

INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE EFFICIENCY OF COMPOSTING LEAF LITTER FROM DIFFERENT TYPES OF TREES**Kartyzhova L.,***Leading researcher.Ph.D.in biology
Institute of Microbiology, NAS of Belarus***Ananyeva I.,***Leading researcher.Ph.D.in biology
Institute of Microbiology, NAS of Belarus***KLishevich N.,***Institute of Microbiology, NAS of Belarus***Aleshchenkova Z.,***Institute of Microbiology, NAS of Belarus***Yakovlev A.,***Central Botanical Garden NAS of Belarus of Belarus***Bulavko G.***Central Botanical Garden NAS of Belarus of Belarus***ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПОСТИРОВАНИЯ ЛИСТОВОГО ОПАДА ДЕРЕВЬЕВ РАЗНЫХ ПОРОД****Картыжова Л.Е.***Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск,
Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук, доцент***Ананьева И.Н.***Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск,
Заведующий лабораторией, кандидат биологических наук, доцент***Клишевич Н.Г.***Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск,
Научный сотрудник***Алещенкова З.М.***Институт микробиологии НАН Беларуси, Минск,
Главный научный сотрудник, доктор биологических наук, профессор***Яковлев А.П.***Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск,
Заведующий лабораторией, кандидат биологических наук, доцент***Булавко Г.И.***Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Г. Минск,
Ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук*<https://doi.org/10.5281/zenodo.14577654>**Abstract**

An environmentally friendly way to utilize plant waste that accumulates in parks and gardens is to compost it using decomposing microorganisms. The biopreparations Polibact (a microbial preparation based on cellulose-destroying, nitrogen-fixing, phosphate-mobilizing microorganisms) and PoliFunCur (a biofertilizer based on aerobically fermented bird droppings and an effective nitrogen-fixing bacterial strain of microorganisms), developed at the Institute of Microbiology of the National Academy of Sciences of Belarus, were used to compost leaf litter from various tree species growing in the Central Botanical Garden in Minsk (Belarus). The combined use of biopreparations and their use with soil during composting of leaf litter from trees of different species contributes to an increase in the moisture content of the composted mass by 28 and 49%, an increase in its biogenicity by 37 and 110%, an increase in the number of microorganisms that assimilate mineral forms of nitrogen by 15.4 and 38.0% and ammonify by 4.0 and 86.2%, activation of the microbiological transformation of organic matter by 1.3 and 86.7 times, and acceleration of its mineralization processes by 74 and 77% compared to the control, respectively. It has been established that the activity of the process of microbiological transformation and mineralization of organic matter of composted plant mass depends on the tree species and the type of treatment (biological preparations, biological preparations together with soil), which have a significant positive effect on these processes, accelerating them and ensuring the utilization of plant waste and the production of organic fertilizer available to plants.

Аннотация

Экологически чистым способом утилизации растительных отходов, скапливающихся на территории парков и садов является их компостирование с использованием микроорганизмов-деструкторов. Разработанные в Институте микробиологии НАН Беларуси биопрепараты Полибакт (микробный препарат на основе целлюлозоразрушающих, азотфиксирующих, фосфатмобилизующих микроорганизмов) и ПолиФунКур (биоудобрение на основе аэробно ферментированного птичьего помета и эффективного азотфиксирующего бактериального штамма микроорганизмов) были использованы при компостировании листового опада разных пород деревьев, произрастающих на территории Центрального ботанического сада в городе Минске (Беларусь). Совместное применение биопрепаратов и применение их с почвой при компостировании листового опада деревьев разных пород способствует увеличению влажности компостируемой массы на 28 и 49 %, повышению ее биогенности на 37 и 110 %, увеличению численности микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота на 15,4 и 38,0 % и аммонифицирующих на 4,0 и 86,2 %, активации микробиологической трансформации органического вещества в 1,3 и 86,7 раз, ускорению процессов его минерализации на 74 и 77 % по сравнению с контролем, соответственно. Установлено, что активность процесса микробиологической трансформации и минерализации органического вещества компостируемой растительной массы зависит от породы деревьев и вида обработки (биопрепараты, биопрепараты совместно с почвой), которые оказывают значимое положительное влияние на эти процессы, ускоряя их и обеспечивая утилизацию растительных отходов и получение органического, доступного для растений, удобрения.

Keywords: Tree leaf fall, oak, maple, birch, moisture, acidity, organic matter, biopreparations, mineralization, biogenicity, plant compost

Ключевые слова: Листовой опад деревьев, дуб, клен, береза, влажность, кислотность, органическое вещество, биопрепараты, минерализация, биогенность, растительный компост

Введение. Наиболее действенным методом переработки отходов органического происхождения является их трансформация с использованием микроорганизмов-деструкторов, посредством которых происходит разложение сложных органических соединений. Субстрат, полученный в результате биохимической деятельности микроорганизмов и используемый в качестве органического удобрения, обеспечивает повышение плодородия почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур, активный рост декоративных и хвойных насаждений. Применение микроорганизмов-деструкторов при переработке листового опада, скошенной травы, сорняков является экологически чистым способом утилизации скапливающихся на территории парков и садов растительных отходов [1-4].

Целью данных исследований было изучение влияния микробных препаратов на процесс компостирования листового опада деревьев разных пород, биогенность компоста, состав и структуру его микробиома.

Материалы и методы. Объектами исследования служили:

- листовой опад клена серебристого и остролистого, березы бородавчатой, дуба черешчатого и красного;

- микробный препарат Полибакт на основе целлюлозоразрушающих (*Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-843, *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-845, *Pseudomonas brassicacearum* БИМ В-446), азотфиксирующих (*Brevibacillus parabrevis* БИМ В-818) и фосфатмобилизующих (*Bacillus megaterium* БИМ В-445Д) бактерий;

- биоудобрение ПолиФунКур, содержащее органический субстрат (конечный продукт аэробной ферментации птичьего помета) и ассоциативный диазотроф (*Brevibacillus sp.* БИМ В- 818 Г).

Изучение влияния биопрепаратов на влажность и кислотность, численность микроорганизмов основных эколого-трофических групп компостируемого листового опада проводили по следующей схеме опыта:

Вариант 1 – листовой опад + вода (Контроль 0);

Вариант 2 - листовой опад + вода + почва (Контроль 1);

Вариант 3 – листовой опад + 10% рабочий раствор Полибакта и ПолиФунКура;

Вариант 4 листовой опад + почва + 10% рабочий раствор Полибакта и ПолиФунКура + почва.

Заложенные компосты были сформированы из листового опада определенной породы (клен, дуб, береза) деревьев. Объем вносимых микробных препаратов составлял 2% от объема компостируемого субстрата.

С целью ускорения процесса трансформации растительных остатков при их компостировании биопрепараты вносили поэтапно: микробный препарат Полибакт (на стадии закладки) и биоудобрение ПолиФунКур (через неделю) в соотношении 1:1.

Опытные варианты включали 10% рабочий раствор микробных препаратов, который представлял собой гомогенизированную жидкую массу, контрольные – воду, в том же объеме. Закладку листового опада на компостирование по данной схеме проводили в воздухопроницаемые тканевые сосуды/контейнеры (ГОСТ 32522-2013, мешки тканые полипропиленовые).

В схему опыта входили контрольные варианты без применения биопрепаратов, но с увлажнением листового опада водой в объеме, соответствующем количеству используемых препаратов.

Опыт заложен в трехкратной повторности в полевых условиях на производственных площадках Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Компостируемый растительный субстрат периодически перемешивали и однократно увлажняли водой.

Отбор образцов компостируемого субстрата для микробиологических исследований биогенности, состава и структуры микробиоценоза, проводили через 1, 2 и 3 мес. от начала компостирования.

Микробиологическую активность компостируемого растительного субстрата изучали согласно общепринятым в почвенной микробиологии методам [5, 6]. Для оценки влияния исследуемых факторов (порода деревьев, биопрепараты) на микробиоту компоста использовали чашечный метод Коха. Численность аммонифицирующих, усваивающих минеральные формы азота, олигонитрофильных, углеродооксилирующих, усваивающих гумусовые компоненты, нитрифицирующих, денитрифицирующих, фосфатмобилизующих микроорганизмов определяли на селективных питательных средах: мясо-пептонном (МПА), мясо-суловом (МСА), крахмало-аммиачном (КАА) агарах, среде Эшби, цитратном агаре (ЦА), нитритном агаре (НА), голодном агаре (ГА), водном агаре (ВА), средах Виноградского, Гильтая, Чапека, Муромцева

соответственно. Численность микроорганизмов выражали в количестве колониеобразующих единиц в пересчете на 1 г абсолютно сухой почвы (КОЕ/г а.с.п.). Определение биогенности образцов компостируемого растительного субстрата проводили через 3 мес. компостирования. Влажность и кислотность определяли общепринятыми методами [7].

Результаты. В результате проведенных лабораторных и полевых исследований выявлены существенные различия в эффективности процесса компостирования органического субстрата.

Установлено, что лиственный опад клена, дуба, березы в течение всего периода компостирования (3 мес.) представлял собой рыхлый, темного цвета субстрат. Коэффициент его влажности составил в контроле - 2,03, 2,85, 1,61; с добавлением почвы - 2,14, 2,27, 1,47; биопрепаратов - 3,21, 3,14, 3,30; биопрепаратов и почвы - 3,03, 2,73, 2,54, соответственно (рис. 1). Применение биопрепаратов как отдельно, так и совместно с почвой способствовало сохранению влажности: превышение контрольных показателей коэффициента влажности, в среднем, составило 49 и 28%, соответственно (рис. 1).

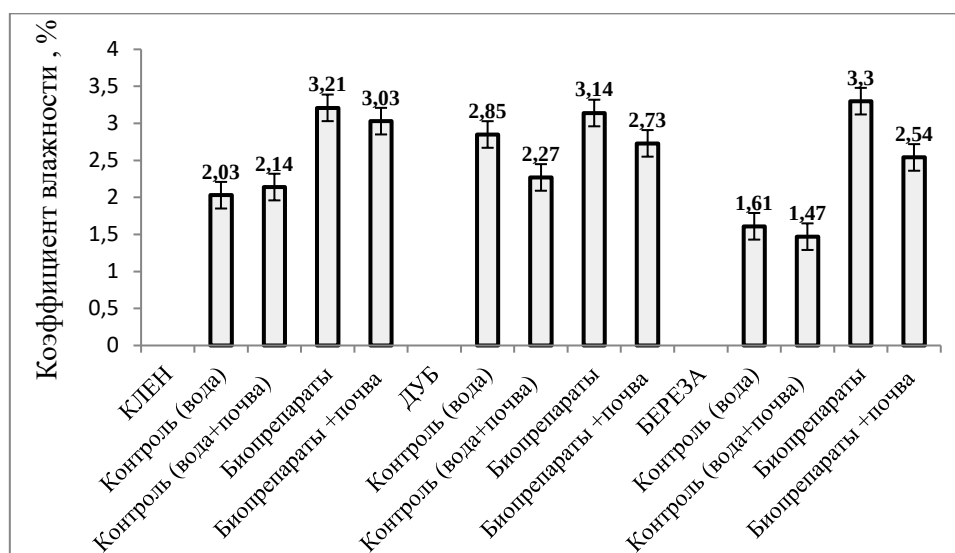


Рис. 1. Изменение коэффициента влажности компостов из листового опада разных пород деревьев по вариантам опыта

Установлено, что общая численность микроорганизмов, участвующих в процессе разложения органического вещества, зависит от используемого листового опада и микробных препаратов (рис. 2, 3).

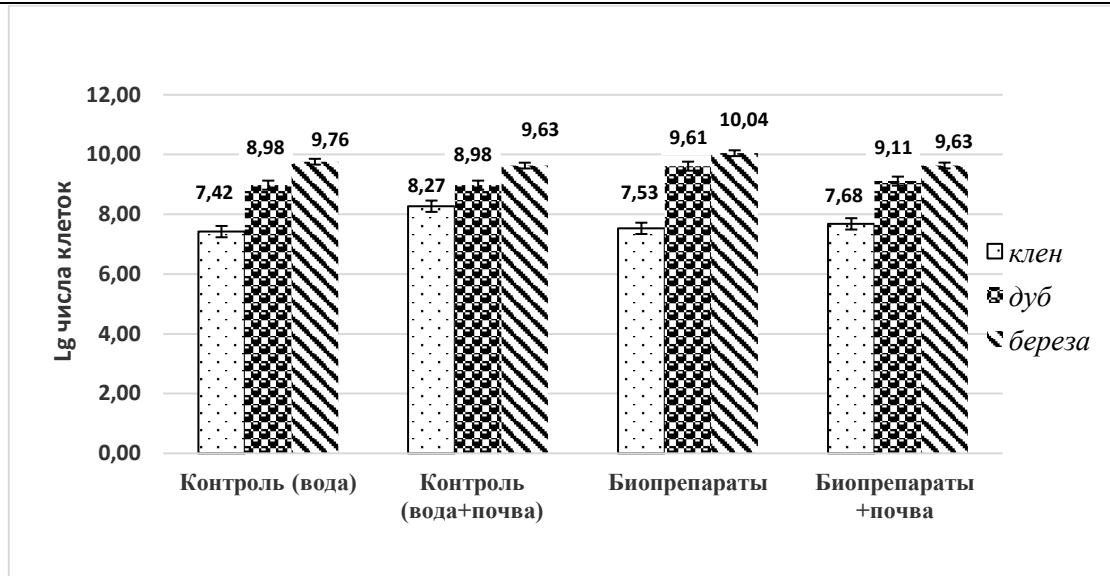


Рис. 2. Биогенность компостируемого листового опада по вариантам опыта

Статистическая обработка полученных данных показала, что применение биопрепаратов по сравнению с другими вариантами опыта оказало наиболее значимое влияние на биогенность компостов из листового опада всех пород деревьев, превышающую контрольные показатели на 217%. В результате статистической обработки полученных данных установлено, что эффективность микробиологической трансформации органического вещества листового опада зависела от породы деревьев. Биогенность компоста контрольных вариантов из листьев березы составила $5,74 \cdot 10^9$ КОЕ/г а.с.в. ($F > F_{\text{крит.}} = 14,85 > 5,14$ при $P = 0,004$ ($< 0,05$)), что на порядок было выше, чем в варианте с листьями дуба и на 2 порядка в варианте с листьями клена.

Использование биопрепаратов способствовало увеличению биогенности компостов из листового опада всех исследуемых пород деревьев, максимальное ее значение установлено в компосте с листьями березы ($1,11 \cdot 10^{10}$ КОЕ/г а.с.в.) и дуба ($4,1 \cdot 10^9$ КОЕ/г а.с.в.). Применение микробных препаратов совместно с почвой стимулирует микробоценоз компоста из листьев березы ($4,9 \cdot 10^9$ КОЕ/г а.с.в.) по сравнению с компостом из листового опада дуба, а также клена (рис.3).

Необходимо отметить, что применение биопрепаратов вызывало увеличение влажности компостов из листьев клена, дуба и березы на 35,0, 5,0

и 84,0 %, соответственно, и, как следствие, повышение их биогенности (рис. 4). Обработка компостируемой растительной массы водой не обеспечивало сохранение в ней влаги, тогда как последовательное внесение микробного препарата Полибакт и биоудобрения ПолиФунКур, способствовало получению равномерно-увлажненной, с однородной структурой, активно разлагаемой растительной массы.

В процессе компостирования листового опада происходит изменение кислотности среды. Наибольшее подкисление среды происходит при компостировании листового опада клена: в контрольном варианте (лиственный опад + вода) кислотность среды соответствовала pH 4,87 усл. ед. (рис. 5). Необходимо отметить, что использование как биопрепаратов, так и биопрепаратов с почвой при компостировании листового опада клена и дуба приводило к подкислению среды на фоне контрольных показателей, кислотность среды, в среднем, увеличилась на 10 и 14% соответственно. В компостах из листового опада березы применение микробных препаратов и микробных препаратов с почвой существенного изменения кислотности среды не выявлено.

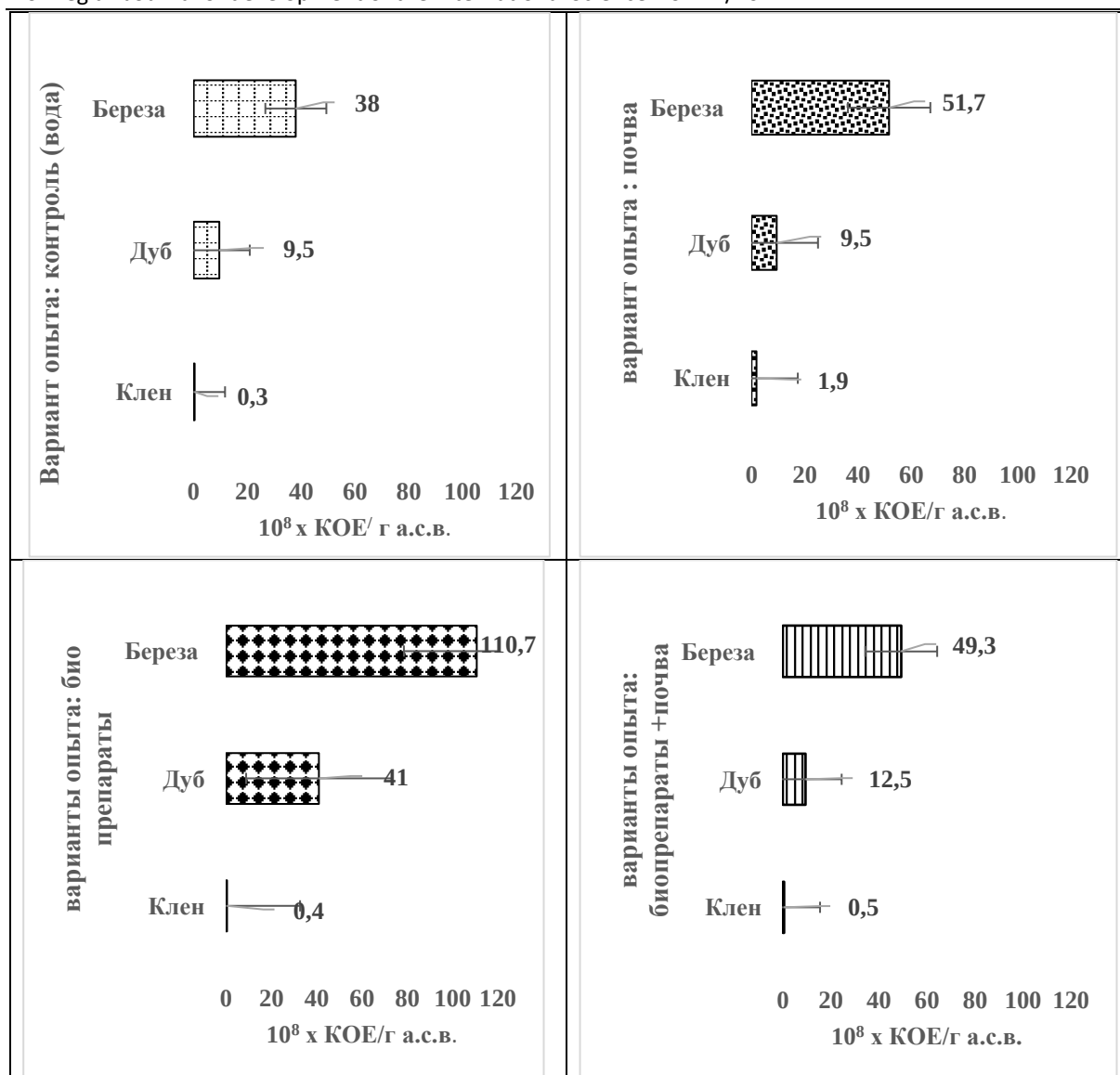


Рис. 3. Влияние вида обработки на биогенность компостируемой растительной массы

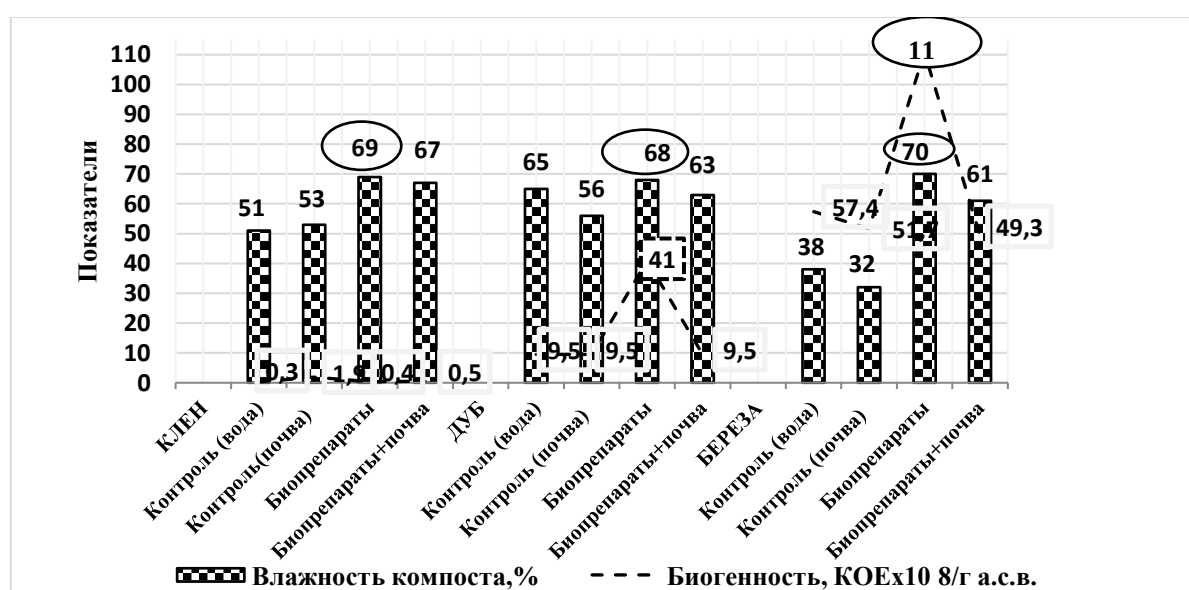


Рис. 4. Изменение влажности и биогенности компостов по вариантам опыта

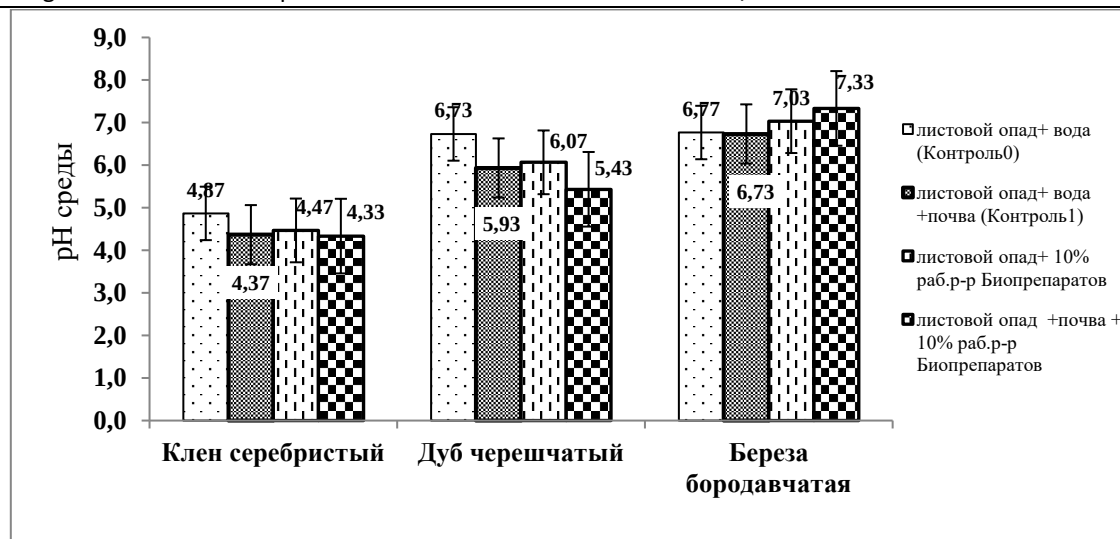


Рис. 5. Изменение кислотности среды под воздействием разных вариантов обработки компостируемого субстрата

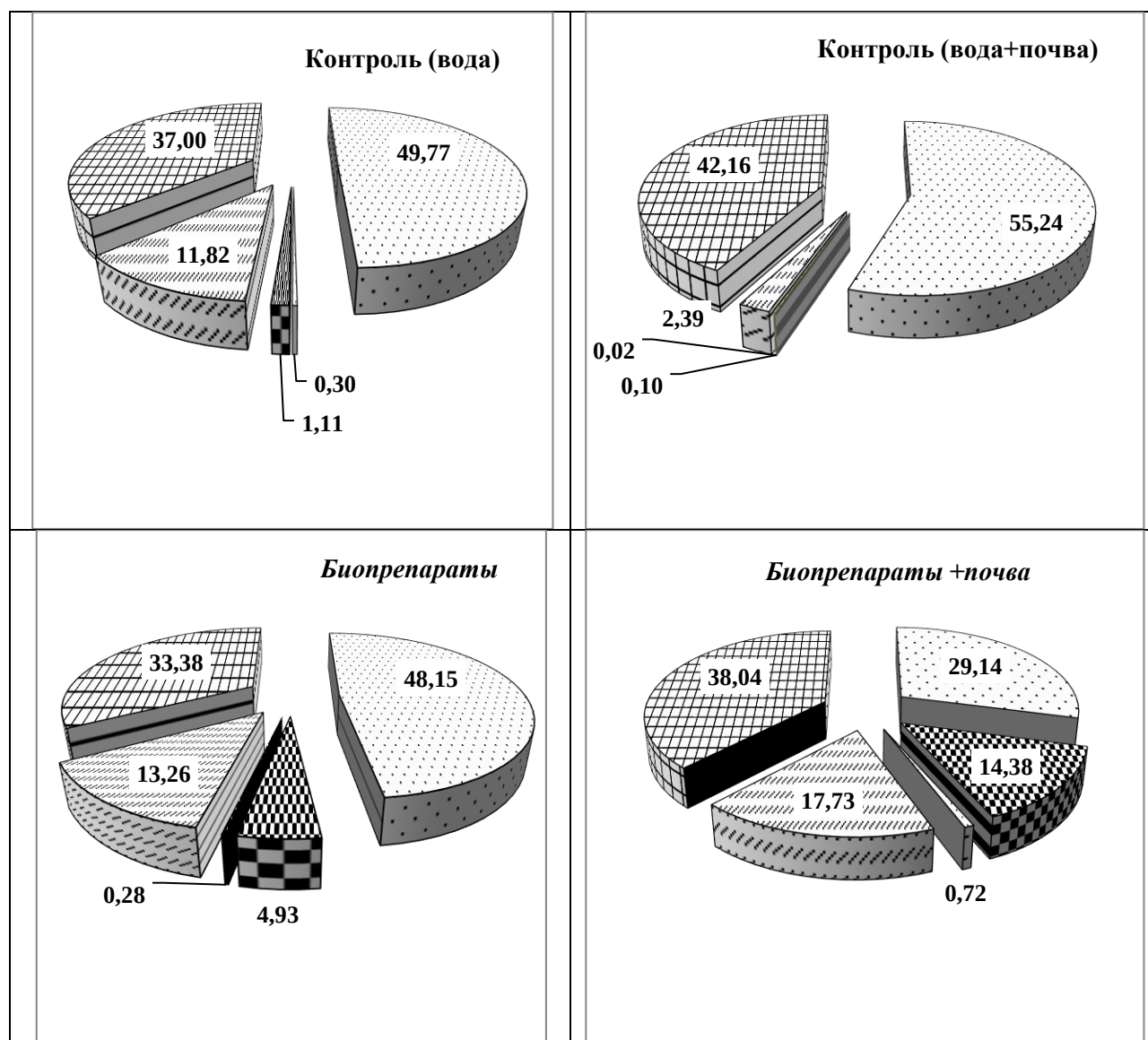
Процессы трансформации органических веществ компостируемого листового опада обусловлены составом и функциональной активностью микробоценоза. Сравнительный анализ структуры микробоценоза исследуемых компостов, показал, что наиболее активное участие в деструкции растительных остатков в контрольном варианте (вода) при компостировании листового опада клена принимает группа аммонифицирующих микроорганизмов (рис. 6), их долевое участие в структуре микробоценоза компоста составило 49,77 (вода) и 55,24% (вода+почва).

Применение биопрепаратов при компостировании листового опада разных пород деревьев оказало значимое влияние на структуру микробоценоза компостов. Применение биопрепаратов отдельно и совместно с почвой при компостировании вызвало изменения структуры микробоценоза компостов листового опада клена. Так, в компостах листового опада клена возрастает в 37 и 153 раза количество спорных аммонифицирующих микроорганизмов по сравнению с контрольным вариантом (вода+почва). Увеличение их долевого участия обусловлено обогащением компостируемой массы конкурентоспособной целлюлозоразрушающей микробиотой, входящей в состав Полибакта.

Количество активных форм аммонифицирующих микроорганизмов в структуре микробоценоза

компоста из листьев клена в варианте с добавлением биопрепаратов и почвы составило 29,1%, что на 26,1% меньше, чем в контроле. Применение биопрепаратов, как отдельно, так и совместно с почвой способствовало увеличению численности олигонитрофильных микроорганизмов, долевое участие которых при компостировании листового опада клена возросло на 10,9 и 15,3%, соответственно. Установлено, что активность процессов минерализации органических веществ в контрольных вариантах (вода) и (почва) опыта существенно не различалась, $K_{мин.}$ составил 0,75 усл. ед. В компосте на основе листового опада клена, полученном с применением микробных препаратов и почвы, $K_{мин.}$ составил 1,31.

Изменения в структуре микробоценоза компоста листового опада дуба с применением биопрепаратов отмечались в отношении олигонитрофильных микроорганизмов. В тоже время численность углеродооксиляющих и аммонифицирующих (активных) микроорганизмов увеличивалось на 2,0 (биопрепараты) и 35,0% (биопрепараты с почвой), соответственно, что вероятно связано с биохимическим составом листьев дуба. Долевое участие углеродооксиляющих микроорганизмов в структуре микробоценоза вариантов опыта с биопрепаратами и почвой составило, в среднем, 29,6% (контроль - 3%) (рис. 7).

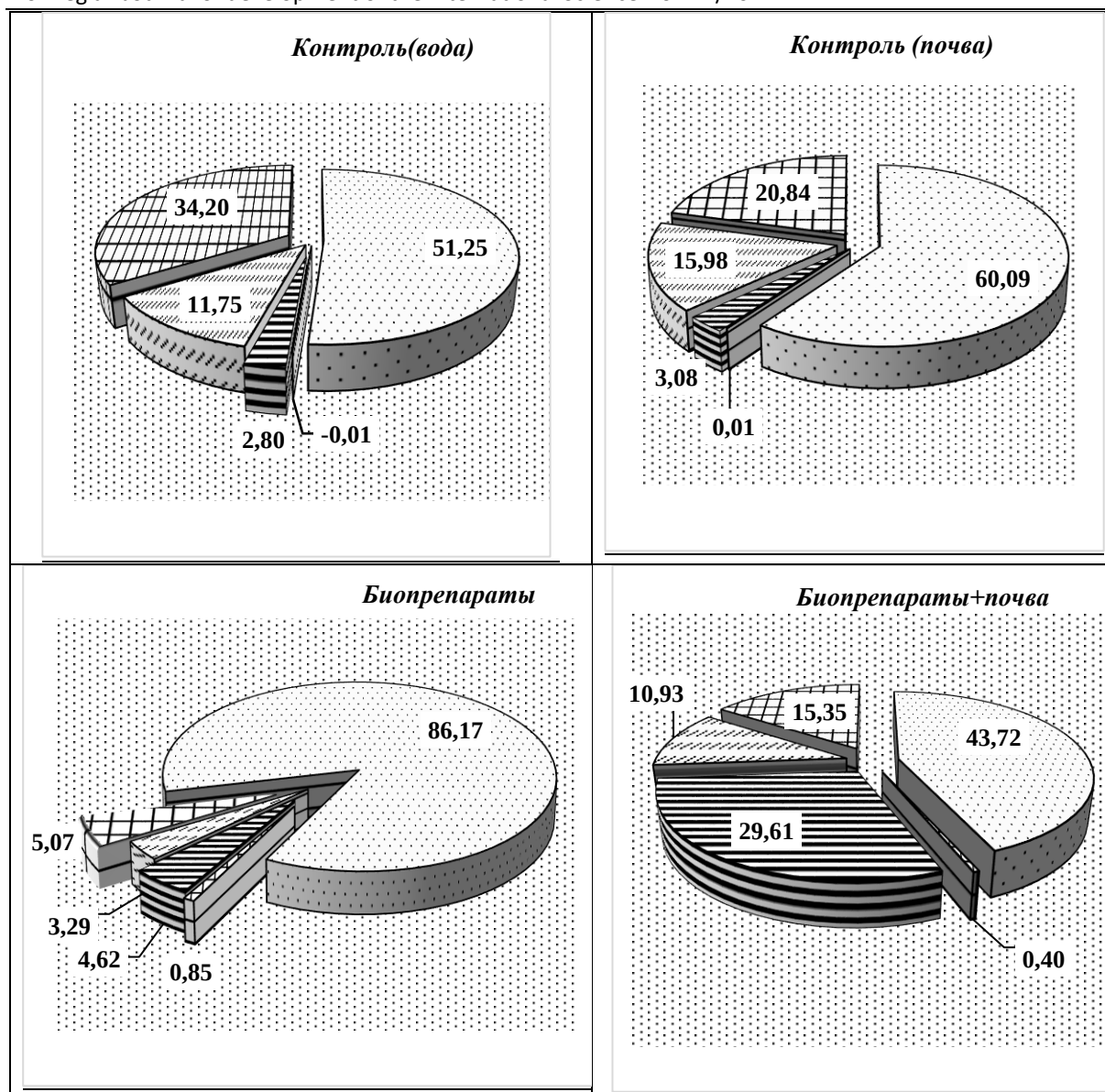


Примечание: Группы микроорганизмов:



- аммонифицирующие (активные);
- аммонифицирующие (споровые);
- олигонитрофильные ;
- усваивающие минеральные формы азота;
- углеродоокисляющие.

Рис. 6. Структура микробоценоза компостируемого листового опада клена



Примечание: Группы микроорганизмов :

-  - аммонифицирующие (активные);
-  - аммонифицирующие (споровые);
-  - олигонитрофильные;
-  - усваивающие минеральные формы азота;
-  - углеродокисляющие

Рис. 7. Долевое участие микроорганизмов основных эколого-трофических групп при компостировании листового опада дуба

Установлено, что добавление почвы к биопрепаратам при компостировании листового опада дуба не оказало значимого влияния на активность процессов минерализации органического вещества: $K_{мин.}$, в среднем, составил 0,35 усл. ед., что в 1,9 раз меньше контрольного (вода) показателя. Применение микробных препаратов при компостировании листового опада дуба не увеличивало численность микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота. Их доля в структуре микробиоценоза

составила 5,0% и процессы минерализации органического вещества проходили неактивно.

Необходимо отметить, что в вариантах с применением биопрепаратов отдельно и совместно с почвой повышение активности минерализационных процессов отмечается в компостах из листьев березы: $K_{мин.}$, в среднем, составил 0,75 (на 67% выше контроля, вода) и 1,14 (на 153% выше контроля, вода) усл. ед., соответственно (рис.8).

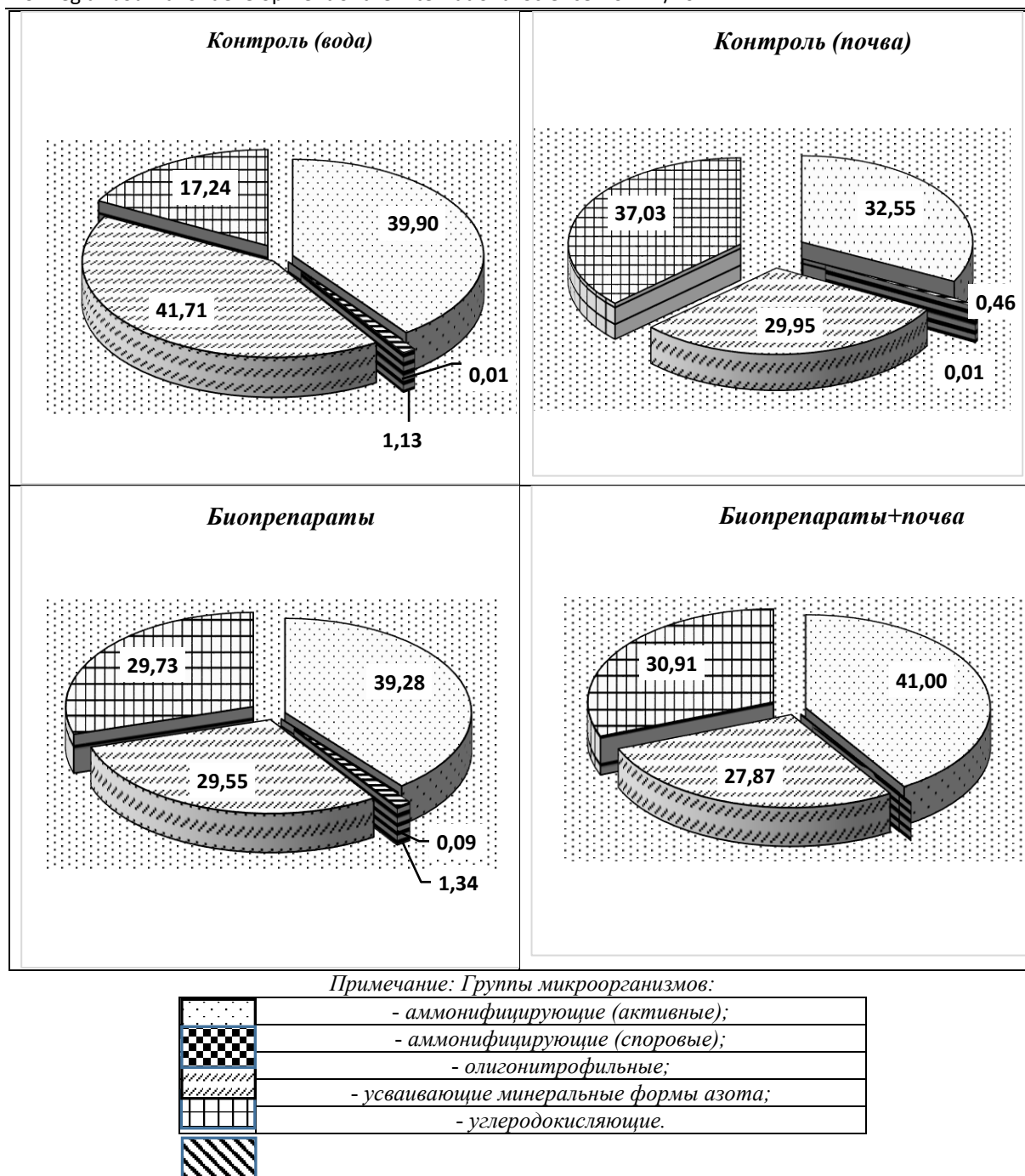


Рис. 8. Долевое участие микроорганизмов основных эколого- трофических групп в структуре микробиоценоза компоста на основе листового опада березы

В компосте из листьев березы (вода) численность аммонифицирующих микроорганизмов превышает таковую в компосте из листьев клена ($1,31 \times 10^7$ КОЕ/г а.с.в.) и дуба ($4,84 \times 10^8$ КОЕ/г а.с.в.) на 2 и 1 порядок соответственно, что свидетельствует о значимости породы деревьев и ее влиянии на функциональную активность аммонифицирую-

щих микроорганизмов. При использовании микробных препаратов максимальное их количество установлено в компосте из листьев березы, которое составило $4,36 \times 10^9$ КОЕ/г а.с.в., что превышало контрольные показатели в 1,9 раз ($2,29 \times 10^9$ КОЕ/г а.с.п.) (рис. 9).

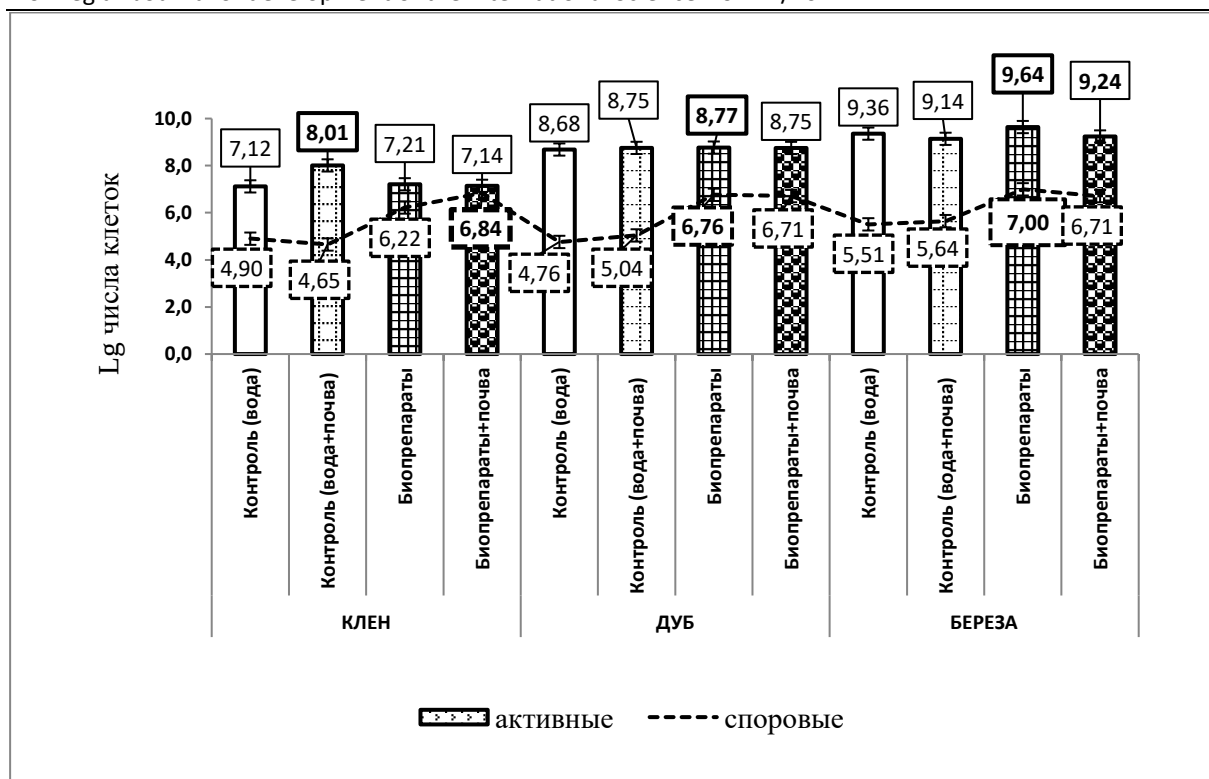


Рис. 9. Влияние биопрепаратов на численность аммонифицирующих микроорганизмов

Применение биопрепаратов и биопрепаратов с почвой стимулирует деятельность споровых аммонификаторов, обеспечивающих разложение более сложных органических соединений. Максимальное их количество установлено в компостах из листьев всех пород деревьев, в вариантах с применением биопрепаратов и в сочетании их с почвой, которое составило $9,9$ и $5,08 \cdot 10^6$ КОЕ/г а.с.в. (компост из листьев березы); $5,78$ и $5,11 \cdot 10^6$ КОЕ/г а.с.в. (компост из листьев дуба); $1,67$ и $6,88 \cdot 10^6$ КОЕ/г а.с.в. (компост из листьев клена). По сравнению с контрольными вариантами (вода, вода + почва) применение биопрепаратов, биопрепаратов совместно с почвой способствовало увеличению численности споровых аммонифицирующих в 21 и 153 раза (компост из листьев клена), в 101 и 27 раз (компост из листьев дуба); в 310 и 11,5 раз (компост из листьев березы).

Количество углеродоксилирующих микроорганизмов (УОМ) в компостируемой массе контроль-

ных вариантов изменялось в зависимости от породы деревьев. Так, в компосте из листового опада клена количество УОМ было на 2 порядка меньше, чем в компостах из листьев дуба и березы, что, видимо, обусловлено биохимическим составом листового опада деревьев разных пород (рис.10).

Установлено, что применение биопрепаратов для компостирования листового опада клена и дуба приводило к подкислению, а биопрепаратов совместно с почвой – к подщелачиванию среды, тогда как их использование при компостировании листьев березы вызывало формирование обратной реакции среды. В рамках проводимого эксперимента установлено, что при нейтральной реакции среды (рН 6,88) активизируется размножения УОМ в компосте из листьев дуба, максимальный титр жизнеспособных клеток составил $3,82 \cdot 10^8$ КОЕ/г а.с.в. (биопрепараты с почвой), из листьев березы при щелочной реакции среды (рН 8,03) - $1,23 \cdot 10^8$ КОЕ/г а.с.в. (биопрепараты) (рис.11-13).

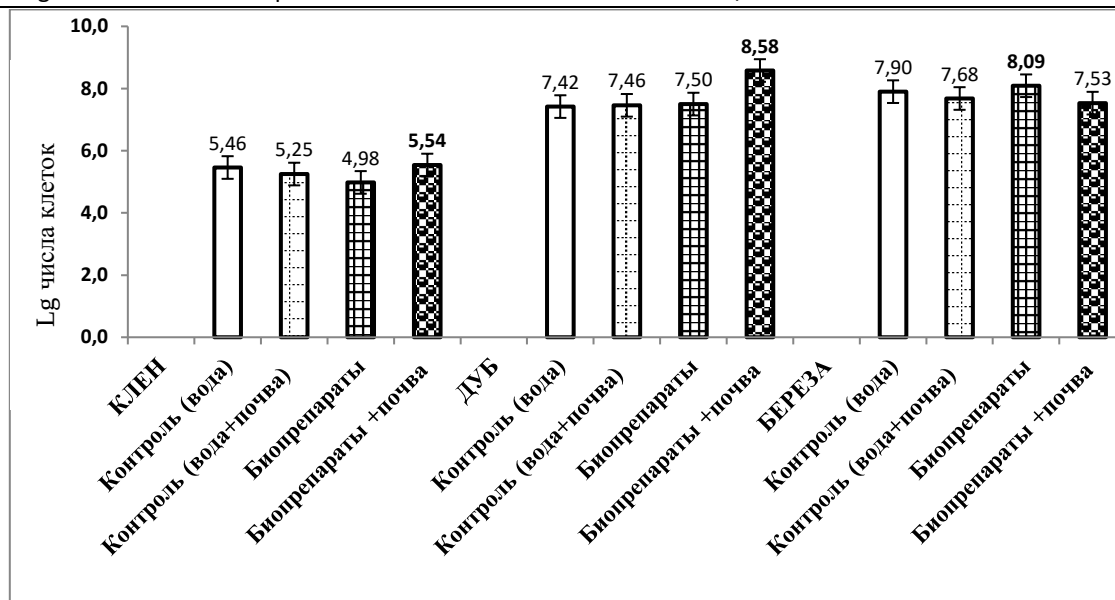


Рис. 10. Численность углеродоксилирующих микроорганизмов в компостах из листового опада деревьев разных пород

К микроорганизмам, завершающим процесс минерализации органических соединений, относятся олигонитрофильные микроорганизмы. Увеличение численности микроорганизмов данной группы отмечается при использовании биопрепаратов. Максимальное количество олигонитрофильных микроорганизмов отмечалось в компосте из листового опада березы ($3,28 \times 10^9$ КОЕ/г а.с.в.) (рис. 14).

Установлено, что применение биопрепаратов для компостирования листьев дуба приводило к незначительному снижению численности олигонитрофильных микроорганизмов по сравнению с контролем (листовой опад+вода + почва), что указывает на активную фазу микробиологической трансформации органического вещества. Совместное применение биопрепаратов с почвой ускоряло процессы трансформации органического вещества в компосте, количество олигонитрофильных микроорганизмов увеличилось на порядок по сравнению с контролем (листовой опад дуба+почва) и составило $1,41 \times 10^8$ КОЕ/г а.с.в.

Оценку активности минерализационных процессов органического вещества проводили на основании анализа долевого участия микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, аммонификаторов.

Установлено, что применение биопрепаратов активизировало деятельность микробного сообщества, усваивающего минеральные формы азота. На рисунке 15 представлена диаграмма численности микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота в образцах компостов из листьев клена (10^7 КОЕ/г а.с.в.), дуба (10^8 КОЕ/г а.с.в.) и березы (10^9 КОЕ/г а.с.в.). Как видно, наиболее активное участие данная группа микроорганизмов принимает при компостировании листового опада березы с применением микробных препаратов. Численность микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота в данном варианте увеличилась в 3,7 раза. Совместное применение микробных препаратов с почвой при компостировании листьев клена оказывает также стимулирующее влияние на размножение микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота, численность которых увеличилась в 2 раза по сравнению с контролем.

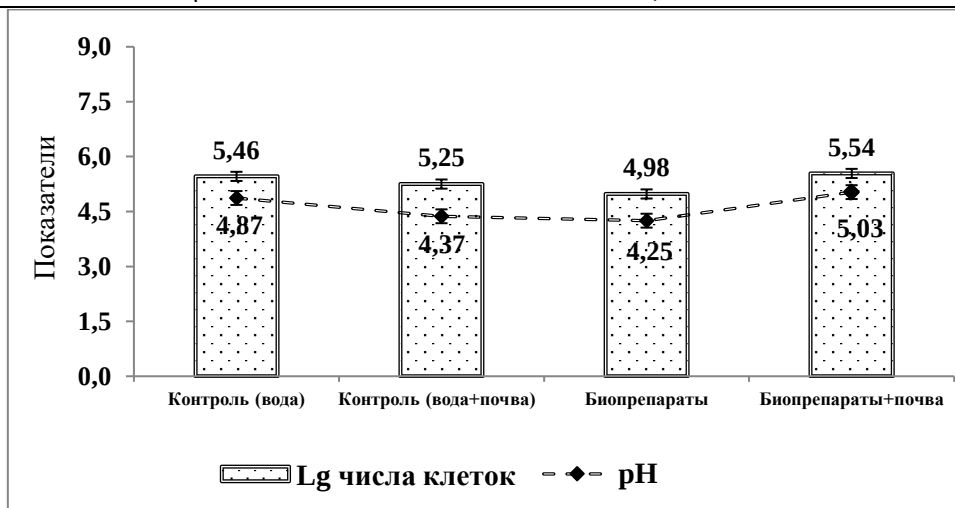


Рис. 11. Численность УОМ и кислотность среды, компост из листьев клена

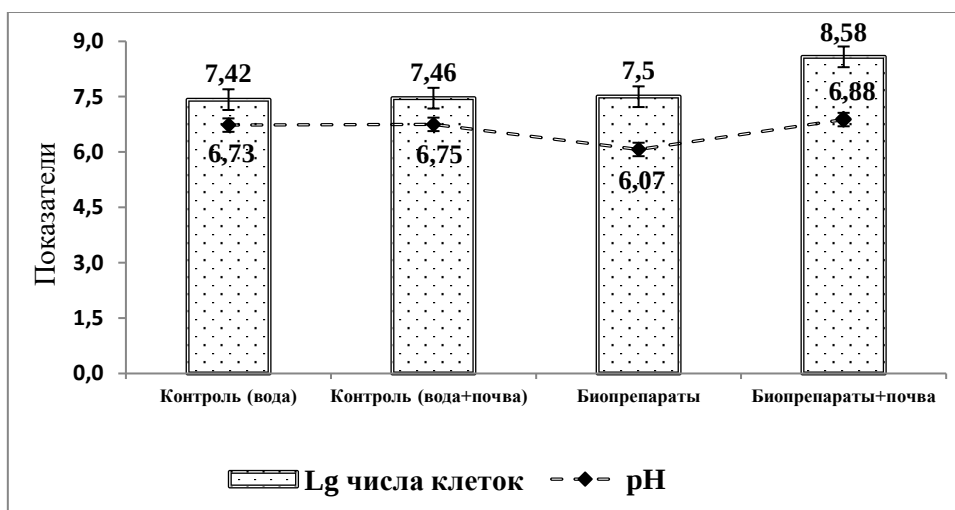


Рис. 12. Численность УОМ и кислотность среды, компост из листьев дуба

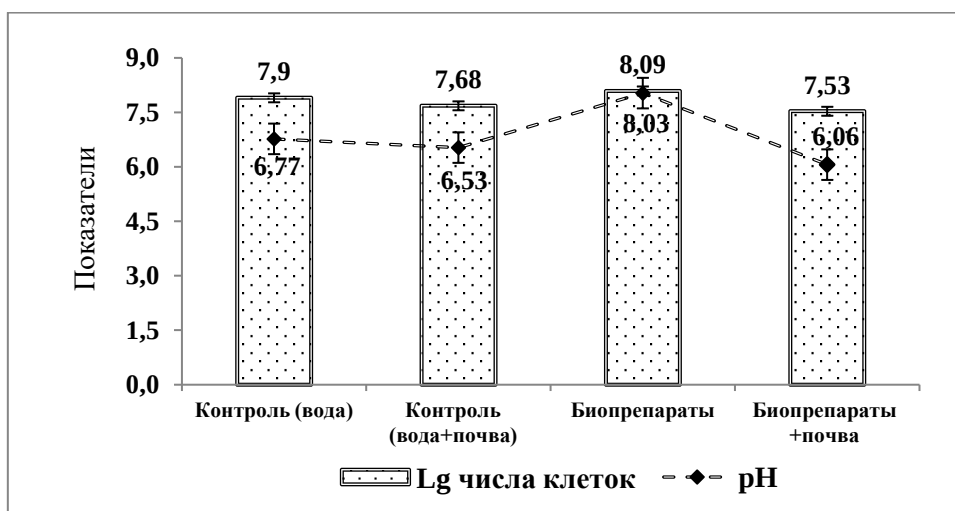


Рис. 13. Численность УОМ и кислотность среды, компост из листьев березы

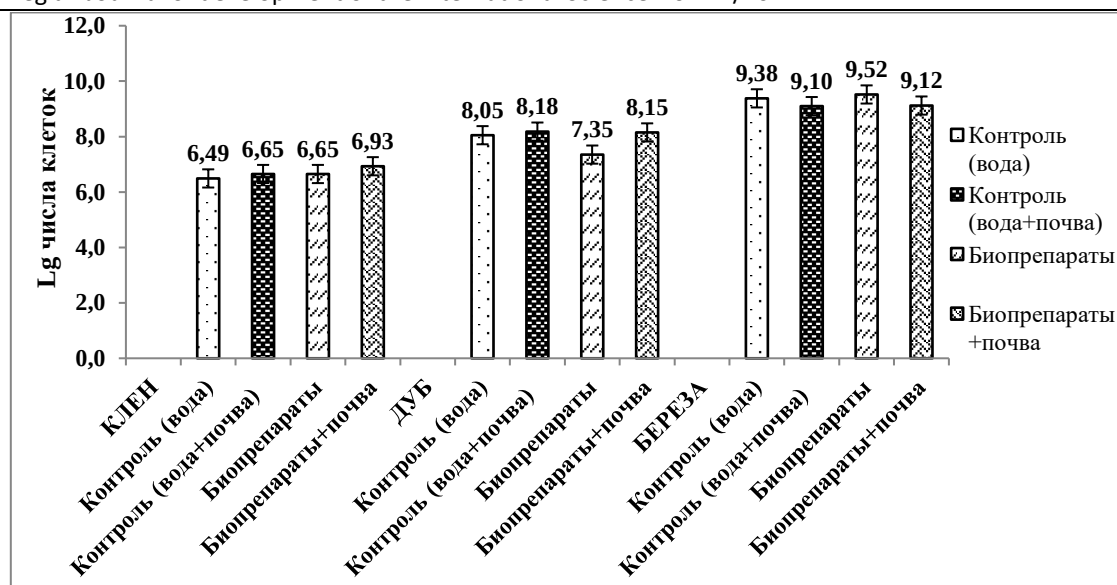


Рис. 14. Численность олигонитрофильных микроорганизмов при компостировании листового опада деревьев разных пород

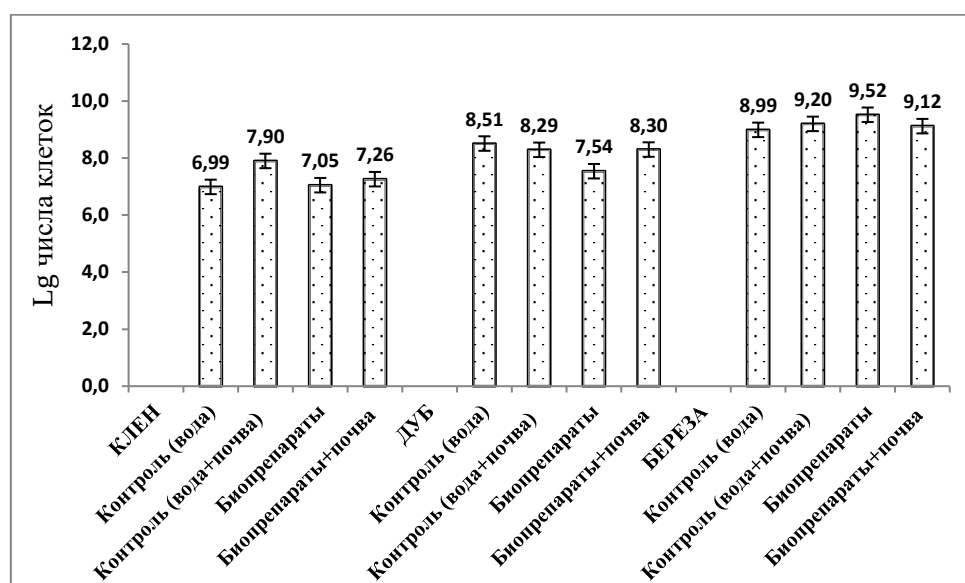
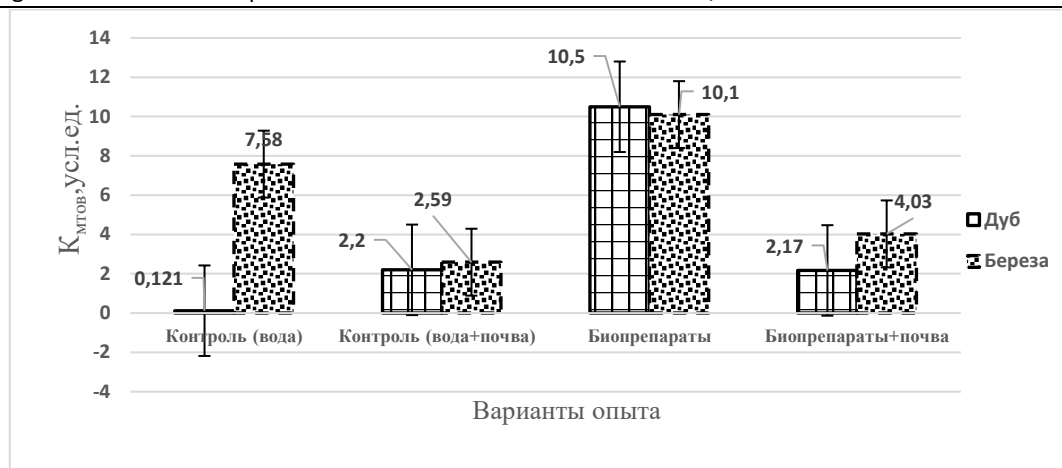


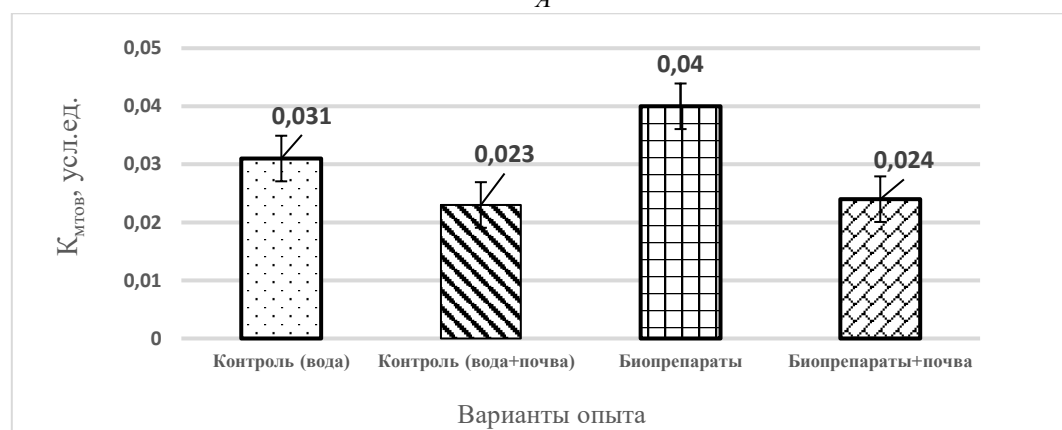
Рис. 15. Численность микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота при компостировании листового опада деревьев разных пород

Интенсивность микробиологических процессов, связанных с трансформацией органического вещества и его минерализацией зависит от функциональной активности микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота и аммонифицирующих. Установлено, что использование биопрепаратов, обеспечивающих активное функционирование микроорганизмов основных эколого-трофических групп микробиоценоза компостов способствует

ускорению процессов микробиологической трансформации органического вещества. Максимальный коэффициент микробиологической трансформации органического вещества установлен в компостах из листьев березы и дуба, который составил 10,5 и 10,1 усл. ед. соответственно (рис. 16А). В компосте из листьев клена интенсивность микробиологической трансформации органического вещества – невысокая, однако, превышает контрольные показатели на 29% (рис. 16Б).



А



Б

Растительные объекты : А- компост из листьев дуба и листьев березы, Б- компост из листьев клена
Рис. 16. Интенсивность микробиологической трансформации органического вещества при компостировании листового опада

Установлено, что биохимические процессы разложения органического вещества в компостах из листового опада клена, полученных с применением биопрепаратов и почвы преобладают над процессами восстановления. $K_{мин}$ в компосте из листьев клена составил 1,31 усл. ед. и превысил контрольные показатели на 77 %. Применение биопрепаратов и биопрепаратов с почвой способствовало ускорению минерализационных процессов при компостировании листового опада березы, активность которых превысила контрольный показатель ($K_{мин.} = 0,76$ усл.ед.) в 1,77 раз. Установлено, что использо-

вание биопрепаратов отдельно и совместно с почвой для компостирования листового опада дуба не приводило к активизации процессов минерализации органического вещества, $K_{мин.}$ в данном варианте снизился в 1,9 и 11,2 раза, соответственно, по сравнению контрольным показателем. Это, возможно, обусловлено биохимическим составом листьев дуба, оказавшим негативное влияние на функционирование олигонитрофильных микроорганизмов и усваивающих минеральные формы азота и вызвавшим сокращение их численности (рис. 17).

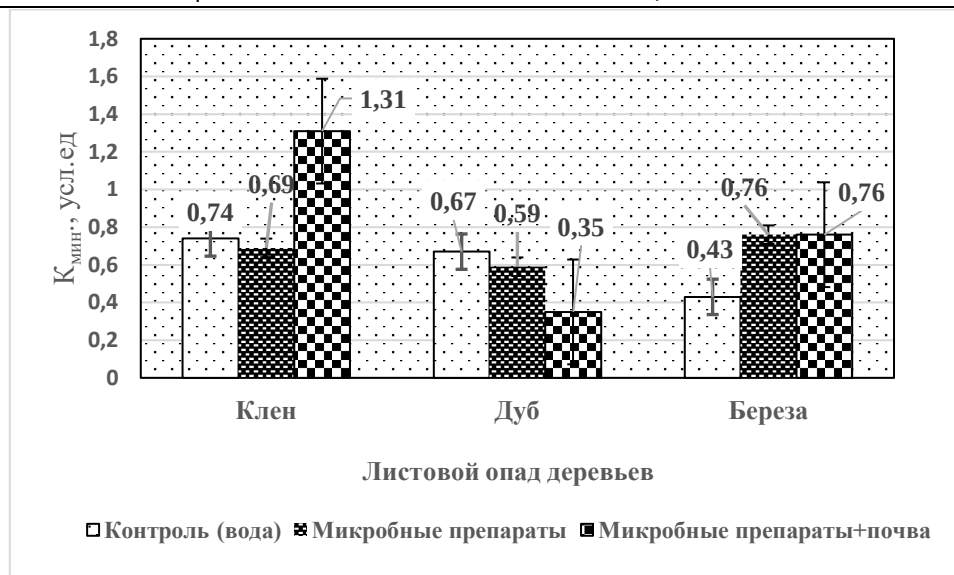


Рис. 17. Активность минерализационных процессов при компостировании листового опада деревьев разных пород

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что такие факторы как порода деревьев и биопрепараты оказывают существенное влияние на процессы аммонификации в компостируемой массе.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что применение биопрепаратов и биопрепаратов с почвой при компостировании листового опада деревьев разных пород способствовало:

- увеличению влажности компостируемого листового опада, в среднем - на 49,0 % (биопрепараты) и 28,0 % (биопрепараты с почвой) по сравнению с контролем;
- подкислению компостируемой растительной массы из листьев клена на 8% (биопрепараты) и 11% (биопрепараты с почвой); из листьев дуба - 19 % (биопрепараты) и 9,8%, соответственно;
- повышению биогенности компостов из листьев клена на 37 (биопрепараты) и 109,0 % (биопрепараты с почвой), из листьев дуба на 37,0 % (биопрепараты с почвой), из листьев березы на 110,0 % (биопрепараты);
- изменению структуры микробоценоза компостируемого субстрата: увеличению численности микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота и аммонифицирующих, их долевое участие в компостах из листьев клена составило 38,0 (биопрепараты) и 29,1% (биопрепараты с почвой) и 33,38 (биопрепараты) и 48,15% (биопрепараты с почвой), из листьев дуба - 5,0 (биопрепараты) и 86,2% (биопрепараты с почвой) и 15,4 (биопрепараты) и 43,7% (биопрепараты с почвой), из листьев березы – 30,9(биопрепараты) и 39,0 % (биопрепараты с почвой) и 31,0(биопрепараты) и 4,0% (биопрепараты с почвой), соответственно;
- увеличению численности углеродоксилирующих микроорганизмов при компостировании листового опада клена на 18% (биопрепараты с почвой), дуба - в 14,5 раз (биопрепараты с почвой), березы - на 56 % (биопрепараты) по сравнению с контролем (вода);

- активизации микробиологической трансформации органического вещества при использовании биопрепаратов при компостировании листьев клена на 29 %, листьев дуба – в 86,7 раз и березы – на 33% по сравнению с контролем.

- ускорению процессов минерализации органического вещества на 74 (в компосте из листьев березы, $K_{мин.}$ составил 0,75 усл. ед., что превысило контрольный показатель в 1,8 раза) и 77 % (биопрепараты с почвой, в компосте из листьев клена). Совместное применение биопрепаратов с почвой для компостирования листового опада клена способствовало ускорению процессов минерализации органического вещества ($K_{мин.}$ составил 1,31 усл. ед.).

Таким образом, установлено, что активность процесса микробиологической трансформации и минерализации органического вещества компостируемой растительной массы зависит от породы деревьев и вида обработки (биопрепараты, биопрепараты совместно с почвой), которые оказывают значимое положительное влияние на эти процессы, ускоряя их и обеспечивая утилизацию растительных отходов и получение органического, доступного для растений, удобрения.

Список литературы:

1. Arkhipchenko I.A. Polyfunctional biofertilizers from animal waste // Scientific foundations and practical recommendations for the use of biofertilizers from animal waste for biological farming; edited by I.A. Arkhipchenko. – St. Petersburg. – 2005. – P.3-8.
2. Kolomiets, E.I., Aleshchenkova Z.M., Kartyzhova L.E., Sverchkova N.V., Mandrik-Litvinkovich M.N., Antokhina S.P., Korolenok N.V., Seraya T.M., Bogatyreva E.N. Efficiency of the microbial preparation "Polybact", providing acceleration of mineralization processes in the soil and an increase in its biogenicity // Microbial biotechnology: fundamental and applied aspects: collection of scientific papers. / In-t microbiol. NAS of Belarus, BRFFI, Belarusian public association of microbiol.; edited by E.I. Kolomiets (editor-in-chief),

A.G. Lobanka (deputy editor-in-chief) and [others]. – Minsk: Belarusian Science, 2015. – Vol. 7. – Pp. 133-143.

3. Kartyzhova L.E., Aleshchenkova Z.M., Antokhina S.V., Korolenok N.V. Influence of complex biofertilizer Polifunkur on microbial cenosis of sod-podzolic soil during cultivation of row crops // Actual problems of ecology: materials of the X international. scientific-practical. Conf., dedicated to the 50th anniversary of the Faculty of Biology and Ecology of Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, October 1-3, 2014: in 2 parts / Yanka Kupala State University of Grodno, Public Association "Belarusian Scientific and Technical Union", Grodno. House of Science and Technology; editorial board: V.N. Burd (editor-in-chief), O.V. Yanchurevich, A.V. Ryzhaya. - Grodno: Grodno State University, 2014. - Part 2. - P. 123-125.

4. Kartyzhova L.E., Aleshchenkova Z.M., Antokhina S.P., Korolenok N.V., Mandrik-Litvinkovich M.N., Kozlovskaya G.I., Seraya T.V. Microbiological activity of sod-podzolic soil with

plowed straw and introduced microbial association // Reproduction of soil fertility and their protection under conditions of modern agriculture: Proc. of the international scientific-practical conf. and the 5th congress of soil scientists and agricultural chemists, Minsk, June 22–26, 2015: in 2 parts / Institute of Soil Science and Agrochemistry, Belarusian Society of Soil Scientists and Agrochemists; editorial board: V.V. Lapa (editor-in-chief) and [et al.]. – Minsk: Institute of Computing and Information Technology of the Ministry of Finance, 2015. – Part 1. – Pp. 98–101.

5. Basic microbiological and biochemical methods of soil research / edited by Yu.M. Voznyakovskaya. – L.: VNIISKHM, 1987. – 47 p.

6. Tepper E.Z. Microbiology Workshop / E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova, G.I. Pereverzeva. - 3rd ed., revised. and enlarged. - M.: Agropromizdat, 1987. - 239 p.

7. Dospekhov, B.A. Agriculture Workshop: textbook for universities / B.A. Dospekhov, I.P. Vasiliev, A.M. Tulikov. - 2nd ed., revised. and enlarged. - M.: Agropromizdat, 1987. - 58 p.