

УДК 631.445:631.461.3

**ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПРОЦЕССЫ
АММОНИФИКАЦИИ И НИТРИФИКАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА
В ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ РАЗНЫХ СТАДИЙ ЭВОЛЮЦИИ**

Е. В. Каранкевич, научный сотрудник

Н.Н. Семененко, доктор сельскохозяйственных наук
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: аммонификация, нитрификация, торфяные почвы, гидротермические условия, трансформация

Введение

Азот является ведущим элементом в процессах образования органического вещества, участвует в почвообразовательном процессе и его содержание в почве является главным показателем в оценке ее плодородия. С другой стороны, этот элемент играет первостепенную роль в питании растений и в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Недостаток азота в растениях приводит к уменьшению содержания хлорофилла, листья приобретают желтоватый оттенок, раньше стареют, осыпаются. Азотное голодание сказывается не только на изменении окраски, но и на росте: растения образуют короткие и тонкие побеги, что приводит к снижению урожайности. В растениях сдерживается синтез белковых веществ и аминокислот, в результате чего снижается содержание протеина и ухудшается качество продукции. При избыточном поступлении азота в растениях повышается концентрация биологически не связанного азота в виде нитратов и нитритов, которые являются нежелательными для сельскохозяйственных культур. Избыток азота в почве приводит к затягиванию роста растений и их созревания, к полеганию посевов. Сверхнормативная обеспеченность растений азотом ухудшает качество зерна, клубней, корнеплодов, фруктов, снижает их устойчивость к грибковым заболеваниям. Поэтому содержание азота в почве в доступных растениям соединениях играет важную роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и формировании качества продукции.

После осушения и в результате сельскохозяйственного использования в торфяных почвах за счет их уплотнения, минерализации органического вещества и эрозии уменьшается мощность торфяного слоя, изменяются генетические свойства. Процесс трансформации этих почв протекает постоянно. По мере «сработки» торфяного слоя его мощность в почвенном профиле уменьшается, а затем начинает припахиваться торф подпахотного слоя. В результате дальнейшей минерализации и сельскохозяйственного

использования мощность торфяного слоя становится меньше мощности пахотного слоя и начинает вовлекаться в оборот (путем припашки) подстилающая минеральная порода. На месте торфяных начинают формироваться почвы торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфяные и минеральные постторфяные почвы [1—9]. В связи с этими процессами за последние 40—50 лет использования торфяных почв Беларуси произошла существенная трансформация их азотного фонда [10, 11].

Как показывают результаты предыдущих исследований [10] азотный фонд пахотного слоя торфяных почв представлен преимущественно органическими соединениями. Азот этих соединений становится доступным растениям в результате минерализации органического вещества почвы — процессов аммонификации и нитрификации. Интенсивность этих процессов, а, следовательно, и размеры накопления минеральных соединений азота в почве находятся в зависимости от ряда условий внешней среды: наличие в почве органического вещества, температуры, влажности и др. В трансформации азотистых органических соединений в почве основное значение имеет высвобождение аммонийной формы азота, который служит источником питания микроорганизмов и растений. Микроорганизмы-нитрификаторы переводят аммонийный азот в окисленные формы — нитраты и нитриты, которые, в свою очередь, вновь вовлекаются в биологический круговорот. В отличие от аммония нитраты почти не адсорбируются почвой и не связываются ею химически. Почти весь не востребованный растениями или микроорганизмами (биологическое поглощение) нитратный азот мигрирует за пределы пахотного слоя, что приводит к его потерям и загрязнению окружающей среды.

Проблема интенсивности процесса минерализации органических соединений торфа имеет большое значение. С одной стороны, необходимо замедление этого процесса и сохранение плодородия торфяных почв на возможно длительный срок, а с другой — высвобождаемый в результате минерализации азот является источником азотного питания растений. Поэтому установление потенциальной азотминерализующей способности торфяных почв разных стадий эволюции имеет непосредственное практическое значение при оценке возможности использования их и разработке системы удобрений сельскохозяйственных культур, возделываемых на этих почвах. Большое влияние гидротермических условий на почвенный и растительный покров, деятельность микроорганизмов предопределяет их роль в процессах превращения органического вещества почвы и, в частности, в процессах минерализации и гумификации. Вопросу связи гидротермических условий с процессами превращения органических веществ в торфяной почве уделялось внимание Мееровского А.С. [12], Мишустина Е.Н. [13], Кононовой М.М. [14], Тюринна И.В. [15], Зименко Т.Г. [16], Вавуло Ф.П. [17], однако влияние различных температур и увлажнения на интенсивность трансформации органических соединений азота торфяных почв разных стадий эволюции ранее не изучалось, а по минеральным почвам встречаются единичные работы [18].

Цель исследований — установить влияние гидротермических условий на процесс аммонификации и нитрификации органических соединений азота в торфяных почвах разных стадий эволюции.

Объекты и методы исследований

Для проведения исследований были подобраны три разновидности торфяно-болотных почв с различным содержанием органического вещества: агроторфяная — 82,5, дегроторфяно-минеральная — 39,8 и минеральная остаточно-торфяная — 10,8 % с одного поля Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства Лунинецкого р-на Брестской обл.

При оценке азотминерализующей способности торфяных почв разных стадий эволюции были использованы известные методические подходы (оптимальные для минерализации условия увлажнения и температуры, экспозиция 14 суток [19—21 и др.]), впервые предложенные С.П. Кравковым (1931) для определения нитрифицирующей способности минеральных почв. В метод оценки азотминерализующей способности торфяных почв в нашей модификации было включено определение потенциальной нитрифицирующей, аммонифицирующей и азотминерализующей (АМС — сумма $N-NO_3 + N-NH_4$) способности почв при длительности экспозиции 1, 15, 30 и 45 суток и разных уровнях температуры и влажности. Содержание нитратного и аммонийного азота в почве определяли по разработанным Н.Н. Семененко методам [22].

Результаты исследований

Приведенные на рис. 1 результаты исследований показывают, что в агроторфяной почве после помещения её в благоприятные для минерализации органического вещества гидротермические условия (влажность 60 %, температура 25—27 С°) интенсивность процесса нитрификации преобладает над аммонификацией в течение всего периода экспозиции. В связи с чем аммонийная форма азота интенсивно переходит в нитратную и мало накапливается в почве. Азотминерализующая способность (АМС) уже на 15 сутки компостирования составляет 259 мг/кг почвы, а максимум — 322 мг/кг почвы достигает на 45 сутки.

При влажности 30 % (ниже оптимальной) и температуре 25—27 С° в агроторфяной почве азот накапливается преимущественно в аммонийной форме первые 15 суток и составляет 307 мг/кг почвы, затем процесс аммонификации замедляется и аммонийный азот активно переходит в нитратную форму. АМС почвы достигает максимума на 30 сутки, затем начинается биологическая иммобилизация минерального азота и снижение содержания его в почве.

При избыточном увлажнении почвы (90 %) процесс аммонификации протекает достаточно активно и на 30 сутки компостирования накапливается 242 мг/кг почвы. Однако нитрификация при избыточной влажности сдерживается.

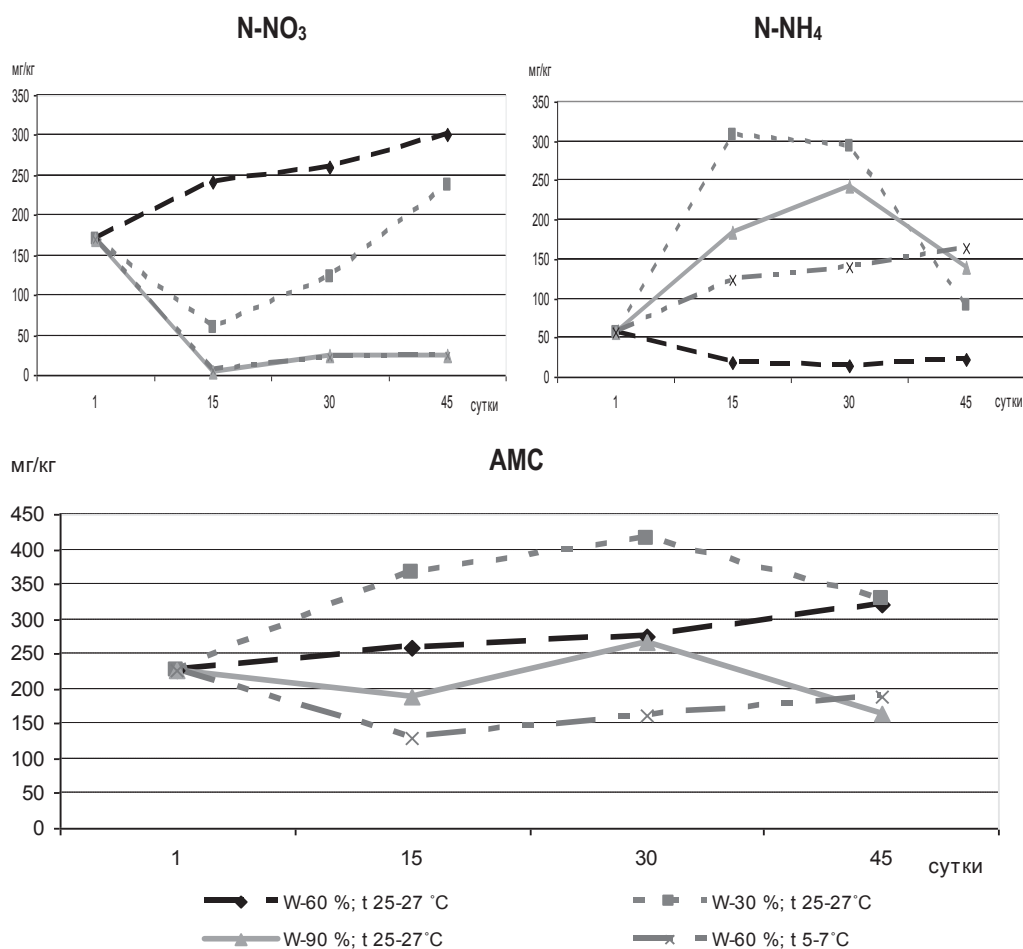


Рисунок 1 – Влияние температуры и влажности на динамику процесса нитрификации и аммонификации в агроторфяной почве

При низкой температуре 5—7 °С процесс аммонификации и особенно нитрификации подавлен. В почве на 45 суток компостирования накапливается только 163 мг/кг азота в аммонийной форме и 24 мг/кг почвы нитратной формы. В целом процесс минерализации органического вещества при влажности 30, 90 % и температуре 5—7 °С после 45 суток компостирования замедляется. Общая AMC наиболее высока при оптимальных гидротермических условиях — 322 и при влажности 30 % — 330; ниже при избытке влаги (90 %) — 164 и при низких температурах (5—7 °С) — 188 мг/кг почвы. Основная трансформация азотсодержащих органических соединений почвы происходит в течение 30 суток её компостирования.

Сопоставление данных по аммонифицирующей и нитрифицирующей способности дегродторфяно- минеральной почвы (рис. 2) показывает, что при благоприятных условиях влажности и температуры в первые две-три недели компостирования интен-

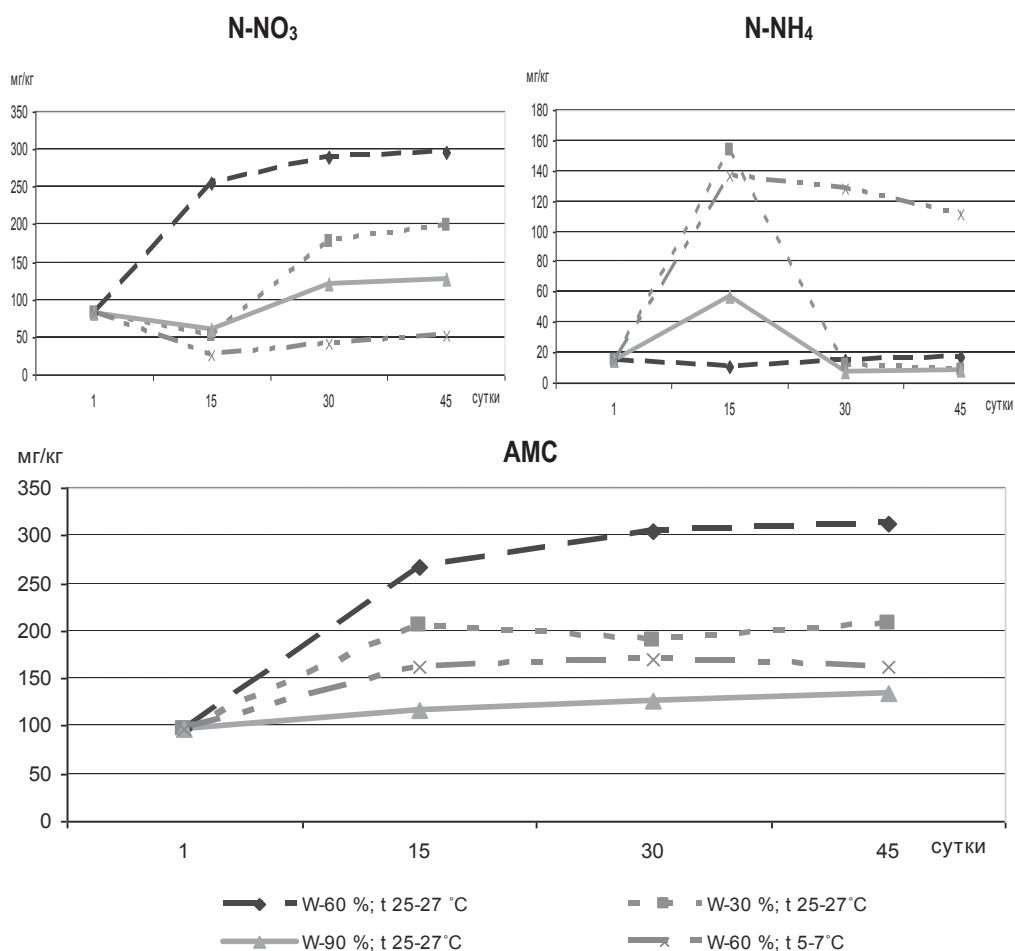


Рисунок 2 — Влияние температуры и влажности на динамику процесса нитрификации и аммонификации в дерготорфяно-минеральной почве

сивность процессов нитрификации значительно опережает интенсивность аммонификации.

Содержание нитратного азота за период 1—45 сутки увеличивается с 82 до 295 мг/кг почвы. В связи с этим содержание аммонийной формы азота в почве на 15-й день компостирования минимальное. Только на 45-й день опыта содержание аммонийного азота в почве начинает незначительно повышаться.

При влажности 30 % и температуре 25—27 °C наблюдается накопление первые 15 суток аммонийной формы азота, а с 15 до 30 суток интенсивно переходит в нитратную форму и затем уже накапливается в нитратной форме. При влажности 90 % аммонийный азот так же накапливается в почве в первые две недели компостирования и далее переходит в нитратную форму, но процесс аммонификации выражен слабее, чем при влажности 30 %. При влажности 60 % и температуре 5—7 °C в основном накапливается азот

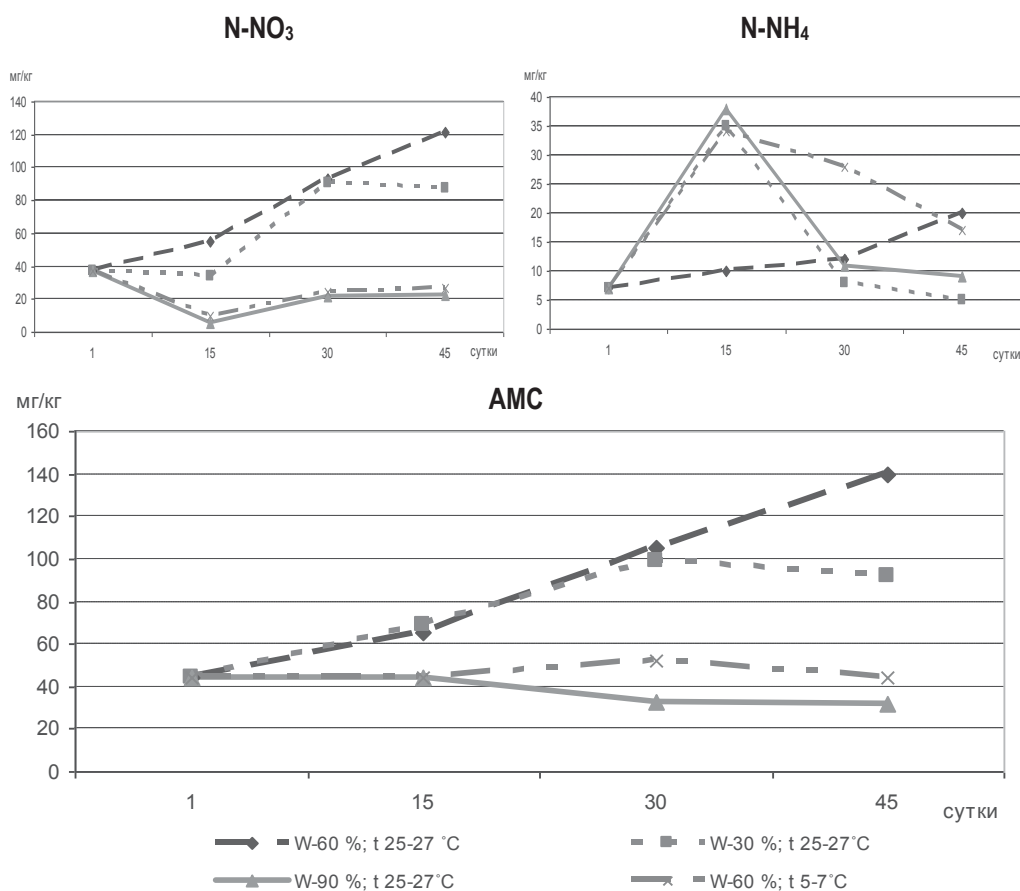


Рисунок 3 — Влияние температуры и влажности на динамику процесса нитрификации и аммонификации в минерально-остаточно торфяной почве

аммонийной формы. Низкая температура и избыток влаги не способствует нитрификации. В целом процесс минерализации органического вещества идет плавно: сначала первые 15 суток немного увеличивается, а затем замедляется. Наиболее высокая AMC в почве наблюдается при оптимальном уровне гидротермических условий — 312, при недостатке влаги (30 %) — 207, ниже при низких температурах (5—7 °C) — 165 и ещё ниже при избытке влаги (90 %) — 135 мг/кг почвы.

В минеральной остаточно-торфяной почве (рис. 3) процесс нитрификации протекает интенсивно при оптимальных условиях температуры и влажности. В связи с чем аммонийная форма азота переходит в нитратную и незначительно накапливается в почве. На 45-й день опыта содержание нитратного азота в почве достигло 121 мг/кг почвы.

Нитрифицирующие бактерии отрицательно реагируют на понижение влажности ниже оптимальных границ (30 %), поэтому азот в основном в первые 15 суток накапливается в аммонийной форме, а затем постепенно переходит в нитратную.

При содержании в почве влаги на уровне 90 % накопление нитратного азота снижается в течение всего периода наблюдений и на 45-е сутки составляет 23 мг/кг почвы.

При низкой температуре 5—7 °С процесс аммонификации и нитрификации подавлен. В почве на 45 сутки компостирования накапливается только 17 мг/кг азота в аммонийной и 27 мг/кг почвы нитратной формы. Наиболее высокая АМС наблюдается при оптимальном уровне гидротермических условий — 140, при недостатке влаги (30 %) — 92, ниже при низких температурах (5—7 °С) — 44 и ещё ниже при избытке влаги (90 %) — 32 мг/кг почвы.

Таким образом, исследуя потенциал азотминерализующей способности (АМС) торфяных почв разных стадий эволюции отмечаем, что в агроторфяной, дегроторфяно-минеральной и минеральной остаточно-торфяной почве в благоприятных для минерализации органического вещества гидротермических условиях (влажность 60 % и температура 25—27 °С) интенсивность процесса нитрификации преобладает над аммонификацией. В связи с этим аммонийная форма азота более интенсивно переходит в нитратную и незначительно накапливается в почве. Аналогичные закономерности процессов аммонификации и нитрификации характерны и для других исследуемых почв. В целом по всем почвам наиболее активно процессы минерализации органического вещества активизируются через 15 суток компостирования, достигая максимума на 30—45 сутки. При этом АМС по почвам составляет 322, 312, 140 мг/кг почвы соответственно.

При компостировании почв в условиях, которые отклоняются от оптимальных по влажности и температуре, процесс аммонификации находится на достаточно высоком уровне, а процесс нитрификации в большей или меньшей степени подавляется, снижается интенсивность и величина минерализации органических соединений азота. Сам процесс прохождения минерализации органического вещества по трем исследуемым почвам при разных гидротермических условиях аналогичен, но различается по количественному составу.

Из представленных результатов исследований видно, что влажность и температура почвы оказывают значительное влияние на характер трансформации азота органических и минеральных соединений самой почвы и участие их в питании растений. Поэтому система применения азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры, особенно при проведении подкормок, должна быть адаптивной к изменяющимся погодным условиям вегетационного периода и учитывать возможный режим поглощения азота растениями из почв. Это позволит более рационально и экологически безопасно использовать азотные удобрения на торфяных почвах различных стадий эволюции.

Литература

1. Бамбалов, Н.Н. Роль болот в биосфере / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович. – Минск: Бел. наука, 2005. – 285 с.
2. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В.И. Белковский и [др.]. – Минск: Хата, 2002. – 281с.
3. Зайко, С.М. Эволюция почв мелиорируемых территорий / С.М. Зайко, В.С. Аношко. – Минск: Университетское, 1990. – 288 с.
4. Зайко, С.М. Прогноз изменения осушенных торфяно-болотных почв республики / С.М. Зайко, П.Ф. Вашкевич, А.В. Горблюк // Современные проблемы сельскохозяйственной мелиорации: докл. междунар. конф. – Минск, 2001. – С. 104-107.
5. Зайко, С.М. Изменение морфологии и водно-физических свойств осушенных торфяных почв / С.М. Зайко, П.Ф. Вашкевич // Почвенные исследования и применение удобрений: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения. – Минск, 2001. – Вып. 26. – С.45–57.
6. Лупинович, И.С. Торфяно-болотные почвы БССР и их плодородие / И.С. Лупинович, Т.Ф. Голуб. – Минск: Изд-во АН БССР, 1958. – 315 с.
7. Мееровский, А.С. Азотный режим окультуренных торфяно-болотных почвах / А.С. Мееровский // Проблема азота и урожая на Полесье. – Киев: Урожай. 1967. – С. 106-112.
8. Методические указания по полевому исследованию и картографированию антропогенно-преобразованных почв Беларуси. – Минск, 2001. – 19 с.
9. Смяян, Н.Н. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Беларусь под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н.Н. Смяян [и др.] // Известия Нац. Акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2000. – №3. – С. 54-57.
10. Семененко, Н.Н. Агрогенная эволюция фракционного состава азота торфяных почв / Н.Н. Семененко, Е.В. Каранкевич // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 6(79). – С. 36-40.
11. Семененко, Н.Н. Трансформация фракционного состава азота торфяных почв под влиянием различных способов длительного сельскохозяйственного использования / Н.Н. Семененко, Е.В. Каранкевич, С.И. Жмачинская // Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. Вып.2 – Брест, 2010. – С. 36 - 42.
12. Мееровский, А.С. Азотный режим окультуренных торфяно-болотных почв: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Мн., 1966. – с 20
13. Мишустин, Е.Н. Минерализация органического вещества при освоении торфяно-болотной почвы / Е.Н. Мишустин [и др.] // Почвоведение. – 1974. – С. 32-38.
14. Кононова, М.М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения / М.М. Кононова. – М.: Из-во АН СССР, 1963. – 314 с.
15. Тюрин, И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии / И.В. Тюрин. – М.: СЕЛЬХОЗГИЗ, 1937. – 288 с.
16. Зименко, Т.Г. Микробиологические процессы в мелиорированных торфяниках Белоруссии и их направленное регулирование / Т.Г. Зименко. – Минск: Наука и техника, 1977. – 208 с.
17. Вавуло, Ф.П. Микрофлора основных типов почв БССР и их плодородие / Ф.П. Вавуло.

– Минск: Ураджай, 1972. – 232 с.

18. Семененко, Н.Н. Азот в земледелии Беларуси / Н.Н. Семененко, Н.В. Невмержицкий. – Мн.: Хата, 1997. – С. 99–121.

19. Лабораторно-практические занятия по почвоведению: учебное пособие / М.В. Новицкий [и др.]. – СПб.: Проспект Науки, 2009. – 320 с.

20. Семененко, Н.Н. Методы определения содержания доступных растениям соединений азота, фосфора и калия в деградированных торфяных почвах / Н.Н. Семененко, В.А. Журавлев. – Минск, 2005. – 24 с.

Summary

Karankevich E., Semenenko N.

THE INFLUENCE OF HYDROTHERMIC CONDITIONS ON THE PROCESSES OF NITROGEN COMPOUNDS AMMONIFICATION AND NITRIFICATION IN PEAT SOILS ON THE DIFFERENT EVOLUTION STAGES.

In agropeat, degropeat-mineral and mineral residual peat soil, in congenial hydrothermic conditions for organic compounds mineralisation (humidity 60 % and temperature 25-26 °C), the nitrification process' intensity prevail over ammonification and as a result nitrogen ammoniac form turns more intensively into nitrate form and insignificantly amass in soil. And this nitrogen mineralizing ability compounds in soils 322, 312, 140 mg/kg of soil respectively.

While composting soils in conditions which drift from optimal in humidity and in temperature, the ammonification process is on sufficiently high level and nitrification is suppressed in more or less degree, intensity and amount of mineralization of organic nitrogen matter decreases. The process of organic matter mineralization in three types of soil in different hydrothermic conditions under study is similar itself, but differs in quantitative composition.