

Сельскохозяйственное направление

УДК 631.847.2:631.461:633.16

ГРНТИ 68.35.29

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП ПОД ВЛИЯНИЕМ МИКРОБНЫХ БИОПРЕПАРАТОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ РЖИ

Дайнеко Николай Михайлович

к.б.н., доцент кафедры биологии

Тимофеев Сергей Федорович

к.с.- х.н., доцент кафедры биологии

Концевая Ирина Ильинична

к.б.н., доцент кафедры биологии

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация: Исследования выполняли в весенний период 2021-2023 года на землях агрокомбината «Южный» вблизи н.п. Костюковка, н.п. Калинино, н.п. Еремино Гомельского района Гомельской области. Объектом исследований являлась биологическая активность агрономически полезных групп при обработке микробными биопрепаратами «Полибакт», «Гордебак» и «Ресойлер» посевов озимой ржи.

Наибольшая численность изучаемых эколого-трофических групп отмечена в 2022 г. Анализ численности бактерий в среднем за три года по вариантам опыта показал, что наиболее высокая численность наблюдалась в варианте «Гордебак», далее в варианте «Полибакт» и затем в варианте «Ресойлер».

Анализ численности эколого-трофических групп по фазам развития показал, что в основном в фазе цветения отмечалась высокая численность микроорганизмов, далее в фазе выхода в трубку и в фазе полной спелости.

Ключевые слова: микроорганизмы, численность, микробные биопрепараты, дерново-подзолистая легкосуглинистая почва.

DYNAMICS OF THE NUMBER OF ECOLOGICAL AND TROPHIC GROUPS UNDER THE INFLUENCE OF MICROBIAL BIOLOGICAL PRODUCTS IN WINTER RYE CROPS

Daineko Nikolai Mikhailovich

Ph.D., Associate Professor, Department of of Biology

Timofeev Sergey Fyodorovich

Ph.D., Associate Professor of the Department of of Biology

Kontsevaya Irina Ilinichna

Ph.D., Associate Professor, Department of of Biology

Gomel State University F. Skorina

Belarus, Gomel

Annotation: The research was carried out in the spring period of 2021-2023 on the lands of the Yuzhny agro-combine near the locality of Kostyukovka, the locality of Kalinino, the locality of Yeremino in the Gomel district of the Gomel region. The object of research was the biological activity of agronomically useful groups in the treatment of microbial biologics "Polybact", "Gordebak" and "Resoiler" of winter rye crops.

The largest number of studied ecological and trophic groups was noted in 2022. An analysis of the number of bacteria over an average of three years according to the experimental variants showed that the highest number was observed in the "Gordebak" variant, then in the "Polybact" variant and then in the "Resoiler" variant.

The analysis of the number of ecological and trophic groups by phases of development showed that mainly in the flowering phase there was a high number of microorganisms, then in the phase of exit into the tube and in the phase of full ripeness.

Keywords: microorganisms, abundance, microbial biologics, sod-podzolic light loamy soil.

Введение. В сельскохозяйственных науках и практике производят оценку уровня почвенного плодородия на основе изучения биологической активности и биогенности почвы. Для оценки биогенности почвы обычно определяют следующие группы бактерий: целлюлозоразрушающие, фосфатмобилизирующие, азотофиксирующие, аммонифицирующие, олигонитрофильные и олигокарбофильные бактерии [1].

Интенсификация приемов возделывания сельскохозяйственных культур приводит к сдвигу баланса между почвенными микроорганизмами в сторону накопления большого количества комплекса фитопатогенов и токсинообразователей. При этом снижается биологическая активность почвы, проявляются симптомы почвоутомления, заключающиеся в снижении продуктивности растений. Оздоровление почв имеет фундаментальное значение в оптимизации и стабилизации общего фитосанитарного состояния агроэкосистем. Применение способов химической защиты не может рассматриваться как прием, способствующий повышению почвенной супрессивности (насыщению полезными микроорганизмами) и оздоровлению почв [2].

Применение микробного препарата «Полибакт», представляющего собой эффективную микробную организацию ассоциации на основе целлюлозоразрушающих, азотофиксирующих, фосфатомобилизирующих микроорганизмов для обработки растительных остатков озимой тритикале, запаханых в почву, способствовало активации ее микробиологической активности, ускорению минерализационных процессов органического вещества и обеспечило получение прибавки урожая зерна ячменя, а также повышение его качества [3].

Проведенные предварительные исследования свидетельствуют о перспективности использования микробиологического инокулянта «Ресойлер» для оздоровления почвы, повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и стабилизации фитосанитарной ситуации в агробиоценозах [4].

Препарат «Гордебакт» стимулирует энергию прорастания и всхожесть семян пивоваренного ячменя, интенсифицирует процесс биологической фиксации азота и фосфора, ускоряет рост и развитие растений ячменя, микроклональных растений березы и осины, озимого и ярового рапса. Обеспечивает получение 5 % – 10 % дополнительного урожая зерна пивоваренного ячменя с высокими технологическими свойствами при снижении доз вносимых минеральных азотных и фосфорных удобрений на 15 % – 20 %. Увеличивает приживаемость микроклональных растений березы на 25 %, осины – на 40 %, увеличивает урожайность маслосемян рапса на 16,5 – 27,2 % [5].

Озимая рожь в условиях Беларуси является основной продовольственной культурой, посевы которой занимают около одного миллиона гектаров пашни, и имеет отличительные признаки:

- наиболее полно использует агроэкологические условия республики и обеспечивает устойчивую по годам урожайность зерна практически на всех почвенных разновидностях;
- меньше реагирует на размещение в севообороте;
- незначительно поражается корневыми гнилями;
- удовлетворительно зимует;

– отзывчива на систему основной обработки почвы и применение удобрений.

В структуре зернового клина озимая рожь занимает 32 – 36%. В последние годы ее посевы в Беларуси сократились. В настоящее время рожь ежегодно высевается на площади около одного миллиона гектаров, однако валовые сборы зерна не только не уменьшились, а значительно возросли благодаря внедрению новых высокоурожайных сортов и повышению уровня агротехники.

Для получения высоких урожаев зерна ржи необходимо знать ее биологические особенности развития, закономерности формирования видового сообщества. В Беларуси возделываются, в основном, сорта западноевропейской экологической группы, которые характеризуются длительной стадией яровизации, средней зимостойкостью, влаголюбивостью, требовательностью к условиям произрастания, высокой продуктивностью и являются перекрестноопыляющимися растениями.

Материалы и методы. Исследования выполняли в весенний период 2021-2023 года на землях агрокомбината «Южный» вблизи н.п. Костюковка, н.п. Калинино, н.п. Еремино Гомельского района Гомельской области. Объектом исследований являлась биологическая активность агрономически полезных групп при обработке микробными биопрепаратами «Полибакт», «Гордебак» и «Ресойлер» посевов озимой ржи.

Комплексный микробный препарат «Полибакт», который мы применяли в своих исследованиях, восстанавливает микробоценоз почвы и повышает урожайность сельскохозяйственных культур, разработан в Институте микробиологии НАН РБ. «Полибакт» стимулирует жизнедеятельность микроорганизмов основных экологотрофических групп, ускоряет процессы минерализации растительных остатков в почве. Характеризуется фитопротекторным, ростстимулирующим, деструктивным, фосфатмобилизующим и азотфиксирующим свойствами. Экологически безопасен.

Комплексный микробный препарат «Гордебак» позволяет получить экологически чистую продукцию и снизить пестицидную нагрузку на агробиоценозы. Не фитотоксичен, безвреден для человека, животных, рыб, полезных насекомых.

Микробный биопрепарат «Ресойлер», применяемый в исследованиях, разработан в РУН «Институт защиты растений» и позволяет осуществлять биоконтроль за фитопатогенами, обеспечивает получение экологически чистой продукции растениеводства и кормов, а также предназначен для оздоровления почвы и почвогрунтов и повышения продуктивности агробиоценозов, повышения роста и урожайности растений.

Опыт был заложен вблизи н.п. Еремино в 2021 году на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на посевах озимой ржи:

1. контроль – без обработки посевов озимой ржи микробными биопрепаратами «Полибакт», «Гордебак» и «Ресойлер»;
2. обработка посевов озимой ржи микробным биопрепаратом «Полибакт»;
3. обработка посевов озимой ржи микробным биопрепаратом «Гордебак»;
4. обработка посевов озимой ржи микробным биопрепаратом «Ресойлер».

В 2022 году был заложен опыт вблизи н.п. Костюковка на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на посевах озимой ржи.

В 2023 году был заложен опыт II вблизи н.п. Калинино на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве на посевах озимой ржи.

Агрохимическая характеристика почвы опыта вблизи н.п. Еремино в 2021 году следующая: рН в КС1 – 6,0; фосфор – 287 мг/кг; калий – 258 мг/кг.

Агрохимическая характеристика почвы опыта в 2022 году вблизи н.п. Костюковка следующая: рН в КС1 – 6,1; фосфор – 290 мг/кг; калий – 271 мг/кг.

Агрохимическая характеристика почвы опыта в 2023 году вблизи н.п. Калинино следующая: рН в КС1 – 6,2; фосфор – 289 мг/кг; калий – 296 мг/кг.

Площадь опытных делянок составляла 5 м², размещение рендомизировано: повторность опытов – 4-х кратная. Нормы расхода микробного биопрепарата «Полибакт» составляла 100 – 200 мл на 20л воды на 100 м² почвы, биопрепарата «Гордебак» – 1,9 л

препарата (91 л рабочей жидкости) на 1000 растений, микробного биопрепарата «Ресойлер» – 5 л/га.

Микробиологическую индикацию почвы выполняли согласно общепринятым в почвенной микробиологии методам [6, 7].

Для оценки влияния препаратов «Полибакт», «Гордебак» и «Ресойлер» на микробонаселение почвы (зимогенную, олиготрофную, автохтонную группы) использовали чашечный метод Коха, с помощью которого определяли численность аммонифицирующих, амилолитических, олигонитрофильных, олигокарбофильных, автохтонных микроорганизмов на селективных питательных средах: мясопептонном (МПА), крахмало-аммиачном (КАА), среда Эшби, голодном (ГА), нитритном (НА) агарах, соответственно. Все посеы проводили в трехкратной повторности.

Численность микроорганизмов определяли в колониеобразующих единицах (КОЕ), пересчитывали на 1 г абсолютно сухой почвы.

Расчет эколого-физиологических индексов и коэффициентов выполняли по [8].

Результаты и обсуждения. Сравнительный анализ численности аммонифицирующих бактерий в посевах озимой ржи в 2021–2023 гг. показал, что средняя численность в фазе выхода в трубку более высокой оказалась в 2022 г. (рисунок 1). В среднем за 3 года она составила $28,8 \pm 3,16$. В фазе цветения также средняя численность была больше в 2022 г., это в 2,7 раза выше, чем в 2021 г. и в 4,7 раза, чем в 2023 г. В среднем за три года численность была $40 \pm 4,8$. В фазе восковая спелость эта тенденция сохранилась. Наибольшая численность зафиксирована в 2022 г., что превышало численность в 2,9 раза в 2021 г. и в 5,2 раза в 2023 г. В среднем за три года она составила $34,0 \pm 3,1$.

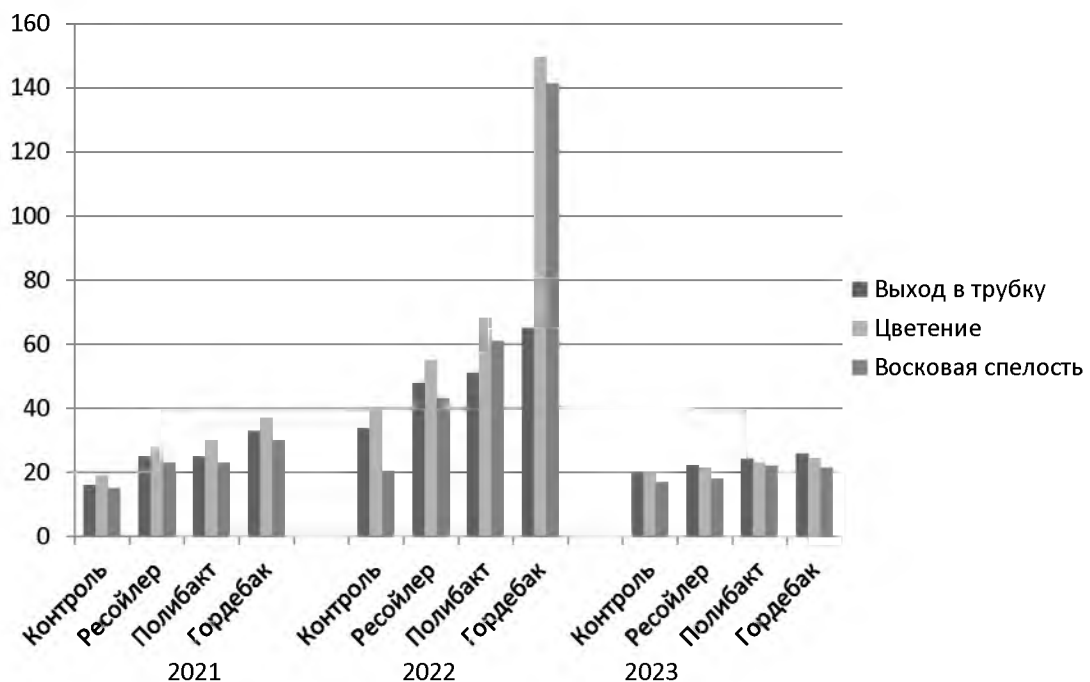


Рисунок 1 – Сравнительный анализ численности аммонифицирующих бактерий в посевах озимой ржи в 2021–2023 гг.

Анализ численности аммонифицирующих бактерий в среднем за 3 года по вариантам опыта показал, что наиболее высокая численность наблюдалась в варианте «Гордебак» – $54,0 \pm 5,9$; далее в варианте «Полибакт» – $34,0 \pm 2,7$ и в варианте «Ресойлер» – $28,0 \pm 1,9$ (рисунок 1).

Рассматривая численность бактерий усваивающих минеральный азот – общее количество, видно, что средняя численность в фазе выхода в трубку более высокой зафиксирована в 2022 г., что в 2,6 раза больше, чем в 2021 г. и в 3,7 раза выше, чем в 2023 г. В среднем за три года она составила $35,7 \pm 3,2$. В фазе цветения также высокая численность наблюдалась в 2022 г., что в 2,6 раза и в 2,8 раза выше, чем соответственно в 2021 г. и в 2023 г. Также эта ситуация сохранилась и в фазе восковая спелость. Численности в 2022 г. в 1,7 раза выше, чем в 2021 г. и в 1,6 раза, чем в 2023 г. (рисунок 2).

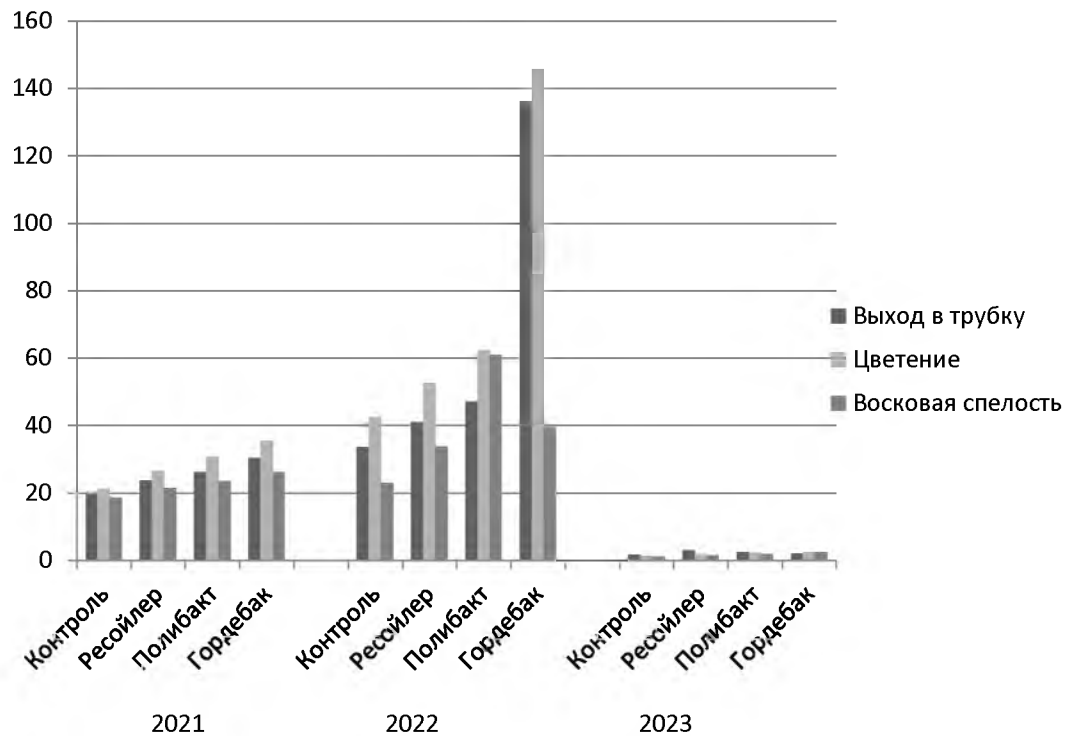


Рисунок 2 – Сравнительный анализ численности бактерий, усваивающих минеральный азот в посевах озимой ржи в 2021–2023 гг.

Анализ численности бактерий, усваивающих минеральный азот – общее количество по вариантам опыта выявил, что наибольшая численность отмечена в варианте «Гордебак» – $63,0 \pm 6,9$; в варианте «Полибакт» – $37,0 \pm 3,3$; в варианте «Ресойлер» – $31,0 \pm 1,9$.

Сравнительный анализ численности целлюлозоразрушающих бактерий, что средняя численность в фазе выхода в трубку более высокой наблюдалось в 2022 г., что в 2,8 раза больше, чем в 2021 г. и в 5,7 раза выше, чем в 2023 г. (рисунок 3). В среднем за три года она составила $38,0 \pm 3,8$. В фазе цветения также высокая численность наблюдалась в 2022 г., что в 2,1 раза больше, чем в 2021 г., в 3,5 раза выше, чем в 2023 г. Средняя численность в фазе цветения была $37,0 \pm 3,7$. В фазе восковая спелость также наблюдалась такая ситуация, более высокая численность в 2022 г., а в 2021 г. она была в 1,4 раза меньше, а в 2023 г. в 1,8 раза меньше, чем в 2022 г. В среднем за три года численность составила $23,3 \pm 1,9$.

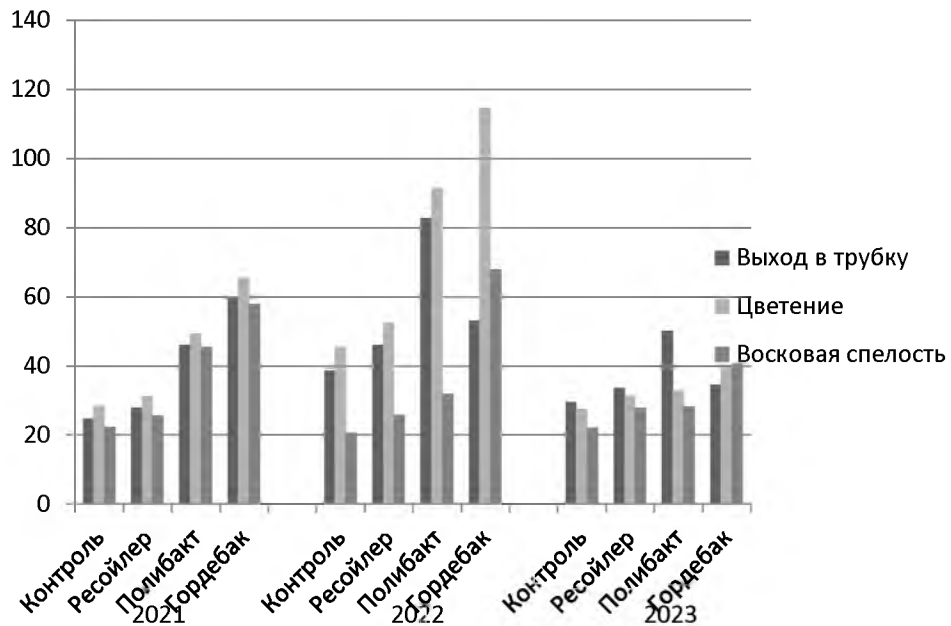


Рисунок 3 – Сравнительный анализ численности целлюлозоразрушающих аэробных бактерий в посевах озимой ржи в 2021-2023 гг.

Анализируя численность целлюлозоразрушающих бактерий можно видеть, что высокая численность этих бактерий во всех фазах развития отмечалась в 2022 г. (рисунок 3). Это в среднем в 1,4 раза больше, чем в 2021 г. и в 1,8 раза, чем в 2023 г.

Наибольшая численность бактерий в среднем за три года отмечена в варианте «Гордебак» – $69,0 \pm 7,6$; далее в варианте «Полибакт» – $55,0 \pm 6,1$; в варианте «Ресойлер» – $34,0 \pm 3,1$ (рисунок 3).

Анализ численности олигонитрофильных бактерий выявил, что в среднем за три года наибольшая численность была в варианте «Гордебак» – $55,0 \pm 6,1$; в варианте «Полибакт» – $36,0 \pm 3,2$; в варианте «Ресойлер» – $26,0 \pm 2,1$ (рисунок 4).

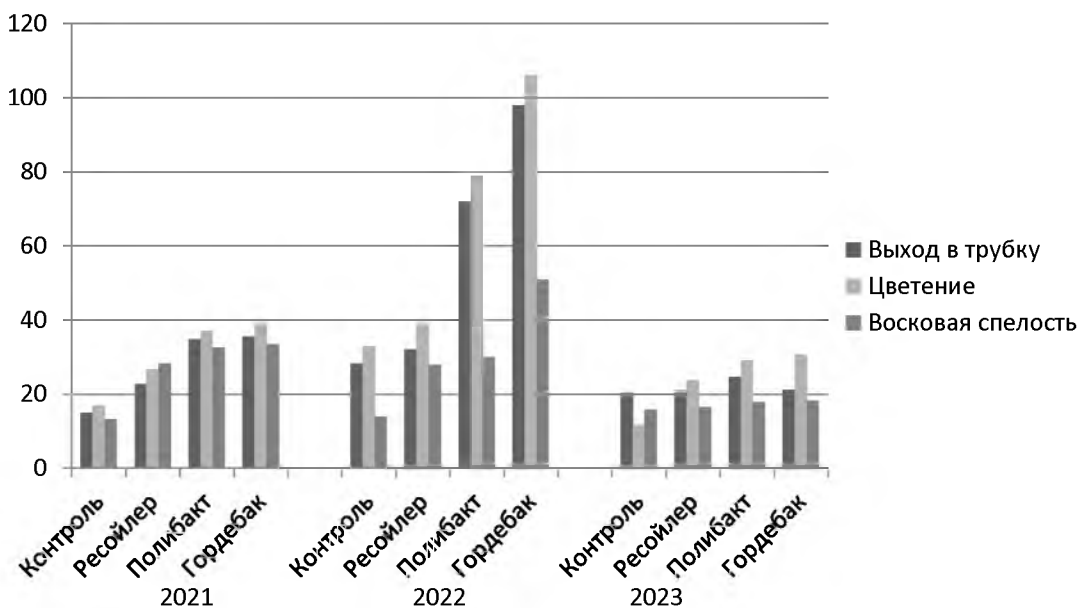


Рисунок 4 – Сравнительный анализ численности олигонитрофильных бактерий в посевах озимой ржи в 2021-2023 гг.

Рассматривая численность олиготрофных бактерий видно, что наибольшая численность бактерий во всех фазах развития отмечалась в 2022 г. (рисунок 5). Это в среднем в 1,3 раза больше, чем в 2021 г. и в 2,3 раза больше, чем в 2023 г.

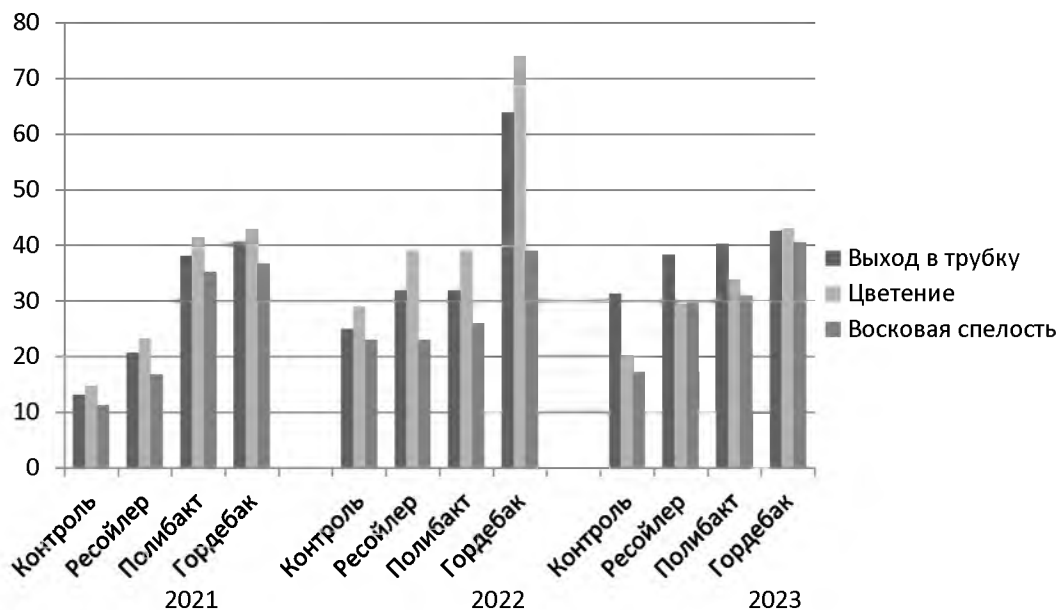


Рисунок 5 – Сравнительный анализ численности олиготрофных бактерий в посевах озимой ржи в 2021-2023 гг.

Анализ численности олиготрофных бактерий показал, что в среднем за три года более высокая численность наблюдалась в варианте «Гордебакт» – $45,0 \pm 4,9$; в варианте «Полибакт» – $34,0 \pm 3,1$; в варианте «Ресойлер» – $24,0 \pm 1,9$.

Анализ численности олигокарбофильных бактерий в среднем за три года по фазам вегетации показал, что наибольшая численность наблюдалась в 2022 г. (рисунок 6).

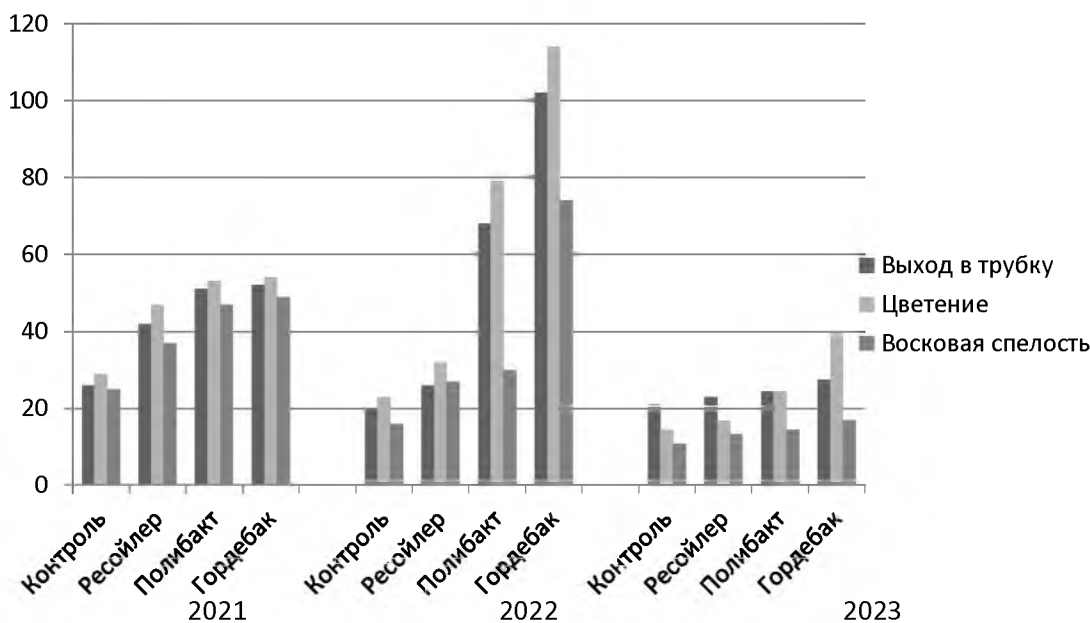


Рисунок 6 – Сравнительный анализ численности олигокарбофильных бактерий в посевах озимой ржи в 2021-2023 гг.

Рассматривая численность бактерий по вариантам опыта в среднем за три года видно, что наибольшая численность бактерий зарегистрирована в варианте «Гордебак» – $69,0 \pm 7,6$; в варианте «Полибакт» – $42,0 \pm 4,6$; в варианте «Ресойлер» – $36,0 \pm 3,2$ (рисунок 6).

Сравнительный анализ фосфатмобилизирующих бактерий показал, что в среднем за три года во всех фазах развития наибольшая численность отмечена в 2022 г., это в 11,1 раза больше, чем в 2021 г. и в 2 раза, чем в 2023 г. (рисунок 7).

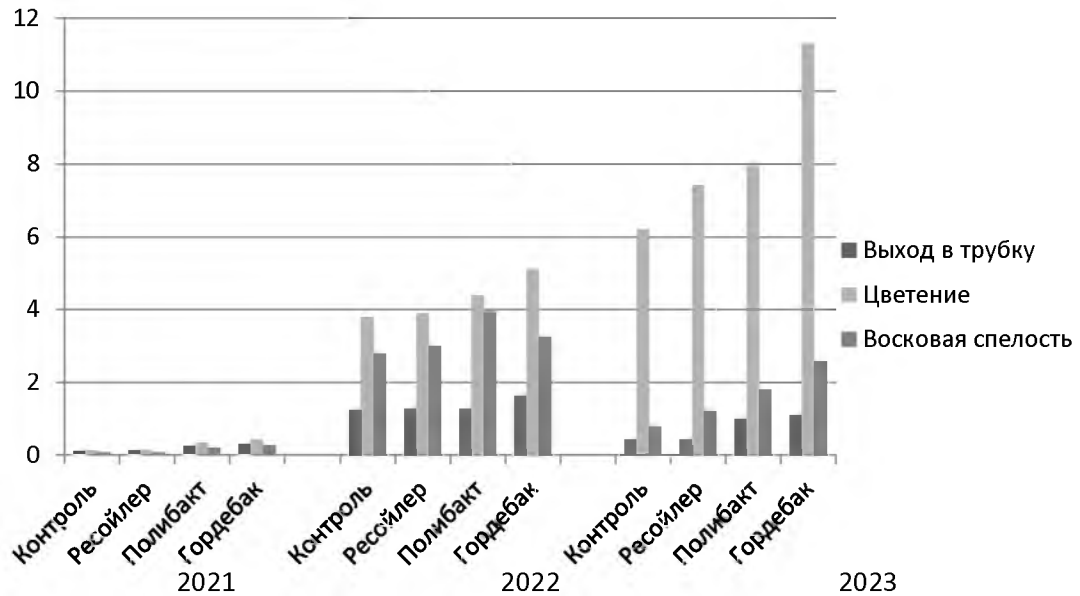


Рисунок 7 – Сравнительный анализ численности фосфатмобилизирующих бактерий в посевах озимой ржи в 2021-2023 гг.

Анализ численности фосфатмобилизирующих бактерий в среднем за три года по вариантам опыта показал, что более высокая численность наблюдалась в вариантах «Гордебак» – $1,8 \pm 0,09$ и «Полибакт» – $1,7 \pm 0,08$; в варианте «Ресойлер» – $1,4 \pm 0,07$ (рисунок 7).

Заключение. Наибольшая численность аммонифицирующих бактерий зафиксирована в 2022 г., что превышало численность в 2,9 раза в 2021 г. и в 5,2 раза в 2023 г. В среднем за три года она составила $34,0 \pm 3,1$.

Анализ численности аммонифицирующих бактерий в среднем за 3 года по вариантам опыта показал, что наиболее высокая численность наблюдалась в варианте «Гордебак» – $54,0 \pm 5,9$; далее в варианте «Полибакт» – $34,0 \pm 2,7$ и в варианте «Ресойлер» – $28,0 \pm 1,9$.

Анализ численности бактерий, усваивающих минеральный азот – общее количество по вариантам опыта выявил, что наибольшая численность отмечена в варианте «Гордебак» – $63,0 \pm 6,9$; в варианте «Полибакт» – $37,0 \pm 3,3$; в варианте «Ресойлер» – $31,0 \pm 1,9$.

Анализируя численность целлюлозоразрушающих бактерий можно видеть, что высокая численность этих бактерий во всех фазах развития отмечалась в 2022 г. Это в среднем в 1,4 раза больше, чем в 2021 г. и в 1,8 раза, чем в 2023 г.

Наибольшая численность бактерий в среднем за три года отмечена в варианте «Гордебак» – $69,0 \pm 7,6$; далее в варианте «Полибакт» – $55,0 \pm 6,1$; в варианте «Ресойлер» – $34,0 \pm 3,1$.

Анализ численности олигонитрофильных бактерий выявил, что в среднем за три года наибольшая численность была в варианте «Гордебак» – $55,0 \pm 6,1$; в варианте «Полибакт» – $36,0 \pm 3,2$; в варианте «Ресойлер» – $26,0 \pm 2,1$.

Анализ численности олиготрофных бактерий показал, что в среднем за три года более высокая численность наблюдалась в варианте «Гордебак» – $45,0 \pm 4,9$; в варианте «Полибакт» – $34,0 \pm 3,1$; в варианте «Ресойлер» – $24,0 \pm 1,9$.

Рассматривая численность олигокарбофильных бактерий по вариантам опыта в среднем за три года видно, что наибольшая численность бактерий зарегистрирована в варианте «Гордебак» – $69,0 \pm 7,6$; в варианте «Полибакт» – $42,0 \pm 4,6$; в варианте «Ресойлер» – $36,0 \pm 3,2$.

Анализ численности фосфатмобилизирующих бактерий в среднем за три года по вариантам опыта показал, что более высокая численность наблюдалась в вариантах «Гордебак» – $1,8 \pm 0,09$ и «Полибакт» – $1,7 \pm 0,08$; в варианте «Ресойлер» – $1,4 \pm 0,07$.

Список литературы:

1. Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев. – Москва: Агропромиздат. – 1987. – 159 с.
2. Grodnitskaya, I.D. Use of micromycetes *Trichoderma* for soil bioremediation in tree nurseries / I.D. Grodnitskaya
3. Коломиец, Э.И. Эффективность микробного препарата «Полибакт», обеспечивающего ускорение минерализационных процессов в почве и увеличение ее биогенности / Э.И. Коломиец, З.М. Алещенкова. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 16 с.
4. Биологически активные препараты для растениеводства. Научное обоснование – рекомендации – практические результаты = Biologically active preparations for plant growing. Scientific background – Recommendations – Practical results: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 3–8 июля 2018 г. / БГУ, биолог. фак., Частный институт прикладной биотехнологии daRostim; редкол.: Д. В. Маслак (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2018. – С. 52 – 54.
5. Гордебак [Электронный ресурс]. – Институт микробиологии НАН Беларуси. – Минск, 2000. – URL: <http://mbio.bas-net.by/prod/gordebac/>. – Дата доступа: 28.08.2021.
6. Основные микробиологические и биохимические методы исследования почв // под ред. Возняковской Ю. М. – Л.: ВНИИСХМ, 1987. – 47 с.
7. Теппер, Е.З., Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 239 с.
8. Титова, В. И. Методы оценки функционирования микробного сообщества почвы, участвующего в трансформации органического вещества: науч. метод. пособие / В.И. Титова, А.В. Козлов. – Н. Новгород: Нижегород с.-х. акад., 2012. – 192 с.

