

Copyright © 2023 by Cherkas Global University



Published in the USA
Biogeosystem Technique
Issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7316
2023. 10(1): 32-48

DOI: 10.13187/bgt.2023.1.32
<https://bgt.cherkasgu.press>



Searching for Optimal Composition of Soil Fillers

Larisa L. Sviridova ^{a, *}, Michail G. Baryshev ^a, Michail A. Sevostyanov ^a,
Veronika M. Andreevskaya ^a, Sofia V. Zhelezova ^a, Elena V. Grishina ^a, José L. Hernández Cáceres ^b,
Zafarjon Jabbarov ^d, Urol Nomozov ^d, Shovkat Kholdorov ^{c, d}, Daniel Asiamah Aboagye ^{c, e}

^a All-Russian Phytopathology Research Institute, Russian Federation

^b Cuban Center for Neurosciences, Cuba

^c Graduate School of Agriculture of the Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan

^d Department of Soil Science of the National University of Uzbekistan, Republic of Uzbekistan

^e Department of Soil Science of the University of Ghana, Ghana

Paper Review Summary:

Received: 2023, March 22

Received in revised form: 2023, July 11

Acceptance: 2023, August 17

Abstract

The results of research in optimizing the composition of soil fillers are presented. The initial properties of raw material for the soil application often do not meet the agrochemical requirements and their introduction cannot guarantee the planned result in the soil environment. The study aims were: a searching for the original component soil filler data; the soil formation conditions; the declared plant community need for a growth support and a soil filler composition optimization by additional components introduction.

The article presents the studies on compiled samples of soil mixtures using natural components and recycled industrial waste. The objects of research are samples intended for the growing of different plant species; reference soil samples on the market; humus-containing preparations of scientific and research and production organizations; sapropel deposits of the Volga-Akhtuba floodplain; tested crop varieties; stressor and pathogen microorganism strains from the Center for Collective Use “State Collection of Phytopathogenic Microorganisms and Identifier Varieties (Differentiators) of Pathogenic Strains of Microorganisms” of the All-Russian Phytopathology Research Institute.

Keywords: soil fillers, soil fertility, biocenosis, plant survival.

1. Введение

Перспективные направления развития в современном производственном цикле рассматривают эффективность, как основу с проявлениями: экономической, биологической, сырьевой и т.д. Продовольственное производство также ориентируется на эффективность проявления, в основу которого закладывается получение продукции по низкой себестоимости с качественными показателями. Выявленные параметры возможны в

* Corresponding author

E-mail addresses: Larina67@bk.ru (L.L. Sviridova)

реализации с достижением оптимальных условий обеспечения жизнедеятельности растительной и животной продукции. Так, рассмотрим отраслевую специализацию как растениеводство, которая является основополагающей в сельском хозяйстве. Самое ценное на что ориентируется данная отрасль – почвенный контекст, где совокупность климатических и рельефных обстоятельств формирует особый биоценоз. Способность производственного цикла взаимодействовать с окружающим агроландшафтом проявляется уже в качественных показателях урожайности производимой продукции. При этом основной признак взаимодействия – плодородный слой почвы. Рельефные образования отображаются в структурном строении сочетанием продуктов экзогенного процесса планетарного масштаба с включением органических соединений локального биоценоза. При интенсификации сельскохозяйственного производства и неблагоприятных климатических факторах проявляются процессы деградации почвенного покрова в виде потери плодородных показателей, которые очень необходимы для структурирования процессов жизнедеятельности растительного сообщества.

Своевременное выявление измененных параметров почвенной структуры гарантирует подконтрольное управление в стабилизации проявленного процесса за счет обоснованных научных изысканий. В мировой практике большая часть ученых понимают, что с отсутствием информации по протеканию изучаемых процессов тормозит или направляет в ложное представление мышление и только комплексное изучение всех параметров позволяет выстроить конструктивное обзорное восприятие. Для этого необходимо просматривать все направления по изучению почвенных процессов. Одна из групп научных исследователей в совместной работе института сельскохозяйственной инженерии, транспорта и биоэнергетики (Словакия, Нитра) и исследовательского института Карчага (Венгрия) произвели оценочную изменчивость инфильтрации почвы в уплотненном и неуплотненном грунте в тестируемом режиме двух измерительных приборов по выражению гидравлической проводимости почвы. Испытания проведены с помощью современной системы управления земельными ресурсами (*control traffic farming*) по двум различным методам мониторинга гидропроводности почвы с выявленными техногенными факторами деградации почвы (Jobbady et al., 2023).

Коллектив исследователей из Туниса анализирует с помощью моделирования гидрологические реакции в водоразделе Сейнана (северный Тунис) по изменениям землепользования на протяжении 37 летний периода с помощью дистанционного зондирования и модели SWAT. Полученные результаты подтвердили, что воздействие антропогенного фактора напрямую оказывает влияние на изменения гидрологии исследуемой реки (Mosbahi et al., 2023).

Ученые из Саньяна и Янлин проанализировали характерные изменения во влажности почвы и влияющих факторов на пастбищных угодьях Тибетском нагорья. Рассматриваемая гидрологическая цикличность – почва ↔ растительность ↔ атмосфера, изучается с целью получения параметров по стабилизации экосистемы и защиты устойчивости экологического восстановления (L. Wang et al, 2023). Проявленные характеристики деградации почвенного покрова возможно стабилизировать за счёт восстанавливающих мероприятий с помощью травянистой растительности *Bromus inermis* и *Medicago sativa* считают ученые из института пастбищ, цветов и экологии Пекинской академии сельскохозяйственных и лесохозяйственных наук (Бэйцзин). Полученные результаты показали, что в условиях деградации земель необходимо применять растительные сообщества с сочетанием видов наименьшей конкуренцией за воду (Pang et al., 2023).

Ученое сообщество также участвует в поисковых исследованиях по получению результативных новообразований с помощью которых возможно решить несколько глобальных проблем по направлению – утилизация ↔ восстановление. В своей работе «Quality and Fertility Assessments of Municipal Solid Waste Compost Produced from Cleaner Development Mechanism Compost Projects: A Case Study from Uganda» ученые J.K. Kabasiita; E. Opolot; G.M. Malinga, доказали, что валковое компостирование является жизнеспособным методом в сокращении органических твердых бытовых отходов (Kabasiita et al., 2022). Совместная творческая деятельность представителей Университета Чосон (Кваджу, Корея) и Технологического института Стивенса (Нью-Джерси, США) уделили внимание стабилизации загрязненного свинцом грунта шахты с использованием природных отходов. Стабилизация рассматривалась в

качестве варианта восстановления для иммобилизации свинца (*Pb*) в загрязненном шахтном грунте. В качестве наполнителей были использованы: отходы устричных раковин, кальцинированные устричные раковины, натуральная морская звезда и биоуголь полученный из отходов кофейной гущи (Moon et al, 2022).

Российские ученые также проводят исследования в изучении области рассматриваемого направления. Исследователь Сидоренко С.А. анализирует полученные результаты химического анализа черноземом обыкновенных в условиях Оренбургской области, где рассмотрены нитраты, бенз(а)пирен, тяжелые металлы и нефтепродукты (Сидоренко, 2022). Ученые Водолазко А.Н. и Иванцова Е.А. проводят бонитировочную оценку земель на основе многолетнего агроэкологического мониторинга на территориях испытывающих антропогенную нагрузку (Водолазко и др., 2019). Выбранная тематика является актуальной, т.к. загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами представляют собой серьезную опасность (Чернышев, 2023; Середа и др., 2023). В своей работе группа ученых исследователей говорит о важности рассматриваемого направления в изучении почвенных процессов. Свои методологические подходы основывают с помощью теории Ленгмюра, Фрейндлиха (Панкин и др., 2006). Территориальная оценка по содержанию селена в почвах и выявление факторов, влияющих на её устойчивость также является актуальной проблематикой, отображенной в научном поиске (Митченко и др., 2023). Остро стоит проблема избыточной кислотности почв, где рН меньше 5.5, площадь составляет ~ 65 млн. га пахотных земель. Агрохимические изыскания в данном направлении определили, что фитотоксичные ионы металлов влияют на различные физиологические и биохимические процессы растений, стимулируют многочисленные морфологические изменения в ростовых показателях (Яковлева, 2018).

Перечисленные направления не являются одиночными в стабилизационном обозрении почвенных ресурсов. Большую озабоченность вызывает не только у ученых, но и у социального сообщества – нерациональное применение удобрений и пестицидов при производстве сельскохозяйственной продукции (Евдаков, 2023; Савицкая, 2023; Долганова, 2022; Авдеенко, 2023).

Направления в изучении почвенных показателей сводятся лишь к тому, чтобы стабилизировать плодородие используемых пахотных земель. В условиях разрастающихся городских агломераций, горнодобывающей промышленности, транспортных развязок и логистических систем всё меньше остается естественно-природного биоценоза. В таких реалиях встает вопрос о замещении/воспроизводстве искусственного потенциала плодородной почвы – создание почвенных смесей с набором плодородных показателей для определенной культуры возделывания и условий использования. В разных научных трактовках звучит как: почвозаменители, почвосмеси, субстраты, почвогрунты. Первостепенным требованием является то, что данные смеси должны быть приближены к естественным почвам с использованием в своем составе отходы производства, торф, почвенные компоненты с минеральными и органическими включениями. Научные разработки в данном направлении имеют перспективное развитие (Воликов, 2022; Бастаева, 2022; Свиридова и др., 2020; Глинушкин и др., 2018).

В данной статье приводятся результаты исследований по составленным образцам почвенных смесей с использованием природных компонентов и переработанных производственных отходов. Работа выполнена в рамках реализации Государственного задания по теме: «FGGU-2022-0011 Методологическое обоснование приемов и способов преодоления резистентности вредных организмов (фитопатогенов) применением целевого синтеза органических соединений, гибридных минерально-органических соединений и экологических методов контроля посредством биоресурсных коллекций».

2. Область исследования

Цель поискового исследования – разработать научные основы формирования и применения почвенных наполнителей, как основного средства для производства безопасной сельскохозяйственной продукции. Задачи в соответствии с поставленной целью: установить динамику роста, развития и продуктивность испытываемых растений в зависимости от представленных образцов. Объектами исследований являются образцы, предназначенные для выращивания растений (по целевому заказу); эталонные образцы почвогрунтов

представленные на рынке; гумусосодержащие препараты научных и научно-производственных организаций; сапропелевые отложения Волго-Ахтубинской поймы; сорт тестируемой культуры; штаммы микроорганизмов стрессоров и патогенов с Центра коллективного пользования «Государственная коллекция фитопатогенных микроорганизмов и сортов-идентификаторов (дифференциаторов) патогенных штаммов микроорганизмов» Всероссийского научно-исследовательского института фитопатологии (ВНИИФ).

В данной статье представлены результаты исследования по пяти этапным периодам.

3. Материалы и методы

В работе применялось оборудование ЦКП ГКФМ ФГБНУ ВНИИФ, ЦКП «ЛИК», микробиологический анализатор «VactoSCREEN», атомно-абсорбционный спектрометр ZEE nit 650 P и другое. Условные обозначения применяемых наполнителей в исследовании представлены в [Таблице 1](#).

Таблица 1. Условные обозначения схемы опыта

Обозначение	Почвенный наполнитель
А	Торф Агробалт В верховый зеленый кислый торфяной грунт универсальный марки Агробалт-В, кислотность рН (Н ₂ О) 3,0-4,2, рН (КСІ) 2,5-3,04 содержание органического вещества не менее 95 % (результаты агрохимического исследования предоставлены производителем)
В	АГ2 (иловые отложения производственного цикла)
С	Компост
Д	Дерново-подзолистая почва (опытного участка ФГБНУ ВНИИФ)
Е	Сапропелевые отложения Волго-Ахтубинской поймы
Н	Питательный грунт
F	Органическое удобрение «Дядюшка гумус»
G	Песок (Контроль)

Описание составляющих компонентов, использованных в исследовании:

1. Органическое удобрение «Дядюшка Гумус» – биотермический компост, производится из растительного сырья в «климатических ваннах» методом ускоренной биоферментации за счет активных микроорганизмов. Фракция компоста содержит древесную щепу, для пролонгированного действия компоста. Состав: торф низинный, торф верховой, мука известняковая, компост биотермический «Дядюшка Гумус». Агрохимические показатели в пределах: N 2-3 %; K₂O 2-3 %; P₂O₅ 2 %; рН 6,5-8; гумус 1-2 % (результаты агрохимического исследования предоставлены производителем).

2. Сапропелевые отложения Волго-Ахтубинской поймы Волгоградской области, РФ являются эффективным вносимым компонентом для стабилизации плодородных показателей почвенных структур. В рекомендациях по применению данных сапропелевых отложений уделяется акцент агрохимическому составу исходного материала для соблюдения всех норм и правил использования в качестве удобрительного компонента почвы. Агрохимические показатели испытуемого компонента находились в пределах: рН сол. 7.29; карбонаты (СО₂) не вскипает; гранулометрический состав (физ. глина, частицы <0,01 мм) 47.49 %; органическое вещество 6.85 %; зольность 86.3 %; макроэлементы (валовые формы) N 0.55 %, P₂O₅ 0.25 %, K₂O 2.24 %, Ca 3.36 % Fe 3.67 %. Химические параметры сапропелевых отложений характеризуют их как высокозольные с благоприятной рН. Были проведены исследования сапропелевых отложений на наличие тяжелых металлов. Превышения по ПДК в почве 1500 мг/кг не выявлено.

3. Торф Агробалт В верховый зеленый кислый торфяной грунт универсальный марки Агробалт-В, кислотность рН (Н₂О) 3.0-4.2, рН (КСІ) 2.5-3.04 содержание органического вещества не менее 95 % (результаты агрохимического исследования предоставлены производителем).

4. Питательный грунт представляет собой заменитель плодородной почвы. Состав: торф низинный, торф верховой, мука известняковая, компост биотермический «Дядюшка Гумус». K_2O 2-3 %, P_2O_5 1-2 %, рН 6.5-8 %), N 2-3 %), Гумус 1-2 % (результаты агрохимического исследования предоставлены производителем).

5. В качестве контрольного варианта использован песок карьерный.

6. АГ2, дерново-подзолистая почва (опытного участка ФГБНУ ВНИИФ), компост.

Для исследования грунтов были использованы следующие методики:

- определение тяжелых металлов на оптико-эмиссионном спектрометре PlasmaQuant 9100;

- определение реакции среды рН потенциометрически;

- определение органического вещества методом прокаливания;

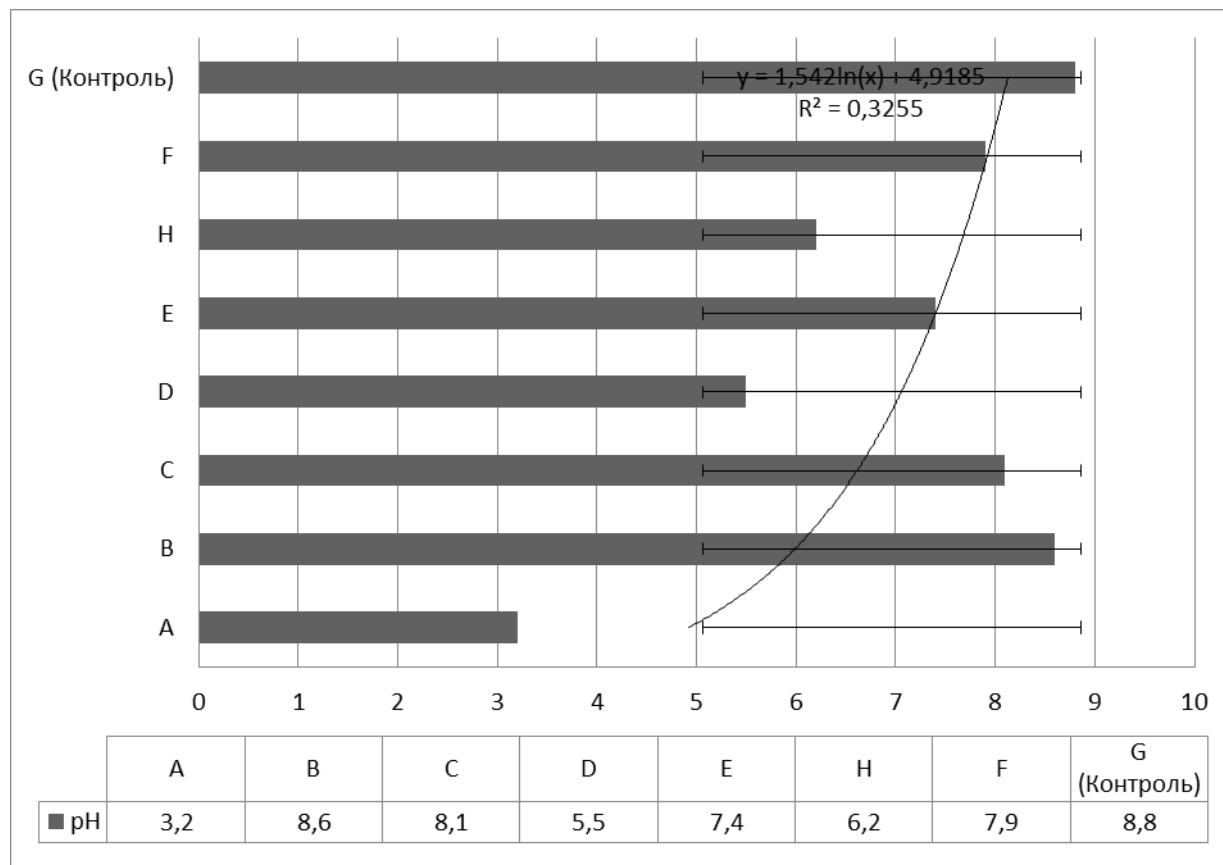
- определение гумуса методом Тюрина;

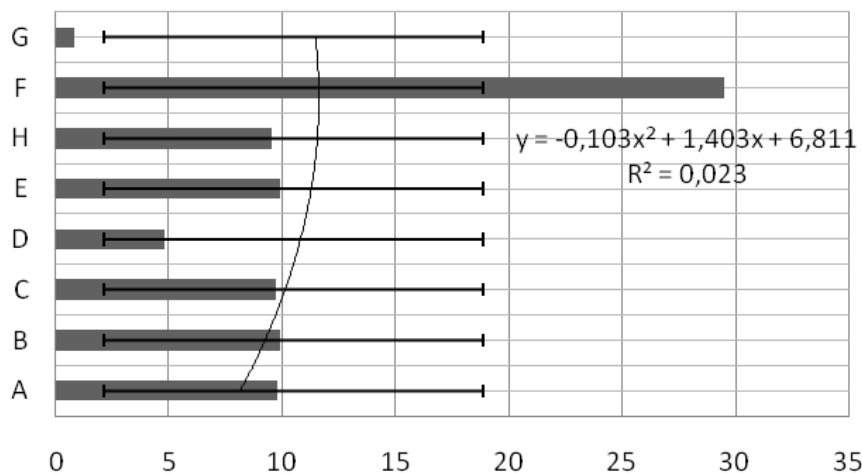
- видо-родовой состав и количество микроорганизмов в образцах грунтов стандартным методом;

- определение подвижного Р и обменного К в почве по методу Кирсанова (ГОСТ 26207-91).

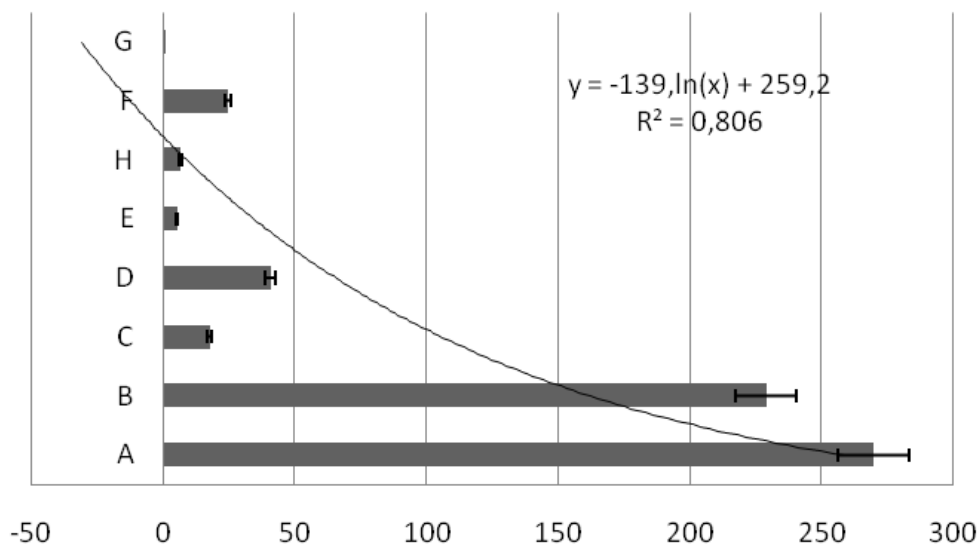
4. Результаты и обсуждение

На первом этапе испытаний все наполнители были исследованы по химической составляющей (Протокол исследования №2022/23), полученные результаты показаны на диаграммах (Рисунок 1).





	A	B	C	D	E	H	F	G
■ Содержание гумуса по Тюрину, (%)	9,8	9,9	9,7	4,8	9,9	9,54	29,5	0,84



	A	B	C	D	E	H	F	G
■ Калий, мг/г	269,7	228,8	17,5	40,7	5,1	6,5	24,5	0,7

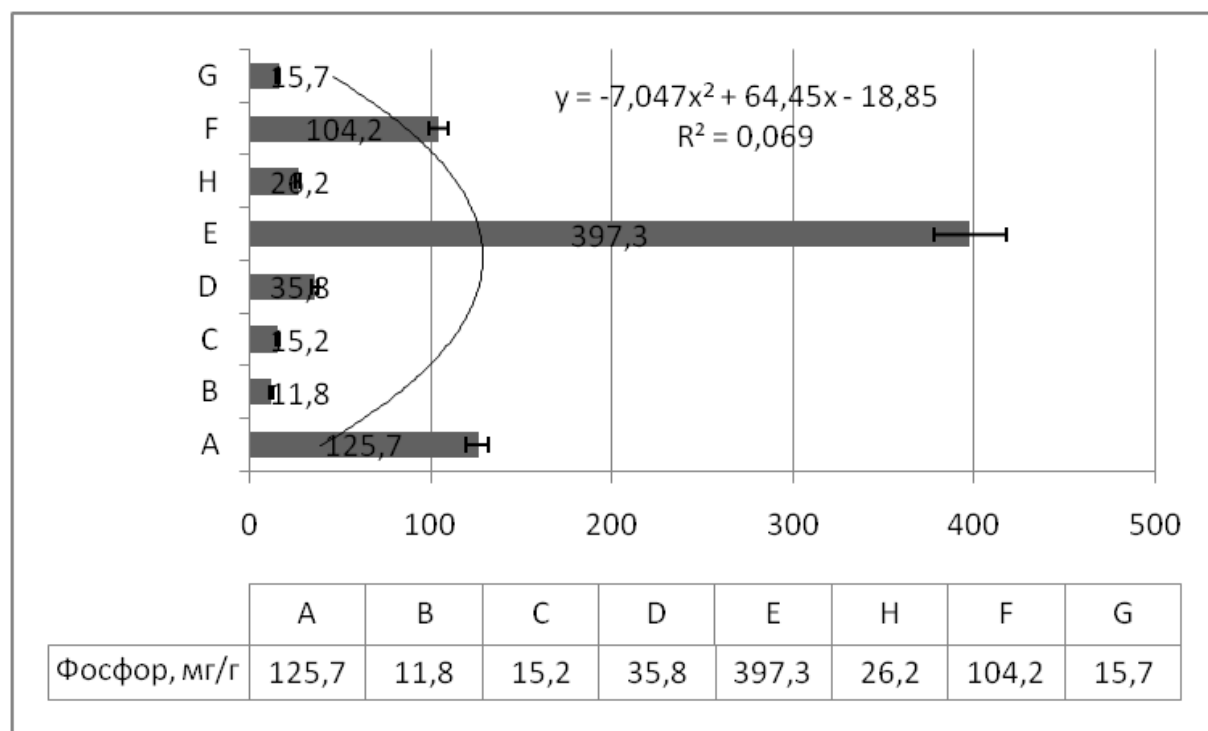


Рис. 1. Диаграмма основных показателей плодородия испытуемых образцов

Выявленный Кислотно-щелочной баланс, измеряемый в виде pH , равного значению $-\lg[H^*]$, где $[H^*]$ – концентрация ионов водорода в молях на литр, представлен следующими результатами по образцам: А, D, H – почвенные образцы с кислой реакцией среды ($pH < 7$); В,С,Е,F,G – почвенные образцы со щелочной реакцией среды ($pH > 7$).

Содержание гумуса составляющее компонента в испытуемых образцах: самый большой показатель был обнаружен в образце F 29.5 %; наименьший показатель был выявлен в образце G (Контроль) 0.84 %.

По классификации гумусового содержания полученные результаты испытуемых образцов характеризуются как: жирные (сильногумусовые 9-10 %) А, В, С, Е, H, F; малогумусовые (4-5 %) D; слабогумусовые (менее 4 %) G (Контроль).

Наличие калия в доступной форме почвенной среды в испытуемых образцах оказалось приоритетным месте, так как он оказывает огромное влияние на ростовые показатели растения: наибольшее содержание К обнаружено в образцах А и В, а именно 269.7 и 228.8; наименьший показатель получен в образце G (Контроль).

Наибольшее содержание фосфора обнаружено в образце Е 397.3; наименьший показатель получен в образце В 11.8.

Полученные результаты определили наличие необходимых для роста и развития растения компонентов плодородия в представленных образцах, при этом просматривается несбалансированность по кислотно-щелочному балансу почвенной среды.

Немаловажным показателем при формировании почвенной смеси является наличие в её составе микроорганизмов. Обозначенные образцы были исследованы на присутствие микроорганизмов, результаты проанализированы и представляют характеристику каждого образца. Так в образцах были выявлены следующие патогенные формы: А – *Trichoderma*, *Penicillium waksmanii*, *Penicillium implicifum*, *Aspergillum nidulans*; В – *Trichoderma*, *Fusarium*, *Fusarium spp*, *Penicillium*, Стерильный мицелий, Бактерии; С – *Trichoderma*, *Fusarium solani*, *Fusarium spp*, *Penicillium*, Стерильный мицелий, Бактерии, *Mucor*; D – *Trichoderma*, *Fusarium solani*, *Fusarium spp*, *Clonostachys*, *Pythium*, Стерильный мицелий, *Mucor moelleri*, *Mucor*; Е – *Trichoderma*, *Clonostachys*, *Artholofoy* (хищный гриб), *Aspergillum nidulans*, Бактерии, *Homicola*, *Artrobodrys*; H – *Clonostachys*, *Scopulanopsis*, Стерильный мицелий, *Acremonium*, *Botryotrichum*; F – *Trichoderma*, *Fusarium solani*,

Penicillium, Clonostachys, Scopulanopsis, Coniothyrium, Mucor; G (Контроль) – *Phoma, Alternaria spp*, Стерильный мицелий, Дрожжи, Бактерии, *Mucor*.

На втором этапе исследования были составлены варианты эксперимента в полевых условиях с рекомендованным дозированием вносимых препаратов. В опыте изучали влияние органических удобрений на урожайность и развитие тестируемых овощных культур в открытом грунте. Исследования проводились на опытном поле ВНИИФ. В данной статье отражены полученные результаты по тест-культуре огурец сорта «Престиж F1» компании «СеДеК». Сорт раннеспелый, вегетационный период составляет 42-45 дней. Сорт предназначен для выращивания в открытом грунте. Плоды зеленые, короткоплодные, шипастые, длина 8-10 см, масса 65-90 г. Достоинства сорта – высокий выход товарной продукции, устойчивость к заморозкам и болезням. Схема посадки 0,7 × 0,7 м. Севооборот за предшествующие три года: 2019 г. – картофель; 2020 г. – черный пар; 2021 г. – озимая пшеница.

Схема опыта: А – контроль без внесения удобрений; В 30 т/га; С 50 т/га; D 60 т/га; E 70 т/га. Полученные результаты представлены в [Таблице 2](#) по вариантам исследования.

Таблица 2. Параметры при снятии плодов тестируемой культуры

Вариант	Средняя масса плода, г	Средняя длина плода, см	Урожайность, кг/м ²
A	119.10	11.54	1.6
B	86.11	2.75	0.8
C	102.35	2.80	1.4
D	114.88	3.09	2.0
E	79.14	2.67	1.2

По результатам исследования получены данные по характерным отклонениям в рекомендованных дозах при использовании предлагаемых смесей, был выделен вариант D с урожайностью 2,0 кг/м².

Следующий, третий этап исследования предусматривал изучение вносимых в почвенные смеси компонентов на определение показатели плодородия. Изучено взаимодействие почвенных смесей на ростовые особенности огурца сорта «Удалые молодцы» в подготовленные образцы произведен посев тестируемой культуры. Закладка Опыт выполнен в 4-х кратной повторности согласно, разработанной схеме и осуществлена в Центре коллективного пользования «Лаборатория искусственного климата» ФГБНУ ВНИИФ с прогнозируемыми климатическими параметрами: температура воздуха 25 °С, влажность почвы 75-80 % от наименьшей влагоемкости (НВ), световые параметры – день-ночь. Результаты исследований за 14-дневный период отражены в [Таблице 3](#).

Таблица 3. Фенологические наблюдения огурца сорта «Удалые молодцы», %

№№ п.п.	Почвенный наполнитель	Среднее значение по всхожести за фазу вегетации, %	Отклонение всхожести, ±
1	A	54.5	-37.5
2	B	60.9	-31.1
3	C	60.2	-31.8
4	D	52.0	-40.0
5	E	–	-92.0
6	H	44.0	-48.0
7	F	48.0	-44.0
8	G	61.1	-30.9

Полученные результаты на проявление плодородных показателей в представленных образцах по ростовым особенностям тест-культуры выявили, что при процентной всхожести

семян тест-культуры в 92 % присутствует несостоятельность отдельных компонентов в виде самостоятельной почвенной среды для возделывания тестируемой культуры. Все образцы не обеспечили необходимые условия для первоначального этапа роста и развития растения. При фенологическом наблюдении на фазе всходов были потери: образец Е, является непригодной почвенной средой с точки зрения всхожести семенного материала тестируемой культуры. Потеря всхожести растений тест-культуры составила 92,0 %; образец Н показал потерю 48,0 %; наименьшие потери были в образце G (Контроль) 30,9 %.

По результатам исследований наилучшие результаты по скорости всходов 12-ти из 15-ти семян показал грунт в варианте Н. Наилучший результат по всхожести показал грунт Н 81,7 %. Варианты D, E показали наименьшую всхожесть 10,0 и 1,7 %. В других вариантах всхожесть от 50 до 68,3 %. На 13-й день в вариантах С, F, G, Н отмечены растения с настоящим листом. Лучшие показатели имели место в варианте Н 93,75 % (Рисунок 2).

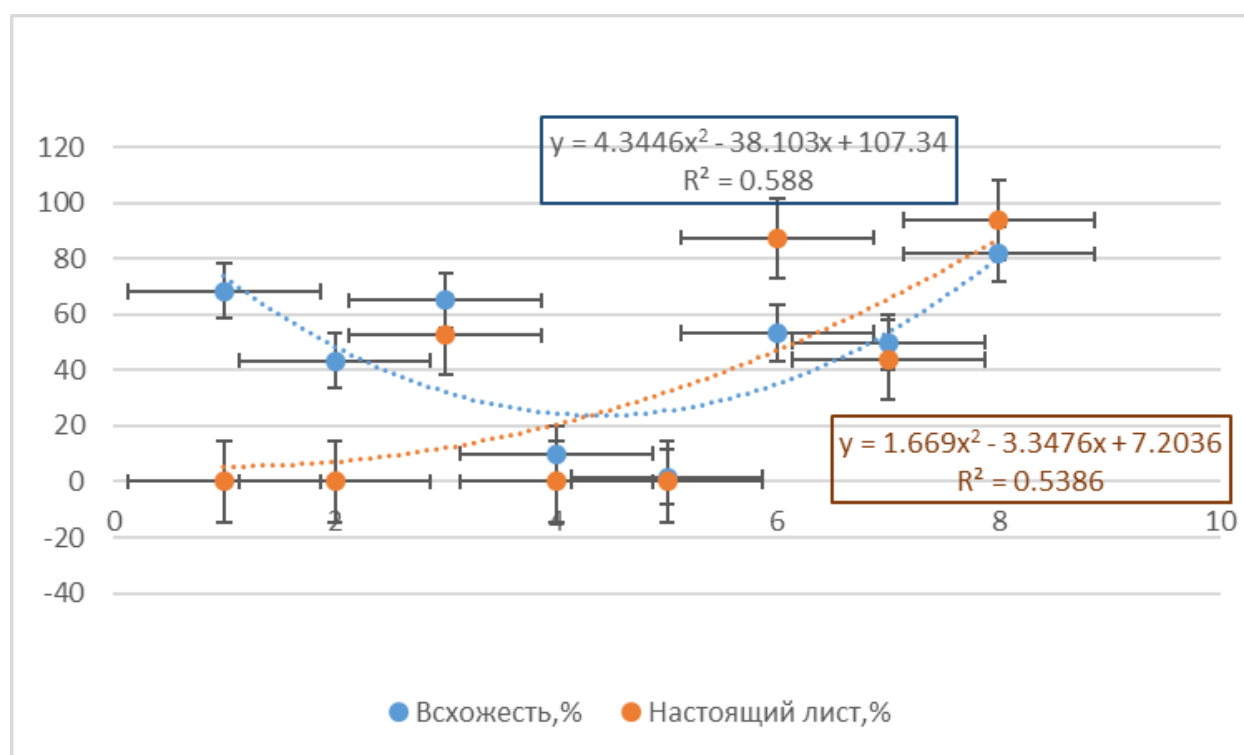


Рис. 2. Всхожесть семян и доля растений с настоящим листом на 13-й день после посева

В варианте G зарегистрирована нулевая всхожесть, B, D, E всхожесть не выше 5 %, и в вариант А 10 %. При первом учёте только один вариант Н имел всхожесть, соответствующую семенам 2 класса (более 70 %). Ни в одном варианте не достигнута всхожесть 1 класса семян (более 90 %). При последнем учёте (через 4 недели) всхожесть в варианте Н составила 50 %, С 25 %, F 15 %, А 10 % и в варианте D 1,7 %. В вариантах D, E, G живых растений не было. Все выявленные показатели были проанализированы и применены при составлении почвенных смесей на следующем этапе исследования.

На четвертом этапе исследования сформированы почвенные смеси с программированным результатом с тест-культурой – яровая пшеница «Агата» по выявлению зависимости ростовых процессов и выживаемости пшеницы при ранних этапах онтогенеза.

Данная схема высева семенного материала состояла из 41 учетного семени (Рисунок 3). Расположение семян в ячейке обеспечивает полное использование подготовленных образцов по площади питания, что обеспечивает использование всех составляющих компонентов в полном объеме.



Рис. 3. Схема высева семян яровой пшеницы сорта «Агата» (Россия)

По истечении испытательного срока, все образцы были подготовлены для проведения этапа контрольных измерений в опытных исследованиях (Таблица 4).

Таблица 4. Результаты исследования ростовых особенностей яровой пшеницы по вариантам эксперимента

№ п.п.	Вариант	Без фоновой нагрузки							С фоновой нагрузкой						
		Длина coleoptиле, см	Длина листа, см	Длина корней, см (показатель по 4 основным корням)				Выживаемость, %	Длина coleoptиле, см	Длина листа, см	Длина корней, см (показатель по 4 основным корням)				Выживаемость, %
				1	2	3	4				1	2	3	4	
1	АН	2,1	8,3	6,7	4,8	4,1	3,1	91,4	1,5	4,1	3,4	3,1	2,6	1,7	32,3
2	АЕГ	1,7	6,4	5,2	3,9	3,3	2,0	57,3	1,6	2,5	2,9	2,3	1,7	1,2	19,5
3	АЕ	2,4	6,9	5,8	5,0	5,0	2,9	90,8	1,6	3,0	2,7	2,1	1,4	1,0	38,4
4	АЕД	2,9	8,5	7,1	5,9	5,1	4,8	95,7	2,3	4,8	3,8	3,1	2,3	0,9	79,2
5	АЕФ	2,1	8,3	5,9	5,5	4,7	2,2	91,6	1,6	3,8	3,0	2,0	1,7	0,9	31,4
6	АЕР	2,1	7,4	5,4	5,0	4,0	2,1	90,2	1,5	3,9	3,2	1,9	1,5	0,4	30,0

Лабораторные исследования в специально подготовленных искусственных условиях регламентировали согласно регламенту учета полученных данных. Учет показателей развития корневой системы проводили по основным сформировавшимся корешкам в усредненных показателях, т.к. основная цель была рассмотреть влияние подготовленных почвенных образцов на ростовые особенности яровой пшеницы сорта «Агата» в проецируемых условиях жизнеобеспечения – фактор 3 яровая пшеница сорта «Агата» (РФ) (А); питательный грунт (Н); органическое удобрение «Дядюшка гумус» (G); светло-каштановая почва (Е); сапротелевые отложения (D); ГУМОСТИМ (F); гуминовые удобрения Гуми-90 (R); без фона.

– фактор 4 – яровая пшеница сорта «Агата» (РФ) (А); Питательный грунт (Н); органическое удобрение «Дядюшка гумус» (G); светло-каштановая почва (Е); сапротелевые отложения (D); ГУМОСТИМ (F); гуминовые удобрения Гуми-90 (R); фоновая нагрузка при искусственном заражении (*Fusarium avenaceum Fa-1*). В ходе составления объемной характеристики проведенного исследования были анализированы результаты по выживаемости яровой пшеницы в процентном соотношении. Сравнительные

характеристики проведенного исследования хорошо прослеживаются на графике (Рисунок 4).

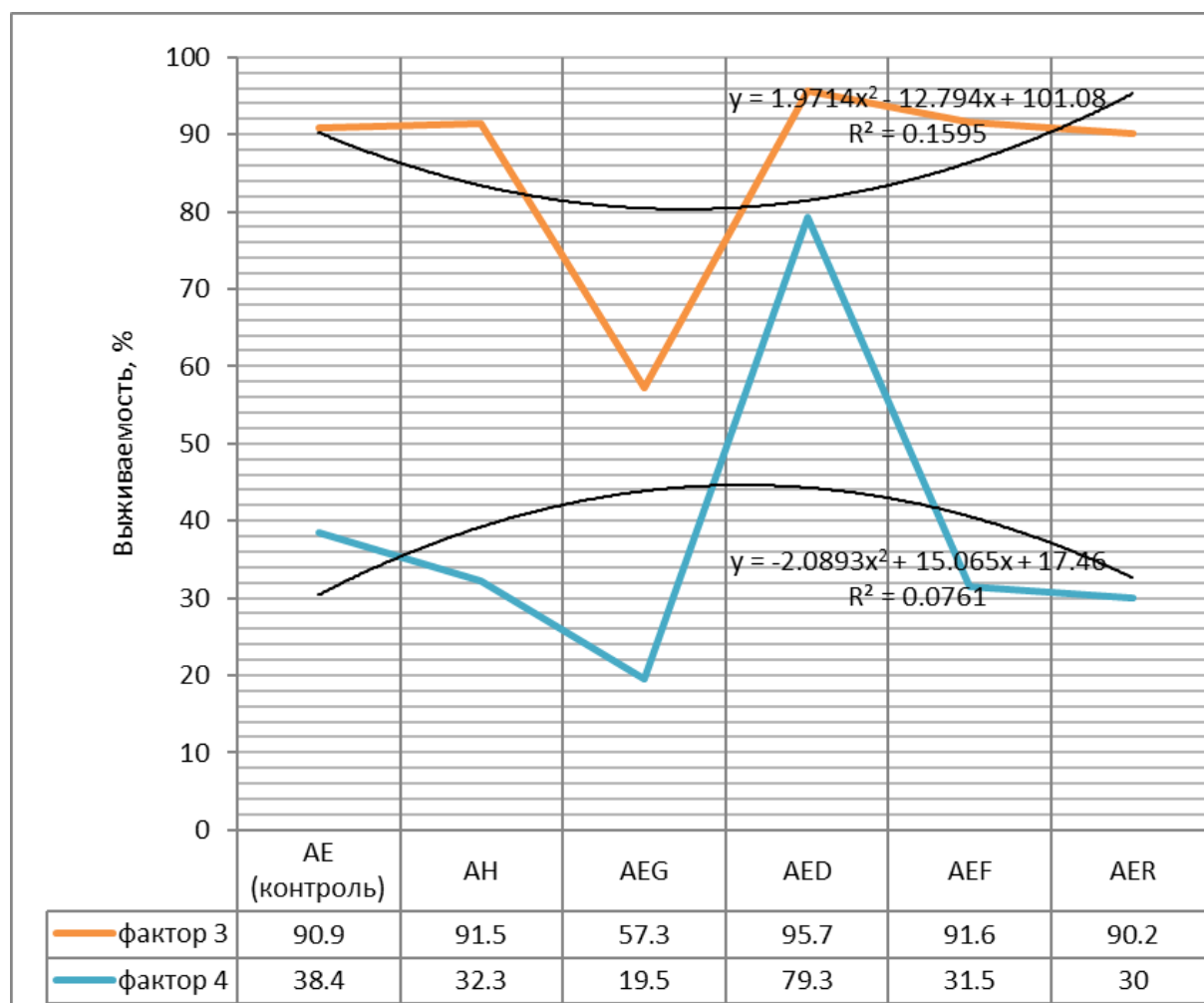


Рис. 4. Выживаемости растений яровой пшеницы по регулируемым факторам

В созданных условиях произрастания яровой пшеницы сорта «Агата» по фактору 3 прослеживается положительная динамика развития семенного материала по вариантам АН, АЕ, АЕД, АЕФ и АЕР, где выживаемость составила от 91 % до 96 %. Вариант АЕГ показал результат в 58 % выживаемости.

В условиях фоновой нагрузки (фактор 4) показатели выживаемости яровой пшеницы по всем вариантам снижались по вариантам: АН в 2.83 раза; АЕГ в 2.96 раза; АЕ (Контроль) в 2.37 раза; АЕД в 1.21 раза; АЕФ в 2.9 раза; АЕР в 3.0 раза.

Следующий этап исследования состоял в сравнительном анализе использования трехкомпонентной почвенной смеси для формирования почвенной среды. Были подготовлены образцы из наполнителя: песок карьерный, органическое удобрений «Дядюшка гумус», сапропелевые отложения волго-Ахтубинской поймы (субъект добычи - Волгоградская область, РФ), АГ2 осадочные отложения производственного цикла. Схема опытных образцов: 1 вариант 40 % песок + 30 % сапропель (В-Ахт. поймы) + 30 % орг. удобрен. «Дядюшка Гумус» ($D_{40+30+30}$); 2 вариант 40 % песок + 50 % орг. удобрен. «Дядюшка Гумус» + 10% сапропель (В-Ахт. поймы) ($D_{40+50+10}$); 3 вариант 40 % песок + 30 % АГ2 + 30 % орг. удобрен. «Дядюшка Гумус» ($E_{40+30+30}$); 4 вариант 40 % песок + 50 % орг. удобрен. «Дядюшка Гумус» + 10 % АГ2 ($E_{40+30+30}$).

Полученные в опыте результаты различаются по подготовленным образцам (Рисунок 5).

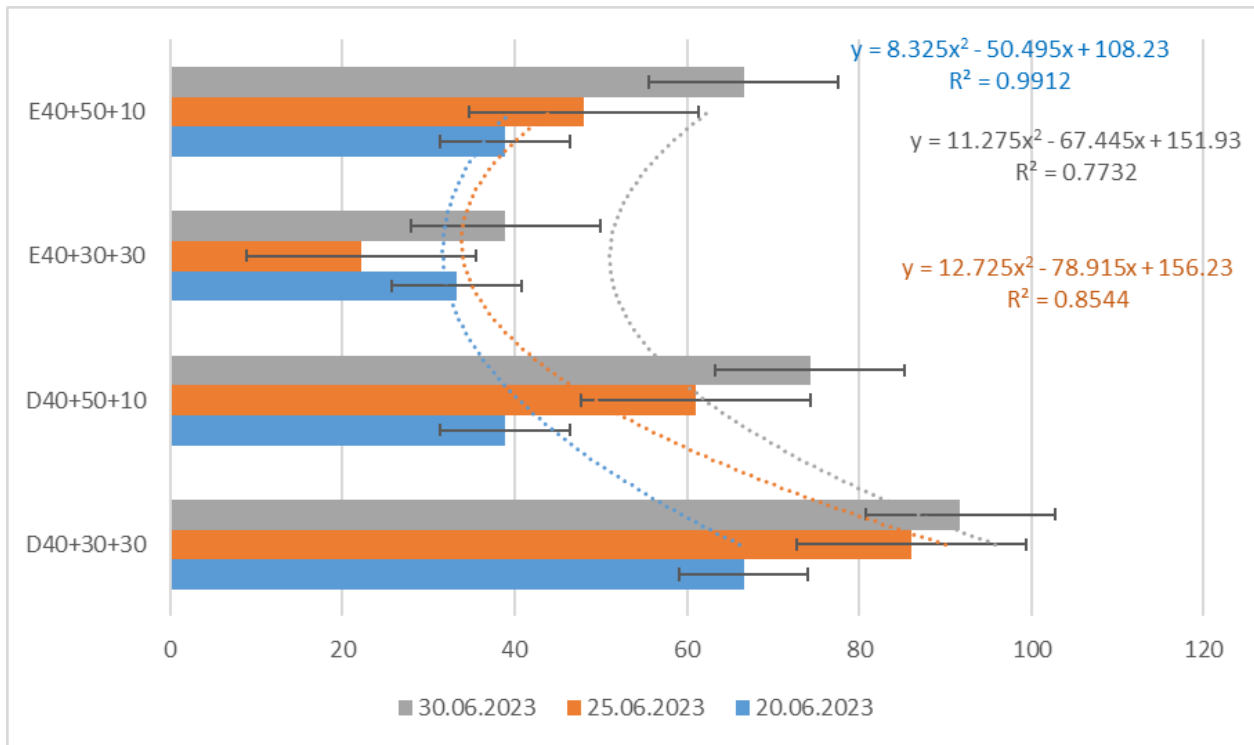


Рис. 5. Всхожесть растений по вариантам опыта

За исследуемый период были зафиксированы результаты по датам. Так на первую фиксированную дату по вариантам был выделен один вариант с всхожестью 66.6 %. На вторую фиксированную дату также был выделен один вариант 86.1 % и на третью фиксированную дату также было проявление одного варианта 91.7 %. Второй по значимости был вариант 2 со значениями 38.9; 61.1 и 74.3 %. Сапропелевые отложения Волго-Ахтубинской поймы хорошо сочетаются в структурном соотношении с песком и органическим удобрением «Дядюшка Гумус» в соотношении: песок 40 %, сапропель Волго-Ахтубинской поймы 30 % и органическое удобрение «Дядюшка Гумус» 30 %.

По вариантам 3 и 4 выявлены неоднозначные результаты. Лучший вариант 4 с наименьшей дозой АГ2 дал всхожесть 38.9, 48.1 и 66.6 %. Самый неэффективный вариант 3 имел показатели всхожести 33.3, 22.2, и 38.9 %.

Следующий рассматриваемый параметр тест-культуры – высота проростков (Рисунок 6).

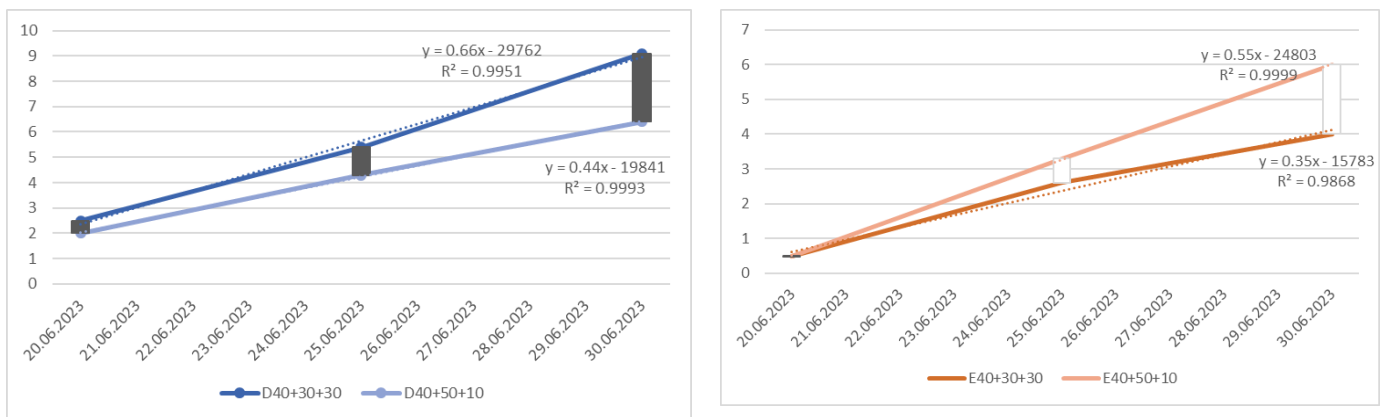


Рис. 6. Показатели роста по фиксированным датам измерения

По ростовым показателям на фиксированные даты измерений различия вариантов опыта проявлялись в том же порядке по вариантам 1, 2, 4. Вариант 4 был самый неэффективный.

5. Заключение

Проведенные исследования характеризуют представленные образцы почвогрунтов как недостаточное средство для достижения искомых показателей плодородия питательной среды при возделывании тестируемой культуры. Ни один из представленных образцов не имеет сбалансированной целевой кислотнo-щелочной среды рН 6.5-7. Наибольшее содержание К обнаружено в образцах А и В, наименьшее в образце G (Контроль). Наибольшее содержание фосфора обнаружено в образце Е, а наименьший показатель зарегистрирован в образце В.

На основании фенологических наблюдений, образец, представленный в схеме Е, является непригодной почвенной средой для обеспечения всхожести семенного материала тестируемой культуры, снижение всхожести составило 92 %. В варианте Н потеря всхожести составила 48.0 %. Наименьшая потеря всхожести была в образце G (Контроль) 30.9 %.

На основании проведенного исследования следует полагать, что рассмотренные образцы почвогрунтов могут быть применены в качестве компонентов почвенных смесей, но их ценность как носителей плодородия требует исследования путей концентрации вещественного состава, что будет предметом дальнейших исследований.

Литература

Авдеенко, Буракова, 2023 – Авдеенко С.С., Буракова Е.А. Плюсы и минусы органических удобрений / *Современные исследования и научные достижения в эпоху цифровизации: новые ориентиры и возможности: Материалы I Всероссийской научно-практической конференции, Ставрополь, 20 января 2023 год*. Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью "Ставропольское издательство "Параграф". С. 211-213.

Бастаева и др., 2022 – Бастаева Г.Т., Несват А.П., Лявданская О.А., Севостьянов М.А. Перспективность использования почвогрунтов на основе компостов в городском озеленении // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 6(98): 30-37. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-98-6-30-37

Водолазко, Иванцова, 2019 – Водолазко А.Н., Иванцова Е.А. Бонитировка почв сельскохозяйственных земель с учетом загрязнения тяжелыми металлами (на примере Волгоградской области) // *Известия КГТУ*. 2019. 54: 20-30.

Воликов, 2022 – Воликов С.В. Апробация почвогрунтов при выращивании редиса / VII Докучаевские молодежные чтения "Устойчивость почвенного покрова и продуктивность экосистем": *Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 70-летию Красноярского государственного аграрного университета, Красноярск, 22 декабря 2022 года*. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. С. 80-82.

Глинушкин и др., 2018 – Глинушкин А.П., Свиридова Л.Л., Севостьянов М.А., Сычева И.И., Гришина Е.В. Почвогрунт: обзор методов получения и возможностей применения // *Биотика*. 6(25): 10-19.

Долганова, 2022 – Долганова Д.А. Влияние пестицидов на почвенную биоту / VII Докучаевские молодежные чтения "Устойчивость почвенного покрова и продуктивность экосистем": *Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 70-летию Красноярского государственного аграрного университета, Красноярск, 22 декабря 2022 года*, Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет. С. 22-24.

Евдаков, 2023 – Евдакова М.В. Воздействие пестицидов на микроорганизмы почвы / *Здоровые почвы – гарант устойчивого развития: Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 140-летию с момента становления почвоведения как науки и публикации фундаментального труда В.В. Докучаева "Русский чернозем", Курск, 30–31 марта 2023 года*. Курск: Курский государственный университет. С. 63-65.

Митченко и др., 2023 – Митченко А.С., Несговорова Н.П., Савельев В.Г. Биоиндикация содержания селена в почвах луговых сообществ / Молодежь в поисках разрешения современных экологических вызовов: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Курган, 10–14 апреля 2023 года. Курган: Курганский государственный университет. С. 130-134.

Панкин и др., 2006 – Панкин А.А., Линник В.Н., Молоток Е.В. Исследование межфазного распределения ионов тяжелых металлов в статическом режиме серой лесной почвой // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия С. Фундаментальные науки. 2006. 4: 165-170.

Савицкая, 2023 – Савицкая С.Р. Влияние минеральных удобрений на плодородность почвы / Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: Сборник статей XXI Международной научно-практической конференции, Пенза, 23-24 января 2023 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет. С. 230-232.

Свиридова и др., 2020 – Свиридова Л.Л., Проклин В.В., Гришина Е.В., Сычева И.И., Севостьянов М.А. Определение влияния составленных почвосмесей на корневую систему картофеля и пшеницы // Биотика. 2(33): 9-14.

Серета, Постолов, 2023 – Серета Т.И., Постолов А.П. Оценка воздействия АО «Михеевский ГОК» на окружающую среду по экологическому состоянию почв / Интеграция и устойчивость зеленой инфраструктуры: материалы Международной молодежной научной школы-конференции, Воронеж, 24 марта 2023 года, Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. С. 293-298. DOI: 10.58168/ISGreenI2023_293-298.

Сидоренко, 2022 – Сидоренко С.А. Трансформация черноземов обыкновенных Оренбургской области в условиях искусственных барьеров // Ашировские чтения. 2022. 2. 1(13): 88-96.

Чернышев, 2023 – Чернышев А.В. Содержание тяжелых металлов (ТМ) в почве в местах произрастания *Solidago gigantea* Ait / Инновационные научные исследования 2023: естественные и технические науки: Сборник материалов XXVI международной очно-заочной научно-практической конференции, Москва, 19 апреля 2023 года. М.: Научно-издательский центр "Империум". С. 143-147.

Яковлева, 2018 – Яковлева О.В. Фитотоксичность ионов алюминия // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 179(3): 315-331. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-3-315-331.

Jobbady et al., 2023 – Jobbágy J., Krištof K., Angelovič M., Zsembeli J. Evaluation of Soil Infiltration Variability in Compacted and Uncompacted Soil Using Two Devices // *Water*. 2023. 15(10): 1918. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15101918>

Kabasiita et al., 2022 – Kabasiita J.K., Opolot E., Malinga G.M. (2022). Quality and Fertility Assessments of Municipal Solid Waste Compost Produced from Cleaner Development Mechanism Compost Projects: A Case Study from Uganda // *Agriculture*. 2022. 12(5): 582. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12050582>

Moon et al., 2022 – Moon D.H., Koutsospyros A. Stabilization of Lead-Contaminated Mine Soil Using Natural Waste Materials // *Agriculture*. 2022. 12(3): 367. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12030367>

Mosbahi et al., 2023 – Mosbahi M., Kassouk Z., Benabdallah S., Aouissi J., Arbi R., Mrad M., Blake R., Norouzi H., Béjaoui B. (2023). Modeling Hydrological Responses to Land Use Change in Sejnane Watershed, Northern Tunisia // *Water*. 2023. 15(9): 1737. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15091737>

Pang et al., 2023 – Pang Z., Xu H., Chen C., Zhang G., Fan X., Wu J., Kan H. (2023). Comparing Water Use Characteristics of *Bromus inermis* and *Medicago sativa* Revegetating Degraded Land in Agro-Pasture Ecotone in North China // *Water*. 2023. 15(1): 55. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15010055>

Wang et al., 2023 – Wang L., Lu J., Zhou R., Duan G., Wen Z. Analysis of Soil Moisture Change Characteristics and Influencing Factors of Grassland on the Tibetan Plateau // *Remote Sens*. 2023. 15(2): 298. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs15020298>

References

- Avdeenko, Burakova, 2023** – Avdeenko, S.S., Burakova, E.A. (2023). Plyusy i minusy organicheskikh udobrenii [Pros and cons of organic fertilizers]. *Sovremennyye issledovaniya i nauchnye dostizheniya v epokhu tsifrovizatsii: novye orientiry i vozmozhnosti: Materialy I Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Stavropol', 20 yanvarya 2023 god.* Stavropol': Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu "Stavropol'skoe izdatel'stvo "Paragraf". Pp. 211-213. [in Russian]
- Bastaeva i dr., 2022** – Bastaeva, G.T., Nesvat, A.P., Lyavdanskaya, O.A., Sevost'yanov, M.A. (2022). Perspektivnost' ispol'zovaniya pochvogruntov na osnove kompostov v gorodskom ozelenenii [Prospects for the use of soils based on composts in urban gardening]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 6(98): 30-37. DOI: 10.37670/2073-0853-2022-98-6-30-37 [in Russian]
- Chernyshev, 2023** – Chernyshev, A.V. (2023). Soderzhanie tyazhelykh metallov (TM) v pochve v mestakh proizrastaniya *Solidago gigantea* Ait [The content of heavy metals (HM) in the soil in the places where *Solidago gigantea* Ait grows]. *Innovatsionnye nauchnye issledovaniya 2023: estestvennye i tekhnicheskie nauki: Sbornik materialov XXVI mezhdunarodnoi ochno-zaochnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii.* Moskva, 19 aprelya 2023 goda. M.: Nauchno-izdatel'skii tsentr "Imperiya". Pp. 143-147. [in Russian]
- Dolganova, 2022** – Dolganova, D.A. (2022). Vliyanie pestitsidov na pochvennyuyu biotu [The impact of pesticides on soil biota]. *VII Dokuchaevskie molodezhnye chteniya "Ustoichivost' pochvennogo pokrova i produktivnost' ekosistem": Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 70-letiyu Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, Krasnoyarsk, 22 dekabrya 2022 goda.* Krasnoyarsk: Krasnoyarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. Pp. 22-24. [in Russian]
- Evdakov, 2023** – Evdakova, M.V. (2023). Vozdeistvie pestitsidov na mikroorganizmy pochvy [The impact of pesticides on soil microorganisms]. *Zdorovye pochvy – garant ustoichivogo razvitiya: Sbornik materialov VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 140-letiyu s momenta stanovleniya pochvovedeniya kak nauki i publikatsii fundamental'nogo truda V.V. Dokuchaeva "Russkii chernozem", Kursk, 30–31 marta 2023 goda.* Kursk: Kurskii gosudarstvennyi universitet. Pp. 63-65. [in Russian]
- Glinushkin i dr., 2018** – Glinushkin, A.P., Sviridova, L.L., Sevost'yanov, M.A., Sycheva, I.I., Grishina, E.V. (2018). Pochvogrunt: obzor metodov polucheniya i vozmozhnostei primeneniya [Soil: a review of production methods and application possibilities]. *Biotika.* 6(25): 10-19. [in Russian]
- Jobbady et al., 2023** – Jobbágy, J., Krištof, K., Angelovič, M., Zsembeli, J. (2023). Evaluation of Soil Infiltration Variability in Compacted and Uncompacted Soil Using Two Devices. *Water.* 15(10): 1918. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15101918>
- Kabasiita et al., 2022** – Kabasiita, J.K., Opolot, E., Malinga, G.M. (2022). Quality and Fertility Assessments of Municipal Solid Waste Compost Produced from Cleaner Development Mechanism Compost Projects: A Case Study from Uganda. *Agriculture.* 12(5): 582. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12050582>
- Mitchenko i dr., 2023** – Mitchenko, A.S., Nesgovorova, N.P., Savel'ev, V.G. (2023). Bioindikatsiya soderzhaniya selena v pochvakh lugovykh soobshchestv [Bioindication of selenium content in soils of meadow communities]. *Molodezh' v poiskakh razresheniya sovremennykh ekologicheskikh vyzovov: Sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Kurgan, 10–14 aprelya 2023 goda.* Kurgan: Kurganskii gosudarstvennyi universitet. Pp. 130-134. [in Russian]
- Moon et al., 2022** – Moon, D.H., Koutsospyros, A. (2022). Stabilization of Lead-Contaminated Mine Soil Using Natural Waste Materials. *Agriculture.* 12(3): 367. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12030367>
- Mosbahi et al., 2023** – Mosbahi, M., Kassouk, Z., Benabdallah, S., Aouissi, J., Arbi, R., Mrad, M., Blake, R., Norouzi, H., Béjaoui, B. (2023). Modeling Hydrological Responses to Land Use Change in Sejnane Watershed, Northern Tunisia. *Water.* 15(9): 1737. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15091737>
- Pang et al, 2023** – Pang, Z., Xu, H., Chen, C., Zhang, G., Fan, X., Wu, J., Kan, H. (2023). Comparing Water Use Characteristics of *Bromus inermis* and *Medicago sativa* Revegetating

Degraded Land in Agro-Pasture Ecotone in North China. *Water*. 15(1): 55. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15010055>

[Pankin i dr., 2006](#) – Pankin, A.A., Linnik, V.N., Molotok, E.V. (2006). Issledovanie mezhfaznogo raspredeleniya ionov tyazhelykh metallov v staticheskom rezhime seroi lesnoi pochvoi [Study of the interfacial distribution of heavy metal ions in a static mode in gray forest soil]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta*. Seriya S. Fundamental'nye nauki. 4: 165-170. [in Russian]

[Savitskaya, 2023](#) – Savitskaya, S.R. (2023). Vliyanie mineral'nykh udobrenii na plodorodnost' pochvy [The influence of mineral fertilizers on soil fertility]. *Prirodnouresursnyi potentsial, ekologiya i ustoichivoe razvitie regionov Rossii: Sbornik statei XXI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Penza, 23-24 yanvarya 2023 goda*. Penza: Penzenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. Pp. 230-232. [in Russian]

[Sereda, Postolov, 2023](#) – Sereda, T.I., Postolov, A.P. (2023). Otsenka vozdeistviya AO «Mikheevskii GOK» na okruzhayushchuyu sredu po ekologicheskomu sostoyaniyu pochv [Assessment of the environmental impact of JSC Mikheevsky GOK on the ecological state of soils]. *Integratsiya i ustoichivost' zelenoi infrastruktury: materialy Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi shkoly-konferentsii, Voronezh, 24 marta 2023 goda, Voronezh: Voronezhskii gosudarstvennyi lesotekhnicheskii universitet im. G.F. Morozova*. Pp. 293-298. DOI: 10.58168/ISGreenI2023_293-298 [in Russian]

[Sidorenko, 2022](#) – Sidorenko, S.A. (2022). Transformatsiya chernozemov obyknovennykh Orenburgskoi oblasti v usloviyakh iskusstvennykh bar'erov [Transformation of ordinary chernozems in the Orenburg region under conditions of artificial barriers]. *Ashirovskie chteniya*. 2. 1(13): 88-96. [in Russian]

[Sviridova i dr., 2020](#) – Sviridova, L.L., Proklin, V.V., Grishina, E.V., Sycheva, I.I., Sevost'yanov, M.A. (2020). Opredelenie vliyaniya sostavlenykh pochvosmesei na kornevuyu sistemu kartofelya i pshenitsy [Determination of the effect of formulated soil mixtures on the root system of potatoes and wheat]. *Biotika*. 2(33): 9-14. [in Russian]

[Vodolazko, Ivantsova, 2019](#) – Vodolazko, A.N., Ivantsova, E.A. (2019). Bonitirovka pochv sel'skokhozyaistvennykh zemel' s uchetom zagryazneniya tyazhelymi metallami (na primere Volgogradskoi oblasti) [Grading of soils of agricultural lands, taking into account heavy metal pollution (on the example of the Volgograd region)]. *Izvestiya KGTU*. 54: 20-30. [in Russian]

[Volikov, 2022](#) – Volikov, S.V. (2022). Aprobatsiya pochvogrunтов pri vyrashchivani redisa [Approbaton of soils when growing radish]. *VII Dokuchaevskie molodezhnye chteniya "Ustoichivost' pochvennogo pokrova i produktivnost' ekosistem": Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 70-letiyu Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. Krasnoyarsk, 22 dekabrya 2022 goda. Krasnoyarsk: Krasnoyarskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. Pp. 80-82. [in Russian]

[Wang et al, 2023](#) – Wang, L., Lu, J., Zhou, R., Duan, G., Wen, Z. (2023). Analysis of Soil Moisture Change Characteristics and Influencing Factors of Grassland on the Tibetan Plateau. *Remote Sens*. 15(2): 298. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs15020298>

[Yakovleva, 2018](#) – Yakovleva, O.V. (2018). Fitotoksichnost' ionov alyuminiya [Phytotoxicity of aluminum ions]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii*. 179(3): 315-331. DOI: 10.30901/2227-8834-2018-3-315-331 [in Russian]

Поиск оптимального состава почвенных наполнителей

Л.Л. Свиридова ^{a,*}, М.Г. Барышев ^a, М.А. Севостьянов ^a, В.М. Андреевская ^a, С.В. Железова ^a, Е.В. Гришина ^a, José L. Hernández Cáceres ^b, Zafarjon Jabbarov ^d, Urol Nomozov ^d, Shovkat Kholdorov ^{c,d}, Daniel Asiamah Aboagye ^{c,e}

^a Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, Российская Федерация

^b Cuban Center for Neurosciences, Куба

* Корреспондирующий автор

Адрес электронной почты: Larina67@bk.ru (Л.Л. Свиридова)

^c Graduate School of Agriculture of the Tokyo University of Agriculture and Technology, Япония

^d Department of Soil Science of the National University of Uzbekistan, Республика Узбекистан

^e Department of Soil Science of the University of Ghana, Гана

Аннотация. В рассматриваемой статье представлен результат по консолидации информационного материала и поисковых исследований в оптимизации оптимального состава почвенных наполнителей. Исходные сырьевые компоненты зачастую не соответствуют требованиям по агрохимическому анализу и их внесение в почвенную среду не может гарантировать запланированный результат. Достижение запрограммированных результатов может быть достигнута: за счет информированных данных об исходном компоненте; условий, в которых будет происходить почвообразование; заявленной потребности растительного сообщества для жизнеобеспечения и оптимизации полученного состава за счет вносимых дополнительных компонентов.

В данной статье приводятся результаты исследований по составленным образцам почвенных смесей с использованием природных компонентов и переработанных производственных отходов. Объектами исследований являются образцы, предназначенные для выращивания растений (по целевому заказу); эталонные образцы почвогрунтов представленные на рынке; гумусосодержащие препараты научных и научно-производственных организаций; сапропелевые отложения Волго-Ахтубинской поймы; сорта тестируемых культур; штаммы микроорганизмов стрессоров и патогенов с Центра коллективного пользования «Государственная коллекция фитопатогенных микроорганизмов и сортов-идентификаторов (дифференциаторов) патогенных штаммов микроорганизмов» Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»

Ключевые слова: почвенные наполнители, плодородие почвы, биоценоз, выживаемость растений.