

УДК 631.8:631.559:631.434:631.459.2:631.445.24

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ, ПОДВЕРЖЕННОЙ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ, И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

© 2005 г. Н. Н. Цыбулька*, И. И. Жукова**, А. В. Юхновец***

*Могилевский филиал Института радиологии
212011 Могилев, ул. Калужская, 41, Белоруссия

**Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова
212030, Могилев, ул. Первомайская, 44, Белоруссия

***Институт почвоведения и агрохимии НАН Белоруссии
220108 Минск, ул. Казинца, 62, Белоруссия

Поступила в редакцию 01.07.2004 г.

Представлены результаты изучения действия органических и минеральных удобрений на структурно-агрегатный состав и водопрочность макроструктуры дерново-подзолистых почв разной степени эродированности и урожайности сельскохозяйственных культур. Органические удобрения даже в невысоких (40 т/га) дозах способствовали образованию агрономически ценной структуры почвы. Минеральные удобрения в оптимальных дозах улучшали структурно-агрегатный состав и повышали противоэрозионную стойкость почв.

ВВЕДЕНИЕ

Эрозия почв является одной из основных причин деградации почвенного покрова, действующих во всех ландшафтных зонах Белоруссии. Наряду с потерей гумуса и элементов питания она приводит к физической деградации почвы – разрушению ее структуры. Последнее отрицательно сказывается на водном, воздушном, пищевом режиме почв и в результате на росте и развитии культурных растений.

Агрономически наибольшую ценность имеют комковатая и зернистая макроструктура пахотного горизонта и агрегаты размером 0.25–10 мм (особенно 2–5 мм). В создании структуры почвы выделяют два основных процесса: образование собственно агрегатов и формирование их водопрочности. Агрегатообразованию способствуют развитие корневой системы растений, деятельность почвообитающих организмов, промораживание, периодичность увлажнения–высушивания почвы, обработка почвы и т.д.

С точки зрения устойчивости почв к водной эрозии представляют интерес факторы, обуславливающие сопротивляемость макроагрегатов разрушающему воздействию воды – ударному действию дождевых капель и текущего водного потока.

Общепризнанна роль органического вещества, в частности гуминовых соединений, некоторых катионов (Ca, Al, Fe) в процессах структурообразования и образования водопрочных агрегатов. Способностью к оструктуриванию (восстановлению структуры) и водопрочностью структуры облада-

ют почвы с высоким содержанием гумуса и глинистых частиц, почвенно-поглощающий комплекс (ППК) которых насыщен кальцием. По данным [1] пониженное (<2%) содержание органического вещества в почве способствует формированию мелких фракций водопрочных макроагрегатов, а более высокое – и крупных фракций (>3 мм) агрегатов.

В научной литературе существуют различные данные относительно действия минеральных удобрений на структурное состояние почвы. Часто отмечается, что высокие дозы удобрений, продолжительное их применение, особенно физиологически кислых форм, ухудшают структуру почвы, однако она может не изменяться [2–7]. Разрушение водопрочных агрегатов при систематическом внесении минеральных удобрений и их подкисляющем действии происходит из-за растворения гуматов кальция, служащих цементом для элементарных почвенных частиц.

В исследовании [8] ухудшение структурного состояния почв происходило в первые годы после одноразового внесения высоких доз минеральных удобрений, в первую очередь азотных. Через 2–3 года отрицательное последствие их не проявлялось. Агрегатный состав и водопрочность структуры не ухудшались при внесении умеренных доз NPK.

Разрушение структуры почвы под влиянием минеральных удобрений может быть вызвано действием на ППК одновалентных катионов, особенно Na⁺, способствующих диспергированию гу-

Таблица 1. Основные показатели плодородия эродированных дерново-подзолистых почв

Показатель	Неэродированная	Слабоэродированная	Среднеэродированная	Сильноэродированная
Плотность твердой фазы, г/см ³	2.60	2.62	2.65	2.68
Плотность, г/см ³	1.40	1.45	1.52	1.58
Общая пористость, %	45	44	44	41
Наименьшая влагоемкость, % от массы абсолютно сухой почвы	25.7	22.9	21.0	21.2
Влажность завядания растений, % от массы абсолютно сухой почвы	3.73	3.97	4.80	4.84
pH _{KCl}	6.74	6.62	6.57	6.42
Содержание гумуса, %	2.04	1.76	1.70	1.60
Запас гумуса, т/га	58.3	51.7	50.0	48.3
Содержание P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	334	200	184	150
Содержание K ₂ O, мг/кг почвы	123	100	96	91

муса и рассеиванию коллоидов [9]. В [10] отмечено ухудшение агрегатного состава почвы при внесении аммонийных удобрений из-за диспергирования гумуса поглощенным аммонием. Аммиак положительно действует на структуру почвы, способствуя растворимости и перераспределению гуминовых соединений, которые при подсушивании “цементируют” небольшие комочки почвы, образуя стабильные прочные агрегаты [9].

Положительное действие минеральных удобрений на структурное состояние почвы связано с ростом и развитием растений, повышением их урожайности, в том числе и корневой массы, оструктуривание почвы происходит в этом случае как вследствие механического давления корней, так и воздействия на почву активного гумуса. Получены данные положительного действия на агрегатный состав почвы H₃PO₄ и суперфосфата [11, 12].

Органические удобрения в основном положительно действуют на структурное состояние почв [1, 13–15]. По мнению [17], не всегда для улучшения структуры почвы необходимы такие же высокие дозы органических удобрений, которые применяются для поддержания бездефицитного баланса гумуса.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в 1999–2001 гг. в полевом стационарном опыте, заложенном по направлению от водораздельной равнины до нижней части склона северо-восточной экспозиции, выпуклого, крутизной 5–7°, длиной 200 м.

На водораздельной равнине была вскрыта дерново-подзолистая легкосуглинистая почва на мощных моренных суглинках, в верхней части склона – дерново-подзолистая легкосуглинистая

слабоэродированная на связных моренных супесях, подстилаемых с глубины около 0.3 м легкими моренными суглинками, в средней части склона – дерново-подзолистая легкосуглинистая средне- и сильноэродированная почва на мощных моренных суглинках.

С увеличением степени эродированности почвы возрастала плотность твердой фазы пахотного горизонта с 2.60 до 2.67–2.69 г/см³ и плотность почвы с 1.40 до 1.60 г/см³ (табл. 1), снижалась ее общая пористость с 45 до 41% и наименьшая влагоемкость – с 25.7 до 21.2% от веса абсолютно сухой почвы, возрастала влажность завядания растений – с 3.73 до 4.84% от веса абсолютно сухой почвы.

Увеличение эродированности почвы приводило к снижению содержания и запасов гумуса в пахотном горизонте. По содержанию подвижного фосфора в пахотном слое неэродированная почва относится к V группе обеспеченности – 334 мг/кг почвы. На слабоэродированной почве содержание P₂O₅ пониженное – 200 мг/кг почвы (IV группа). Сильноэродированная почва относится еще к более низкой, III группе обеспеченности по фосфору – 150 мг/кг почвы. Исследуемые почвы как неэродированная, так и эродированные характеризовало низкое содержание обменного калия – 91–123 мг/кг почвы (II группа обеспеченности).

Влияние минеральных и органических удобрений на структурно-агрегатный состав и водопропускность структуры почв разной степени эродированности изучали в звене зернотравяного севооборота, развернутого во времени. В 1999 г. возделывали многолетние бобово-злаковые травы (*Trifolium pratense* L. и *Phleum pratense* L.), в 2000 г. – озимую пшеницу (*Triticum aestivum* L.), в 2001 г. – овес (*Avena sativa* L.).

Таблица 2. Влияние минеральных удобрений на показатели структуры пахотного слоя почв

Вариант	Содержание агрономически ценных агрегатов, %	K_c	Показатели водопрочности макроструктуры				
			содержание фракций, %			d_w , мм	K_e
			>1.0 мм	>0.25 мм	<0.25 мм		
Бобово-злаковые травы							
Без удобрений	59.3	1.5	8.1	46.6	53.4	1.2	0.52
	49.1	1.0	5.9	57.8	42.2	1.0	0.59
N60P55K65	67.0	2.0	12.5	54.7	45.3	1.0	0.61
	48.5	0.9	5.7	60.3	33.7	1.0	0.65
Озимая пшеница							
Без удобрений	55.1	1.0	8.0	24.4	75.6	1.0	0.53
	29.7	0.4	8.1	24.9	75.1	0.5	0.40
N90P60K110	60.4	1.5	8.0	25.1	74.9	1.4	0.60
	36.6	0.6	8.9	25.1	74.9	0.6	0.42
Овес							
Без удобрений	27.4	0.4	13.4	51.6	48.4	0.8	0.54
	18.4	0.2	8.1	44.0	56.0	0.5	0.46
N90P70K100	45.9	0.9	17.2	53.3	46.7	1.0	0.61
	27.1	0.4	9.7	44.2	55.8	0.6	0.47

Примечание. Над чертой – неэродированная почва, под чертой – сильноэродированная почва.

Минеральные удобрения вносили в дозах, рекомендуемых на планируемую урожайность зерновых культур 40 ц/га, бобово-злаковых трав 50 ц/га сена, рассчитанных по методике [18]. Дозы минеральных удобрений под возделываемые культуры: бобово-злаковые травы – N60P55K65; озимая пшеница – N90P60K110; овес – N90P70K100.

Фосфорные (суперфосфат аммонизированный) и калийные (калий хлористый) удобрения под озимую пшеницу и овес вносили под культивацию, многолетние травы – в начале весенней вегетации (под первый укос). Азотные удобрения (карбамид) под озимую пшеницу применяли в ранневесеннюю подкормку, под овес – до посева, под многолетние травы – в начале весенней вегетации. Органические удобрения применяли под вторую культуру звена севооборота (озимую пшеницу) в дозе 40 т/га соломистого навоза.

Структурно-агрегатный состав и водопрочность макроструктуры определяли по Саввинову [19]. Содержание гумуса – по Тюрину в модификации Никитина [20], подвижного фосфора и обменного калия – по Кирсанову, pH_{KCl} по [21].

Повторность в опыте четырехкратная. Общая площадь делянки 55 м², учетная – 45 м². Почвенные пробы для выполнения агрофизических и агрохимических анализов отбирали под травами после первого укоса, под зерновыми культурами – в период полного созревания зерна. Учет урожая

проводили сплошным методом и пересчитывали на стандартную влажность. Статистическую обработку результатов исследований выполняли методом дисперсионного анализа на ПЭВМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Неэродированная почва имела более комковатую структуру, чем эродированная (табл. 2). Содержание агрономически ценных агрегатов в пахотном слое неэродированной почвы выше по сравнению с сильноэродированной под бобово-злаковыми травами на 10.2–18.5%, под озимой пшеницей – на 23.8–25.4 и под овсом – на 9.0–18.5%.

Наилучшей структурой почвы характеризовались под бобово-злаковыми травами (клевер с тимофеевкой). Содержание агрономически ценных агрегатов составляло на неэродированной почве 59.3–67.0%, на сильноэродированной – 48.5–49.1%, коэффициенты структурности (K_c) – 1.5–2.0 и 0.9–1.0 соответственно.

Под зерновыми культурами структура почвы ухудшалась. Это объясняется в первую очередь тем, что многолетние травы формируют более мощную по сравнению с озимыми и, особенно, яровыми зерновыми культурами по объему и массе корневую систему, которая способствует структурообразованию.

Таблица 3. Действие (озимая пшеница) и последствие (овес) органических удобрений на показатели структуры почв и ее водопрочность

Культура	Вариант*	Содержание агрономически ценных агрегатов, %	K_c	Показатели водопрочности макроструктуры				
				содержание фракций, %			d_w , мм	K_e
				>1.0 мм	>0.25 мм	<0.25 мм		
Неэродированная почва								
Озимая пшеница	1	60.4	1.1	8.0	25.1	74.9	1.4	0.6
	2	62.4	1.7	13.2	29.0	71.1	2.0	0.8
Овес	1	45.9	0.9	17.2	53.3	46.7	1.0	0.6
	2	53.7	1.2	31.8	57.4	42.6	1.6	0.7
Слабоэродированная почва								
Озимая пшеница	1	51.8	1.3	9.0	26.9	73.1	1.3	0.6
	2	61.8	1.6	7.8	25.3	74.7	1.4	0.7
Овес	1	40.8	0.7	12.0	54.6	45.4	0.7	0.6
	2	47.4	0.9	16.1	54.6	45.4	0.9	0.7
Среднеэродированная почва								
Озимая пшеница	1	54.8	1.2	6.4	24.2	75.8	0.9	0.5
	2	58.6	1.4	7.5	26.7	73.3	1.3	0.6
Овес	1	29.6	0.4	12.4	53.5	46.5	0.7	0.6
	2	36.6	0.6	14.3	57.5	42.5	0.8	0.7
Сильноэродированная почва								
Озимая пшеница	1	36.6	0.6	8.9	25.1	74.9	0.6	0.4
	2	44.5	0.8	8.5	25.8	74.2	1.2	0.5
Овес	1	27.4	0.4	9.7	41.2	58.8	0.6	0.4
	2	33.2	0.5	12.5	54.3	45.7	0.7	0.6

* Озимая пшеница: 1 – N90P60K110, 2 – N90P60K110 + навоз 40 т/га; овес: 1 – N90P70K100, 2 – N90P60K110 + навоз 40 т/га (последствие).

Систематическое применение минеральных удобрений оказало положительное влияние на структурное состояние почв. Чем более длительно вносили минеральные удобрения, тем выше была структурность почв. Так, под первой культурой (бобово-злаковыми травами), под которую применяли удобрения, различия между удобренным и удобренным вариантами были не столь заметными, а на эродированной почве практически отсутствовали. Под второй культурой – озимой пшеницей содержание агрономически ценных агрегатов в варианте N90P60K110 было выше, чем на контроле на 5.3–6.9%. На третий год под овсом количество агрегатов в варианте N90P70K100 увеличилось на 9.0–18.9%. Коэффициенты структурности почвы на удобренных вариантах также были значительно выше, чем на контроле. По нашему мнению, положительное действие на структурно-агрегатный состав почвы минеральных удобрений на второй и, особенно, на третий год их внесения состоит в ежегодном дополнительном поступлении в почву растительных остатков (корневых и

пожнивных) за счет стимулирования роста и развития подземных и наземных частей растений.

Как уже отмечалось, важное значение для почв, подверженных водной эрозии, имеют физические показатели противоэрозионной стойкости почв, такие как содержание водопрочных агрегатов, их средневзвешенный диаметр и коэффициент водопрочности. В наших исследованиях наблюдалась тенденция к увеличению относительного содержания водопрочных агрегатов в вариантах с внесением минеральных удобрений. Средневзвешенный диаметр водопрочных агрегатов (d_w) и коэффициент водопрочности (K_e) также на удобренных фонах были выше, чем на контроле, как на неэродированной, так и на эродированной почвах.

Изучение действия и последствие органических удобрений на структурно-агрегатный состав почвы показало, что внесение их, даже в невысоких дозах, положительно влияло на структурное состояние пахотного слоя почвы (табл. 3). Применение под озимую пшеницу 40 т/га солоमистого навоза способствовало увеличению содержания

агрономически ценных агрегатов на слабоэродированной почве на 10.0%, на средне- и сильноэродированной почвах – на 3.8 и 7.9% соответственно. На органо-минеральном фоне почвы характеризовались более высокими коэффициентами структурности. Положительное влияние органических удобрений на агрономически ценную структуру почвы проявилось и в последствии при возделывании овса. На органо-минеральном фоне доля агрегатов размером 0.25–10.0 мм была выше, чем на минеральном фоне на 5.8–7.8%. В то же время четкой закономерности в действии органических удобрений на показатели водопрочности макроструктуры не установлено. Наблюдалась тенденция повышения содержания водопрочных агрегатов.

Продуктивность возделываемых культур зависела как от степени эродированности почвы, так и от применения удобрений. Продуктивность многолетних бобово-злаковых трав составила в варианте без удобрения (контроль) на неэродированной почве 20.8 ц/га сена. На сильноэродированной почве она была на 11.4 ц/га или в 2.2 раза ниже (табл. 4).

Применение минеральных удобрений в дозах N60P55K65 обеспечило существенные прибавки сена, составившие на неэродированной почве 21.5 ц/га, на сильноэродированной – 18.5 ц/га.

Урожайность второй культуры звена севооборота озимой пшеницы на контроле изменялась в зависимости от эродированности почвы от 13.1 до 16.9 ц/га зерна. Внесение N90P60K110 достоверно повысило урожайность – получены прибавки зерна на неэродированной почве 12.7 ц/га, на сильноэродированной – 8.6 ц/га.

Продуктивность овса колебалась на контроле в пределах 15.2–18.3 ц/га зерна. Минеральные удобрения в дозах N90P70K100 способствовали повышению ее на неэродированной почве на 10.7 ц/га, на сильноэродированной почве на 7.2 ц/га.

Невысокие прибавки урожайности как пшеницы, так и овса в значительной степени были обусловлены неблагоприятными для роста и развития растений метеорологическими условиями в период их активной вегетации, особенно на почве, подверженной эрозии.

Снижение урожайности пшеницы на сильноэродированной почве по сравнению с неэродированной составило на контроле 3.8 ц/га или 23%, в варианте с внесением удобрений – 7.9 ц/га или 26.7%.

Овес меньше реагировал на эродированность почвы. Урожайность снизилась на контроле на 3.1 ц/га (17%), в варианте с внесением удобрений – на 6.6 (23%).

В целом можно отметить, что эффективность минеральных удобрений под всеми культурами звена зерноотрава севооборота на неэродированной почве была значительно выше, чем на

Таблица 4. Влияние минеральных удобрений на урожайность культур звена зерноотрава севооборота

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Снижение урожайности на эродированной почве, ц/га
Бобово-злаковые травы			
Без удобрений	$\frac{20.8}{9.4}$	–	11.4
N60P55K65	$\frac{42.3}{27.9}$	$\frac{21.5}{18.5}$	14.4
Озимая пшеница			
Без удобрений	$\frac{16.9}{13.1}$	–	3.8
N90P60K110	$\frac{29.6}{21.7}$	$\frac{12.7}{8.6}$	7.9
Овес			
Без удобрений	$\frac{18.3}{15.2}$	–	3.1
N90P70K100	$\frac{29.0}{22.4}$	$\frac{10.7}{7.2}$	6.6

Примечание. Над чертой – неэродированная почва, под чертой – сильноэродированная почва.

почве, сильно подверженной эрозии. Это обусловлено, по нашему мнению, менее благоприятными водно-физическими свойствами эродированной почвы, что и отражается на действии минеральных удобрений.

Органические удобрения, 40 т/га соломистого навоза на фоне NPK, способствовали существенному росту урожайности зерновых культур, как в действии, так и в последствии (табл. 5). В среднем за два года получены достоверные прибавки зерна по отношению к минеральной системе удобрения. Более эффективным применение органических удобрений было на неэродированной и слабоэродированной почвах, обеспечив дополнительно 5.8 и 6.3 ц/га зерна соответственно. На средне- и сильноэродированной почве прибавки составили соответственно 5.2 и 5.1 ц/га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, органические удобрения даже в невысоких (40 т/га) дозах способствовали образованию агрономически ценной структуры почвы. Минеральные удобрения, применяемые в оптимальных дозах (N60–90P60–70K60–110), улучшали структурно-агрегатный состав и повышали противоэрозионную стойкость дерново-подзолистых почв на моренных суглинках благодаря допол-

Таблица 5. Действие (озимая пшеница) и последствие (овес) органических удобрений на продуктивность возделываемых культур

Система удобрения	Урожайность, ц/га зерна			Недобор зерна на эродированных почвах, ц/га	Прибавка зерна от органических удобрений, ц/га
	озимая пшеница	овес	в среднем		
Несмытая почва					
Минеральная	29.6	29.0	29.3	–	–
Органо-минеральная	37.9	32.3	35.1	–	5.8
Слабосмытая почва					
Минеральная	28.9	27.5	28.2	1.1	–
Органо-минеральная	37.1	31.9	34.5	0.6	6.3
Среднесмытая почва					
Минеральная	25.3	25.6	25.5	3.8	–
Органо-минеральная	33.3	28.0	30.7	4.4	5.2
Сильносмытая почва					
Минеральная	21.7	22.4	22.1	7.2	–
Органо-минеральная	30.0	24.3	27.2	7.9	5.1
НСП ₀₅ по фактору А	1.7	1.9			
по фактору Б	2.7	2.2			

Примечание. Минеральная система удобрения под озимую пшеницу – N90P60K110, под овес – N90P70K100; органо-минеральная система удобрения под озимую пшеницу – навоз 40 т/га + N90P60K110, под овес – навоз 40 т/га (последствие) + N90P70K100. Фактор А – удобрение, фактор Б – смытость почвы.

нительному поступлению в почву растительных (корневых и пожнивных) остатков в результате повышения общей продуктивности сельскохозяйственных культур.

Эффективность минеральных и органических удобрений на неэродированной почве выше, чем на почвах, в разной степени подверженных эрозии, что обусловлено менее благоприятными водно-физическими свойствами эродированных почв, негативно отражающимися на действии удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецова И.В. Агрофизические свойства дерново-подзолистых почв разной степени окультуренности // Физические условия почвенного плодородия. М., 1978. С. 30–45.
2. Williams R.J. Effect of management and manuring on physical properties of some Rothamsted Exp. Sta.: Report. 1977. P. 2. P. 37–52.
3. Mazurak A.P. et al. Detachment of soil aggregates by simulated rainfall from heavily manured soils in eastern Nebraska // Proc. Soil Sci. Soc. Am. 1976. V. 39. № 4. P. 732–736.
4. Акентьева Л.И. Влияние плоскорезной обработки и удобрения на физико-химические свойства и структурное состояние слабоэродированного обыкновенного чернозема // Тр. Харьковского СХИ. 1978. Т. 255. С. 79–80.
5. Захаревский В.И. К вопросу о влиянии удобрений в севообороте на некоторые физические свойства каштановой почвы // Агрохимия. 1978. № 3. С. 99–103.
6. Кураченко Н.Л., Трубников Ю.Н. Влияние удобрений и мелиорантов на структурно-агрегатное состояние серых лесных почв и содержание в них лабильных гумусовых веществ // Агрохимия. 2002. № 5. С. 17–21.
7. Синкевич З.А. Современные процессы в черноземах Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1989. 214 с.
8. Медведева В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М.: Агропромиздат, 1988. 157 с.
9. Шконде Э.И., Благовецкая З.К. Изменение физических свойств почвы при длительном применении минеральных удобрений. М., 1982. 51 с.
10. Dox R.L., Ilson R.A., Mazurak A.P. Persistence of ammonium ion and its effect upon physical and chemical properties of soil // Agr. J. 1982. V. 44. № 10. P. 509–513.
11. Thien S.J. Stabilizing Soil Aggregates with Phosphoric Acid // Soil Sci. Soc. Am. J. 1976. V. 40. № 1. P. 105–108.
12. Sandal P.C., Garey C.L. Effect of topdressing permanent pastures with superphosphate on beef yield and distribution of available P₂O₅ in the soil // Agr. J. 1975. V. 37. № 5. P. 229–231.
13. Березин А.М., Синих Ю.Н., Полосина В.А. Влияние различных систем удобрения в зернопропашном севообороте на агрофизические свойства выщелоченного чернозема и урожайность сельскохозяйственных культур. // Изв. ТСХА. 2000. Вып. 1. С. 23–35.

14. *Медведев В.В.* Теоретические и прикладные основы оптимизации физических свойств черноземов: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 1981. 40 с.
15. *Mortensen J.L., Martin W.P.* Effect of soil conditioner-fertilizer interactions on soil structure, plant growth and yield // *Soil Sci.* 1976. V. 81. P. 33–46.
16. *Лактионова Т.Н.* Изменение физических свойств чернозема при внесении навоза // *Почвоведение.* 1990. № 8. С. 73–82.
17. Система удобрения сельскохозяйственных культур (рекомендации). Минск, 1997. 16 с.
18. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
19. *Никитин Б.А.* Методика определения содержания гумуса в почве // *Агрохимия.* 1982. № 3. С. 123–125.
20. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.

Effect of Fertilizers on the Structural Status of Soddy-podzolic Soil Subjected to Water Erosion and the Yield of Agricultural Crops

N. N. Tsybul'ka, I. I. Zhukova*, and A. V. Yukhnovets**

Mogilev Branch, Institute of Radiology, ul. Kaluzhskaya 41, Mogilev, 212004 Belarus

**Mogilev State University, ul. Pervomaiskaya 44, Mogilev, 212030 Belarus*

***Institute of Soil Science and Agrochemistry, Belorussian Academy of Sciences, ul. Kazintsa 62, Minsk, 220108 Belarus*

The effect of organic and mineral fertilizers on the structural and aggregate composition, the water stability of the macrostructure of soddy-podzolic soils at different erosion degrees, and the yield of agricultural crops was studied. Organic fertilizers, even at low rates (40 t/ha), favored the development of an agronomically valuable soil structure. Mineral fertilizers at optimal rates improved the structural and aggregate composition of soils and increased their resistance to erosion.