

*Фахрутдинов А. И., Холкин А. Д., Ямпольская Т. Д.*  
*Fakhrutdinov A. I., Kholkin A. D., Yampolskaya T. D.*

## **АНАЛИЗ РЯДА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОРФОГРУНТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ**

## **ANALYSIS OF CHARACTERISTICS OF PEAT SOIL AND PLANT GROWTH STIMULANTS**

В статье изложены результаты исследований торфогрунтов и стимуляторов роста и развития культурных растений. Показано, что ряд потребительских параметров торфогрунтов не отвечают заявленным производителями, но в целом позволяют использовать по прямому назначению. Различные концентрации регуляторов роста растений оказывают разнообразное влияние на рост и развитие высших растений, в отдельных случаях стимулирующего действия не выявлено.

The article describes the research results of peat soil and cultivated plant growth and development stimulants. It is shown that some consumer characteristics of the peat soil do not meet requirements claimed by the manufacturer, but more or less are good for the purpose specified. Different concentrations of plant growth stimulants have a variety of effects on the growth of higher plants, in some cases, no stimulating effect has been identified.

*Ключевые слова:* торфогрунт, стимуляторы роста и развития растений, корневая микрофлора, тест-культура.

*Keywords:* peat soil, plant growth and development stimulants, root microflora, testing culture.

**Введение.** Почвогрунт – это смесь 30 % верхового фрезерного и 30 % низинного фрезерного торфа (ГОСТ Р 51661.3 и ГОСТ Р 51661.4), 30 % дерново-подзолистой почвы (пахотного, плодородного слоя ГОСТ 17.4.2.03), 10 % песка (ГОСТ 8736-93) с добавлением органических удобрений (навоз, компост и др. по документам, в соответствии с которыми они изготовлены), минеральных удобрений (по нормативным документам) и извести (по нормативным или техническим документам).

По санитарно-эпидемиологическим показателям компоненты должны отвечать требованиям СанПиН 2.1.7.1287-03. В компонентах, используемых при изготовлении почвогрунта, не должно содержаться опасных, токсичных химических веществ, таких как тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бензапирен [7].

Повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды (засуха, заморозки, высокие и низкие температуры, вымокание) имеет большое практическое значение. В умеренных и, тем более, засушливых зонах растения часто на протяжении длительного периода испытывают водный дефицит. Отрицательное действие, оказываемое на растения недостатком воды, значительно усиливается влиянием высоких температур [6]. Переувлажнение почвы приводит к снижению всхожести семян, уменьшению количества корневых волосков и вторичной корневой системы, возможна и гибель растений. Многие культуры повреждаются или гибнут даже от кратковременного снижения температуры до 0 °С. Повысить адаптацию выращиваемых культур к перечисленным факторам можно, используя регуляторы роста растений Эпин-Экстра и Циркон, обладающие высокой антистрессовой активностью [8].

**Материалы и методы исследования.** Характеристика торфогрунтов препаратов, используемых в опытах:

1. «Peter Peat PRO» – универсальный садовый для выращивания садовых цветов, плодовых деревьев и ягодных кустарников. Повышает приживаемость и урожайность растений, улучшает их декоративные свойства. Состав: агроперлит (ГОСТ 10832-2009) для аэрации и увеличения воздухоёмкости грунта; речной песок (ГОСТ 8735-93) для обеспечения дренирующих свойств; известняковая мука (гос. рег. № 0352-06-212-112-0-0-0-1) для нейтрализации кислотности, комплексное минеральное удобрение mix.
2. «Жирнозем» – питательный торфяной грунт для получения здоровой и крепкой рассады, длительного и пышного цветения растений, хорошего стартового роста рассады и саженцев. Состав: смесь верхового и низинного торфов; агроперлит; известняковая мука; комплексное минеральное удобрение «Яра Мила Кропкеа».
3. «Микропарник» – натуральный почвогрунт для выращивания рассады всех видов овощных культур и цветов, для посева и проращивания семян, пикировки и выращивания рассады всех видов овощных культур и цветов, в том числе непосредственно в домашних условиях.
4. Универсальный натуральный торфогрунт «Promix» – полностью готовый торфогрунт для выращивания, пересадки и подкормки всех видов комнатных цветов и декоративных растений. Состав: полный сбалансированный набор питательных веществ; величина pH солевой суспензии: 5,0–6,5; влажность, % массы не более 65. Основные питательные вещества в мг/л, не менее: азот ( $\text{NH}_4 + \text{NO}_3$ ) – 250; фосфор ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 330; калий ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – 400.
5. «Народный грунт» для рассады – натуральный торфогрунт на основе компонентов торфа, естественных структурирующих, раскисляющих и удобрительных материалов.
6. Плодородная смесь Лама Торф «Биопит Професионал» – полностью готовый к применению универсальный питательный грунт. Изготовлен на основе экологически чистого фрезерованного торфа улучшенной структуры, содержит полный набор питательных веществ, необходимых для полноценного роста и развития садовых растений.
7. Грунт для рассады агроторф «Народный грунт» – универсальный для любых зеленых культур осенью и зимой в домашних условиях.
8. Грунт «Peter Peat Универсальный» для выращивания овощных и цветочных культур, комнатных растений, садовых цветов, плодовых деревьев и ягодных кустарников. Состав: питательный торфяной грунт на основе верховного и низинного торфа с добавлением агроперлита (ГОСТ 10832-2009), речного песка (ГОСТ 8736-93), известняковой муки (гос. рег. № 0352-06-212-112-0-0-0-1), комплексного минерального удобрения «Яра Мила Кропкеа» (гос. рег. № 1919-10-204-398-0-0-0-1).
9. Питательный грунт «Живая земля» (Терра вита) универсальный – полностью готовый питательный торфяной грунт для выращивания всех видов овощных, ягодных, зеленных культур, цветов и рассады.
10. Грунт для растений «Peter Peat Овощной» – универсальный, готовый к использованию питательный торфяной грунт с гидрореагентом. Состав: агроперлит (ГОСТ 10832-2009) для аэрации и увеличения воздухоёмкости грунта; речной песок (ГОСТ 8736-93) для обеспечения дренирующих свойств; известняковая мука (гос. рег. № 0352-06-212-112-0-0-0-1) для нейтрализации кислотности; комплексное минеральное удобрение PG mix (гос. рег. № 0837-07-204-099-0-0-0-0) для насыщения элементами питания и обеспечения равномерного агрохимического состава; гидрореагент (гос. рег. № RU.77.01.34.088.E.002800.03.13) для поддержания оптимального количества воды в грунте.

Характеристика стимуляторов роста и развития, используемых в опытах:

Эпин-Экстра – аналог природного фитогормона эпибрасинолида, впервые выделенного из пыльцы рапса. Механизм его действия заключается в регулировании синтеза самим растением других фитогормонов – ауксинов, гиббереллинов, цитокининов, абсцизовой кислоты и этилена. Причем это регулирование зависит от фазы развития растений и условий его выращивания (В. В. Вакуленко, 2015).

Феровит – универсальный стимулятор фотосинтеза, применяется в период вегетации во избежания хлороза растений и других болезней, связанных с дефицитом железа. Недостаток железа растения могут испытывать как на щелочных, так и на кислых почвах в связи с его сильной фиксацией почвой.

Экогель – регулирует рост растений, индуцирует их иммунитет. Основным действующим веществом является лактат хитозана. Это композиция из линейных полиаминосахаридов, растворенная в альфа-оксипропионовой кислоте.

НВ-101 – концентрированный несинтезированный питательный состав, выработанный из экстрактов растений: гималайского кедра, кипариса, сосны и подорожника. Это полностью натуральный препарат, поддерживающий и стимулирующий рост растений, а также их иммунную систему. Он помогает растению максимально использовать весь свой внутренний потенциал и ресурсы окружающей среды.

Фитоспорин-М – фунгицид на основе природной бактериальной культуры. Препарат применяют при следующих заболеваниях растений: парша, гнили всходов и корней, фузариоза, бурой ржавчины, черной ножки, а также против увядания, мучнистой росы, септориоза, фитофтороза и многих прочих заболеваний. Применение Фитоспорина влияет на скорость прорастания семян, стабильного роста всходов, стимулирует повышенно ускоренный рост, быстрое развитие растений. Эти свойства нужны культурам с небольшим периодом вегетации, недостатком влаги.

Величину гидролитической кислотности определяли путем титрования уксусной кислоты щелочью. По количеству пошедшей на титрование щелочи рассчитывали величину гидролитической кислотности в мг/экв на 100 г почвы.

Сущность метода определения суммы обменных оснований по методу Каппена – Гильсовица состоит в том, что почву обрабатывают точно известным количеством 0,1 н раствора  $\text{HCl}$ , с последующим титрованием щелочью [1].

Исследования проводились в сухих и влажных образцах.

Количественный учет различных физиологических групп микроорганизмов проводился чашечным методом Коха с высевом соответствующего разведения в объеме 0,1 мл на каждую чашку Петри в трехкратной повторности. Проводили выявление и учет микроорганизмов различных групп: общая микробная численность (ОМЧ) [4].

Исследование препаратов проводилось с 31.03.2017 по 28.04.2017 на семенах овса ярового (*Avena sativa*) с использованием регуляторов роста и бактериального препарата. Градиент концентраций в опытах включал диапазон от 0 до 1 000 мг/л, испытанные концентрации препаратов составляли 0, 1/2, 10, 100 и 1 000 мг/л; в качестве контроля использовали дистиллированную воду.

На дно каждой чашки Петри помещали стеклянные шарики и лист фильтровальной бумаги и увлажняли их 20 мл растворов или дистиллированной водой (контроль). Опытные образцы закладывались в трех повторностях для каждого испытуемого препарата. Семена в увлажненных камерах экспонировали в течение недели [2].

Биологическую активность оценивали по трем тест-функциям – энергии прорастания семян (ЭП), длине корней (ДК) и высоте проростков (ВП) через 7 дней от начала эксперимента. Опыты повторяли единожды в течение месяца. Всего проанализировано не менее 80 растений в каждом из вариантов [3].

Результаты исследований обрабатывались с помощью компьютерного пакета данных Microsoft Excel: рассчитывали средние значения, квадратическое отклонение от среднего ( $\bar{x} \pm s$ ), коэффициент корреляции Пирсона. Теснота связей при корреляции Пирсона оценивалась по шкале Чеддока как качественная характеристика: слабая: 0,1–0,3; умеренная: 0,3–0,5; заметная: 0,5–0,7; высокая: 0,7–0,9; весьма высокая: 0,9–0,99 [5].

Почвогрунт – это высокоплодородная субстанция, пригодная для выращивания овощных культур, цветов, деревьев и кустарников. С его помощью можно частично или целиком заменить верхний слой земли. Представляет собой смесь органических компонентов и неорганических примесей, являясь основой для развития корневой системы, нормального роста и плодоношения растения.

Подобный субстрат является отличной средой питания для любых растений. Данная смесь снабжает растения всеми необходимыми для роста микроэлементами, калием и фосфором. Кислотность у почвогрунта нейтральная. Благодаря своим свойствам помогает добиться такого почвенного баланса, который будет пригоден для плодородия.

Влажность является важным показателем активности всего многообразия биологических, биохимических и физико-химических процессов. Ее изменение оказывает влияние на формирование водно-воздушного режима торфогрунтов, обеспечивая сохранность функциональной ценности субстратов.

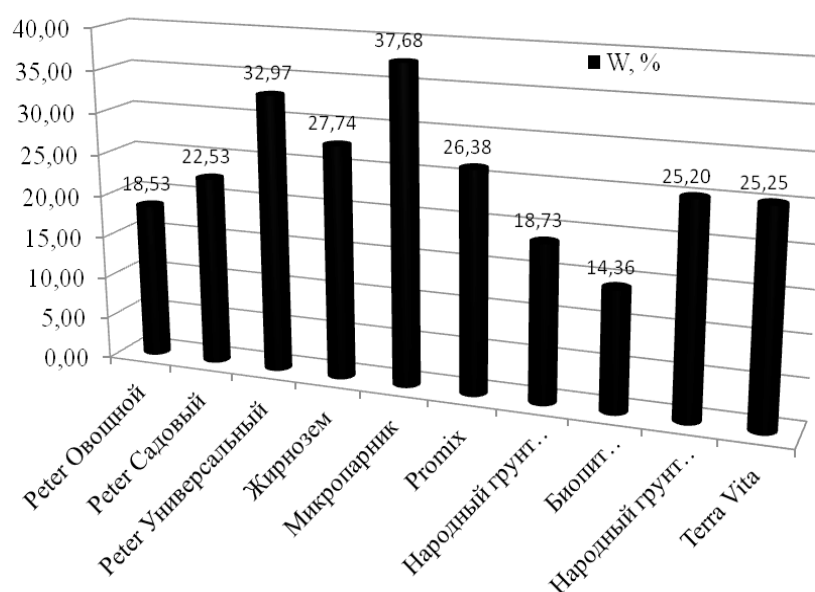


Рис. 1. Процент и коэффициент влажности в исследованных почвогрунтах

Снижение влажности резко нарушает механическую структурность и ограничивает доступность элементов питания. Повышение влажности торфгрунтов может способствовать формированию анаэробных условий, в которых активизируются анаэробные микроорганизмы и грибки, выделяющие разнообразные токсины (кадаверин и т. д.).

Заявленная влажность всех исследованных образцов составляет 65–70 %, что является наиболее оптимальным значением для сборных субстратов. Результаты показали, что данный показатель составляет около 25 %, разбежностью от 17 до 37 % (рис. 1). Очевидно, это результат плохо организованной транспортировки и хранения.

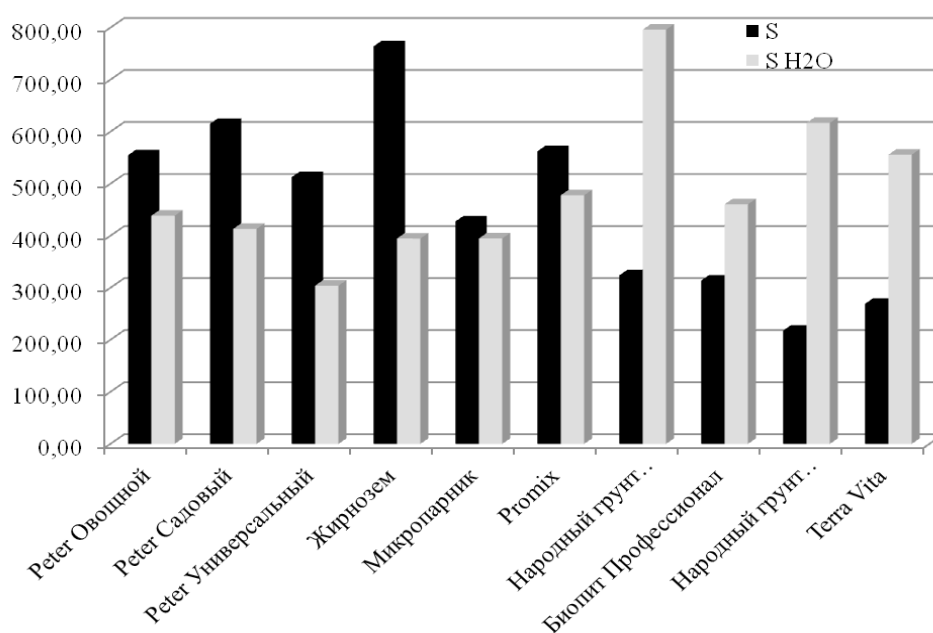


Рис. 2. Сумма обменных оснований во влажных и сухих образцах исследованных почвогрунтов, мг экв/100 г

Почвенно-поглощающий комплекс формируется рядом составных частей: биологической, физико-химической и химической поглотительной способности. В сконструированных субстратах, в состав которых входит торф, ведущую роль играет физико-химическая поглотительная способность. В основе ее лежит большое количество коллоидных компонентов, представленных суммой обменных оснований ( $S$ ), и фульвокислотами.

Формирование коллоидной системы способствует созданию и функционированию корневого питания высших растений. Исследованные образцы обладают высокими показателями этого показателя (рис. 2), среднее значение составило 450–480 мг экв/100 г в коридоре 200–800 единиц. Среднее значение для черноземов составляет 40–60 мг экв/100 г почвы.

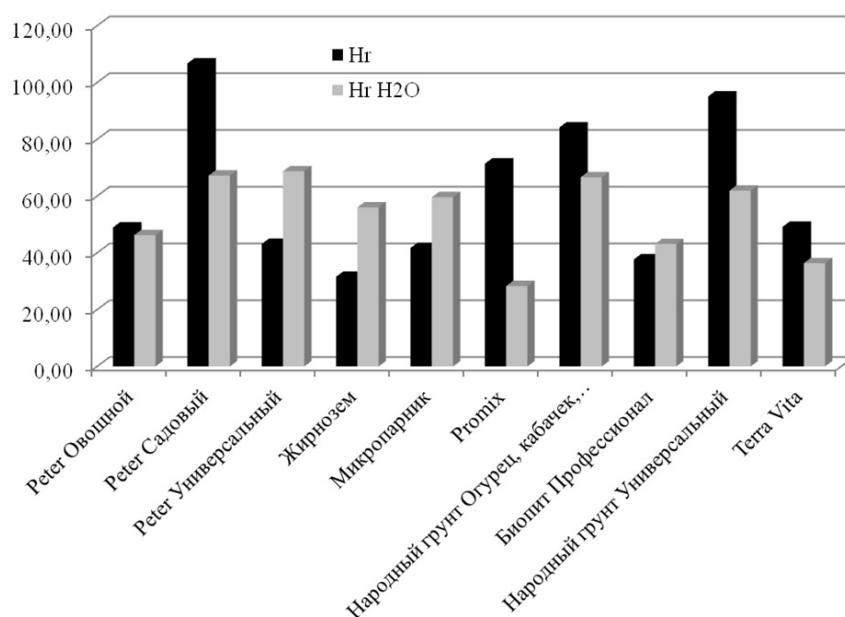


Рис. 3. Гидролитическая кислотность во влажных и сухих образцах исследованных почвогрунтов, мг экв/100 г

Гидролитическая кислотность (Нг) определяет способность почвенно-поглощающего комплекса почв содержать ионы водорода и алюминия. Данный показатель характерен для кислых почв: подзолистые, болотные и торфяные, и составляет 0,1–15 мг экв/г почвы. Это отрицательно сказывается на корневом питании высших растений, именно поэтому в исследуемые торфогрунты вносят раскислители для нейтрализации почвенной среды.

Образцы торфогрунтов показали высокие значения гидролитической кислотности в рамках 25–100 мг экв/100 г субстрата (рис. 3).

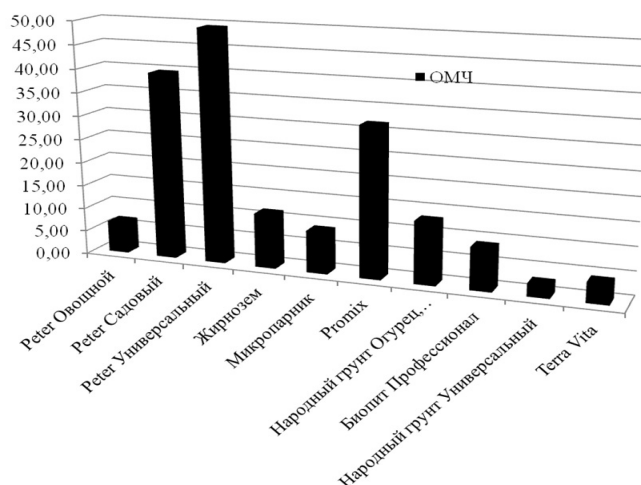


Рис. 4. Численность микроорганизмов во влажных образцах исследованных почвогрунтов, млн КОЕ на г

Нормальный микробоценоз торфогрунтов формируется нецеленаправленно и представляет собой совокупность микроорганизмов торфа, песка (или иной структурной основы) и микроорганизмов, случайно попавших в процессе перемешивания, пакетирования и транспортировки. В целом он представлен мезофильными и факультативно анаэробными микроорганизмами, активно участвующими в формировании ризосферы высших растений в сочетании с микроорганизмами семян проростков.

Исследования показали разную численность микроорганизмов от 2 до 45 млн кл/г субстрата, что зависит от обсеменности использованного торфа. Среднее значение составило около 17 млн кл/г субстрата, что является характерным для плодородного слоя черноземов (рис. 4).

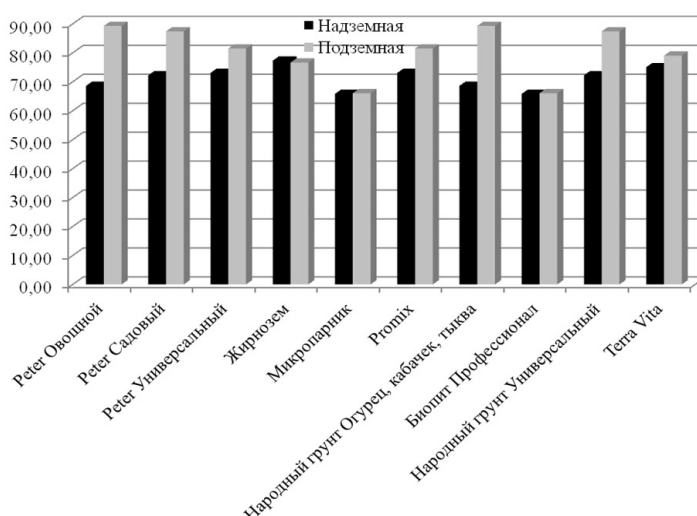


Рис. 5. Длина подземной и надземной частей тест культуры в сухих образцах исследованных почвогрунтов, мм

Метод биотестирования основан на ответной реакции растений на суммарное воздействие веществ, дает достоверную информацию о качестве субстрата. В основе принципа биодиагностики субстрата находится оценка ее как единой системы обитания различных организмов. Позволяет получить полную картину физиологического и токсикологического воздействия на высшие растения как тест-культуру.

Все проверенные торфогрунты показали однообразные результаты, как подземной, так и надземной частях тест-культуры (рис. 5). Это говорит о высокой физиологической активности и способности обеспечивать растения всем необходимым для роста и развития.

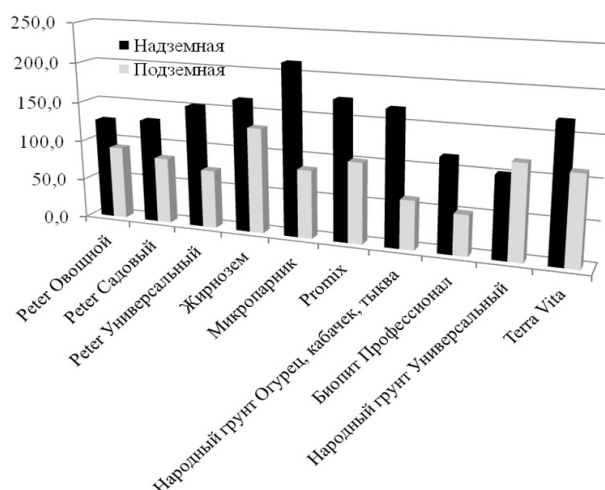


Рис. 6. Длина подземной и надземной частей тест культуры в образцах исследованных почвогрунтов методом проращивания, мм

Использование метода прямого проращивания тест-культур дает более полную картину функционирования торфогрунтов, обеспечивая целостность оценки возможностей выращивания семян.

Высокие значения надземной части, полученные у ряда субстратов, позволяют говорить о повышенной доступности нитратных форм азота, в то же время низкие значения величины подземной части говорят о недостатке аммонийного азота (рис. 6). Слабое развитие корневой системы свидетельствует о низкой доступности соединений фосфора, что характерно для торфяных субстратов, как правило, это происходит при недостатке микроэлементов меди и кобальта.

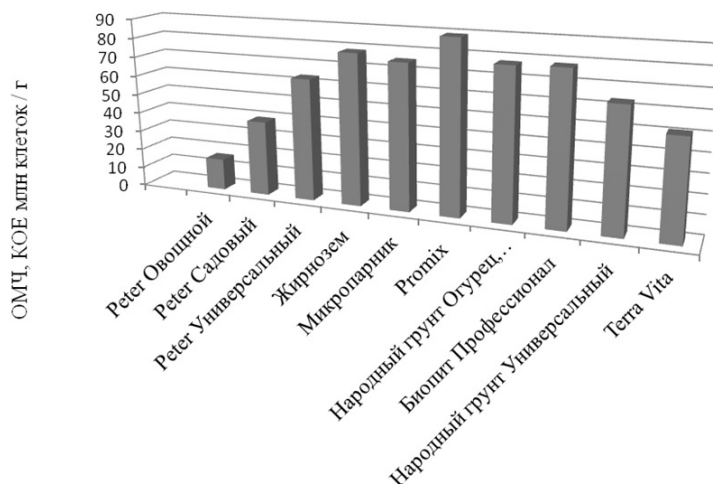


Рис. 7. Численность микроорганизмов в торфогрунтах после исследования методом проращивания, млн КОЕ /г

Активность микробиоценоза при использовании метода прямого проращивания показал высокую разбегность результатов численности микроорганизмов (рис. 7). Значения колеблются от 15 до 90 млн клеток, при среднем показателе около 60 млн клеток. Это связано с противоречием двух одновременно протекающих процессов: формирование ризосферной зоны и самостоятельного развития общего микробиоценоза.

При этом развивается антагонизм по отношению к элементу питания на фоне практически однообразного водно-воздушного режима, формируемого субстратом. Корреляционное соотношение ( $r$ ) развития надземной части тест-культуры к активности микробиоценоза составил 0,46, подземной – 0,06.

Во всех случаях применение минеральных и синтетических регуляторов роста выявило положительную ответную динамику как надземной, так и подземной частей тест-культуры (рис. 8).

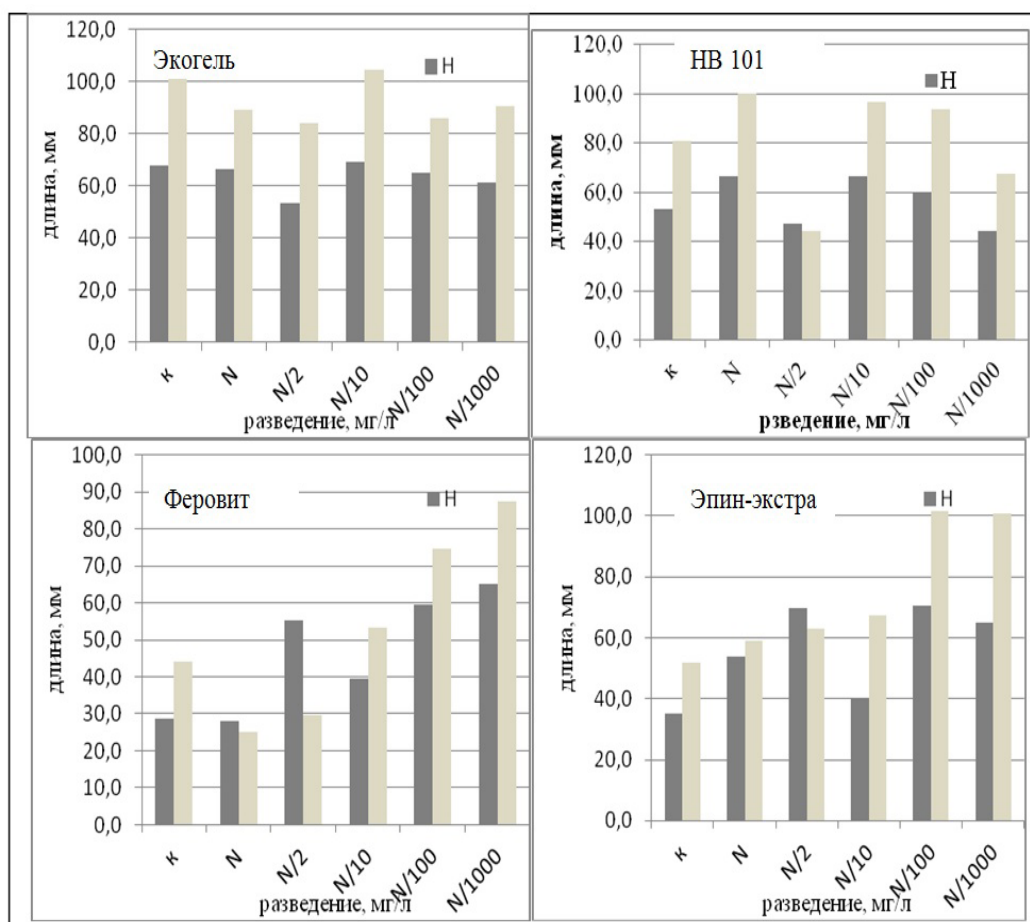


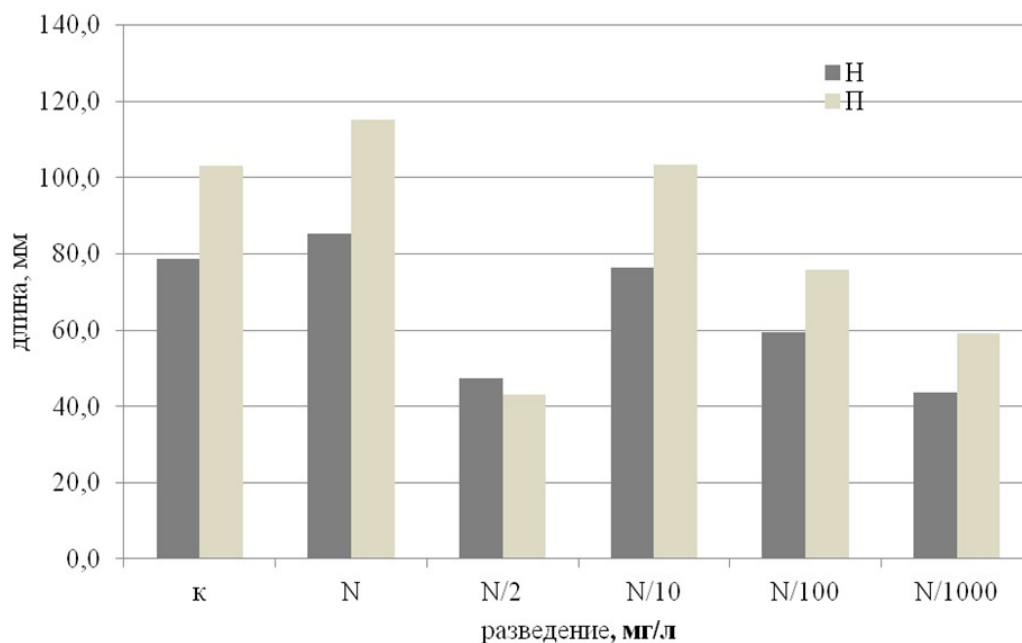
Рис. 8. Изменение величины надземно-подземной части тест-культуры в зависимости от разведения препарата (Экогель, НВ 101, Феровит, Эпин-Экстра)

Практически во всех случаях применения препаратов значения выше контроля.

Препарат «Экогель», независимо от разведения, ни в коей мере не изменил своего активаторного действия. Примерно такая же неявная картина выявлена при использовании препарата «НВ 101».

В то же время результаты применения Феровита и Эпина-Экстра показали значительную разницу при снижении концентрации действующего вещества. Вероятно, это обусловлено избирательным действием данных препаратов на скорость деления клеток овса ярового.

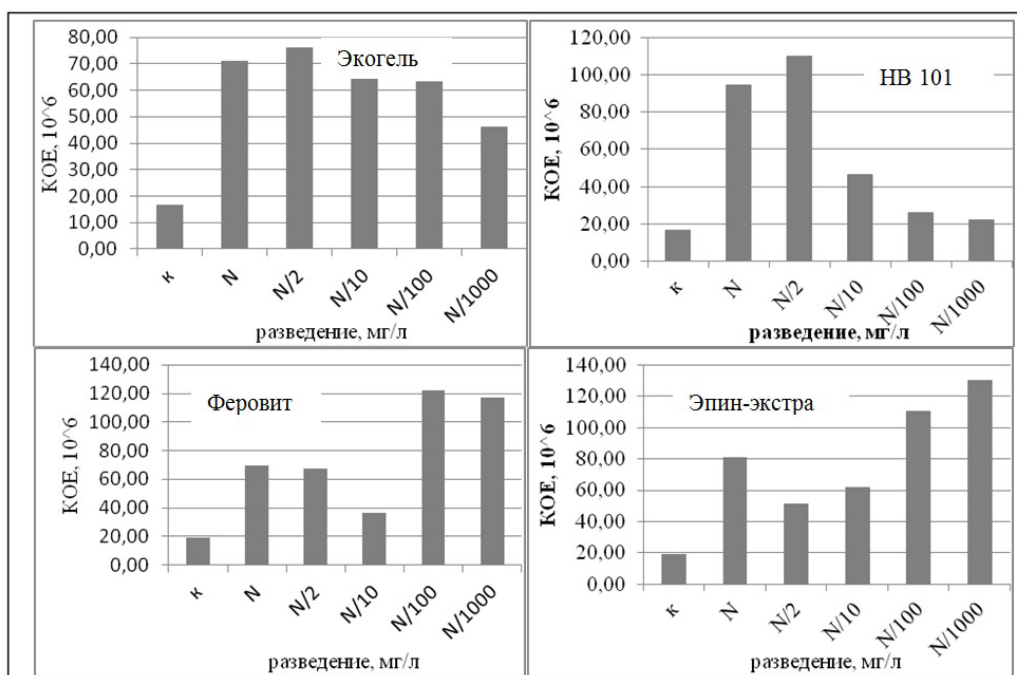
Единственный из испытываемых бактериальный препарат показал динамику снижения надземных и подземных частей в сравнении с контролем (рис. 9).



**Рис. 9. Изменение величины надземно-подземной части тест-культуры в зависимости от разведения препарата «Фитоспорин-М»**

Очевидно, это связано с тем, что данный препарат имеет широкий спектр технологии применения (для замачивания семян, опрыскивания растений и подготовки грунта перед посадкой). Вероятно, при другом использовании фунгицид покажет более значимые результаты.

Анализ полученных результатов микробной активности синтетических и минеральных регуляторов роста показывает увеличение числа микроорганизмов от 10 до 10 тыс. раз (рис. 10).



**Рис. 10. Изменение количества микроорганизмов в грунтах в зависимости от применяемого препарата (Экогель, НВ 101, Феровит, Эпин-Экстра)**

Наиболее стабильные результаты показывает препарат «Экогель», что связано с особенностями микрокомпонентов активизации гелиевого носителя. В результате исследования выявлено, что НВ 101 при уменьшении концентрации формирует количество микроорганизмов, равное количеству таковых в контрольном образце.

В случае препаратов «Феровит» и «Эпин-Экстра» четко выражен рост микроорганизмов при максимально малых разведениях препаратов, а именно N/100 и N/1 000. Это позволяет говорить, что два данных регулятора роста формируют желательную систему кормового питания растений, в которую входят микроэлементы, микроорганизмы и сама корневая система.

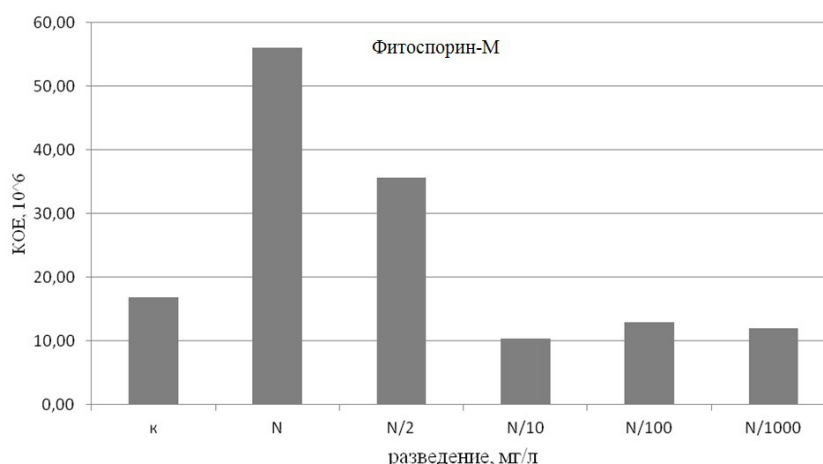


Рис. 11. Изменение количества микроорганизмов в грунте в зависимости от применяемого препарата «Фитоспорин-М»

Несмотря на присутствие полезных микроорганизмов в препарате (согласно инструкции), увеличение содержания микроорганизмов и биологически активных веществ микробного происхождения при уменьшении концентраций не произошло (рис. 11).

Таблица 1

**Корреляция надземных и подземных частей растений с численностью микроорганизмов в зависимости от разведения биопрепаратов**

|         | Надземная часть | Подземная часть |
|---------|-----------------|-----------------|
| к       | -0,86           | -0,92           |
| N       | -0,44           | -0,26           |
| N/2     | -0,11           | 0,25            |
| N/10    | -0,35           | -0,27           |
| N/100   | <b>0,60</b>     | <b>0,28</b>     |
| N/1 000 | <b>0,89</b>     | <b>0,80</b>     |

Полученные результаты позволяют произвести корреляционные измерения надземно-подземных частей тест-культуры в зависимости от микроорганизмов (табл. 1). Лучшие результаты наблюдаются при максимальном разведении, а именно N/100 и N/1 000, вне зависимости от состава и характера исследуемых препаратов. Низкая концентрация препаратов благотворно влияет на микрофлору грунтов, что обеспечивает рост надземно-подземных частей тест-культуры.

**Выводы:**

1. Исследованные торфогрунты отвечают основным требованиям для проращивания семян и проростков высших культурных растений, за исключением товарной влажности.
2. Все исследуемые регуляторы роста положительно влияют на всхожесть и прорастание семян овса ярового; наиболее эффективными препаратами являются Фитоверм и Эпин-Экстра.
3. Разведения препаратов неоднозначно сказывалось на развитии надземных и подземных частей тест-культуры; уменьшение концентрации регуляторов роста растений Фитоверм и Эпин-Экстра повышает величину надземно-подземных частей тест-культуры.
4. Численность микроорганизмов изменяется при применении регуляторов роста растений: с уменьшением концентрации препаратов Феровит и Эпин-Экстра количество микроорганизмов увеличивается.

Необходимо отметить, что в последние годы в системе мер, направленных на повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур, важная роль отводится применению торфогрунтов и физиологически активных веществ, позволяющих направленно регулировать рост и развитие растений, важнейшие реакции обмена веществ, полнее реализовывать потенциальные возможности сорта, заложенные в геноме. Известно, что процесс роста и развития растений осуществляется в результате реализации ряда программ, контролирующих деление, дифференциацию и развитие клетки, ткани, органа и целого организма. Как показали исследования, торфогрунты и регуляторы роста и бактериальные препараты оказывают существенное влияние на многие реакции обмена веществ, затрагивают генный и гормональный уровни регуляции.

Эффективность торфогрунтов и регуляторов роста связана с фоном минеральных элементов питания, своевременным выполнением технологических приемов, использованием современных средств защиты растений, в то же время снимая их отрицательное влияние на культурные растения.

**Литература**

1. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М. : МГУ, 1970. 487 с.
2. Вакуленко В. В. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности культур // Защита и карантин растений. 2015. № 3. С. 43–44.
3. Лисовицкая О. В., Терехова В. А. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения // Докл. по экол. почвоведению. 2010. № 1. С. 1–18.
4. Методы исследований при идентификации микроорганизмов : метод. пособие / сост.: Т. Д. Ямпольская, А. И. Фахрутдинов. Сургут : Изд-во СурГУ.
5. Салин В. М., Чурилова Э. Ю. Практикум по курсу «Статистика» (в системе STATISTICS 7.1). М. : Социальные отношения, 2002. 188 с.
6. Прусакова Л. Д. и др. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и имунопротекторными свойствами // Агрохимия. 2005. № 11. С. 76–86.
7. Современные подходы в аграрном секторе. URL: [http://www.masteratlas.ru/products/index.php?SECTION\\_ID=3&ELEMENT\\_ID=20](http://www.masteratlas.ru/products/index.php?SECTION_ID=3&ELEMENT_ID=20) (дата обращения 01.10.2017).
8. Шаповал О. А. и др. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства. М. : ВНИИА, 2009. 60 с.