

## ОПЫТ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ В ИЗУЧЕНИИ МЕХАНИЗМОВ ПОЧВЕННОГО СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ

**В.А. Лыхман**, канд. биол. наук, мл. науч. сотр.

**М.Н. Дубинина**, мл. науч. сотр.

**Федеральный Ростовский аграрный научный центр  
(Россия, п. Рассвет)**

DOI:10.24411/2500-1000-2019-11444

***Аннотация.** Изучению почвенной структуры, механизмов ее формирования и разрушения, агрономической значимости этих процессов посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных ученых. Важная роль в этих работах отводится взаимосвязи структуры с химическими свойствами почвы, ее органическим компонентом. Разнообразные подходы к исследованию почвенного структурообразования помогают найти и сформулировать способы повышения количества и улучшения качества почвенных агрегатов, тем самым регулируя физико-механические факторы плодородия в первую очередь пахотных земель.*

***Ключевые слова:** почвенная структура, микроагрегаты, макроагрегаты, коллоидные частицы, электрохимическое взаимодействие, почвенные гуматы.*

Вопросами почвенной структуры в агрономическом понимании и значении почвоведы интересовались ещё в начале XX века [1, 2]. В результате анализа публикаций этого периода, посвященных теме изучения коллоидов почвы, различных фракций макроагрегатов, можно сделать вывод о недостаточности проведения механического анализа почвенных агрегатов для более глубокого понимания самого механизма структурообразования в почвах [3, 4]. Для этой цели необходимо было искать иные пути. И после первых работ А.Ф. Тюлина и К.К. Гедройца по детальному изучению почвенных коллоидов методами коллоидной химии стало понятно, что в первую очередь надо уделить больше внимания качеству поверхности первичных частиц, из которых сначала формируются микро-, а потом макроагрегаты [5]. Согласно А.Ф. Тюлину, когда говорят о структуре минерала, имеют ввиду пространственное расположение элементов, входящих в кристаллическую решетку данного минерала. Когда говорят о структуре почвы, то здесь имеют ввиду нечто другое: количество агрегированных первичных частиц в микро- и макроагрегаты. О пространственном расположении, о взаимной ориентации первичных частиц, входящих в микроагрегат, здесь нет ясной

идеи. В литературе существовал и существует большой диапазон терминов, касающийся агрегированных первичных частиц: структура, текстура, комочек, почвенные отдельности, агрегат. Чтобы уйти от путаницы в существующей терминологии, Кубиена в своей книге «Микропедология» предложил свою терминологию: «soil fabric», что по-русски можно перевести как почвенные образования. Кубиена различает элементарные почвенные образования, где составные компоненты низшего порядка, и более сложные почвенные образования, где составные компоненты более высокого порядка [6]. В последующие годы отечественными учеными была произведена попытка дать свое определение первичной частице в почве с коллоидно-химической точки зрения и с учетом основных идей генетического почвоведения, а именно: в зависимости от разных почвенно-климатических и геоморфологических условий генезис первичных частиц будет меняться [7]. Согласно данным М.М. Филатова, в одних условиях будет количественно преобладать образование первичных органико-минеральных частиц I группы, в других – II группы. В одних условиях будет больше прочно связанных коллоидов, меньше рыхло связанных, в других – наоборот; качество поверхности,

которому придается исключительно большое значение, в первичных частицах для разных почвенных типов будет различное [8]. Еще один вопрос, который интересовал, в частности, А.Н. Соколовского – условия агрегирования первичных частиц в более сложные почвенные образования. Вопросам агрономической структуры почв особенно много материалов посвящено отечественной наукой. Общеизвестны работы академика В.Р. Вильямса в этой области. Он занимался вопросами агрономической ценности водопрочных агрегатов почв и роли многолетних трав в создании почвенной структуры, а также изучал соотношение илистой фракции с пылевой, роль биологических факторов в структурообразовании [9]. К.К. Гедройц обратил внимание на роль обменных катионов, на роль давления в структурообразовании [10]. А.Н. Соколовский, разделяя мнение Гедройца об особой роли катиона кальция, впервые стал рассматривать качество илистой фракции с точки зрения участия в структурообразовании. Активный ил, по Соколовскому, и создает агрономически ценную структуру [11]. В своих работах американский исследователь Мэйерс впервые поднял вопрос о действующих силах в структурообразовании, он пришел к выводу, что это электрические силы: «Устойчивость агрегатов, зависящая от некоторых внешних факторов, вероятно, определяется электрической природой почвенных частиц и способностью почвенных элементов противостоять тем силам, которые стремятся отдельные частицы агрегатов удалить от центра сферы электрического влияния. Силы, которые связывают агрегат, могут быть определены, как силы электрического поля, исходящие от индивидуальных почвенных частиц, и как плотность и полнота контакта между частицами, образующими агрегат» [12]. Иными словами, распад почвенного агрегата возможен тогда, когда силы аттракции между самими почвенными частицами становятся меньше сил аттракции между почвенными частицами и водой или другой диспергирующей жидкостью плюс дополнительная внешняя сила, действию которой могут подвергаться

почвенные агрегаты. Работа Рассела, появившаяся раньше работы Мэйерса, тоже представляет интерес, так как ищет объяснения связи отрицательно заряженных частиц через катионы и диполи воды, а именно «частица – вода» [13].

Огромный вклад в исследования формирования почвенной структуры внес П.В. Вершинин. Автор различает:

- факторы сцепления или адгезии, которые проявляются при склеивании грубодисперсных частиц почвенными коллоидами;

- факторы разъединения или дезагрегации, крошения крупных конгломератов на мелкие комочки.

Факторы адгезии П.В. Вершинин трактует по Дерягину, как контактное явление. Чтобы объяснить водопрочность агрегатов в почве, он привлекает теорию академика Гребенщикова о взаимодействии коллоидных пленок, которые находятся на поверхности частиц. Особенно ценны, по автору, органические коллоиды, как фактор водопрочной структуры. К факторам дезагрегации автор относит промораживание, смачивание и высушивание почвы [14]. Несмотря на наличие обширной литературы по вопросам агрономически ценной структуры почв, вопрос структурообразования остается открытым. Прежде всего, нет четкого понимания механизма образования микроагрегатов из первичных частиц в почве. Согласно концепции А.Ф. Тюлина, неколлоидные частицы в почве, главным образом, минеральные частицы, адсорбируют на своей поверхности коллоиды, вследствие чего на этой поверхности образуются устойчивые пленки-гели, связанные с минеральной частицей, как с каркасом [15].

В работах С.А. Владыченского был затронут вопрос зависимости почвенной агрономической структуры в целом от количества свободных органических коллоидов в почве. Зависимость получилась весьма определенной: удаление свободных гуматов из черноземов сопровождалось распадом макроагрегатов, хотя все коллоиды насыщались потом катионом кальция [16]. Непосредственно в полевых опытах А.И. Щукина изучала роль свободных гу-

матов для физических свойств черноземов. В целом, вывод из ее работы согласуется с выводами С.А. Владыченского: водопрочные макроагрегаты в сильной степени зависят от количества свободных гуматов, насыщенных катионом кальция [17]. В то время, как С.А. Владыченский и А.И. Щукина показали зависимость физических свойств чернозема от количества свободных гуматов, А.Ф. Скворцов начал изучать зависимость урожайности чернозема от количества свободных гуматов, таким образом вплотную подошёл к агрономическому значению почвенной структуры с точки зрения количества свободных гуматов [18].

Выводы:

1. Механизм образования микроагрегатов из первичных частиц I и II групп разный: из первичных частиц I группы образуются рыхлые осадки путем коагуляции; из первичных частиц II группы образуются микроагрегаты за счет Ван-дер-Ваальсовых сил и прямого химического взаимодействия.

2. Макроагрегаты образуются из микроагрегатов за счет цементирующего действия свободных коллоидов. Отсюда особое практическое значение количества и качества свободных коллоидов для агрономически ценной почвенной структуры.

### Библиографический список

1. Тюлин А.Ф. Генезис почвенной структуры и методы ее определения. Физико-химия почв // Тр. ВИУА, вып. II, 1933.
2. Захаров С.А. Курс почвоведения // 2 - е изд. М., 1931.
3. Тюлин А.Ф. Материалы к познанию состава поглощающего комплекса 3 главных почвенных типов Уральской области // Результаты работ агрохимотдела Пермской с.-х. опытной станции за 1926 г., вып. 11, 1927.
4. Бабаянц В.Д., Бланк Л.А., Гусев В.В. Поляризационный эффект и структурирование в гидрофобных дисперсиях // Коллоидный журнал. – 1991. – Т. 53. № 5. – С. 788-791.
5. Гедройц К.К. К вопросу о почвенной структуре и ее с.-х. значении // Изв. Гос. ин-та оп. агрономии, т. IV, 3, 1926.
6. Kubiiena W. Micropedology, 1938, С. 154-160.
7. Владыченский С.А. Рыхлосвязанное органическое вещество, как фактор образования структуры почвы // Физико-химические исследования почв и удобрений, ч. 1, изд. ВИУА, 1938.
8. Филатов М.М. О микроструктуре грунтов. Физика почв в СССР // Труды Советской секции МНП, 1936, Т. V, С. 15-16.
9. Вильямс В.Р. Травопольная система земледелия. 1938.
10. Гедройц К.К. Учение о поглотительной способности почв, 1933, изд. 42, С. 176.
11. Соколовский А.Н. Из области явлений, связанных с коллоидной частью почвы // «Известия Петровск. с.-х. акад.», 1921, Вып. 1-4, С. 85-225.
12. Myers H.E. Some Physicochemical Aspects of Soil Aggregates // Soil Science, 1941, 52: р. 469-481.
13. Russell E.W. Philosophical Trans, of the Roy Soc, 1934, A. 234.
14. Вершинин П.В. Формирование почвенной структуры // «Вестник с.-х. науки, удобр., алротехн., агропочвовед.», 1941. – С. 3-16.
15. Тюлин А.Ф. Некоторые особенности коллоидов подзолистых почв // Почвоведение. – 1940. – № 3. – С. 9-22.
16. Владыченский С.А. Непрочно связанные гуминовые вещества почвенных коллоидов как фактор агрономически ценной структуры // Почвоведение. – 1934. – С. 7-11.
17. Щукина А.И. Органические коллоиды в почвах Куйбышевской области // Почвоведение. – 1939. – № 9.
18. Скворцов А.Ф. Коллоидно-химическая характеристика окультуренности черноземных почв // Ф.-х. исследования почв и удобрений, ч. I. Результаты работ по почвенным коллоидам. «Труды ВИУАА». – С. 105-129.

**EXPERIENCE OF DOMESTIC AND FOREIGN RESEARCHERS IN THE STUDY OF SOIL STRUCTURE FORMATION MECHANISMS**

**V.A. Lehman**, *Candidate of Biological, Junior Scientific*

**M.N. Dubinina**, *Junior Scientific*

**Federal Rostov Agricultural Research Center**

**(Russia, Rassvet)**

***Abstract.** Numerous works of domestic and foreign scientists are devoted to the study of soil structure, mechanisms of its formation and destruction, agronomic significance of these processes. An important role in these works is given to the relationship of the structure with the chemical properties of the soil, its organic components. Various approaches to the study of soil structure formation help to find and formulate ways to increase the number and quality of soil aggregates, thereby regulating the physical and mechanical factors of fertility in the first place arable land.*

***Keywords:** soil structure, microaggregates, macroaggregates, colloidal particles, electrochemical interaction, soil humates.*