

Н. А. Белова¹, А. П. Травлеев²¹*Академия таможенной службы Украины*²*Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара***О ПРОИСХОЖДЕНИИ КРЕМНЕЗЕМИСТОЙ ПРИСЫПКИ
В ПОЧВАХ СТЕПНЫХ ЛЕСОВ**

Виявлено джерела виникнення кремнеземної «присипки» в лісових біогеоценозах степової зони. Накопичення «присипки» в степу, як правило, не пов'язане з водневою теорією, з руйнуванням ядер колоїдних міцел, а зумовлено біологічними факторами лісового ґрунтотворення – життєдіяльністю мікробіоценозу, ґрунтотвірною впливу вищих рослин і діяльністю ґрунтових тварин.

Ключові слова: кремнеземна присипка, лісові біогеоценози, степова зона, біологічні фактори ґрунтотворення.

Выявлены источники возникновения кремнеземистой «присыпки» в лесных биогеносах степной зоны. Накопление «присыпки» в степи, как правило, не связано с водородной теорией, с разрушением ядер коллоидных мицелл, а обусловлены биологическими факторами лесного почвообразования – жизнедеятельностью микробиоценоза, почвообразовательного влияния высших растений и деятельностью почвенных животных.

Ключевые слова: кремнеземистая присыпка, лесные биогеносы, степная зона, биологические факторы почвообразования.

The source of siliceous overburden in forest biogeocenosis of steppe zone is revealed. As a rule the overburden accumulation in steppe does not associate with hydrogen theory, with colloid micelle nuclei destruction. It is stipulated by biological factors of forest soil formation – activity of microbecenosis, soil-forming effect of the higher plants and activity of soil animals.

Key words: siliceous overburden, forest biogeocenosis, steppe zone, biological factors of soil formation.

Генезис лесных почв в степи сопровождается гумусонакоплением, ценной микроморфологической организацией, дифференциацией генетических горизонтов (различного происхождения), а также накоплением SiO₂. Вопрос о генезисе возникновения «присыпки» из кремнезема давно обсуждается на страницах печати.

Еще Г. Тумин [16] отмечал, что в процессе почвообразования происходит выщелачивание, которое сопровождается частичным распадом цеолитоподобных веществ с освобождением кремнезема. Главным отличием подзолистых почв от черноземных он называет форму выделений кремнезема: у подзолистых почв – в виде пленок, у черноземов – в виде присыпки. С. В. Зонн [6; 7; 8] указывал, что взгляды на природу кремнеземистой присыпки весьма различны. Установилось представление, что ее образование в почвах под лесом связано с выщелачиванием продуктов разложения почвенных минералов и накоплением кремнезема как наименее подвижного соединения в кислых растворах.

Если такой путь образования кремнезема, подчеркивает ученый, и возможен, то в какой-то мере он допустим только в подзолистых почвах. Что касается темно-серых почв и особенно черноземов, то вряд ли, несмотря на данные Роде и Феофаровой [15] можно допустить накопление ее таким путем.

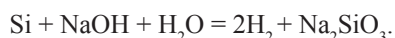
Целый ряд исследователей – Л. И. Прасолов [13], С. В. Зонн [6; 7; 8], Н. А. Белова, А. П. Травлеев [2], В. В. Пономарева [12] и др. указывают на возможность вторичного биологического накопления кремнезема. Это подтверждается тем,

что большинство древесных пород, особенно ель, ежегодно возвращает в указанные почвы значительное количество SiO_2 . Так, ельники Мохового в 25-летнем возрасте ежегодно с опадом, равным 7,2 т/га, возвращают до 240 кг/га SiO_2 , в то же время ельник на дерново-подзолистой почве возвращает не более 36 кг/га.

Простые подсчеты показывают, что через 100 лет еловое насаждение на черноземе возвращает в почвы, по самым минимальным подсчетам, до 18 т/га SiO_2 . Вполне понятно, что такое количество SiO_2 не может не привести к появлению кремнеземистой присыпки в черноземах.

В связи с вышеизложенным становится понятным интерес к исследованию источников образования SiO_2 в лесных почвах степи.

Известно, что в свободном состоянии кремний не встречается. Часто в природе обнаруживается кварц (SiO_2) в кристаллическом и аморфном состояниях. Кристаллический кварц – это минерал (горный хрусталь), который встречается в виде прозрачных бесцветных шестигранных кристаллов. Обычный песок состоит из мелких зерен кварца. Чистый кварцевый песок – белого цвета, желтый песок содержит примеси железа. Кристаллический кремнезем (кварц) плавится при 1700 °С, а при охлаждении превращается в кварцевое стекло, которое хорошо пропускает ультрафиолетовые лучи. Он устойчив к действию кислот (кроме плавиковой HF), но легко растворяется в щелочах:



Аморфный кварц – это кремнезем, встречающийся в виде скоплений инфузорной земли, т. е. остатков низших водорослей. Он также является продуктом разложения кварца и других силикатных материалов. Аморфная кремниевая кислота содержит переменное количество адсорбированной воды. «Часть ее вновь потребляется растениями, часть вступает в образование вторичных глинистых материалов – в горизонте В; часть выносятся из почвенного профиля. Массового накопления вторичной SiO_2 в профиле подзолистых почв не наблюдается» [12].

Приведенный тезис о незначительном скоплении аморфного кремнезема в лесной зоне для нас чрезвычайно важен, так как в условиях степной зоны, как показывают наши исследования, в верхних слоях почвы обнаруживается отмытый кварц в результате освобождения его из органического опада, но не кремнезем аморфный, который сопутствует процессам оподзоливания и является продуктом разрушения анионной части почвенного поглощающего комплекса.

Специальные исследования по выяснению природы возникновения присыпки проведены Р. С. Кутузовой [10], которая в условиях лаборатории установила, что при микробиологическом разложении хвои ели, листьев осины и березы, листовых пластинок папоротника вынос SiO_2 , в основном, осуществляется в растворимой форме. Автор предполагает, что в почвах с кислой реакцией среды основным источником SiO_2 в почвенном растворе является кремнезем, поступающий в результате разрушения минералов, а в почвах со щелочной средой происходит обогащение почвенного раствора кремнеземом преимущественно растительного происхождения.

При исследовании лесных почв плакорной степи Украины наше внимание постоянно привлекало значительное количество присыпки, скопление которой возрастает от черноземов обыкновенных к черноземам лесоулучшенным (лесо-полосы) и черноземам лесным (естественные байрачные леса).

Выяснение природы присыпки имеет большое значение для степных лесов уже потому, что важно выяснить не только количественное соотношение между кварцем и кремнеземом, но и общий баланс поступления биогенного SiO_2 и его накопления в лессивированном горизонте за определенный отрезок времени.

С этой целью предварительно отмытые от загрязнения листья дуба, ясеня, береста, клена и других пород препарировались, с помощью поляризационного

микроскопа устанавлювалось наличие кристаллов кремния, а также соединений кальция и магния, находящихся в клетках и межклеточных пространствах. Отобранный препарат вместе с предметным и покровным стеклами погружался в муфельную печь и при температуре 400–450 °С озолался в течение 4–5 часов. После сухого озоления препарат хорошо сохраняет свою тканевую и клеточную структуру, что дает возможность рассмотреть и определить месторасположение SiO_2 , карбонатов кальция, магния, калия и натрия, обнаруженных при разрушении органического вещества [3].

В дальнейшем, озоленный препарат подвергался обработке 10 %-ным раствором соляной кислоты. Затем препарат отмывался водой, сушился, покрывался покровным стеклом и заливался бальзамом. На приготовленных препаратах отчетливо видны кристаллы кремния – фитолиты с четко выраженными гранями. Основным источником SiO_2 в труховидном слое подстилки и в верхнем горизонте почвы является органический опад.

Анализ показывает, что ежегодно с опадом в свежей липо-ясеновой дубраве возвращается в почву до 80 кг/га кремния. Подобное накопление SiO_2 происходит и в других типах леса. Отсюда можно полагать, что относительное увеличение количества SiO_2 , наличие так называемой присыпки в почвах степных лесов, обусловлено, главным образом, биогенной аккумуляцией лесными растениями и возвращением его через органический опад в верхние горизонты почвы. Источником увеличения SiO_2 может быть отмучивание, в результате которого вымываются тонкие фракции, а песчаные остаются *in situ*.

Исследования процессов выщелачивания, лессиважа и оглиненности приводят к убеждению, что в лесных почвах степи эти явления проявляются сопряженно в тесном взаимодействии и взаимообусловленности.

Процесс оглинивания отличается своеобразием. Он зависит не только от интенсивности выветривания первичных минералов. Явления выщелоченности и лессиважа приобретают возрастающее значение с переходом от степных биогеоценозов к лесным культурбиогеоценозам и извечно существующим естественным байрачным лесам. Лессиваж вызывает, как правило, необратимые процессы. Некоторая компенсация илистой фракции может происходить путем привнесения ее в процессе пылевых импультверизаций, которые постоянно осуществляют механический перенос веществ.

Как показали работы Н. К. Крупского, В. В. Медведева [9], изучавших последствия пыльных бурь 1968–1969 гг., отобранный материал преимущественно состоял из тончайших (до 0,2 мм) однопорядковых агрегатов – ооидов. Тонкодисперсная масса в агрегатах скоагулирована, глина слабоориентирована. Процесс депульверизации (развевания) значительно ослаблен в почве, защищенной одной полосой и почти не выражен в условиях двух полос. Отложения (импультверизация) пыли в полосных и массивных насаждениях зимой 1968 г. на Днепропетровщине достигали мощности 4–8 см, у восточных опушек образовывались своеобразные «сугробы» полуметровой высоты.

Деградационные процессы могут быть обусловлены выделением кислых продуктов жизнедеятельности живыми корнями, чем вызывается усиление разложения почвенных минералов и накопление в результате этого кремнезема в зоне максимального развития корней.

Предполагается, что факторами, вызывающими разрушение гумуса и глинистых частиц, являются корни древесных растений и связанные с ними микоризы и свободно живущие в почве микроорганизмы.

В. В. Пономарева [12] подчеркивает: «Трудно совместить общеизвестную и бесспорную роль корней в почвах как накопителей перегноя и элементов зонального питания растений с их противоположной, т. е. оподзоливающей, ролью».

Несогласие с теорией А. А. Роде и И. И. Феофаровой [15] было высказано С. В. Зонном [6]: «В каком именно направлении действуют живые корневые системы растений на кислотно-основные свойства почвы, еще не выяснено».

Как показали работы А. Ф. Тюлина [17], корни березы и отчасти сосны выделяют в почве скорее нейтральные или щелочные растворы, чем кислые, благодаря значительному содержанию в них соединений кальция, магния и других оснований.

Критические взгляды были высказаны в адрес П. С. Погребняка и А. А. Роде со стороны С. А. Золотарева [5], который отмечал, что в пределах Украины благоприятных условий для образования подзолов нет и что светло-серые малогумусные почвы ничего общего с подзолами не имеют. Характерным процессом, происходящим в серых лесных почвах Украинской лесостепи, является вынос ила из верхней части почвенной толщи в нижнюю без предварительного разрушения минеральной части, т. е. процесс иллимизации. Ученый подчеркивает, что почвы в зависимости от потери ила в верхней части профиля могут быть подразделены на 5 групп:

- очень слабо обезиленные – вынос ила составляет 10 % от содержания в материнской породе;
- слабообезиленные – 10–20 %;
- среднеобезиленные – 20–40 %;
- сильнообезиленные – 40–50 %;
- очень сильнообезиленные – 50 %.

«Синхронность в выносе ила и его минеральных окислов не оставляет сомнения в том, что перемещение в толще потоков воды идет целыми частицами». Эти положения полностью отвечают теории лессиважа, которая получает все большее признание и применение при изучении лесных почв в различных физико-географических зонах.

Процесс выщелачивания в условиях черноземного типа почвообразования тормозится, прежде всего, огромным количеством оснований, которые освобождаются при разложении органического опада и которых, по мнению Е. А. Афанасьевой [1] достаточно для нейтрализации образующихся кислот. Эта мысль подкрепляется еще суждением В. В. Пономаревой [12], которая подчеркивает: «Непромывной режим... в черноземах означает циркуляцию в их профиле не просто меньшего количества воды, а растворов, главным образом бикарбоната кальция и др. Сохранность карбоната кальция в горизонтах есть следствие, а не причина образования черноземов. Если бы для образования черноземов достаточно было карбонатности пород, то они формировались бы на карбонатных породах во всех природных зонах, в частности, в таежно-лесной. Между тем черноземов на карбонатных породах в таежно-лесной зоне нет... Вместе с тем известны черноземы с карбонатным горизонтом на гранитах».

Исходя из полученных нами данных можно подчеркнуть, что черноземы лесные в степной зоне, даже когда их профиль не вскипает от соляной кислоты, всегда отличаются гуматным кальциевым типом обмена веществ и энергии ($C_{гк}/C_{фк} > 1$), насыщенностью почвенного поглощающего комплекса основаниями и, как правило, отсутствием обменного водорода. Последние работы С. А. Золотарева [5], Е. С. Мигуновой [11], Г. Ройтера [14], а также наши исследования дают основание отрицать возможность образования оподзоленных (деградированных) черноземов и серых лесных почв в степных лесах на территории подзоны настоящих степей.

Физико-химический анализ почв байрачных лесов грудового типа (урочище Грабоватое Кировоградской области, Александрійське лісництво) не выявляет существенных отличий от почв юго-восточного расположения байрачных лесов.

В 30 километрах от Александрийских байраков расположен Черный лес – представитель водораздельного лесного массива, произрастающего на южной границе лесостепи. Почвы Черного леса изучали Г. И. Танфильев, Г. Н. Высоцкий, П. С. Погребняк, А. С. Скородумов, С. А. Золотарев и др. [4; 11; 13; 17].

На наш взгляд, приведенные авторами материалы не могут свидетельствовать о действительном (типичном) подзолообразовании, протекающем в исследуемых биогеоценозах. Так, например, нельзя связывать улучшение структуры почвы (образование ореховатых отдельностей) с прогрессивным ходом подзолообразования. Эти два явления друг друга исключают. Известно, что явление структурообразования не может не сопровождаться достаточным количеством двухвалентных катионов Ca^{++} и Mg^{++} , которые одновременно подавляют процессы оподзоливания. С другой стороны, явления перемещения илистых частиц, как показали наши исследования, обусловлены, главным образом, процессом лессиважа.

Можно полагать, что в Александрийских байрачных лесах, как и в Черном лесу, формируется подзоловидный (псевдоподзолистый, в трактовке С. В. Зонна [6; 7; 8], И. П. Герасимова, М. А. Глазовской [4]) генетический тип почвообразования, который резко отличается от подзолообразования, имеющего место в таежных лесах.

Различные типы лесных биогеоценозов отличаются путями своего развития, биологическими круговоротами, типами обмена веществом и потоком энергии.

Типы обмена веществ в почвах подразделяются С. В. Зонном [8] следующим образом:

1. Фульватный: H-Fe-Al .
2. Фульватный: H-Fe .
3. Гуматно-фульватный: H-Ca .
4. Фульватно-гуматный: Ca .
5. Гуматный: Ca .
6. Фульватно-аллитный: Al-Fe .
7. Гуматно-аллитный: Ca-Al .

Для характеристики почв лесов степной зоны нам достаточно взять за основу фульватно-гуматный и гуматный типы биологических круговоротов, установленные С. В. Зонном.

Фульватно-гуматный (Ca) тип характеризуется преобладанием аккумуляции продуктов разложения органических веществ, перераспределением в почвенной толще земных минеральных веществ при слабом их передвижении по профилю и интенсивным закреплением гумусовых веществ в почвах. Среди них преобладают гуматы и фульваты Ca и Fe , определяющие высокое оструктурирование и улучшение аэрации. Формируются такие почвы в условиях периодического промывного водного режима под широколиственными лесами лесостепи.

Для гуматного (Ca) типа накопление, разложение и минерализация органических остатков компенсированы. Аккумуляция зольных и гумусовых веществ преобладает над их перераспределением в почвенной толще, что связано с высокой буферностью степных почв к средопреобразующему воздействию лесных насаждений. Это ограничивает освоение почв в глубину вследствие наличия в них остаточных органогенных (CaCO_3 , MgCO_3) и галогенных (CaSO_4 , NaCl) соединений. Такой тип характерен для почв естественных лесов и искусственных лесных насаждений степи и полупустыни.

Вышеперечисленные типы круговоротов веществ могут проявляться в лесных биогеоценозах степной зоны в зависимости от места произрастания насаждения. Так, например, почвы под естественными и искусственно созданными лесными насаждениями в плакорной степи по накоплению органических веществ необходимо отнести к типам степной группы; по формам поступления и движе-

ния материи – к биологическому ряду типов, по типу обмена веществ – к гуматному типу.

Почвы естественных лесных биогеоценозов в поймах степных рек по формам поступления и движения материи относятся к биогенно-аллювиальному ряду типов, а по типу обмена веществ – к гуматному (Са) или к фульватно-гуматному (Са) типу.

Сосновые боры на песчаных террасах, которые представлены экстразональным типом растительности, характеризуются гуматно-фульватным (Н, Са) или фульватно-гуматным (Са) типом обмена.

Известно, что рельеф, хотя и не является компонентом лесного биогеоценоза, однако выступает фактором перераспределения тепловой и световой энергии, осадков, грунтовых вод, элементов питания, обуславливающих формирование лесных фитоценозов, процессов аккумуляции, миграции, путей почвообразования.

В степной зоне действие рельефа обуславливает образование местообитаний, различных по увлажнению и по минерализованности почвенного раствора. На коротком расстоянии, пересекая плакор, балки, пристены и долины рек, можно видеть измененное степью повторение широтной зональности. Другими словами, здесь экологическое соответствие в мелких и в (спрессованных) масштабах в известной мере повторяет географическое соответствие леса условиям обитания.

Это явление аналогизирует правило предварения В. В. Алехина [2; 7; 10; 11], когда на самом небольшом пространстве виден и зональный тип данного региона (плакорная степь) и более северный экстразональный тип (лесная растительность) полупустынный тип – на склонах южной экспозиции; луговой, болотный и солончаковый типы растительности – в тальвегах балок и поймах рек.

Выводы. Наши исследования почв под лесной растительностью на территории настоящих степей не подтверждают устаревшие взгляды сторонников деградации. Напротив, здесь обнаруживается комплексное положительное влияние лесной растительности на исходные степные почвы.

1. Существующая «концепция» о неизбежности деградации, уничтожения черноземных почв под влиянием лесной растительности в степи является методологически ошибочной и не соответствует проверенной теорией и практикой целесообразности создания полезащитных, противоэрозионных, водоохранных, мелиоративных лесных насаждений в степи. Эти необоснованные установки тормозят создание лесополья в степной зоне и обрекают наши степи к их движению к опустыниванию и прогрессивному иссушению.

2. Исследования генезиса и эволюции почв в степной зоне Украины является ключевой задачей в реализации Программы НАН Украины «Плодородие почв», которая включена в орбиту исследований 20 комиссий Научного Совета по проблемам почвоведения НАН Украины, а также и в программу 14 отрядов Комплексной экспедиции Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара по исследованию, созданию и охране защитных естественных и искусственных лесных биогеоценозов степной зоны Украины.

Библіографічні джерела

1. **Афанасьева Е. А.** Режим мощных черноземов под травяными и древесными ценозами / Е. А. Афанасьева // Почвоведение. – 1946. – № 6.
2. **Белова Н. А.** Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлев. – Д., 1999. – 348 с.
3. **Белова Н. А.** Об использовании микроморфологического метода в исследовании почв искусственных дубрав на плакоре Присамарья / Н. А. Белова, Е. А. Ярилова / Тезисы докладов. – Д., 1978. – С. 222–24.
4. **Герасимов И. П.** Основы почвоведения и географии почв / И. П. Герасимов, М. А. Глазовская. – М., 1964. – С. 128–151.

5. **Золотарев С. А.** Современные процессы в серых лесных почвах Украины / С. А. Золотарев // Лесоводство и агролесомелиорация. – Вып. 10. – К., 1970.
6. **Зонн С. В.** О процессах подзоло- и псевдоподзолообразования и проявления последнего в почвах СССР / С. В. Зонн // Почвоведение. – 1969. – № 3. – С. 3–11.
7. **Зонн С. В.** Алюминий, роль в почвообразовании и влияние на растения / С. В. Зонн, А. П. Травлеев. – Д., 1992. – 224 с.
8. **Зонн С. В.** Почва как компонент лесного биогеоценоза / С. В. Зонн // Основы лесной биогеоценологии. – М., 1964. – С. 372–457.
9. **Крупский Н. К.** Морфометрические микроскопические исследования выноса пыли из верхнего горизонта почвы, подвергшейся выдуванию / Н. К. Крупский, В. В. Медведев // Материалы 4-го Всесоюзного съезда почвоведов. – Алма-Ата, 1970.
10. **Кутузова Р. С.** Превращение кремнезема растительных остатков в процессе их минерализации / Р. С. Кутузова // Почвоведение. – 1968. – № 7.
11. **Мигунова Е. С.** Лесорастительные свойства засоленных почва Украины / Е. С. Мигунова // Материалы 4-го Всесоюзного съезда почвоведов. – Алма-Ата, 1970.
12. **Пономарева В. В.** Теория подзолообразовательного процесса / В. В. Пономарева. – М.-Л., 1964. – 375 с.
13. **Прасолов Л. И.** О единой номенклатуре в основах генетической классификации почв / Л. И. Прасолов // Почвоведение. – 1937. – № 6. – С. 34–42.
14. **Ройтер Г.** Лессивированные почвы в различных климатических областях Европы и северной Америки / Г. Ройтер // Почвоведение. – 1968. – № 8.
15. **Роде А. А.** Несколько данных о минералогическом составе «кремнеземистой присыпки» в лесостепных почвах / А. А. Роде, И. И. Феофорова // Почвоведение. – 1955. – № 9.
16. **Тумин Г.** Зоны грунтов и почв, смены их по рельефам / Г. Тумин // Северное хозяйство и лесоводство. – Т. 232.
17. **Тюлин А. Ф.** Органоминеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания растений / А. Ф. Тюлин. – М., 1958. – С. 34–56.

Надійшла до редколегії 05.04.2012.

УДК 581.5 (477.63)

О. С. Тарасова, Л. П. Мицик, М. С. Шеремет

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара

ФІТОРІЗНОМАНІТНІСТЬ ОЛЕКСАНДРІВСЬКОЇ СТЕПОВОЇ ЦІЛИНИ (ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛАСТЬ)

Обґрунтована необхідність заповідання степової цілини, розташованої біля села Олександрівки Магдалинівського району Дніпропетровської області в басейні річки Кільчені, правого притоку Самари. Показана її таксономічна структура у порівнянні із всебічно вивченою цілиною, розташованою близько біосферного стаціонару Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара.

Ключові слова: степова цілина, флористичне багатство, родина, рід, вид.

Обоснована необходимость заповедания степной целины, которая находится возле села Александровки Магдалиновского района Днепропетровской области в бассейне реки Кильчени, правого притока Самары. Показана ее таксономическая структура в сравнении с всесторонне изученной целиной, расположенной возле биосферного стационара Днепропетровского национального университета им. Олеся Гончара.

Ключевые слова: степная целина, флористическое багатство, семейство, род, вид.