

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЛОТНОСТЬ ЧЕРНОЗЁМА ОБЫКНОВЕННОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

Лазарев А.П.¹, Митриковский А.Я.¹

¹ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», Тюмень, Россия (625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, 2), e-mail: bgd@tgasu.ru

Рассмотрено структурное состояние и плотность чернозема обыкновенного в зависимости от способов основной обработки и предшественника. Агрофизическая характеристика почв является одной из важнейших составных частей теоретического обоснования всех основных приемов земледелия. Важным показателем плодородия почвы является: гранулометрический и минералогический состав, структура почвы, плотность, мощность пахотного горизонта, агрегатный состав [4]. Установлено, что от применения поверхностных обработок (осеннего и весеннего боронований, предпосевной рекультивации) в слое почвы 0-10 см структура почвы улучшается. Уменьшилось количество глыб (размером >10 мм), крупных комков (10-5 мм) и возросла сумма структурных фракций размером (3,0-0,25 мм). В верхнем слое чернозема обыкновенного содержание частиц < 1 мм изменилось от 19,3 до 21,7%. При всех системах основной механической обработки почвы в слое 0–10 см не увеличивалось содержание распыленной части (микроструктурных элементов и пылеватоглинистых частиц), но несколько повышалась сумма агрономически ценных структурных фракций (размером от 0,25 до 10 мм). Отношение этой суммы фракций к фракции > 10 мм и распыленной части (<0,25 мм) известно как коэффициент структурности, который указывает на хорошую оструктуренность верхнего слоя почвы.

Ключевые слова: структура почвы, плотность, агрегатный состав.

STRUCTURAL STATE AND DENSITY ORDINARY BLACK DEPENDING ON THE WAY BASIC PROCESSING AND PREDECESSORS

Lazarev A.P.¹, Mitrikovsky A.Y.¹

¹Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, Tyumen, Russia (625001, Tyumen, Lunacharskogo street, 2), e-mail: bgd@tgasu.ru

The structural condition and density of ordinary chernozem and depending on the basic processing and predecessor. Agrophysical characteristics of soils is one of the most important components of a theoretical substantiation of the basic techniques of agriculture. An important indicator of soil fertility is granulometric and mineralogical composition, soil texture, density, power plow horizon, aggregate composition [4]. Has been found that the use of surface treatments (autumn and spring harrowing, pre-remediation) in the soil layer 0-10 cm soil structure improves. Decreased the number of blocks (size > 10 mm), large clumps (10.5 mm) and increased the amount of structural size fractions (3.0-0.25 mm). In the upper layer of chernozem ordinary particle content of <1 mm varied from 19.3 to 21.7%. With all the major systems in the tillage layer 0 - 10 cm did not increase the content of the spray (microstructural elements and pylevatoglinistyh particles), but slightly increased the amount of agronomically valuable structural fractions (ranging from 0.25 to 10 mm). The ratio of the sum of fractions to a fraction of > 10 mm and spray parts (<0.25 mm), known as the coefficient of structure, which indicates good ostrukturennost topsoil.

Keywords: soil texture, density, aggregate composition.

Введение

Агрофизическая характеристика почв является одной из важнейших составных частей обоснования основных приемов земледелия. Знания физических свойств и процессов, протекающих в почве, необходимы для улучшения почвенных условий, приведения их в соответствие с потребностями возделываемых культур.

Важным показателем физических условий плодородия почвы является: гранулометрический и минералогический состав, структура почвы, плотность, порозность, мощность пахотного горизонта, агрегатный состав [4; 6].

От гранулометрического состава в значительной степени зависят водно-физические свойства почв, что имеет большое органическое значение [2].

Структура почвы тесно связана с их генезисом, а в зависимости от почвенно-климатических условий формируется определенная форма и водопрочность почвенных агрегатов [5].

Объекты и методы

Исследования проводились на Ишимском стационаре НИИСХ Северного Зауралья. Объектами исследований являются: чернозем обыкновенный лесостепи Тюменской области, четыре основные обработки почвы и два севооборота. В годы исследований использовались данные метеостанции г. Ишима.

Результаты

Установлено, что от применения поверхностных обработок (осеннего и весеннего боронований, предпосевной культивации) в слое почвы 0-10 см структура почвы улучшилась. Уменьшилось количество глыб (размером >10 мм), крупных комков (10-5 мм), и возростала сумма структурных фракций меньших размеров (3,0 – 0,25 мм): средних, мелких комков и зернистых элементов (табл. 1). Этот слой при отвалльно-безотвалльной системе обработок отчетливо отличается от нижележащих слоев по содержанию глыб и крупных комков, а при мелкой плоскорезной – мелких комков и зернистых элементов (1 – 0,25 мм). Классификация структурных отдельностей приводится по Н.И. Саввинову [9].

В слое 0-30 см, независимо от систем обработок, наиболее стабильно распределялась фракция размером 5-3 и несколько менее – фракция < 0,25 мм.

В верхнем слое чернозема обыкновенного содержание частиц < 1 мм изменялось от 19,3 до 21,7%, что свидетельствует о его устойчивости к ветровой эрозии, она незначительно проявлялась в отдельные годы весной, когда выпадало мало атмосферных осадков.

Нами установлено, что севооборот существенно влияет на формирование структуры почвы. Под монокультурой пшеницы, по сравнению с её выращиванием в севооборотах, количество водопрочных агрегатов снизилось в среднем на 34,3%.

Обрабатываемый слой чернозема нашего опытного участка имел оптимальную общую порозность (55-58%) и по оценочной шкале Н.А. Качинского (1958) относится к культурным [7].

При насыщении влагой чернозема обыкновенного до наименьшей влагоемкости (НВ)

установили, что порозность аэрации оказалась высокой только в его слое 0-10 см и составила 20% от объема почвы. Среднее значение порозности аэрации (18 – 19%) установлено в слоях почвы 10-20 и 20-30 см. Согласно её оценке по В.П. Панфилову и Н.И. Чащиной (1977) порозность становится низкой и пониженной при уровне (3-12%). При таком содержании воздуха затрудняется газообмен между атмосферным и почвенным воздухом, понижается снабжение корней и микроорганизмов кислородом, что снижает продуктивность растений.

Важно отметить, что плодородие и общее состояние почв, их способность противостоять различным антропогенным воздействиям в большей степени зависят от их агрегатного состава. Работами Н.А. Качинского (1963) [7] установлен зональный характер процессов агрегатобразования в почвах, и решающая роль в них отводится органическому веществу.

В структурной почве создаются оптимальные условия водного и теплового режимов, что в свою очередь обеспечивает развитие микробиологической деятельности, мобилизацию и доступность питательных веществ для растений. Структурная почва имеет высокую порозность и влагоемкость, лучше впитывает выпадающие атмосферные осадки, сохраняет влагу от испарения.

Одним из важных показателей качества предпосевной обработки почвы является глыбистость. Наличие глыб в верхнем слое почвы обуславливает лишнюю потерю влаги от испарения, а также неравномерную заделку и снижение полевой всхожести семян. Боронованием и прикатыванием почвы можно разрушить часть глыб и увеличить содержание ценных макроагрегатов.

Нами в многолетних опытах (1982-2009 гг.), проводимых в северной лесостепной подзоне Ишимской равнины, изучалось действие механических обработок на структурное состояние и плотность тяжелосуглинистого чернозема обыкновенного.

Образцы почвы на определение качества ее структуры отбирались ежегодно на полях опытного участка перед посевом семян яровой пшеницы, которая являлась замыкающей культурой зернопропашного (горохо-овсяная смесь, озимая рожь, кукуруза, пшеница) севооборота. Отбор образцов осуществляется в начале третьей декады мая в двух повторностях полевого опыта и в трех местах каждой делянки по слоям почвы 0-10, 10-20, 20-30 см. Фракционирование почвы в воздушно-сухом состоянии проводилось на колонке цилиндрических сит (сухое просеивание), а также в воде (мокрое просеивание) с помощью аппарата И.М. Бакшева.

Ежегодно на двух полях каждого из севооборотов в фазу всходов яровой пшеницы определяли плотность почвы (или объемную массу). Пробы брались в 4-кратной повторности.

Механические обработки поддерживают почву в рыхлом состоянии. Под влиянием механической обработки естественная структура почвы разрушается, глыбистые элементы крошатся, одновременно происходит агрегация пылеватых частиц.

При всех системах основной механической обработки в слое почвы 0-10 см не увеличивалось содержание распыленной части (микроструктурных элементов и пылевато-глинистых частиц), но несколько повышалась сумма агрономически ценных структурных фракций (размером от 0,25 до 10 мм). Отношение этой суммы фракций к фракции > 10 мм и распыленной части (< 0,25 мм), известное как коэффициент структурности, указывало на хорошую оструктуренность верхнего слоя (табл. 1).

Слой почвы 0-30 см по сумме фракций 0,25-10 мм, превышающей 60% от массы почвы, согласно оценочной шкале С.И. Долгова [9], характеризовался хорошим структурным состоянием.

Одна из задач наших исследований была связана с установлением характера влагообеспеченности яровой пшеницы на хорошо оструктуренном черноземе обыкновенном. Ежегодно в мае-июне за счет эвапотранспирационных расходов влаги (физического испарения и десукции) теряется из почвы больше влаги, чем поступает с выпадающими атмосферными осадками.

Таблица 1

Влияние систем основной механической обработки на структуру чернозема обыкновенного (данные за 1982 – 1998 гг.)

Система основной обработки почвы	Слой почвы, см	Фракция (мм), %, сухое просеивание						Сумма фракций		Коэффициент структурности
		>10	10-5	5-3	3-1	1-0,25	<0,25	> 10 и <0,25	10-0,25	
Отвальная	0 – 10	24,5	19,8	1,2	25,2	15,1	4,2	28,7	71,3	2,5
	10 – 20	30,8	23,3	11,4	18,6	11,8	4,1	34,9	65,1	1,9
	20 - 30	30,0	23,8	12,2	19,0	11,1	3,9	33,9	66,1	1,9
Отвально-безотвальная	0 – 10	22,6	19,3	12,1	25,3	16,4	4,3	26,9	73,1	2,7
	10 – 20	32,3	24,1	12,2	18,7	9,2	3,5	35,8	64,2	1,8
	20 - 30	27,8	23,0	12,5	20,0	12,6	4,1	31,9	68,1	2,1
Плоскорезная (мелкая)	0 – 10	23,8	19,9	11,5	23,1	17,1	4,6	28,4	71,6	2,5
	10 – 20	31,3	25,1	12,5	18,1	8,6	4,4	35,7	64,3	1,8
	20 - 30	27,5	24,0	12,7	20,5	11,8	3,5	31,0	69,0	2,2
Отвально-плоскорезная (разноглубинная)	0 – 10	24,9	19,4	11,5	23,5	16,9	3,8	28,7	71,3	2,5
	10 – 20	30,3	22,9	12,5	19,2	11,5	3,6	33,9	66,1	1,9
	20 - 30	26,9	23,2	12,5	20,4	13,2	3,8	30,7	69,3	2,2
md±	0 – 10	8,1	4,2	2,4	9,8	7,9	2,3	8,8	9,9	
	10 – 20	7,7	3,6	2,1	7,0	6,8	2,2	8,0	8,1	
	20 - 30	8,1	3,0	2,1	7,3	6,7	2,1	8,1	8,2	

Примечание: гумус в динамике не изучался, его данные приводятся по слоям 0-20 и 20-40 см десяти полей двух изучаемых севооборотов.

M+m - средняя арифметическая с абсолютной ошибкой средней. V - вариационный коэффициент, %. P - относительная ошибка средней, %. md - ошибка опыта.

В начале июня в почве под посевами пшеницы прослеживался переход от нижней границы оптимальной влажности к влажности замедленного роста растений. При этом в черноземе запасы продуктивной влаги не превышали 50% наименьшей влагоемкости.

В конце июня из-за ухудшения условий почвенного увлажнения начинают оказывать существенное влияние относительная влажность воздуха и дефицит влажности на формирование урожая яровой пшеницы.

Потери урожая от засушливых условий весны и начала лета требуют серьезного учета роли отдельных структурных фракций для экономного расходования влаги на испарение. Д.И. Буров (1952) особо выделял структурные фракции размером 3,0-0,5 мм. Н.З. Милащенко, В.С. Анохин (1974) [10] указывали, что в поверхностных слоях почвы наименьшее испарение отмечено при высоком содержании фракции средних комков (3-1 мм). Пылеватые фракции (1-0,25 и <0,25 мм) способствуют подтягиванию влаги из нижележащих слоев к поверхности испарения, а крупнокомковая фракция быстро подсыхает на поверхности.

Яровая пшеница предъявляет особую требовательность к степени оструктуренности и агрегатному составу почвы. Урожай зерновой культуры по предшественнику кукурузе имел положительную связь средней степени ($r = 0,39; 0,40$ и $0,43$) с суммой фракций размером 10-0,25 и 3-1 мм и коэффициентом структурности в слое почвы 0-20 см.

Урожай пшеницы по предшественнику пшенице с указанными фракциями и коэффициентом структурности имел аналогичную корреляционную зависимость.

Почвенная структура по годам изменялась. В верхнем слое (0-20 см) чернозема обыкновенного коэффициент вариации суммы фракций размером 10-25 и 3-1 мм составлял 13,2 и 39%, что свидетельствует о средней и сильной изменчивости. Ежегодная группировка опытных данных по содержанию агрономически ценных, структурных фракций позволила установить прямую зависимость урожая зерна пшеницы от этого показателя (табл. 2).

Таблица 2

Урожай яровой пшеницы ($M \pm m$ в ц/га) в зависимости от предшественников и содержания агрономически ценных структурных фракций в слое почвы 0-20 см (данные за 1982-1998 гг.)

Предшественник	Фракция, % от веса почвы					
	10-0,25 мм			3 - 1 мм		
	<60	60-80	>80	<20	20-30	>30
Пшеница	19,1±1,8	22,1±1,1	26,3±2,4	8,0±1,7	24,5±1,7	30,6±2,5

Кукуруза	22,8±1,6	24,3±1,0	29,1±1,6	23,2±1,1	25,0±0,8	31,7±1,7
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Структурное состояние почвы улучшается с большей массой корневой системы растений, гумусированностью и биологической активностью почвы под влиянием многолетних трав. По данным А.А. Алферова и А.Ф. Сафонова (2002) [1], коэффициент корреляции между гумусированностью и структурой почвы составляет 0,91.

Нашими исследованиями установлено, что сумма агрегатов, устойчивых к действию воды, в обрабатываемом слое чернозёма обыкновенного превышала 55%, что указывает на его хорошее агрегатное состояние (табл. 3).

Таблица 3

Влияние систем основной механической обработки на содержание агрегатов, гумуса в черноземе обыкновенном и его плотность (данные за 1982-1998 гг.)

Система основной обработки почвы	Слой почвы, см	Сумма фракций (мм), %					Плотность, г/см ³	Содержание гумуса, %		
		Сухое просеивание		Мокрое просеивание				M+ш	V	P
		>5	3-0,25	>1	1-0,25	>0,25				
Отвальная	0-10	44,3	40,3	10,7	49,4	60,1	1,06			
	10-20	54,1	30,7	12,6	49,5	62,1	1,15	6,98±0,22	11	3,1
	20-30	53,8	30,1	12,0	50,4	62,4	1,15	5,91±0,25	15	4,2
Отвально-безотвальная	0-10	41,9	41,7	9,4	50,0	59,4	1,06			
	10-20	56,4	27,9	12,1	50,5	62,6	1,15	6,63±0,20	10	3,0
	20-30	50,8	32,6	12,7	50,5	63,2	1,17	5,65±0,22	13	3,9
Плоскорезная (мелкая)	0-10	43,7	40,2	13,7	47,4	61,1	1,10			
	10-20	56,4	26,7	16,7	48,3	65,0	1,17	7,10±0,26	13	3,7
	20-30	51,5	32,3	15,6	53,1	68,7	1,17	5,98±0,26	15	4,3
Отвально-плоскорезная (разноглубинная)	0-10	44,3	40,4	10,9	52,1	63,0	1,07			
	10-20	53,2	30,7	12,7	50,8	63,5	1,15	7,13±0,22	10	3,1
	20-30	50,1	33,6	11,7	51,1	62,8	1,16	6,38±0,25	14	3,9
md±	0-10	9,1	9,2	5,2	9,6	ПД	0,05			
	10-20	8,7	7,9	5,4	9,5	10,3	0,04			
	20-30	8,6	7,6	5,4	9,5	10,8	0,04			

Примечание: гумус в динамике не изучался, его данные приводятся по слоям 0-20 и 20-40 см десяти полей двух изучаемых севооборотов.

M+m - средняя арифметическая с абсолютной ошибкой средней. V - вариационный коэффициент, %. P - относительная ошибка средней, %.

md - ошибка опыта.

За 1982-1998 гг. полевые культуры (горохово-овсяная смесь, озимая рожь, кукуруза, пшеница, пшеница) зернопаропропашного севооборота и зернопропашного (пар, озимая рожь, пшеница, кукуруза, пшеница) оставляли послеуборочных пожнивных и корневых остатков в среднем за ротацию соответственно 184,1 и 142,9 ц/га. Их определение проводилось по урожаю основной продукции с использованием уравнения регрессии по Ф.И. Левину (1977) [8].

Превышение послеуборочных остатков от культур зернопропашного севооборота за ротацию по сравнению с зернопаропропашным небольшое (41,2 ц/га) и при гумификации заметно не повлияло на накопление гумуса и водопрочных агрегатов. Это свидетельствует о равноценном влиянии возделываемых культур двух севооборотов на образование указанных почвенных элементов.

В наших исследованиях между содержанием водопрочных агрегатов и плотностью почвы корреляционная связь не установлена. О наличии такой связи указывали А.А. Алферов, А.Ф. Сафонов (2002) [1]. Они в длительном полевом опыте ТСХА установили, что показатели плотности почвы находились в сильной отрицательной корреляционной связи с количеством водопрочных агрегатов. Коэффициент корреляции (r) был равен (- 0,81).

Средняя величина плотности сложения обрабатываемого слоя почвы, определенная нами буром Качинского, в первую фенологическую фазу развития яровых культур по предшественникам яровой пшеницы и кукурузе составила $1,13 \pm 0,01$, озимой ржи по однолетним травам - $1,15 \pm 0,01$, по чистому пару - $1,08 \pm 0,01$ г/см.

Послеуборочные растительные остатки озимой ржи и яровой пшеницы, заделанные в почву разными системами основной обработки, оказывали определенное влияние на сложение почвы, обуславливали ее устойчивость к уплотнению за годы исследований (1977-1998), в фазу всходов яровой пшеницы между величиной плотности слоя почвы 0-20 см и суммой заделанных осенью растительных остатков прослеживалась отрицательная связь средней степени ($r = - 0,34$).

В почве десяти полей, где выращивали культуры в двух пятипольных севооборотах (зернопропашного и зернопаропропашного), сумма водопрочных агрегатов находилась в средней положительной связи с содержанием гумуса. Коэффициент корреляции r был равен 0,30 (t_r факт = 2,14, $t_{теор}$ = 2,01 при уровне значимости 0,05).

Влияние органических удобрений на агрегатный состав обрабатываемого слоя почвы изучалось нами (В.Н. Никонов, А.П. Лазарев, 1986) в отдельном опыте. Эффект был получен от внесения навоза в дозе 40 и 80 т/га, а торфа - 80 т/га. От дозы навоза 80 т/га в среднем за два года исследований (1983, 1984) наблюдалось наибольшее увеличение содержания водопрочных агрегатов - от 56 до 62%.

Применение в качестве удобрения измельченной соломы в количестве 4,5 т/га почти не увеличивало агрегированность почвы.

Культуры севооборотов, как известно, на агрегатное состояние обрабатываемого слоя оказывают неодинаковое влияние. В длительном опыте Тимирязевской академии установлено, что в почве под клевером, при его бессменном возделывании на фоне без удобрений, водопрочных почвенных комочков наблюдалось 39,2%, под бессменной озимой рожью и овсом - 27,5 и 27,8%, под картофелем - 18,5%, а в бессменном чистом пару - только 1,9%. Влияние одной и той же культуры на структуру почвы зависит от развития корневой системы. Чем лучше она развита, тем больше расчленяет почву на отдельные и скрепляет их сетью корешков.

В наших исследованиях кукуруза оставляла послеуборочных остатков в пересчете на сухое вещество в среднем 27,6, пшеница – 37,4, озимая рожь – 45,8 ц/га. Поэтому пропашная культура, оставляющая после уборки меньшее количество пожнивных и корневых остатков, влияла незначительно на снижение плотности почвы.

И.Б. Ревут (1972) [12] сделал вывод, что нет ни одного вида механической обработки почвы, который не оказывал бы существенного воздействия на её плотность.

В нашем опыте под действием применяемых механических обработок чернозема обыкновенного верхний слой почвы 0-10 см был рыхлым, ниже лежащие - среднеуплотненными. Оценка уплотнения произведена по С.А. Модиною и др. (1966) [9]. Незначительное увеличение уплотнения, в наших исследованиях, в слое 0-20 см отмечалось при мелкой плоскорезной обработке почвы (табл. 3).

Устойчивость почвы к уплотнению определялась хорошей оструктуренностью, значительным преобладанием в структуре агрономически ценных макроагрегатов размером 10-0,25 мм.

Между плотностью обрабатываемого слоя и содержанием в нем гумуса прослеживалась отрицательная связь средней степени ($r = - 0,49$). Коэффициент корреляции удостоверялся $t_{г\text{ факт}} r = 4,45$, $t_{г\text{ теор}} = 3,65$ при очень высоком уровне значимости. Все вышеприведенные данные свидетельствуют о том, что гумус является важнейшим фактором, положительно влияющим на плотность почвы и количество в ней водопрочных агрегатов.

Учитывая, что гумус в значительной степени влияет на агрофизические свойства почвы, её плодородие, приводим краткую информацию. В 1973 г. в начале закладки стационарного опыта в нескольких местах опытного участка произвели отбор почвенных образцов на содержание гумуса. Первые определения проведены в Ишимской агрохимлаборатории, а затем в другие годы исследования проводились в лаборатории

Ишимской опытной станции по земледелию. Первыми анализами выявили, что в слоях почвы 0-20 см среднее содержание гумуса составило 7,7%, а в 20-40 см - 6,2%. С глубиной его количество резко уменьшалось (рис. 1), что характерно для черноземов Западно-Сибирской фации.

В 1993 г., через 20 лет после первых анализов почвенных образцов, слой почвы 0-20 см, в зависимости от способа обработки почвы, стал заметно различаться по содержанию гумуса. На вариантах опыта с отвальной основной обработкой почвы содержание его снизилось среднем до 6,98, отвально-безотвальной - 6,63, плоскорезной (мелкой) - 7,10, отвально-плоскорезной - 7,13%.

Наиболее активная минерализация гумуса и меньшие его запасы наблюдались при отвальной и отвально-безотвальной системах обработки почвы.

От применения плоскорезной обработки сохранялись в почве большие запасы гумуса (рис. 2).

В наших исследованиях наибольшие запасы гумуса наблюдались на варианте опыта с отвально-плоскорезной (разноглубинной) системой основной обработки. При её применении, в отличие от других, глубокой вспашкой на 28-30 см, пожнивные и корневые остатки культур севооборотов и навоз, вносимый за ротацию в дозе 50 т/га (в расчете на 10 т/га ежегодно), заделывались на большую глубину. Здесь процессы трансформации органического вещества замедлений, гумуса образуется больше.

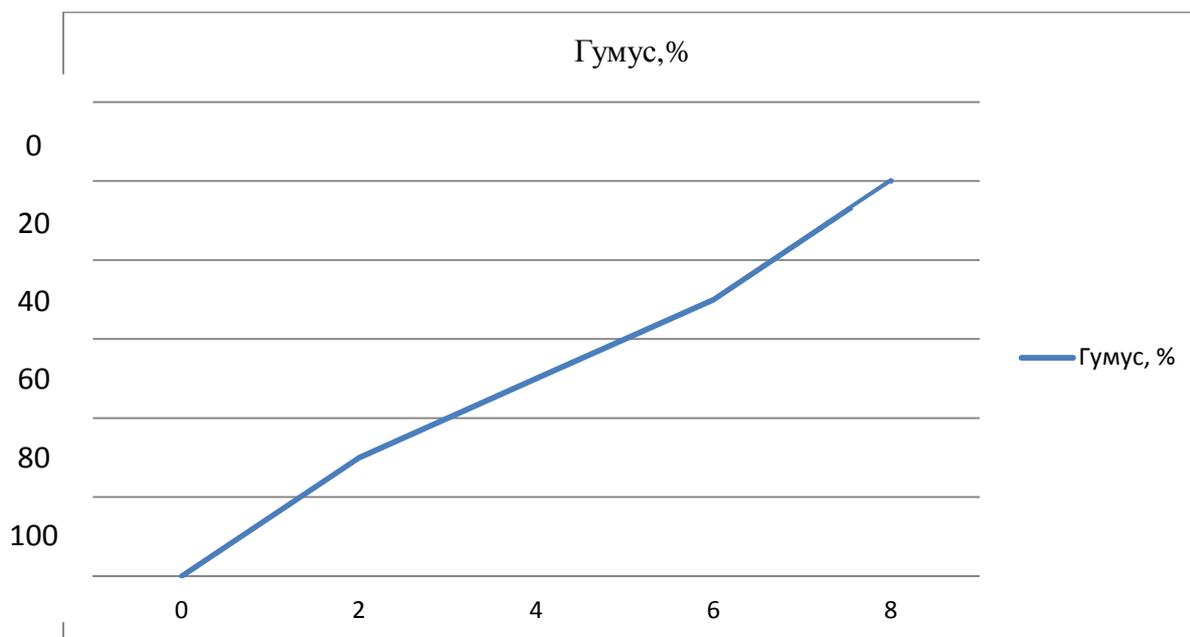


Рис. 1. Профильное изменение содержания гумуса в черноземе обыкновенном перед закладкой полевого опыта в 1973 г.

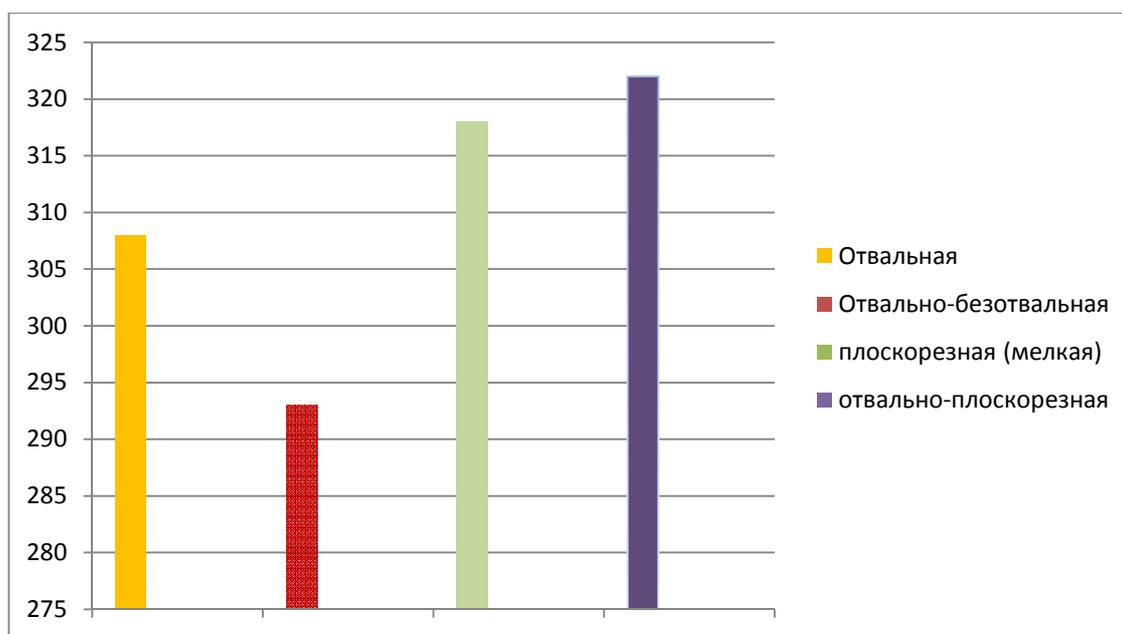


Рис. 2. Запасы гумуса в 1993 г. в слое почвы чернозёма 0-40 см в зависимости от применения в севооборотах систем основной обработки почвы.

В наших исследованиях отвально-плоскорезная (разноглубинная) система основной обработки, благодаря глубокой вспашке, обеспечила по сравнению с мелкой плоскорезной обработкой накопление на глубине почвы 20-40 см гумуса больше на 9,7 т/га и ежегодной отвальной (на 20-22 см) – на 12,7 т/га.

Многолетние исследования позволили выявить, что от степени оструктуренности почвы зависит ее плотность. Если слой почвы 0-20 см опытных делянок характеризовался коэффициентом структурности менее 2,5, то содержание глыб (> 10 мм) составило $30,0 \pm 0,9\%$, распыленной части (< 0,25 мм) - $6,6 \pm 0,7\%$, агрономически ценных структурных фракций (0,25-10 мм) — $63,4 \pm 0,7\%$ от общего веса. При этом плотность слоя равнялась $1,15 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$.

При коэффициенте структурности более 2,5 снизилось содержание глыб в среднем до $18,6 \pm 0,5\%$, распыленной части - $3,4 \pm 0,3\%$, увеличилась сумма фракций размером 0,25-10 мм до $78,0 \pm 0,6\%$. Плотность слоя уменьшилась до $1,09 \pm 0,01 \text{ г/см}^3$.

Величина плотности имеет хорошо выраженную динамику во времени. В наиболее рыхлом состоянии обрабатываемый слой пребывает сравнительно недолго - сразу после обработки почвы. Затем начинается «самоуплотнение» почвы, которое выражено тем ярче, чем ниже структура почвы, чем больше атмосферных осадков выпадает после обработки, а также в зависимости от вида обработки и качества её выполнения.

Нашими многолетними исследованиями в период фазы всходов яровой пшеницы установлено, что во всех слоях почвы (0-10, 10-20 и 20-30 см) коэффициент вариации

величины плотности не превышал 9%, что указывает на её незначительную изменчивость. Последняя свидетельствовала о существенной стабилизации плотности верхних слоев почвы.

Уплотнение обрабатываемого слоя чернозема обыкновенного происходило за период от осенней основной обработки до посева весной семян яровых культур. В дальнейшем величина плотности почти не изменялась (Д.И. Буров, Е.В. Дудинцев, Г.И. Казаков, 1973) [3].

Оптимальной для растений яровой пшеницы, как показали трехлетние (1977-1979) специальные вегетационные опыты, проведенные на Ишимской опытной станции по земледелию, является плотность чернозема обыкновенного в пределах 1,0-1,3 г/см³. При увеличении или уменьшении этого показателя урожай пшеницы снижался.

Поля изучаемых нами севооборотов имели оптимальную плотность, и поэтому между её показателями и урожаем пшеницы корреляционную связь не выявили.

Погодные условия иногда сильно влияют на уплотнение почвы. Наблюдения В.М. Холзакова (2004) показали, что в 1982-2001 гг. за вегетационный период растений в слое дерново-подзолистой почвы 0-20 см плотность сложения находилась в пределах оптимальных параметров - 1,03-1,25 г/см³.

В мае 2001 г. Выпало 134,6 мм атмосферных осадков, а в июле всего 12,3 мм. В результате этого в мае произошло сильное переувлажнение, а в июле - иссушение почвы, что вызвало повышение её плотности в слое - 0-10 см при отвальной обработке до 1,32-1,36 г/см³, при безотвальной - до 1,28-1,36, при минимальной - до 1,27 - 1,31 г/см³. В слое почвы 10-20 см в среднем по всем вариантам обработок плотность была в пределах 1,29-1,40 г/см³.

Выводы

1. В результате исследований установлено, что отвально-плоскорезная (разноглубинная) система основной обработки обеспечила по сравнению с мелкой плоскорезной обработкой накопление на глубине 20-40 см гумуса больше на 9,7 т/га, а ежегодной отвальной (на глубину 20-22 см) – на 12,7 т/га.
2. Оптимальной для растений пшеницы, как показали трехлетние вегетационные опыты, является плотность чернозема обыкновенного в пределах 1,0–1,3 г/см³. При увеличении или уменьшении этого показателя урожайность яровой пшеницы в наших исследованиях снижалась.
3. Между плотностью почвы и коэффициентом оструктуренности почвы прослеживается слабая отрицательная корреляционная связь ($r = - 0.27$)

Список литературы

1. Алферов А.А. Водопрочность структуры и плотность почвы / А.А. Алферов, А.Ф. Сафонов // Длительному полевому опыту ТГСХ 90 лет; итоги научных исследований. – М. : Изд-во ТГСХА, 2002, - С. 109-125.
2. Архипов С.А. Западно-Сибирская равнина (история рельефа Сибири и Дальнего Востока) / С.А. Архипов, В.В. Водвин, В.В. Мизерев, В.А. Николаев. – Новосибирск : Наука, 1970. – 278 с.
3. Буров Д.И. Испарение воды парующей почвой и почвой под растительным покровом в условиях Заволжья // Почвоведение. – 1958. - № 1. – С. 45-50.
4. Вильямс В.Р. Почвоведение с основами земледелия. – М. : Сельхозгиз, 1939. – 447 с.
5. Гедрайц К.К. К вопросу о почвенной структуре и сельскохозяйственном её значении // Изв. государ. ин-та опытной агрономии. - 1926. - Т. 4, вып. 3. – С. 15-22.
6. Костычев П.А. Почвоведение. – М. : Сельхозгиз, 1940. – 224 с.
7. Качинский Н.А. Структура почвы. – М. : МГУ, 1963. – 89 с.
8. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // Агрохимия. - 1977. - № 8. – С. 36-42.
9. Модина С.А. Сложение и структурное состояние почвы / С.А. Модина, С.И. Долгов, М.Н. Польский // Агрофизические методы исследования почв. – М. : Наука, 1966. – С. 42-71.
10. Никонов В.Н., Лазарев А.П. Эффективность торфа и навоза // Уральские нивы. – 1986. - № 5. - С. 33-34.

Рецензенты:

Сапега В.А., д.с.-х.н., профессор кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», г. Тюмень.

Храмцов Н.В., д.т.н., профессор кафедры строительного производства, оснований и фундаментов ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», г. Тюмень.