

УДК 911.52:551.311.234.6

**Н.В. Михальчук***канд. биол. наук, доц.,**директор Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси***ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ  
КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В МЕЛКОВОДНЫХ ВОДОЕМАХ  
ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

*Предложен механизм возможного формирования карбонатных отложений в почвах гидроморфного ряда в условиях западной части Белорусского Полесья. Показано, что их накопление могло происходить в мелководных частях водоемов приозерного типа.*

**Введение**

Карбонатное состояние почв, источники поступления и возможные механизмы формирования карбонатов в почвах рассматривали многие исследователи [1–5]. В зависимости от геоморфологических условий территорий различают карбонатонакопление в автоморфном ряду (элювиальные ландшафты) и в гидроморфном ряду (супераквальные и субаквальные фации). В автоморфных почвах возможны несколько источников формирования их карбонатного состояния. Прежде всего, это карбонаты, унаследованные от почвообразующей породы и предыдущих стадий почвообразования. В случае бескарбонатных пород этот источник отсутствует и карбонатонакопление связано с внутрисочвенными процессами и связано жизнедеятельности живых организмов и разложению органического вещества. Выделяющаяся углекислота участвует в кристаллизации новой твердой фазы кальцита с участием ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и биогенной  $\text{CO}_2$  [6]. Подобный механизм образования карбонатных отложений реализуется прежде всего в степных ландшафтах.

В почвах гидроморфного ряда, развивающихся на бескарбонатных почвообразующих породах, источником карбонатов являются грунтовые воды гидрокарбонатно-кальциевой минерализации, близко расположенные к дневной поверхности [3]. В результате их испарения в жаркие сезоны года образуется так называемый «висячий» карбонатный горизонт. Однако, по мнению [7], «висячий» карбонатный горизонт может формироваться не только в почвах супераквальных ландшафтов, но и в отложениях озерных бассейнов, т.е. в субаквальных условиях.

Согласно [8], ареной максимальных количественных и качественных изменений географической среды в голоцене были сочетания субаквальных и супераквальных ландшафтов, а в роли наиболее динамичного компонента при этом выступали природные воды. При анализе торфяных месторождений, подстилаемых отложениями озерного генезиса, авторами было установлено, что в голоцене одним из регионов повышенного сосредоточения субаквальных ландшафтов было Западное Полесье. При этом преобладающее число исчезнувших в регионе водоемов озерного типа принадлежало территориям с интервалом высот 130–150 м (57 из 85-ти, или 67,1%), т.е. соответствовало гипсометрическим уровням преимущественного распространения выявленных ареалов гидрогенно-карбонатных ландшафтов (ГКЛ). Следовательно, можно предположить, что одним из характерных процессов, сопровождавших трансформацию субаквальных ландшафтов в супераквальные, было отложение карбонатных аккумуляций.

Почвы с гидрогенным накоплением карбонатных новообразований достаточно широко представлены в западной части Белорусского Полесья [4], что и предопределило цель настоящего исследования – уточнить возможный механизм их формирования в почвах гидроморфного ряда.

### Объекты и методы исследования

Исследования проводили на нескольких ключевых участках (КУ) 2-х модельных полигонов (МП) Брестской области: 1) «Днепробугский», Кобринский район (КУ «Остров 2», «Остров 5», «Уголаз») и 2) «Луково», Малоритский район (КУ «Высокое»). Геоморфологический «портрет» основной части территории МП «Днепробугский» и южного сектора МП «Луково» – множество ныне суходольных минеральных островов-включений площадью от 0,05 до 10,0 га и более, расположенных среди массивов низинных болот. На обоих полигонах достаточно широко представлены почвы с гидрогенным накоплением карбонатных новообразований. Морфологическое изучение таких почв проводилось в почвенных разрезах и сопровождалось отбором образцов по генетическим горизонтам для дальнейшего комплексного анализа. Конкретный набор почв для детального исследования формировался с целью анализа условий отложения карбонатов в супераквальных и субаквальных фациях с использованием ландшафтно-геохимического подхода. Определение карбонатов проводилось по методу Щербины [9], остальных соединений – по [10]. Малакологический анализ проведен в лаборатории оптимизации экосистем Государственного научного учреждения «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси» В.П. Рабчуком.

### Результаты и обсуждение

Известно, что биофациальные признаки являются наиболее чутким индикатором комплекса фациальных факторов и обстановок [11]. Для восстановления условий формирования карбонатных отложений весьма информативными являются результаты малакологических исследований. Они оказываются наиболее эффективными при их проведении с учетом выяснения условий существования древних биоценозов и способствуют решению спорных вопросов палеогеографических реконструкций [12].

В литературе имеются ограниченные сведения об использовании малакологических методов для выяснения особенностей накопления карбонатов. Так, согласно Т.А. Романовой [13], присутствие в карбонатных линзах островов обломков раковинок позволяет предполагать осаждение в подводных условиях: в мелководных озерах-углублениях прибрежной полосы или в лагунных остаточных озерах, в которых подземные воды выбивались в виде небольших ключей. Хотя автор не приводит сведений о видовом составе и биотопической приуроченности выявленных форм, из контекста изложения следует, что речь идет о пресноводных моллюсках.

Результаты наших исследований фауны моллюсков из карбонатных отложений почв островных повышений оказались довольно неожиданными. В образцах, взятых со слоев карбонатной аккумуляции (глубина отбора 0,35–0,45 м) как на МП «Днепробугский», так и на МП «Луково» зафиксирован относительно бедный состав малакофауны. Так, в образце Пр 14-3 (КУ «Остров 5») выявлено два вида (*Vallonia pulchella*, *Bradybaena fruticum*), а в образце Выс 5-3 (КУ «Высокое») – 3 вида (*V. pulchella*, *B. fruticum*, *Vertigo substriata*); в обоих случаях – без явных доминантов. При этом два вида оказались общими, что подчеркивает схожесть биотопической обстановки в центральных частях «островной суши», где отбирались пробы. К периферии «Острова 5» (образец Пр 17-3) обилие увеличивается до 4-х видов; при этом зафиксировано 3 новых вида (*V. pulchella*, *Vertigo angustior*, *Zonitoides nitidus*, *Cochlicopa lubrica*) и доминирующее положение *V. pulchella*. Во всех трех образцах видовой состав репрезентирует фауну наземных моллюсков. Подобная закономерность, кажущаяся очевидной (наземные виды в наземных биотопах), имеет в данных конкретных условиях признаки парадоксальности: каким образом наземные моллюски оказались на глубине до 0,5 м в слое плотно сцементированного карбонатного пласта (что и обеспечило их сохранность), ес-

ли за основу принять испарительный сценарий его генезиса, результатом которого является внутрипрофильное окарбоначивание песчаной толщи.

Возможным объяснением этого факта могла бы служить турбационная модель развития почв. В частности, процессы зоотурбации могут обеспечивать погружение археологических артефактов в условиях лесостепной зоны с поверхности почвы на глубину 0,3–0,5 м в течение около 5 тыс. лет [14]. Однако полное разрушение раковин моллюсков, оказавшихся на поверхности почвы вне консервирующего влияния известковых отложений, происходит за существенно более короткий срок – несколько десятков лет.

Логично предположить, что в отношении рассматриваемой ситуации мог быть реализован сценарий поверхностной аккумуляции карбонатов. Явления образования поверхностных карбонатных кор вследствие испарения высокоминерализованных приповерхностных грунтовых вод или неоднократной химической седиментации из высохавших озер известны для районов аридного климата («шох», «каличе», «хардпен», «щечьян») [2], но вряд ли могли быть сформированы в рассматриваемых нами условиях: температурный режим наиболее жарких периодов голоцена отличался от нынешнего не более чем на 2–3°C [15].

Нами рассмотрены варианты обстановок, приведшие к формированию карбонатных отложений в лагуноподобных фациях. Так, в лагуне «Уголаз», размеры которой составляют 42 × 79 м, известковые пресноводные отложения (ИПО) залегают локальными линзами толщиной около 0,1 м под сильно разложившимся торфом мощностью от 0,3 м по периферии до 0,4 м в его центре. Они имеют рыхлое рассыпчатое сложение; содержание CaCO<sub>3</sub> в их верхнем слое, контактирующем с основанием торфяной залежи, достигает 79,5%, содержание CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> не превышает 2,5%. Нижний слой ИПО, лежащий на подстилающем торфянистом субстрате, содержит до 63,6% CaCO<sub>3</sub> и 4,8% CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Значения pH в KCl варьируют от 7,18 до 7,33; содержание органического вещества колеблется от 1,85% до 3,82%. По-видимому, подобного рода карбонатные отложения формировались в мелких временных водоемах, куда воды могли поступать из локальных артезианских источников, расположенных на прилегающих склонах. Такому же заключению соответствуют и данные малакологического анализа известковистых отложений, константно фиксирующие присутствие как наземных, так и пресноводных видов.

В лагуноподобном понижении «Высокое», размер которого составляет 40×56 м, под 30-сантиметровым слоем сильно разложившегося торфа также обнаружены ИПО мощностью около 0,33 м. Сложение плотное, при высыхании происходит цементация материала; окраска от светло-серой в верхней части до желтовато-палевой в нижней. Значения pH нарастают вглубь профиля: от 5,76 в торфяном горизонте до 7,26–7,51 в слое ИПО и 7,83 в переходном к материнской породе горизонте В<sub>4</sub>С. Содержание органического вещества в пределах профиля карбонатных отложений снижается от 8,74% в его верхней части до 2,02% в нижней. Содержание CaCO<sub>3</sub> в верхнем слое ИПО, расположенном под торфяной залежью, составляет 45,5%, содержание CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – 3,6%; к середине слоя оно увеличивается соответственно до 59,1% и 5,6%, а в его основании составляет 47,7% и 2,0%. Карбонатный материал, по-видимому, в основном является продуктом химической седиментации из высохавших вод. Об этом свидетельствует прежде всего его сплошное распространение в виде покрова минерального ложа. Кроме того показательно, что в составе данных отложений, как и в отложениях мела Хотиславского месторождения седиментационного генезиса, резко преобладают фракции мелкого размера; при этом фракция менее 3,41 мкм в обоих случаях составляет 35,0%.

Результаты споро-пыльцевого анализа отложений лагуны «Уголаз» позволили судить о приуроченности соответствующих осадков к SB<sub>2</sub> – SA<sub>1</sub>, SA<sub>2</sub> этапам голоцена, а лагуны «Высокое» – к одному из этапов АТ-периода (они маркируют наиболее жаркие и засушливые временные отрезки соответствующих этапов). Однако, как известно из [16], с атлантическим периодом голоцена связаны эпохи наибольшей обводненности и соответствующей степени озёрности территории Белорусского Полесья. В свою очередь, повышение влажности климата приводило к повышению уровня озер. В результате воды заливали довольно обширные пространства, которые представляли собой широкие литорали, в связи с чем также создавались весьма благоприятные условия для пресноводного карбонатакопления. Согласно [17], этим объясняется, что на общем фоне известного сокращения пресноводного карбонатакопления в атлантическое время наблюдаются водоемы, где в это время оно протекало весьма интенсивно.

Существование обширных мелководных водоемов, в том числе приозерного типа, в ареалах современного распространения ГКЛ не вызывает сомнений. В частности, на существование такого водоема в пределах Днепробугского массива указывают линейно-вытянутые береговые песчаные гряды, окантующие его с юга по линии Дивин – Повитье – Радостово [4].

Известно, что изменения уровня озер заметны в относительно узкой прибрежной полосе [14]. Для проведения соответствующих исследований нами заложен разрез на гребне песчаной гряды в 50 м к югу от поворота на пос. Ореховский с автодороги Дивин – Повитье (отметка 153 м над уровнем моря). Установлено, что по своему генезису данная песчаная форма в основании является водно-аккумулятивным образованием и лишь верхний полутораметровый слой песка – результат эоловых наносов.

Для подэоловой толщи песчаной гряды характерно циклическое строение, причем наиболее ясно выражены 3 (возможно, 4) цикла, отраженные в пачках осадков, имеющих мощность около 0,3–0,4 м каждая. Они сложены довольно тонкими слоями наносов, которые представлены мелко-, средне- и крупнозернистыми песками, алевролитами, иногда шоколадными глинами и илистыми песками и, на наш взгляд, отвечают различным зонам озерного водоема: от прибрежной илистой полосы до песчаных отмелей и более глубоких участков. Эти циклы явились результатом колебаний уровня озерного водоема и четко зафиксированы в прибрежной, наиболее динамичной его части.

По-видимому, мелководный озерный водоем, на берегу которого располагалась исследуемая песчаная гряда, в среднем и позднем голоцене испытал по меньшей мере 3 стадии регрессии, сменявшиеся затем увеличением обводненности. Эти колебания уровня озерного водоема обуславливали в прибрежной его части смену условий и отличительных особенностей восстановительной зоны условиями и соответствующими маркерами зоны окислительной, что и наблюдается особенно отчетливо в сложении двух нижних пачек. Гипсометрические уровни, на которых расположены соответствующие отложения в разрезе песчаной гряды (примерно 148–149 м) свидетельствуют о том, что в истории развития озерного водоема были достаточно продолжительные периоды, когда вся прилегающая с севера низменность, включая и островные повышения с ГКЛ, была покрыта водой (абсолютные отметки наиболее приподнятых островов не достигают 147,0 м).

Представим себе мелководье (несколько десятков сантиметров) над массивом плоского подводного повышения, площадью несколько гектаров – первые десятки гектаров. В условиях жаркого и сухого сезона в поверхностном слое воды могло достигаться пересыщение по CaCO<sub>3</sub>. По мнению [11], это происходило вследствие хорошей прогреваемости воды, в результате чего испаряемость становилась достаточно высокой, чтобы обеспечить концентрацию карбоната кальция (прежде всего за счет удаления CO<sub>2</sub>) до насыщения и пересыщения. При волновых движениях воды благодаря эффекту механического встряхивания из этого поверхностного пересыщенного карбона-

том слоя мог осаждаться  $\text{CaCO}_3$ . Динамичность вод (их текучесть или волновые перемещения) помимо того, что способствовали усиленному выделению  $\text{CO}_2$  в атмосферу, предотвращали или значительно уменьшали процессы частичного обратного растворения выпавшего карбоната [16].

Карбонатный материал мог поступать в воды также из карстовых озер – «полесских окон» (Луковское, Любань и др.) – или из зон разгрузки напорных вод и перемещаться с водой по общему уклону поверхности. Показательно в этой связи, что наиболее крупные массивы ГКЛ расположены в непосредственной близости от больших озерных водоемов и ниже их по уклону местности (МП «Луково» и «Днепробуг» находятся севернее вышеназванных озер). Накопление карбонатных отложений происходило преимущественно на склонах южной, юго-западной и юго-восточной экспозиций, т.е. согласно доминирующим векторам его привноса.

Отложения типа поверхностных карбонатных корок могли возникнуть и в процессе высыхания поверхностных известковых вод, накапливавшихся в локальных понижениях рельефа подводных гряд, представляя собой остаточные озерково-«лужицевые» (возможно, болотцевые) известняки. Вполне вероятно, они имеют сложное происхождение и являются следствием чередования процессов обводнения и подсыхания верхних слоев грунта или карбонатно-глинистого осадка. По-видимому, могла происходить также достаточно интенсивная садка  $\text{CaCO}_3$  в подводно-береговой зоне, особенно при выходе напорных карбонатных вод: здесь наиболее подвижна водная среда, хорошая прогреваемость (особенно южных секторов) и соответствующая пересыщенность вод карбонатом. В таких зонах садке кальцита могли способствовать также водные макрофиты, потребляющие углекислоту в процессе фотосинтеза. Подобные присклоновые карбонатные отложения описаны Ц.И. Минкиной [18] на торфяном месторождении Тимоново в Московской области. В другой работе также подчеркивается, что «комплекс положительных для карбонатонакопления условий создается преимущественно в озерах со сложным строением котловин, где обширные открытые участки мелководья превалируют над ограниченными по площади глубоководными впадинами. Зона карбонатонакопления занимает в них участки широкой литорали и отлогого сублиторального склона» [19, с. 63].

Весьма динамичный и непостоянный гидрологический режим наиболее мелководных и периодически пересыхающих частей литоральной зоны подобных приозерных водоемов, по-видимому, ограничивал возможность формирования сообществ пресноводных моллюсков. Кроме того, обилие взвешенных минеральных компонентов в волновых водах также создавало неблагоприятную обстановку для развития малакофауны [12]. Этим объясняется как полное отсутствие пресноводных форм в карбонатных горизонтах упомянутых выше почв, так и ограниченный их состав в некоторых отложениях.

Таким образом, накопление карбонатных отложений в Белорусском Полесье хоть и подчинено общей ландшафтно-географической зональности, но в своем разнообразии отражает целый ряд дополнительных гидрологических и геоморфологических условий, сопровождавших трансформацию субаквальных ландшафтов в супераквальные.

### **Выводы**

Процессы карбонатонакопления в пределах западной части Белорусского Полесья в своем максимальном многообразии и интенсивности проявления приурочены к областям сочетания субаквальных и супераквальных геохимических ландшафтов. Аккумуляция карбонатных отложений в лагунах, в мелководных зонах озер-разливов и на сопряженных с ними участках берегов усложнила как общую картину пространственного распределения карбонатов в ландшафтах, так и число их форм и возможных сочетаний с другими типами осадков (прежде всего железистых).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Роговой, П. П. О солончаковых и солонцовых процессах в зоне подзолистых почв БССР / П. П. Роговой. – Минск : Изд-во АН БССР, 1933. – 33 с.
2. Ковда, В. А. Происхождение и режим засоленных почв / В. А. Ковда. – М. – Л. : Изд-во АН СССР. – 1946. – Т. 1. – 573 с.
3. Глазовская, М. А. Почвы мира / М. А. Глазовская. – М. : Изд-во МГУ, 1972. – Т. 1. – С. 184–185.
4. Киселев, В. Н. Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения / В. Н. Киселев. – Минск, 1987. – 151 с.
5. Михальчук, Н. В. Депрессионно-карбонатные комплексы Белорусского Полесья / Н. В. Михальчук // Вуч. запіскі Брэсц. дзярж. ун-та. – 2008. – Т. 4, ч. 2. – С. 108–119.
6. Рыскова, Е. А. Карбонатно-кальциевая система степных почв Центрального Предкавказья / Е. А. Рыскова [и др.] // Почвоведение. – 2001. – № 3. – С. 295–308.
7. Росликова, В. И. Карбонатные новообразования в луговых почвах на бескарбонатных отложениях Приханкайской низменности / В. И. Росликова // Почвоведение. – 1997. – № 8. – С. 952–957.
8. Кадацкая, О. В. Пространственные изменения сочетаний элементарных ландшафтов на территории Белоруссии в голоцене / О. В. Кадацкая, В. А. Прокопеня // Проблемы геохимического и геофизического изучения земной коры : сб. науч. тр. – Минск : РМСО АН БССР, 1974. – С. 135–138.
9. Щербина, В. Н. О методике массового определения карбонатности осадочных пород / В. Н. Щербина // Тр. Ин-та геолог. наук. – 1958. – Вып. 1 – С. 131–144.
10. Воробьева, Л. А. Физико-химические методы исследования почв / Л. А. Воробьева, Г. И. Глебова, Е. И. Горшкова. – М., 1980. – 381 с.
11. Македонов, А. В. Современные конкреции в осадках и почвах и закономерности их географического распространения / А. В. Македонов. – М. : Наука, 1966. – 284 с.
12. Мотуз, В. М. Континентальные моллюски из среднеплейстоценовых отложений Белоруссии и смежных районов / В. М. Мотуз // Материалы по палеогеографии и геохимии антропогена Белоруссии. – Минск : Навука і тэхніка, 1973. – С. 80–104.
13. Романова, Т. А. Почвы и почвенный покров как природная основа осушительных мелиораций (на примере западной части Белорусского Полесья) : дис. ... д-ра биол. наук / Т. А. Романова. – 1978. – 360 с.
14. Александровский, А. Л. Эволюция почв и географическая среда / А. Л. Александровский, Е. И. Александровская / Ин-т геог. РАН. – М. : Наука, 2005. – 223 с.
15. Еловичева, Я. К. Голоцен Беларуси / Я. К. Еловичева [и др.] / Бел. гос. ун-т. – Минск, 2004. – 241 с.
16. Якушко, О. Ф. Озера Белорусского Полесья и перспективы их мелиорации и использования / О. Ф. Якушко [и др.] // Проблемы Полесья : сборник. – Минск : Наука и техника, 1973. – Вып. 2. – С. 235–269.
17. Даниланс, И. Я. О влиянии физико-географических условий на пресноводное карбонатонакопление / И. Я. Даниланс // Тр. Ин-та геол. ЛатвССР, 1963. – Т. 9. – С. 5–10.
18. Минкина, Ц. И. Торфяные месторождения с карбонатами кальция в залежи / Ц. И. Минкина // Тр. Ин-та геол. ЛатвССР, 1963. – Т. 9. – С. 79–90.
19. Лукашев, К. И. Геохимия озерно-болотного литогенеза / К. И. Лукашев [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1971. – 284 с.

Рукапіс пасткпіў у рэдакцыю 20.04.2015

**Michalchuk N. The Possible Mechanism of Carbonate Sediments Formation in Shallow Ponds of the Western Belarusian Polesie**

*The mechanism of possible carbonate sediments formation in hydromorphic soils in the conditions of the western part of the Belarusian Polesie is offered. It is shown that their accumulation could happen in shallow parts of lakeside type ponds.*