

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОЧВ, ВЫЗВАННАЯ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

М. Г. Аветисян

Центр эколого-ноосферных исследований Национальной Академии наук Республики Армения, Армения

Поступила в редакцию 28 апреля 2018 г.

**Аннотация:** В статье рассматриваются вызванные интенсивным выпасом изменения содержания азота и углерода в почвах горных лугов альпийского пояса Арагацкого массива. Для проведения исследований были выбраны один контрольный и несколько опытных пастбищных участков на высоте 3000-3250 м над уровнем моря южного склона горы Арагац. Показано, что антропогенное влияние на пастбища, связанное с интенсивным выпасом, привело к изменению физико-химических свойств и качественного состава почвы. При этом отмечается трансформация азотсодержащих органических веществ, в частности, переход азота из связанных форм в подвижные. Полученные результаты свидетельствуют о том, что интенсивный выпас скота приводит к уплотнению почвы, ухудшению водно-воздушного баланса и нарушению питательного режима горно-луговых почв исследованного района. Установлено, что все указанные факторы приводят к уменьшению органического вещества почвы и разрушению водостойких агрегатов. Все это представляется важной основой, которую необходимо учитывать при оценке природно-ресурсного потенциала горных экосистем.

**Ключевые слова:** интенсивный выпас, альпийский пояс, горно-луговые почвы, гумус.

**Abstract:** The article considers intense grazing-induced changes in nitrogen and carbon contents in mountain meadow soils of the alpine belt the Aragatsmountain massifs. The studied sites were one control and a few testing pasture plots at a height 3000-3250 m a.s.l. on the southern slope of Mount Aragats. The research has indicated that a manmade impact on pastures connected with intense grazing has brought to changes in physico-chemical properties of soils and the quality of humic content. At the same time transformation occurs of nitrogen-containing substances namely nitrogen transformation from total to mobile forms. The obtained results have indicated that intense grazing leads to soil compaction, deterioration of air water balance and disturbance of nutrient regime of mountain meadow soils of the studied region. The obtained research outcomes indicate that all the notes factors bring to a decrease of organic component of soil and destruction of water resistant aggregates. These results should be considered as an essential basis when assessing natural and resource potential of mountain ecosystems.

**Key words:** intensive grazing, alpine belt, mountain meadow soils, humus.

Воздействие человека на окружающую среду часто носит стихийный, неопознанный характер, приводящий к серьезным отрицательным последствиям.

В процессе производственной деятельности человек оказывает огромное влияние на природные факторы почвообразования и почвы. Однако характер влияния человека на почву принципиально отличается от характера проявления роли природных факторов.

Направленность почвообразовательного процесса и характер эволюции пахотных земель в

большей степени определяется хозяйственной деятельностью человека, чем почв природных угодий, хотя и здесь воздействие человека на почву значительное.

Почва, формируясь совокупным действием природных условий, изменяется в соответствии с медленными изменениями в окружающей среде, протекающими как естественный, стихийный процесс [7].

Способы воздействия человека на почву многообразны – уничтожение природной растительности, замена ее сельскохозяйственными культурными растениями; вырубка леса и превращение

этих площадей в луговые угодья; бессистемная пастьба; мелиорация солончаков и солонцов; известкование кислых почв; особенно глубокая вспашка; внесение удобрений и прочее приводят к изменению биологического круговорота зольных элементов и азота, к изменению водно-воздушного и теплового режимов почвы, к резкой перестройке биологических, химических и других явлений и свойств почв [7].

Интенсивный бессистемный выпас оказывает сильное влияние на состав травостоя и продуктивность лугов. При систематическом выпасе значительная часть травостоя затаптывается скотом, многие ценные высокорослые кормовые растения выпадают из травостоя и заменяются малоценными низкорослыми травами.

Необходимо отметить, что альпийская растительность является ценным фондом высокогорных пастбищ. Однако в результате неумеренного выпаса и перегрузки пастбищ альпийские луга-ковры превращаются в манжетковые луга и в белоусники.

Сельскохозяйственная деятельность также оказывает значительное влияние на запасы основных питательных элементов в почве.

Вынос питательных веществ на пастбищах определяется их продуктивностью, нагрузкой и продолжительностью пастбищного периода, которые в свою очередь зависят от природно-хозяйственных условий.

Почвы горных пастбищ по сравнению с активно используемыми землями, например, пашней, по своему современному облику также изменились в значительной степени.

На значительных площадях горные пастбища сильно деградировали и требуют принятия решительных мер по ограждению от дальнейшего их вырождения путем применения нормальной нагрузки и рациональной эксплуатации [2].

С точки зрения сохранения окружающей среды большое практическое значение имеет влияние потерь органического вещества на физические и химические свойства почвы. Уменьшение запасов гумуса ведет непосредственно к снижению пористости аэрации, агрегированности и водоудерживающей способности почвы. По мере того как разрушаются структурные агрегаты, за этим следует уплотнение почвы (плотность), увеличивается поверхностный сток и, следовательно, эрозия почвы. Такая потеря почвы влияет как на плодородие земель, поскольку пахотные горизонты наиболее благоприятны для выращивания сельскохозяйственных культур, так и на реки и озера данного

региона. Кроме того, повышение плотности или объемного веса почвы приводит к замедлению роста корней растений [8].

На этом фоне изучение процессов миграции питательных элементов в экосистеме стало необходимо, а восстановление нарушенных экосистем и их защита являются важнейшей задачей.

Данное исследование посвящено изучению высокогорных пастбищ альпийского пояса Арагацкого массива Армении. Обширные территории вершинной части горных хребтов и возвышенностей альпийского пояса Армении занимают горно-луговые почвы. Эти почвы отличаются легким механическим составом, характеризуются высоким содержанием органического вещества и валового азота [5].

В задачу исследования входило изучение изменений содержания азота и углерода в почвах горных лугов альпийского пояса Арагацкого массива, вызванные интенсивным выпасом.

#### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследования проводились в альпийском поясе (3000-3250 м над уровнем моря, горно-луговые дерновые почвы, пастбище) южного склона горы Арагац, где были выделены заповедный (контрольный) участок и опытные участки с интенсивным выпасом.

Было изучено валовое количество гумуса, азота, углерода, подвижного аммония, нитратов и нитритов. Отбор и анализ проб почв выполнялись по общепринятым методам ландшафтно-геохимических и агрохимических исследований [3, 9]. Макроэлементы определялись по общепринятым методам: азот – по Кельдалю,  $C_{орг.}$  – по Тюрину, с последующим определением на пламенном фотометре.

В статье приводятся усредненные годовые данные за 2012-2015 годы.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты исследований показали, что интенсивный выпас скота отражается в нарушении питательного режима почв. Было установлено различие между верхними горизонтами почв контрольного и опытных участков. При этом почвы контрольного участка, за исключением общего азота, оказались богаче азотными соединениями, чем участки, находящиеся под интенсивным выпасом. За период исследования, в среднем, в результате процесса аммонификации в почве контрольного участка образуется 10,3 мг/кг аммония, а на участках под интенсивным выпасом – 3,7, несмотря на

Содержание органического вещества в дерновых горно-луговых почвах альпийского пояса под воздействием интенсивного выпаса (средние за 2012-2015 годы)

| Глубина взятия образца почвы, см | pH  | Eh   | C <sub>орг.</sub> , % | N общий, % | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/кг | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/кг | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/кг |
|----------------------------------|-----|------|-----------------------|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Участок под интенсивным выпасом  |     |      |                       |            |                                      |                                      |                                      |
| 0-10                             | 4,8 | 190  | 2,1                   | 0,39       | 8,3                                  | 0,0                                  | 0,0                                  |
| 10-20                            | 5,1 | 150  | 2,2                   | 0,24       | 2,5                                  | 0,1                                  | 2,1                                  |
| 20-30                            | 5,5 | 140  | 0,71                  | 0,12       | 0,3                                  | 0,0                                  | 1,4                                  |
| Заповедный (контрольный) участок |     |      |                       |            |                                      |                                      |                                      |
| 0-10                             | 6,0 | 370  | 5,3                   | 0,34       | 18,0                                 | 1,9                                  | 8,9                                  |
| 10-20                            | 6,3 | 390  | 3,4                   | 0,22       | 10,2                                 | 0,4                                  | 10,1                                 |
| 20-30                            | 6,2 | 3 80 | 1,2                   | 0,11       | 2,7                                  | 0,1                                  | 6,4                                  |

то, что на участке пастьбы количество общего азота сравнительно больше.

Изменение содержания обменного аммония в почвах связано с трансформацией гидролизуемой фракции азотсодержащей органики [6, 8].

Как было установлено в результате исследований, интенсивный выпас скота отражается на содержании азота.

В наших исследованиях (таблица) было установлено уменьшение содержания аммонийного азота (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) вниз по профилю почвы. Оказалось, что на контрольном участке происходит накопление нитратного азота, тогда как на опытных участках в верхних слоях почвы нитраты и нитриты отсутствуют, а в более глубоких – содержатся в малом количестве. В почвах, находящихся под выпасом, уменьшение аммонийного азота, отсутствие нитритов и небольшое количество нитратов, возможно, обусловлено интенсивно идущим процессом денитрификации [1, 4].

Необходимо также отметить, что на участках с интенсивным выпасом потери азота могут быть связаны как ослаблением интенсивности процесса аммонификации, так и образованием летучих форм азота в виде аммиака. Это свидетельствует о том, что процессы аммонификации проходили значительно пассивно.

По результатам исследований была выявлена слабая аммонифицирующая способность почв на обоих участках (контрольный и опытный). Однако, почвы контрольного участка лучше обеспечены легкогидролизруемыми соединениями азота, о чем свидетельствует хорошее состояние растительного покрова. Важно учесть, что уменьшение количества аммонийного азота не считается как отрицательный показатель, поскольку он не является

конечным результатом минерализации азотсодержащих органических соединений [1].

Аммонийный азот полностью не накапливается в почве. Он после образования частично окисляется и переходит в нитритную, а затем в нитратную форму [4].

Согласно полученным результатам (таблица) основные потери азота из почвы связаны с потерями в виде аммиака и процессами денитрификации. Как видно, на участке под интенсивной пастьбой, они протекают активнее. По данным отраженным в таблице содержание аммония вниз по профилю резко падает. Снижается и величина окислительно-восстановительного потенциала. Известно, что изменение окислительно-восстановительного потенциала может привести к трансформации органического вещества, что приобретает необратимый характер.

Полученные нами результаты показывают (таблица), что интенсивный выпас приводит к снижению окислительно-восстановительного потенциала вниз по глубине почвы. Наиболее низкие его показатели были установлены в нижних слоях почв при интенсивной пастьбе (таблица). Данное явление свидетельствует о нахождении почв в состоянии анаэробно-анаэробно-анаэробно-анаэробно, которые вызвано изменением окислительно-восстановительного потенциала. Длительное нахождение почв в этом состоянии приводит к трансформации органического вещества, что приобретает необратимый характер [1, 4, 8].

Важно отметить, что при интенсивной пастьбе нарушается также pH почвы. Так, на участке с интенсивной пастьбой значение pH намного ниже и здесь преобладает кислая реакция, а на контрольном участке – кислая реакция переходит в слабощелочную (таблица).

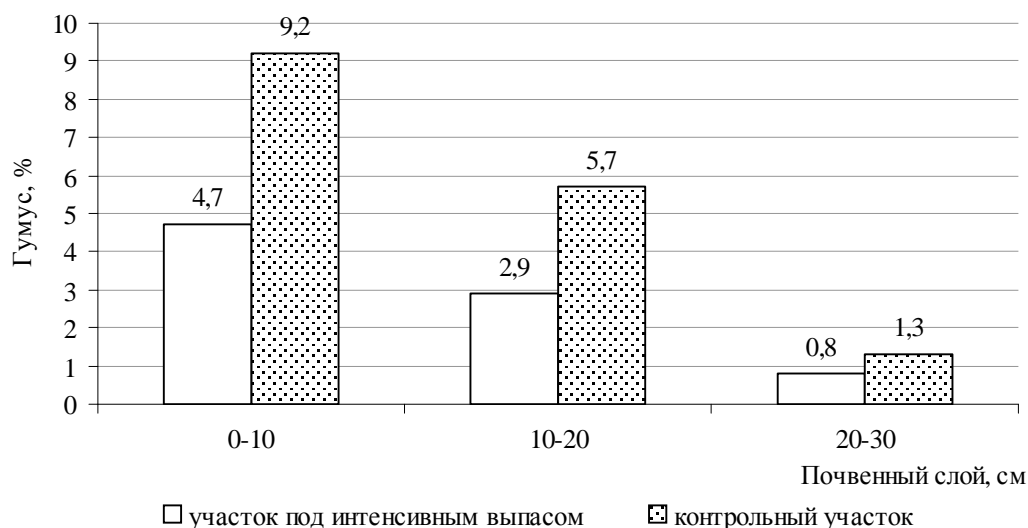


Рис. Распределение гумуса по слоям дерновой горно-луговой почвы (средние значения за период исследования)

На основании полученных данных было установлено – интенсивный выпас приводит к изменению содержания гумуса в почве (рис.).

Необходимо отметить, что для горно-луговых дерновых почв не затронутых антропогенной деятельностью, характерно высокое содержание гумуса в верхнем горизонте. Накопление большого количества гумуса объясняется тем, что развитая луговая растительность и ее густая и обильная корневая система дают большую массу органических остатков, значительная часть которых в благоприятных гидротермических условиях, разлагаясь, образует грубое гумусовое вещество [5].

Как видно из рисунка, на контрольном и опытном участках отмечаются различия в количестве гумуса между слоями исследуемых почв. На участках под интенсивным выпасом содержание гумуса уменьшается примерно вдвое по сравнению с контрольным участком. Вниз по глубине, от слоя 0-10 к слою 20-30 см содержание гумуса уменьшается примерно в семь раз. Однако, быстрая потеря гумуса является немедленной реакцией на снижение поступления биомассы и уменьшение запасов легко метаболизируемых органических соединений [8].

Следует отметить, что уменьшение органического вещества обусловлено, в первую очередь, нарушением физической структуры верхнего слоя почвы и, учитывая в дерновом слое активную реакцию экскрементов, происходит нарушение устойчивости биогеохимических соединений. Следовательно, это приводит к развитию деградации почв, сопровождаемой потерей азотистых и угле-

родных соединений в виде газов и механическим вымыванием.

Согласно ранее проведенным исследованиям, высокое содержание гумуса и валового азота в горно-луговых почвах альпийской зоны обусловлено особенностями почвообразовательного процесса, протекающего в условиях влажного климата и относительно низких температур, которые способствуют накоплению органического вещества и затрудняют его разложение.

В целом для исследуемых почв характерно низкое содержание нитратов, что, очевидно, объясняется низкой температурой и кислотностью почв, подавляющих их биологическую активность и процессы нитрификации. Содержание доступных форм азота и аммиачного азота в исследуемых почвах наблюдается в начале и в конце вегетационного периода, а наименьшее – в середине лета, т.е. в период наиболее интенсивного роста и развития растений, когда они активно поглощают питательные вещества в большом количестве.

Итак, результаты исследований показали значительное изменение в почвах азотсодержащих органических веществ и окислительно-восстановительного состояния почвы.

Антропогенное влияние на пастбища, связанное с интенсивным выпасом, привело к изменению физико-химических свойств почвы, качественного состава гумуса, которое выразилось в трансформации азотсодержащей органики, в частности, перехода азота из связанных форм в подвижные. Следовательно, уменьшение органического вещества, обусловленное нарушением физи-

ческой структуры поверхностного слоя почвы и активной реакцией экскрементов в ее верхнем, дерновом слое, приводит к нарушению устойчивости биохимических соединений, сопровождаемой потерями азотных и углеродных соединений в газообразной форме и выщелачиванием элементов.

Негативное воздействие интенсивной пастбищ, ее продолжительность и степень интенсивности будут определять дальнейшую характеристику почв в изменившихся экологических условиях.

Все это представляется важной основой, которую необходимо учитывать при оценке природно-ресурсного потенциала горных экосистем. Внедрение научно-обоснованных мероприятий по улучшению пастбищ позволит не только сохранить, но и значительно повысить их продуктивность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Ленинград : Наука, 1980. – 287 с.
2. Андреев Н. Г. Луговое хозяйство / Н. Г. Андреев. – Москва : Колос, 1981. – 383 с.
3. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Москва : Издательство Московского государственного университета, 1970. – 487 с.
4. Аристовская Т. В. Микробиология процессов почвообразования / Т. В. Аристовская. – Ленинград : Наука, 1980. – 187 с.
5. Бабаян Г. Б. Агрохимическая характеристика горно-луговых почв Армянской ССР / Г. Б. Бабаян. – Ереван : Издательство АН АрмССР, 1982. – С. 22-97.

Аветисян Мариета Гамлетовна  
кандидат географических наук, старший научный сотрудник Центра эколого-ноосферных исследований Национальной Академии наук Республики Армения, Республика Армения, г. Ереван, E-mail: [marieta\\_0208@mail.ru](mailto:marieta_0208@mail.ru), [marieta.avetisyan@cens.am](mailto:marieta.avetisyan@cens.am)

6. Ивлев А. М. Биогеохимия / А. М. Ивлев. – Москва : Высшая школа, 1986. – С. 21-45.

7. Почвоведение / под ред. А. С. Фатьянова, С. Н. Тайчинова. – Москва : Колос, 1972. – С. 185-193.

8. Тейт Р. Л. Органическое вещество почвы: Биологические и экологические аспекты / Р. Л. Тейт. – Москва : Мир, 1991. – 400 с.

9. Юдин Ф. А. Методика агрохимических исследований / Ф. А. Юдин. – Москва : Колос, 1971. – 272с.

#### REFERENCES

1. Aleksandrova L. N. Organicheskoye veshchestvo pochvy i protsessy ego transformatsii / L. N. Aleksandrova. – Leningrad : Nauka, 1980. – 287 s.
2. Andreyev N. G. Lugovodstvo / N. G. Andreyev. – Moskva : Kolos, 1981. – 383 s.
3. Arinushkina E. V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv / E. V. Arinushkina. – Moskva : Izdatel'stvo Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta, 1970. – 487 s.
4. Aristovskaya T. V. Mikrobiologiya protsessov pochvoobrazovaniya / T. V. Aristovskaya. – Leningrad : Nauka, 1980. – 187 s.
5. Babayan G. B. Agrokhimicheskaya kharakteristika gorno-lugovykh pochv Armyanskoy SSR / G. B. Babayan. – Erevan : Izdatel'stvo AN ArmSSR, 1982. – S. 22-97.
6. Ivlev A. M. Biogeokhimiya / A. M. Ivlev. – Moskva : Vysshaya shkola, 1986. – S. 21-45.
7. Pochvovedeniye / pod red. A. S. Fat'yanova, S. N. Taychinova. – Moskva : Kolos, 1972. – S. 185-193.
8. Teyt R. L. Organicheskoye veshchestvo pochvy: Biologicheskiye i ekologicheskkiye aspekty / R. L. Teyt. – Moskva : Mir, 1991. – 400 s.
9. YUdin F. A. Metodika agrokhimicheskikh issledovaniy / F. A. YUdin. – Moskva : Kolos, 1971. – 272s.

Avetisyan Marieta Gamletovna  
PhD in Geography, Senior Researcher of the Centre for Ecological-Noosphere Studies of the National Academy of Sciences, Republic of Armenia, Yerevan, E-mail: [marieta\\_0208@mail.ru](mailto:marieta_0208@mail.ru), [marieta.avetisyan@cens.am](mailto:marieta.avetisyan@cens.am)