

УДК 631.8:631.6.02

*Н. Н. ЦЫБУЛЬКА, О. В. ЮХНОВЕЦ*

**РОЛЬ УДОБРЕНИЙ В ОБРАЗОВАНИИ АГРОНОМИЧЕСКИ  
ЦЕННОЙ СТРУКТУРЫ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ,  
СФОРМИРОВАННЫХ НА МОРЕННЫХ СУГЛИНКАХ**

*Могилевский филиал Института радиологии,  
Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси*

*(Поступила в редакцию 05.04.2004)*

Эрозия почв является одной из наиболее масштабных форм деградации почвенного покрова, охватывающей все ландшафтные зоны Беларуси. Наряду с потерей гумуса и элементов питания эрозия приводит к деградации физического состояния почвы — разрушению ее структуры. Ухудшение структурно-агрегатного состава отрицательно сказывается на водном, воздушном, пищевых режимах почв, а в результате — на росте и развитии культурных растений.

Наибольшее значение имеет комковатая и зернистая макроструктура пахотного горизонта. Агрономически ценными являются агрегаты размером 0,25—10 мм, наиболее важная их часть — 2—5 мм. В образовании структуры выделяют два основных процесса: образование собственно агрегатов и формирование их водопрочности. Агрегатообразование происходит в результате развития корневой системы растений, деятельности почвообитающих организмов, под влиянием промораживания, периодического увлажнения, высушивания почвы, при ее обработке и т. д.

Для эродированных почв представляют интерес факторы, обуславливающие устойчивость макроагрегатов к разрушающему воздействию воды — ударному действию дождевых капель и текущих водных потоков.

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 ее водопрочностью обладают почвы с высоким содержанием гумуса и глинистых частиц, почвенно-поглощающий комплекс (ППК) которых насыщен кальцием. По данным И. В. Кузнецовой [1] пониженное (<2%) содержание органического вещества в почве обуславливает формирование мелких фракций водопрочных макроагрегатов, а более высокое — и крупных фракций (диаметром >3 мм) агрегатов.

В научной литературе [2—5] приводятся различные данные относительно действия минеральных удобрений на структурное состояние почвы: в одних отмечается, что высокие дозы удобрений, продолжительное их применение, особенно физиологически кислых форм, ухудшают структуру почвы, а по мнению других, она не изменяется. В своих работах [6, 7] Н. Л. Кураченко, Ю. Н. Трубников и З. А. Синкевич считают, что минеральные удобрения способствуют увеличению глыбистости структуры, разрушению и уменьшению количества водопрочных агрегатов. Они также полагают, что разрушение водопрочных агрегатов при систематическом внесении минеральных удобрений — результат их подкисляющего действия, способствующего растворению гуматов кальция, служащих цементом.

В исследованиях В. В. Медведева [8] отмечено, что ухудшение структурного состояния почв происходило в первые годы после внесения высоких доз минеральных удобрений (NPK), 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 гумуса и рассеиванию коллоидов [9]. В отдельных работах [10] отмечается ухудшение агрегатного состава почвы при внесении аммонийных удобрений из-за диспергирования гумуса поглощенным аммонием. Аммиак положительно действует на структуру почвы, поскольку

ку он способствует растворимости и перераспределению гуминовых соединений, которые при подсушивании «цементируют» небольшие комочки почвы, образуя стабильные прочные агрегаты [9].

В ряде работ [11, 12], подтверждающих положительное действие минеральных удобрений на структурное состояние почвы, показано, что улучшая рост и развитие растений, повышая урожайность, в том числе и корневую массу, они способствуют оструктуриванию почвы, как механическим давлением корней, так и воздействием на почву активного гумуса, получены данные положительного действия на агрегатный состав почвы фосфорных соединений  $N_3PO_4$  и суперфосфата.

В лаборатории защиты почв от эрозии Института почвоведения и агрохимии НАН Беларуси в течение нескольких лет в звене севооборота бобово-злаковые травы — озимая пшеница — овес изучали влияние минеральных удобрений на структурно-агрегатный состав и водопрочность структуры дерново-подзолистых на мощных моренных суглинках почв разной степени эродированности. Удобрения вносили в дозах, рассчитанных на планируемый урожай зерновых культур — 45 ц/га, бобово-злаковых трав — 50 ц/га сена. Формы удобрений: азотные — карбамид, фосфорные — суперфосфат аммонизированный, калийные — калий хлористый.

Результаты исследований показывают (табл. 1), что неэродированная почва имеет более комковатую структуру, чем эродированная. 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%.

Т а б л и ц а 1. Влияние минеральных удобрений на показатели структуры пахотного слоя почв

Вариант опыта	Содержание агрономически ценных агрегатов, %	$K_c$	Показатель водопрочности макроструктуры				
			содержание фракций в мм, %			$d_b$ , мм	$K_b$
			>1,0	>0,25	<0,25		
<i>Бобово-злаковые травы</i>							
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
N <sub>60</sub> P <sub>55</sub> K <sub>65</sub>	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
<i>Озимая пшеница</i>							
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
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>110</sub>	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
<i>Овес</i>							
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
N <sub>90</sub> P <sub>70</sub> K <sub>100</sub>	45,9	0,9	17,2	53,3	46,7	1,0	0,61
	27,4	0,4	9,7	44,2	55,8	0,6	0,47

П р и м е ч а н и е. Над чертой — неэродированная почва, под чертой — сильноэродированная почва.

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.

Систематическое применение минеральных удобрений оказало положительное влияние на структурное состояние почв. Чем более длительный период вносили минеральные удобрения, тем выше была структурность почвы. Так, под первой культурой (бобово-злаковыми травами), под которую применяли удобрения, различия между неудобренным и удобренным вариантами были не столь заметными, а на эродированной почве практически отсутствовали. Под второй культурой (озимой пшеницей) содержание агрономически ценных агрегатов в варианте N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>110</sub> было выше на 5,3—6,9%, чем на контроле. Под третьей культурой (овсом) коли-

чество агрегатов в варианте  $N_{90}P_{70}K_{100}$  увеличилось на 9,0—18,9%.  $K_c$  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 надземных частей растений.

При оценке структурного состояния почв, подверженных водной эрозии, важное значение имеют такие показатели, как содержание водопрочных агрегатов, их средневзвешенный диаметр ( $d_B$ ) и коэффициент водопрочности ( $K_B$ ). В наших исследованиях наблюдалась тенденция к увеличению относительного содержания водопрочных агрегатов в вариантах с внесением минеральных удобрений, также на удобренных фонах были выше, чем на контроле как на неэродированной, так и на эродированной почвах.

Многочисленными исследованиями установлено положительное действие на структурное состояние почв органических удобрений [13—15]. По мнению Лактионовой Т. Н. [16], не всегда для улучшения структуры почвы необходимы такие же высокие дозы органических удобрений, которые применяются для поддержания бездефицитного баланса гумуса.

Т а б л и ц а 2. Действие (озимая пшеница) и последействие (овес) органических удобрений на показатели структуры почв и ее водопрочность

Культура	Вариант опыта*	Содержание агрономически ценных агрегатов, %	$K_c$	Показатель водопрочности макроструктуры				
				содержание фракций в мм, %			$d_B$ , мм	$K_B$
				>1,0	>0,25	<0,25		
<i>Неэродированная почва</i>								
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
<i>Слабоэродированная почва</i>								
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
<i>Среднеэродированная почва</i>								
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
<i>Сильноэродированная почва</i>								
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

\* Доза применения удобрений: озимая пшеница: 1 —  $N_{90}P_{60}K_{110}$ , 2 —  $N_{90}P_{60}K_{110}$  + навоз 40 т/га; овес: 1 —  $N_{90}P_{70}K_{100}$ , 2 —  $N_{90}P_{60}K_{110}$  + навоз 40 т/га (последствие).

В краткосрочных опытах изучено действие и последействие органических удобрений (соломистого навоза) на структурно-агрегатный состав почвы. Полученные данные показывают, что органические удобрения, вносимые даже в невысоких дозах, положительно влияют на структурно-агрегатный состав пахотного слоя почвы (табл. 2). В вариантах с применением под озимую рожь 40 т/га навоза наблюдалось увеличение содержания агрономически ценных агрегатов на слабоэродированной почве на 10,0%, на средне- и сильноэродированной почвах — на 3,8 и 7,9% соответственно. На органоминеральном фоне почвы характеризовались и более высокими  $K_c$ . Положительное влияние органических удобрений на агрономически ценную структуру почвы проявилось в последействии и при возделывании овса. На органоминеральном 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.

### Выводы

1. Систематическое применение минеральных удобрений улучшает агрегатный состав. Чем более длительный период вносятся удобрения, тем выше их положительное действие. Содержание агрономически ценных агрегатов повышается на второй год внесения на 5,3—6,9%, на третий год — 9,0—18,9%.

2. Положительное действие минеральных удобрений на агрегатный состав почвы состоит в ежегодном дополнительном поступлении в почву растительных остатков за счет стимулирования роста и развития наземных частей и корневой системы растений.

3. Органические удобрения даже в невысоких (40 т/га) дозах способствуют улучшению агрегатного состава почвы, увеличивая содержание агрономически ценных агрегатов на слабоэродированной почве на 10%, на средне- и сильноэродированной почвах — на 3,8—7,9% соответственно.

### Литература

1. Кузнецова И. В. // Физические условия почвенного плодородия. М., 1978. С. 30—45.
2. Williams R. J. Effect of management and manuring on Physical Properties of some Rothamstad Exp. Sta., Report for 1977. P. 2. P. 37—52.
3. Mazurak A. P. et al. // Soil Science. Soc. America J. 1976. Vol. 39. N 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. // Агрохимия. 1978. № 3. С. 99—103.
6. Кураченко Н. Л., Трубников Ю. Н. // Агрохимия. 2002. № 5. С. 17—21.
7. Синкевич З. А. Современные процессы в черноземах Молдавии. Кишинев, 1989.
8. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М., 1988.
9. Шконде Э. И., Благовещенская З. К. Изменение физических свойств почвы при длительном применении минеральных удобрений. М., 1982.
10. Dox R. L., I lson R. A., M a z u r a k A. P. // Agronomy Journal. 1982. Vol. 44. N 10. P. 509—513.
11. Thien S. J. // Soil Science. Soc. Am. J. 1976. Vol. 40. N 1. P. 105—108.
12. Sandal P. C., Garey C. L. // Agronomy Journal. 1975. Vol. 47. N 5. P. 229—231.
13. Березин А. М., Синих Ю. Н., Полосина В. А. // 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. 1981.
15. Mortensen J. L., Martin W. P. // Soil Science. 1976. Vol. 81. P. 33—46.
16. Лактионова Т. Н. // Почвоведение. 1990. № 8. С. 73—82.

*TSYBUL'KA N. N., YUKHNOVETS O. V.*

### ROLE OF FERTILIZERS IN FORMATION OF AGRONOMY VALUABLE STRUCTURE OF SOD-PODZOLIC SOILS FORMED AT MORAIN LOAMS

#### Summary

Results of studying of organic and mineral (NPK) fertilizers action onto structural-aggregate composition and parameters of anti-erosion stability of sod-podzolic soils of a different degree eroded on moraine loams have been discovered. It has been established that organic fertilizers promote formation of agronomy valuable soil structure even in a low dozes (40t/hectare). The mineral fertilizers used under agricultural crops in optimal dozes ( $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-110}$ ) improve structural-aggregate composition and increase of anti-erosion stability of soils due to additional feeding of vegetative (root and stubbly) rests.