	3,0	30,3	3,0	54,5	75,7	24,3	0,39
B2	70-80	0,27	0,0	14,8	0,0	14,8	11,1	3,7	22,2	7,4	44,4	59,2	40,8	0,33

51

всем Апах очень низкое и не превышает 20% от общей суммы ГК, при безотвальной – так же очень низкое, за исключением слоя 5–10 см, где оно низкое (20,5%), а при минимальной – в слое 0–8 см низкое (32,6%), в остальной части Апах – очень низкое.

Интересную, с агрономической точки зрения, информацию дает соотношение в пахотном горизонте фракций ГК-2 и ГК-I, поскольку именно эти две фракции ГК во многом определяют почвенное плодородие. Наибольшие величины отношения ГК2/ГКI отмечены при отвальной обработке (3,2–5,4).

Известно, что в пахотных почвах содержится некоторое количество (в Апах 12–16 ц/га) полуразложившихся частично гумифицированных растительных остатков, но их количество меньше, чем в целинных почвах. Поэтому неудивительно, что в пахотном горизонте на освоенном агрофоне содержание негидролизуемого остатка (гумины – ГМ) обычно низкое. Различия в величинах отношения ГК/ГМ на делянках с различной механической обработкой почвы в отдельных слоях Апах обусловлены концентрацией пожнивно-корневых остатков в том или ином слое, а также неоднородностью этого горизонта по интенсивности развития микробиологических процессов. При отвальной обработке показатель ГК/ГМ во всем пахотном горизонте больше I(1,4–2,1), а при минимальной в слое 0–8 см, где сосредоточена большая часть корней растений и все пожнивные остатки, ГК/ГМ = 0,7, а в ниже лежащих слоях (8–15 и 15–20) это отношение увеличивается до 1,5 и 7,3 соответственно..

Все фракции ФК в Апах составляют небольшой процент от общего углерода. Но все же наибольшее относительное содержание в изученных разрезах освоенного агрофона принадлежит ФК фракции 2, которая, как мы уже отмечали, растворяется в 0,1 н аОН то-

лько после декальцирования и связки с фракцией 2 ГК.

Ряд исследователей [10] считают необходимым для пахотных почв определять степень агрессивности ФК (как содержание ФК - Ia в % к сумме фульвокислот). В нашем случае почти во всех разрезах в пределах Апах ФК оказались высоко агрессивными. Исключение составил слой 0-8 см при минимальной обработке, где агрессивность ФК оказалась средней. Подобный факт следует рассматривать как отрицательный, поскольку ФК - основные агенты подзолообразования, а высокая агрессивность ФК свидетельствует о наличии этого процесса в изучаемых почвах.

В подпахотных горизонтах в составе гумуса преобладают ФК, среди которых велик удельный вес "агрессивной" фракции (Ia) и фракции 2 ФК. Максимум в содержании "агрессивной" фракции обнаруживается в иллювиальном горизонте при отвальной обработке, где она составляет до 40-50% от суммы ФК.

Среди ГК по-прежнему велика доля ГК, связанных с кальцием. Их содержание в иллювиальных горизонтах на освоенном агрофоне в основном среднее. Наряду с этим ГК увеличилась доля прочносвязанных ГК (фракция 3). Их содержание в этих горизонтах высокое. Таким образом практически во всем почвенном профиле на освоенном агрофоне преобладающими формами гумусовых веществ являются кальциевые соли ГК и ФК. Каких либо различий в характере распределения в подпахотной толще гумусовых веществ нами не обнаружено, т.е. отличия изученных резервов состоят лишь в их количественных показателях.

Особенности фракционно-группового состава гумуса почвы улучшенного агрофона во многом определены разовым внесением в начале опыта высокой дозы торфа. Известно, что быстрое изменение состава гумуса под влиянием высоких доз органических удоб-

рений обусловлено, в основном, не интенсификацией процессов гумификации, а спецификой химического состава последних: наличием значительного количества гуминовых веществ [3]. По данным этого же автора в составе низинного торфа в среднем содержится до 40-55% "готовых" гуминовых кислот и 10-18% веществ типа фульвокислот, в то же время пожнивно-корневые остатки являются только гумусообразователями и содержат лишь постепенно гумифицирующиеся компоненты; белки, углеводы, лигнин. Следует заметить, что содержание последнего компонента довольно высокое в растительных остатках зерновых культур, что и определяет особенности их трансформации.

Поскольку в составе торфа уже содержатся "готовые" ГК, то основным процессом трансформации органических удобрений в пахотном слое выступает их постепенная минерализация с освобождением элементов питания растений [3, 8], причем со временем наблюдается процесс возрастания относительного количества ФК в составе гумуса пахотного горизонта почвы [3]. Особенности заделки органических удобрений в почву (в наилучшем случае это обработка почвы) определяют специфику их распределения в пределах обрабатываемого слоя почвы, а так же интенсивность процессов минерализации органического вещества.

При отвальной обработке в пределах пахотного горизонта тип гумуса гуматный. Среди ГК этого горизонта в основном преобладает фракция 2 (табл. I9), количество которой относительно суммы ГК превышает 50%, т.е. содержание ГК, связанных с Ca, среднее. Содержание "свободных" ГК в Апах в основном очень низкое, а прочно связанных - высокое. На наш взгляд такое соотношение отдельных фракций среди ГК не является оптимальным

для пахотного горизонта, ибо доля ГК, доступных микроорганизмам для минерализации – незначительна.

В подпахотных горизонтах преобладают ФК, причем среди них высока доля фракции Ia (40%), т.е. ФК высоко агрессивны. Наибольшее относительное содержание ФК фракции 2 (от общего содержания углерода) отмечено в иллювиальном горизонте. В верхней части профиля во второй фракции преобладают ГК над ФК, а в нижней части – наоборот (табл.19).

При плоскорезной (безотвальной) обработке тип гумуса в пределах Апах фульватно-гуматный. Следует заметить, что в слое 0-5 и 5-10 см доля ФК увеличилась наиболее заметно и СГК/ФК стало составлять I,I0-I,I6. Подобное значительное усиление фульватности гумуса в сравнении с отвальной обработкой может быть вызвано подкислением почвы высокими дозами минеральных удобрений [68] ведь вносились минеральные удобрения все 3 года в слой 0-10 см.

Среди ГК ведущее положение занимает фракция 2. Следует заметить, что это явление характерно для всего профиля и содержание ГК, связанных с кальцием, в верхней части пахотного горизонта среднее, в нижней высокое, а в иллювиальной толще эта фракция абсолютно доминирует (90% от суммы ГК) и ее содержание – очень высокое. Такое распределение ГК фракции 2 обусловлено тем, что неполно усредненные "кислые" гуматы кальция вымываются из Апах и мигрируют вниз по профилю.

Распределение "свободных" ГК в профиле характеризуется низким их содержанием в Апах и очень низким – в иллювиальных горизонтах. В пределах пахотного горизонта максимум относительного содержания ГК фракции I отмечен в слое 0-5 см (32% от суммы ГК) и несколько меньше (около 27%) – в слое 5-10 см,

Tagline 19

Влияние видов обработки почвы на фракционно-групповой состав улучшенного агрофона. К общему С по-вы

Гори- зонт	Глуби- на, см	Общий фракции гуминовых кислот			Фульвокислот			Общая сумма ФК и ФЖ	Негид- ролиз- оста - ток	Спк	
		Св почве,	1	2	3	сумма	1а	1	2	3	
Разрез I, отвальная обработка											
Апах	0- 5	2,7	9,3	12,8	11,4	33,5	4,6	2,0	12,3	2,6	21,5
"-	5-10	2,4	8,0	18,1	15,8	41,9	5,9	2,9	11,2	0,8	20,6
"-	10-15	2,4	5,6	27,9	16,1	49,6	6,5	4,5	11,4	0,5	22,9
"-	15-20	2,2	5,0	26,2	15,1	46,3	5,6	6,6	0,4	18,2	64,5
"-	20-25	2,0	5,9	29,7	17,3	52,9	6,7	5,1	10,9	1,0	23,7
AI	25-28	1,4	3,3	29,0	6,5	38,8	8,9	3,0	12,0	2,5	26,4
Б6	30-50	1,3	4,0	30,4	10,8	45,2	9,8	3,3	8,5	0,5	22,1
BI	28-40	0,4	4,1	3,4	6,0	13,5	16,1	0,8	16,5	0,4	33,7
"-	40-50	0,2	2,6	5,4	6,6	14,6	21,0	1,7	20,5	4,5	47,7
"-	50-60	0,2	2,7	11,0	6,9	20,6	15,4	1,0	15,8	2,8	35,0
"-	60-67	0,2	3,4	11,9	5,2	20,5	16,2	1,2	16,8	5,0	39,2
БВ2	67-75	0,3	2,2	10,8	5,3	18,3	16,3	1,0	17,5	3,2	37,8
"-	75-83	0,3	1,6	10,9	5,9	18,4	17,8	1,2	17,9	1,2	38,1
B2	83-90	0,4	1,5	15,3	5,3	22,1	16,3	0,2	18,0	4,2	38,7
"-	90-100	0,5	1,2	15,6	5,8	22,6	11,6	0,7	13,5	2,8	28,6
Разрез 8, безотвальная обработка											
Апах	0- 5	3,14	9,8	13,6	7,1	30,5	6,2	14,7	4,6	2,2	27,7

Продолжение табл. 19

Гори- зонт на, см	Общий С _б почве, %	Фракции гуминовых кислот			Фракции фульвокислот	Общая сумма TK и оста- ток С _б	Негид- ролиз. С _б				
		1	2	3				1а	2	3	сумма
Апах	5-10	3,26	9,8	14,8	11,9	36,5	5,5	12,8	10,7	2,4	31,4
-"-	10-15	2,55	8,2	27,3	6,9	42,4	6,8	14,0	4,3	1,2	26,3
-"-	15-20	2,06	10,2	26,2	4,5	40,9	7,0	13,2	6,8	1,4	28,4
AIA2	20-26	2,07	12,0	22,9	5,9	4,08	7,7	13,8	7,2	1,0	29,7
A2B1	26-38	0,77	2,5	19,4	5,8	27,7	15,2	4,3	18,4	2,6	4,05
В1	26-40	0,33	2,2	16,9	6,6	25,7	21,0	5,2	18,3	4,6	49,1
В1	40-50	0,25	0,7	16,3	0,6	17,6	22,1	3,4	15,3	7,1	47,9
											65,5
											34,5
											0,37
<i>Разрез 9, минимальная обработка</i>											
С ₂	Апах	0- 5	3,56	16,6	12,4	13,7	42,7	4,7	12,5	4,4	3,3
-"-	5-10	4,34	8,0	12,7	12,9	33,6	4,8	12,2	9,2	2,7	28,9
-"-	10-15	2,24	12,9	19,7	15,6	48,2	8,9	20,1	2,9	6,7	38,6
-"-	15-20	2,33	13,3	23,2	13,7	50,2	8,6	16,3	10,7	2,1	37,7
	20-30	2,07	13,5	20,3	9,7	43,5	7,2	21,3	12,5	4,3	45,3
В1	30-40	0,46	5,6	12,4	8,5	26,5	13,1	7,8	20,8	8,5	50,2
-"-	40-50	0,33	5,7	10,7	7,9	24,3	17,2	1,4	22,7	13,2	54,5
											78,8
											21,2
											0,45

т.е. в той толще почвы куда была заделана основная масса органических удобрений.

Распределение прочно связанных ГК с глинистой фракцией и устойчивыми полуторными окислами (фракция 3) характеризуется высоким содержанием их в верхней части Апах (32-23%) и средним (II-16%) - в нижней части, в подпахотных слоях вновь наблюдается относительное увеличение содержания этой фракции до высокого уровня (табл. I9).

В той части пахотного горизонта, куда были заделаны органические удобрения, отмечено и преобладание негидролизуемого остатка над ГК: в слое 0-5 см отношение ГК/ГМ = 0,7. По системе градаций показателей гумусного состояния почв содержанием ГМ меняется от среднего (в слое 0-5 см) до низкого в остальной части почвенного профиля. Следует отметить, что практически во всем Апах, кроме слоя 0-5 см, ГК преобладают над ГМ и отношение ГК/ГМ больше единицы. В иллювиальной толще, так же как и в Апах при отвальной обработке, отношение ГК/ГМ меньше 1.

Среди ФК в пахотном горизонте преобладает фракция I, при значительном содержании фракции Ia, а в иллювиальной толще значительно возрастает доля фракции Ia и фракции 2. Следует отметить, что ФК высоко агрессивны по всему профилю.

При минимальной обработке все те особенности профильного распределения отдельных фракций ГК и ФК, которые были отмечены для безотвальной обработки, в основном сохраняются, с тем лишь отличием, что в слое 0-5 см горизонта Апах доля ГК в составе гумуса существенно выше, чем в этом же слое при безотвальной обработке.

Рассмотренные данные позволяют сделать вывод о том, что внесение высокой дозы торфа не привело к качественному сдвигу-

процессов гумусообразования. Изменения в показателях фракционно-группового состава гумуса в отдельных слоях пахотного горизонта обусловлены в основном особенностями заделки органических удобрений в почву, а также их качеством и количеством.

На плодородном агрофоне особенности фракционно-группового состава гумуса как было показано выше определяется тем, что, помимо торфа, в начале опыта внесена еще и высокая до за торфо-пометного компоста. Увеличение вдвое вносимой дозы органических удобрений сказалось на типе гумуса.

На делянках с отвальной вспашкой тип гумуса во всей толще пахотного слоя изменился до гуматного. Аналогичные изменения мы наблюдаем и при двух других обработках, но только в пределах той же части пахотного горизонта, куда вносились органические удобрения. В подпахотных слоях тип гумуса остался прежним – фульватным (табл. 20).

На плодородном агрофоне при всех обработках существенных изменений в соотношении отдельных фракций ГК не произошло, т.е. изменения в составе гумуса происходили соответственно дозе внесенных удобрений. В пределах пахотного горизонта при отвальной и плоскорезной обработках ГК преобладают над негидролизуемым остатком и отношение ГК/ГМ в первом случае равно 1,1 – 1,4, а во втором 1,5 – 1,6. При минимальной обработке во всем Алах отношение ГК/ГМ I (табл. 20). Распределение ФК и соотношение между собой отдельных фракций ФК и ГК сходно с данными, полученными для других двух агрофонов.

Группа 2С

Влияние видов обработки почвы на фракционно-грунтовой состав гумуса
плодородного агрофона, % к общему С почвы

Гори- зонт	Глуби- на, см	Общий Св почве, %	Фракции гуминовых кислот			Фракции фульвокислот			Общая сумма	$\frac{C_{\text{ГК}}}{C_{\text{ФК}}}$
			1	2	3	1а	1	2		
Разрез 2, отвальная обработка										
Апах	0-5	2,22	11,1	22,5	11,3	44,9	4,6	3,6	8,4	2,1
"-	5-10	2,31	9,7	24,2	14,1	48,0	5,0	4,9	6,7	0,9
"-	10-15	2,20	7,6	25,1	9,6	42,3	5,2	4,3	6,9	2,2
"-	15-22	2,28	7,3	20,7	7,8	35,8	5,0	1,9	11,0	1,2
"-	22-30	1,60	6,2	32,6	9,8	48,6	6,9	3,7	9,7	0,5
В1	30-40	0,46	2,4	1,1	4,3	7,8	11,2	3,3	15,0	3,7
В1	40-50	0,38	3,7	0,6	3,4	7,7	12,1	2,0	21,5	2,4
AlB2	50-60	0,34	2,6	1,2	3,0	6,8	11,7	1,2	19,2	4,6
"-	60-70	0,34	2,5	7,5	4,5	14,6	11,7	1,9	12,9	1,6
B2	70-80	0,40	2,2	4,3	3,9	10,4	10,1	1,7	19,3	4,7
"-	80-90	0,40	2,7	3,7	3,8	10,2	10,0	0,4	20,3	4,6
"-	90-103	0,42	1,6	6,6	4,9	13,1	9,6	0,3	15,5	3,2
Раздел 6, безотвальная обработка										
Апах	0-20	2,56	8,8	15,8	21,9	46,5	4,6	5,3	8,2	4,7
"-	20-25	1,49	7,5	16,4	19,8	43,7	6,1	4,6	14,1	4,6
A2B1	22-28	0,59	2,5	14,4	6,8	23,7	10,0	4,9	1,2	0,4

Продолжение табл. 20

Гори- зонт	Глуби- на, см	Общий св почве, %	Фракции гуминовых кислот			Фракции фульвокислот			Общая сумма остав- шегося на релиз-	C_{TK} $\frac{\text{сумма остав-} \text{шегося}}{\text{сумма}} \cdot 100$					
			1	2	3	1а	1	2							
BI	30-40	0,65	1,8	9,0	6,1	16,9	15,0	1,7	15,2	4,6	36,5	53,4	46,6	0,46	
"	40-50	0,34	2,0	6,8	11,8	20,6	23,4	1,4	22,1	2,9	49,8	70,4	29,6	0,41	
B2	50-70	0,38	2,1	8,4	5,3	15,8	18,5	0,4	12,7	2,6	34,2	50,0	50,0	0,46	
"	70-80	0,29	2,8	11,3	13,9	29,0	19,1	4,1	14,3	17,0	54,5	82,5	17,5	0,51	
Разрез 7, минимальная обработка															
г	Аллюх	0- 5	3,75	8,4	20,4	13,0	41,8	4,3	0,8	3,9	5,0	14,0	55,8	44,2	2,98
"	5-10	4,65	6,0	10,9	7,8	24,7	3,1	3,7	10,1	2,3	19,2	43,9	56,1	1,29	
"	10-15	2,49	5,1	9,1	12,0	26,2	6,0	5,3	7,2	0,8	19,3	45,5	54,5	1,34	
"	15-20	1,04	2,5	17,0	8,5	28,0	8,4	3,8	6,8	0,9	19,9	47,9	52,1	1,41	
BI	20-30	0,55	1,7	11,6	4,9	18,2	14,2	0,3	7,2	2,4	21,4	39,6	60,4	0,85	
"	30-40	0,32	1,6	6,9	5,6	14,1	16,2	3,1	15,1	2,1	36,5	52,7	47,3	0,44	
"	40-50	0,30	1,8	4,9	5,2	11,9	21,4	0,8	21,4	1,2	44,8	56,7	43,3	0,27	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Длительное сельскохозяйственное использование почв с применением различных агроприемов (известкование, внесение органических удобрений и пр.) оказывает значительное влияние на содержание, запасы и состав гумусовых веществ.

2. Использование почв с применением только минеральных удобрений и извести (освоенный агрофон) не обеспечивает увеличения содержания гумуса в почвах до уровня их целинных аналогов. Ежегодное поступление в почву ложнинно-корневых остатков зерновых культур невелико и оно не компенсирует потерю гумуса за счет его минерализации. Выращивание на освоенном агрофоне промежуточных культур не компенсирует дефицита свежего органического вещества в почве ввиду их низкой продуктивности и малого количества растительных остатков остающихся на поле.

3. В составе гумуса в пределах пахотного горизонта на освоенном агрофоне, в сравнении с гумусово-аккумулятивным в почве под лесом, несколько возросла доля ГК и расширилось отношение Сгк/Сfk, однако тип гумуса остался прежним – гуматно-фульватным. Увеличилась доля гуматов кальция, что явилось следствием ежегодного известкования почвы. Однако, судя по частичной миграции и осаждению гуматов кальция в иллювиальных слоях почвенного профиля, в пахотном горизонте недостаточно кальция для их закрепления. Следует отметить, что во всем гумусовом профиле на освоенном агрофоне преобладающими формами гумусовых веществ являются кальциевые соли ГК и ФК. Содержание "свободных" ГК (фракция I) на этом агрофоне низкое, что с агрономической точки зрения является неблагоприятным, поскольку именно эта фракция ГК подвергается минерализации при недостатке свежего

органического вещества в почве и за счет нее идет частичное восполнение питательных веществ в почве.

4. Изменение гумусового состояния почв под воздействием органических удобрений в значительной мере зависит и от их доз. В отличие от растительных остатков, которые на освоенном агрофоне являются единственным источником накопления органики в почве, с органическими удобрениями, в количествах пропорциональных дозе вносимых удобрений, в почву поступают готовые гумусовые вещества, преимущественно ГК. В этом случае достигается быстрое увеличение содержания гумуса и улучшается его качественный состав.

5. На плодородном агрофоне существенно возросла не только потенциальная способность почв к гумусообразованию, но и изменился тип гумуса—стал гуматным. Среди ГК ведущее положение занимает фракция 2, ее содержание в почвенном профиле меняется от среднего и высокого в Алах до абсолютного доминирования (до 90% от суммы ГК) в иллювиальных горизонтах. Во всем гумусовом профиле несколько возрастает относительное содержание ГК фракции I, снижается "агрессивность" ФК, и в пахотном горизонте увеличивается содержание гумминов. Степень закрепления в Алах гумусовых веществ, поступивших с органическими удобрениями невелика, что определяет некоторое увеличение содержания гумусовых веществ в подпахотных слоях. Причиной тому очевидно служит недостаточная суммарная сорбционная поверхность твердой фазы пахотного горизонта и невысокая степень насыщения основаниями, не способствующая нейтрализации кислых продуктов процесса гумификации удобрений.

6. Судьба внесенных с органическими удобрениями гумусовых веществ зависит во многом от физико-химических свойств почвы и

видов ее механической обработки. Влияние механических обработок на содержание и состав органических веществ проявляется только в верхней части гумусового профиля, что определяется особенностями распределения поживно-корневых остатков и органических удобрений в пахотном горизонте, а также дифференциацией его на слои отличающиеся водным и воздушным режимом . В условиях промывного водного режима и дефицита поглощенных оснований трансформация свежего органического вещества идет по пути формирования кислых продуктов распада, что сопровождается синтезом фульвокислот менее ценных для почвенного плодородия. Именно этим мы объясняем образование на улучшенном агрофоне при безотвальной и минимальной обработках в Апах фульватно-гуматного гумуса, а не гуматного.

Способы механической обработки могут играть исключительно важное значение в регулировании процессов синтеза гумусовых веществ. Путем чередования вспашки с глубоким безотвальным рыхлением и минимальной обработкой можно успешно управлять процессами гумусообразования, формируя мощный пахотный горизонт с высоким содержанием гумуса. Обязательным должно стать и известкование в соответствующих размерах, т.к. нейтрализация кислых продуктов промежуточного разложения поживно-корневых остатков и органических остатков удобрений катионами кальция препятствует формированию "агрессивных" ФК и усиливает синтез ГК.

Полученные нами данные однако не позволяют сделать вывод о необходимой частоте чередования той или иной обработки почвы. Но ясно одно, что длительное применение одной минимальной обработки не является оптимальным для исследуемых почв. По-верхностная заделка органических удобрений так же не даёт

должного эффекта для повышения плодородия пахотных почв.

8. Все мероприятия по окультуриванию почв должны быть направлены на формирование мощного пахотного слоя с высоким содержанием гуматного гумуса, являющегося, по мнению многих исследователей, универсальным биологическим фактором, регулирующим уровень их потенциального и эффективного плодородия. В таких условиях становится возможным получение высоких и стабильных урожаев.

9. Следствием изменения всего комплекса эдафических условий под влиянием разового внесения высоких доз органических удобрений у зерновых злаков явилось ускорение темпов развития листовой поверхности, особенно на ранних этапах, увеличение длительности и эффективности ее функционирования, что в свою очередь оказалось решающее влияние на повышение продуктивности растений. Урожайность ячменя "Суви" возросла на плодородном агрофоне, по сравнению с освоенным, с 36,4 до 52,6 ц/га, а ячменя "Луч" - с 31,5 до 41,6 ц/га [36, 37].

10. В результате лучшего развития растений в вариантах с внесением органических удобрений возрастает и количество покровно-корневых остатков остающихся на поле. Существенным резервом пополнения запасов почвенного органического вещества является возделывание промежуточных культур. Следует также отметить, что размеры поступления в почву растительных остатков можно регулировать и высотой оставляемой на поле стерни. Некоторые авторы рекомендуют запахивать в почву весь урожай соломы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматический справочник по Свердловской области. - Л.: Гидрометиздат, 1962. 196 с.
2. Агроценозы степной зоны (Титлянова А.А., Кирюшин В.И., Охинько И.П. и др.)/- Новосибирск: Наука, 1984. 247 с.
3. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации.- Л.: Наука, 1980. 285 с.
4. Алиев С.А. Условия накопления и природа органического вещества почв.- Баку: Изд-во АН Азерб.ССР, 1966. 280 с.
5. Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Географические закономерности продуктивности и круговорота химических элементов в основных типах растительности Земли.- В кн.: Общие теоретические проблемы биологической продуктивности.- Л.: Наука, 1969, с. 24-23.
6. Базилевич Н.И., Родин Л.Е. Продуктивность и круговорот элементов в естественных и культурных фитоценозах (по материалам СССР).- В кн.: Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах.- Л.: Наука, 1971, с. 5-32.
7. Базилевич Н.И., Гребенников О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем.- М.: Наука, 1986. 296 с.
8. Биологические основы плодородия почвы (Берестецкий О.А., Возняковская Ю.М., Доросинский Л.М. и др.)- Всесоюзн. акад. с/х наук им. В.И.Ленина, М.: Колос, 1984. 287 с.
9. Ваксман С.А. Гумус.- М.: Сельхозгиз, 1937. 471 с.
10. Васильевская В.Д., Шварова Т.Ю. Подзолистые почвы Волгодской области.- Вестн.МГУ, сер. почвовед., 1985, 4, с. 15-24.

- II. Гаркуша И.Ф. Изменение дерново-подзолистых почв под влиянием окультуривания.- Почвоведение, 1955, 4, с. 33-47.
12. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв.- Тез.докл. У делегат.съезда ВОП. Вып. 2, Минск, 1977, с. 3-5.
13. Гирфанов В.К., Ахметшин Х.С. Влияние почвенно-экологических и агротехнических условий на продуктивность различных сортов яровой пшеницы.- В кн.: Материалы по изучению почв Башк.АССР. Вып. I, Уфа, 1960, с. 109-137.
14. Горчаковский П.Л. Растительность.- В кн.: Урал и Приуралье, М.: Наука, 1968, с. 211-261.
15. Державин Л.М., Флоринский М.А., Павлихина А.В. К вопросу об обобщении результатов агрохимического исследования пахотных почв СССР на содержание гумуса.- Агрохимия, 1986, I, с. 80-84.
16. Добринин Г.М. Рост и формирование хлебных и кормовых злаков.- Л.: Колос, 1969. 276 с.
17. Егоров В.В. Некоторые вопросы повышения плодородия почв. - Почвоведение, 1981, 10, с. 71-79.
18. Жуков А.И., Попов П.Д. Динамика содержания гумуса в пахотных почвах Владимирской обл.-Почвоведение, 1984, 4, с. 62-67.
19. Зайцев В.Я. Особенности развития корневой системы гороха в смешанных посевах.- Научн. тр. Ленинградск. с/х ин-та.- Ленинград-Пушкин, 1977, т. 330, с. 22-24.
20. Зонн С.В. О некоторых проблемах взаимодействия леса и почвы.- В сб.: Биогеоценологич.исследования степных лесов их охрана и рациональное использование (Сб.научн.тр.). Днепропетровск, ДГУ, 1982, с. 3-22.

21. Иванов А.П. Рожь.- Л.-М.: Сельхозиздат, 1961.
22. Иванов Н.А. Влияние условий минерального питания и погоды на формирование корневой системы растений.- В сб.: Повсевнно-агрохимические проблемы на Среднем Урале. (Зона льн.-научно-практич. конф. 9-II июня). Свердловск, 1986, с. 45-46.
23. Иванова Е.Н. Почвы южной тайги Зауралья.- Тр. почв. ин-та им. В.В.Докучаева. М.: Изд-во АН СССР, 1954, т.43, с. 5-128.
24. Канев В.В. Свойства темно-серых глееватых почв западин Западной Сибири.- В кн.: Серые лесные почвы Предуралья и их рациональное использование. Свердловск; УНЦ АН СССР, 1982, с. 104-115.
25. Канев В.В. Динамика подвижных форм железа, марганца и кислотности в темно-серых глеевых почвах.- В кн.: Серые лесные почвы Предуралья и их рациональное использование. Свердловск; УНЦ АН СССР, 1982, с. 74-90.
26. Каталог районированных сортов сельскохозяйственных культур на 1982 год.- Свердловск, 1981. 64 с.
27. Кленов Б.М., Корсунова Т.М. Гумус некоторых типов почв Западной Сибири.- Новосибирск: Наука, 1976. 157 с.
28. Ковда В.А. Проблемы биологической и хозяйственной продуктивности суши.- В кн.: Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л.: Наука, 1969, с. 8-24.
29. Ковда В.А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана.- М.: Наука, 1981. 182 с.
30. Колесников Б.П. Естественно-историческое районирование лесов (на примере Урала).- В сб.: Вопросы лесоведения и лесоводства (Докл.на У Всемирном конгрессе). М.: Изд-во АН СССР, 1960.

31. Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения.- М.: Изд-во АН СССР, 1951. 390 с.
32. Кононова М.М. Органическое вещество почвы.- М.: Изд-во АН СССР, 1963. 314 с.
33. Кононова М.М. Органическое вещество и плодородие почвы.- Почвоведение, 1984, 8, с. 6-19.
34. Красовская И.В. Корневая система растений и рост ее в зависимости от внешних условий.- Тр.по прикладн. ботан., генетике, селекции, т.15, вып.5, 1925, с. 57-II4.
35. Красовская И.В. Анатомо-морфологические закономерности в ходе заложения и в строении корневых систем хлебных злаков.- Учен. зап. Саратовск.гос.ун-та им.Чернышевского , 1952, т.35, с. 15-70.
36. Красуский Ю.Г., Доценникова О.А., Таршис Г.И. Влияние повышенных доз органических удобрений на рост и развитие трех сортов ячменя.- В сб.: Значение химизации земледелия в интенсивных технологиях (Тез.докл. научно-практич. конф. 20 апреля 1987 г.) Свердловск, 1987, с. 19-20.
37. Красуский Ю.Г., Сединкин В.С., Таршис Г.И. Влияние органических удобрений на морфогенез и продуктивность яровой пшеницы сорта "Аркас" в условиях Среднего Урала.- В сб.: Значение химизации земледелия в интенсивных технологиях. (Тез.докл. научно-практич.конф. 20 апреля 1987 г.),Свердловск, 1987, с. 21-22.
38. Кулаковская Т.Н. Современные данные о роли органического вещества в плодородии почв.- В кн.: Проблемы накопления и использования органических удобрений. Минск, 1976.
39. Лебедев Б.А. Почвы Нечерноземной полосы Урала.- Тр.ин-та биологии УФАН СССР, 1956, вып. 7, 79 с.

40. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции.- Агрохимия, 1977, 8, с. 36-42.
41. Левин Ф.И. Продуктивность культурных почв и пути ее увеличения.- В кн.: Экология и земледелие. М.: Наука, 1980, с. 82-90.
42. Мещеряков П.В. Структура и изменчивость корневой системы озимой ржи.- Свердл.гос.пед.ин-т. Свердловск, 1984, 21 с. (Рук. деп. в ВНИИТЭСельхоз № 362-84 Деп.).
43. Мещеряков П.В. Накопление и распределение в почве биомассы подземных органов культурных растений.- В сб.: Достижения науки и практики в решении Продовольственной программы на Среднем Урале (Тез.докл. научно-практич. конф. 5 апреля 1985 г.) - Свердловск, 1985, с. 20.
44. Мяги Х., Росс Ю. Фитометрические характеристики и фотосинтетическая продуктивность посева ячменя.- В сб.: Фотосинтетическая продуктивность растительного покрова. Тарту, 1969, с. 102-173.
45. Орлов Д.С. Проблемы контроля и улучшения гумусного состояния почв.- Научн.докл.высш.шк. Биол.науки, 1981, 2, с. 9-20.
46. Орлов Д.С., Фокин А.Д., Гришина Л.А. Развитие исследований органического вещества почв.- В кн.: 100 лет генетического почвоведения. М.: Наука, 1986, с. 80-86.
47. Павлова Т.С., Дергачева М.И. Запасы и химические свойства подстилок сосновых лесов Урала.- В сб.: Исследование почв Сибири. Новосибирск; Наука, 1977, с. 164-173.
48. Петербургский А.В., Садовская Э.Н., Харламов Е.П. Баланс органического вещества в пахотных почвах РСФСР и перспективы его изменения.- В сб.: Почвоведение и земледелие. М.: Наука, 1980, с. 102-173.

- пективы его улучшения.. Тез.докт. съезда
ВОП, Ташкент, 9-13 сентября, 1985 г., ч.2, с. 19.
49. Погодина Г.С., Розов Н.Н. Почвы.- В кн.: Урал и Приуралье.
М.: Наука, 1968, с. 167-210.
50. Почвенно-географическое районирование СССР.- М.: Изд-во АН
СССР, 1962.
51. Прокаев В.И., Оленев А.М. Физико-географическое райониро-
вание Свердловской области в связи с районированием Урала
и Западной Сибири.- Сиб.геогр.сборник № 1.- М.: Изд-во АН
СССР, 1962.
52. Прокаев В.И. Физико-географическая характеристика юго-за-
падной части Среднего Урала и некоторые вопросы охраны
природы этой территории.-Свердловск, Изд-во УФАН СССР,
1963. 186 с.
53. Прокаев В.И. Физико-географическое районирование Свердлов-
ской области ч.1.- Тр.Свердл.пед.ин-та. Свердловск, 1976.
137 с.
54. Рожь. - М.: Колос, 1972. 362 с.
55. Ромашкевич А.И., Герасимова М.И. Микроморфология и диагно-
тика почвообразования.- М.: Наука, 1982. 126 с.
56. Сигнаевский Р.К., Иванов Н.А. Изменение серых лесных почв
при сельскохозяйственном использовании.- В кн.: Серые лес-
ные почвы Предуралья и их рациональное использование.
Свердловск; УНЦ АН СССР, 1982, с. 91-103.
57. Станков Н.З. Корневая система растений.- М.: Знание, 1969.
32 с.
58. Трушин В.Ф., Саночкин И.П., Красных В.Г., Серых Г.А. Подсев-
ные культуры в Свердловской области.- Тр.Свердл.СХИ, Свер-
дловск, 1970, т.19, с.76-79.

59. Трушин В.Ф., Ярин В.В. Промежуточные культуры в зерновых севооборотах на Среднем Урале.- В сб.: Качественный состав и повышение плодородия почв в Предуралье. Пермь, 1983, с. 80-87.
60. Тарин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии.- М.: Наука, 1965. 320 с.
61. Устименко А.С., Данильчук Л.В., Гвоздиковская А.Т. Корневые системы и продуктивность сельскохозяйственных растений.- Киев: Урожай, 1975. 368 с.
62. Фирсова В.П. Почвенный покров Бисертского леспромхоза. - В сб.: Научные основы ведения лесного хозяйства на примере Бисертского опытного леспромхоза. Свердловск; УНЦ АН СССР, 1984, с. 30-48.
63. Фирсова В.П., Канев В.В., Ужегова И.А. Влияние оглеения на свойства темно-серых лесных тяжелосуглинистых почв Сибири.- В кн.: Специфика почвообразования в Сибири. Новосибирск; Наука, 1979, с. 143-156.
64. Фирсова В.П., Павлова Т.С., Ужегова И.А., Дедков В.С. Серые лесные почвы Предуралья, их распространение и свойства.- В кн.: Серые лесные почвы Предуралья и их рациональное использование. Свердловск; УНЦ АН СССР, 1982, с. 3-44.
65. Фирсова В.П., Павлова Т.С. Почвенные условия и особенности биологического круговорота веществ в горных сосновых лесах.- М.: Наука, 1983. 166 с.
66. Фирсова В.П., Ржаникова Г.К. Почвы южной тайги и хвойно-широколиственных лесов Урала и Зауралья.- В кн.: Лесные почвы южной тайги Урала и Зауралья (Тр. Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР), 1972, Свердловск, вып. 85, с. 3-87.

67. Фирсова В.П., Сигнаевский Р.К. Сравнительная характеристика свойств серых лесных почв Предуральской и Зауральской провинций в пределах Свердловской области.- В кн.: Серые лесные почвы Предуралья и их рациональное использование. Свердловск; УНЦ АН СССР, 1982, с. 59-73.
68. Фридланд Е.В. Влияние окультуривания на органическое вещество почв.- Агрохимия, 1985, 3, с. 112-121.
69. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв.- М.: Наука, 1982. 204 с.
70. Хайруллин Я.Х. Динамика накопления корневой массы сельскохозяйственными растениями в почве в полевом севообороте.- Сб. научно-исследов. работ Азово-Черноморск. с/х ин-та, 1948, вып. I2, с. 37-50.
71. Хан Д.В. Органо-минеральные соединения и структура почвы.- М.: Наука, 1969. 142 с.
72. Чекалова К.И., Иллювиева В.Л. Применение изотопа C^{14} при изучении процессов разложения органического вещества в почве.- Почвоведение, 1962, 5, с. 40-50.
73. Чикишев А.Г. Физико-географическое районирование Урала.- В кн.: Проблемы физической географии Урала (Тр. МОИП, т. 18), М.: Изд-во МГУ, 1966.
74. Чикишев А.Г. Природное районирование.- В кн.: Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968, с. 305-349.
75. Шевченко Г.А. Изменение гумусного состояния черноземов в условиях сельскохозяйственного производства.- В кн.: Изменение почв Центрального Черноземья под влиянием антропогенных факторов. Воронеж, 1986, с. 52-59.
76. Шимона Е. Интенсификация сельского хозяйства и проблема органического удобрения.- Международн. с/х журн., 1980, 2, с. 42-44.

77. Ястребов Е.В. Опыт геоморфологического районирования Урала.- Зап. Уральск. филиал. Геогр. об-ва СССР, вып. I(3).
Свердловск, 1960.
78. Ноггин Винс. A role for intercropping in modern agriculture. - Bioscience, 1985, V. 35, 5, p 286-291

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<u>Стр.</u>
В В Е Д Е Н И Е	3
Глава I. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ, КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЗЯЙСТВА И ОПЫТНОГО ПОЛЯ	6
Глава II. НАДЗЕМНАЯ И ПОДЗЕМНАЯ ФИТОМАССА КАК ИСТОЧНИК ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПОЧВЕ	19
I. Роль лесной растительности в накоплении органического вещества в почве	19
2. Фитомасса подземных органов полевых культур и роль пожнивно-корневых остатков в пополнении запасов почвенного органического вещества	26
3. Динамика запасов подземных органов полевых культур и растительных остатков в почвах агро-экосистемы	35
Глава III. ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПАХОТНЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫСОКИХ ДОЗ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ВИДОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	43
I. Изменение содержания запасов гумуса и азота в почвах опытного поля	43
2. Фракционно-групповой состав гумуса пахотной серой лесной почвы и его изменения под влиянием разового внесения высоких доз органических удобрений и видов механической обработки почвы	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
ЛИТЕРАТУРА	66

В.П.Фирсова, Ю.Г.Красуский, П.В.Мещеряков

ОЦЕНКА ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ КАК ОСНОВА ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Препринт

Рекомендовано к изданию Ученым советом
Института экологии растений и животных
и РИСОУ УрО АН СССР

Ответственный за выпуск С.Г.Муравлева

Подписано к печати 9.02.88

HC 19260

Формат 60 x 84 I/16. Бумага типографская. Печать офсетная.

Уч.изд.л. 3,0. Усл.печ.л. 4,75. Тираж 200.

Цена 30 коп. Заказ 281

Институт экологии растений и животных

Свердловск-620008, ул. Маныч, 202.

Шах № 4 п/о "Полиграфист", Свердловск, Турианова, 20.