

ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОФЛОРЫ СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИМЕНЯЕМЫХ БИООРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Кыдырбек Турсынай

магистрант, Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет, Казахстан, г. Алматы

Мауленова Салтанат Сабыржанкызы

докторант кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет, Казахстан, г. Алматы

Жаппарова Айгуль Абсултановна

профессор кафедры почвоведения, агрохимии и экологии, Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет, Казахстан, г. Алматы

Айсакулова Хайырниса Рамазановна

заведующая лабораторией агрохимии, ТОО Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства, Казахстан, г. Алматы

Жамангараева Айгуль Нурдановна

старший преподаватель кафедры почвоведения, агрохимии и экологии», Казахский Национальный Аграрный Исследовательский Университет, Казахстан, г. Алматы

CHANGES IN THE MICROFLORA OF LIGHT CHESTNUT SOILS IN THE ALMATY REGION DURING THE CULTIVATION OF FRUIT CROPS UNDER THE INFLUENCE OF APPLIED BIOORGANIC FERTILIZERS

Tursynay Kydyrbek

Master student, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty

Saltanat Maulenova

Doctoral student of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty

Aigul Zhapparova

Professor of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Ecology, Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty

Khayyrnisa Aisakulova

Head of the Laboratory of Agrochemistry, LLP Kazakh Research Institute of Horticulture,

Анотация. Проводили исследования по изучению микробиологических параметров светло-каштановых почв Алматинской области при выращивании плодовых культур в зависимости от применения биоорганических удобрений. Установлено положительное влияние на численность аммонифицирующих бактерий, псевдомонад, амилолитических бактерий, флоры микромицетов при внесении биоорганических удобрений.

Abstract. Research was carried out to study the microbiological parameters of light chestnut soils in the Almaty region when growing fruit crops, depending on the use of bioorganic fertilizers. A positive effect on the number of ammonifying bacteria, Pseudomonas, amylolytic bacteria, flora of micromycetes was established when applying bioorganic fertilizers.

Ключевые слова: плодородие; биоорганические удобрения; светло-каштановая почва; микрофлора почвы; азотфиксирующие бактерии; Pseudomonas; Bacillus; аэробные бактерии; грибы; яблони; косточковые культуры; абрикос; слива.

Keywords: fertility; bioorganic fertilizers; light chestnut soil; soil microflora; nitrogen-fixing bacteria; Pseudomonas; bacillus; aerobic bacteria; mushrooms; apple trees; stone fruit crops; apricot; plum.

Актуальным вопросом на сегодняшний день является оценка эффективности органического сельскохозяйственного производства и обучение сельхозпроизводителей интенсивности и эффективности органического земледелия и внедрения научных результатов в производство.

Концепция по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике» открыла возможности для развития экологически чистого производства, в ней предусмотрена разработка стандартов на продукцию экологического сельскохозяйственного производства.

В Послании Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана четко указано, что нашим главным достоянием является сельское хозяйство. У нас есть значительный потенциал для производства органической и экологически чистой сельскохозяйственной продукции. Органическое сельское хозяйство можно рассматривать как подход к сельскому хозяйству, направленный на создание интегрированных, экологически и экономически устойчивых производственных систем.

Одной из причин низкой урожайности является низкое плодородие почв, вследствие чего культуры в неблагоприятных почвенно-климатических условиях в основные фазы развития недостаточно обеспечены минеральными удобрениями. В настоящее время состояние орошаемых пахотных земель в садоводстве вызывает большую тревогу. Многие типы почв, используемые длительное время под садовые культуры, потеряли свое исходное, высокое биологическое плодородие. Интенсивное использование почв привело к снижению основных параметров плодородия. Снижению плодородия почв также способствовало стихийное ведение земледелия в период раздробления крупных хозяйств на многочисленные мелкие крестьянские (фермерские) хозяйства. Поэтому, повышение урожайности сельскохозяйственных культур и сохранение почвенного плодородия является актуальной задачей, стоящей в настоящее время перед учеными. Важнейшей составляющей, обеспечивающей получение стабильных урожаев хорошего качества и повышение плодородия почв, является агротехнический фактор. Только на основе научно обоснованных севооборотов,

способов обработки почвы, систем удобрения и защиты растений возможно решение данной задачи. При систематическом внесении только минеральных удобрений наблюдается снижение почвенного плодородия, которое выражается в ухудшении агрохимических, агрофизических и биологических свойств почвы. Применение органоминеральной системы удобрения обеспечивает воспроизводство почвенного плодородия и оптимальный режим питания в течение всего периода вегетации. В повышении почвенного плодородия большое значение имеет биохимическая деятельность различных микроорганизмов почвы. Микробное население почвы перерабатывает огромные количества органических и неорганических веществ, что приводит к обогащению почвы перегноем и накоплению минеральных соединений, которые используются растениями для питания.

Биологическая активность почвы характеризуется изменением качественного и количественного состава микроорганизмов, содержанием азотфиксирующих микроорганизмов, степенью разрушения клетчатки и «дыханием» почвы. С биологической активностью связаны процессы синтеза и распада гумуса, минерализации вносимых в почву органических удобрений, пожнивно-корневых остатков возделываемых культур, перевод труднодоступных для растений элементов питания в доступную форму. Сразу после внесения в почву удобрений начинается сложная цепь их физико-химических, химических и микробиологических превращений. Работа выполнена в рамках (IRN № BR10764907) целевой научно-технической программы по теме: «Выработка технологий ведения органического сельского хозяйства по выращиванию сельскохозяйственных культур с учетом специфики регионов, цифровизации и экспорта» в рамках мероприятия: «Разработка технологии возделывания плодовых и ягодных культур (яблоня, абрикос, слива, черешня и ежевика) с применением отечественных биологизированных биопрепаратов и удобрений с целью улучшения плодородия почвы и получения высококачественной органической продукции».

Проводили исследования по изучению микробиологических параметров светло-каштановых почв при выращивании плодовых культур в зависимости от применения биоорганических удобрений. Это представляет важный научный интерес с позиции оценки продуктивности культур в зависимости от изучаемых факторов. Органические методы хозяйствования улучшают состояние почв и повышают их плодородие без применения химических удобрений и пестицидов. Растения должны получать питательные вещества преимущественно через экосистему почвы, а не из вносимых в почву растворимых удобрений

Объекты исследований: светло – каштановая почва под семечковыми и косточковыми культурами произрастающими в Талгарском районе Алматинской области в РК с применением жидких биоорганических удобрений и препаратов Агрофлорин, «БиоСок Energy плюс» и Alkaral.

Перед посадкой семечковых и косточковых культур, саженцы были помещены в растворы выше указанных жидких органических удобрений и биопрепаратов в концентрациях, рекомендованных производителями. В течение вегетативного роста растений вносили удобрения в соответствующих концентрациях один раз пристовольно, два раза произвели прикорневую подкормку и два раза листовую подкормку.

Цель исследования: определение состава микрофлоры и основных физиологических групп почвенных бактерий (азотфиксирующих, *Pseudomonas*, *Bacillus*, аэробных бактерий и грибов) при выращивании саженцев яблони, сливы, абрикоса с применением биоорганических удобрений.

Полученные экспериментальные данные указывают на то, что при применении различных органических удобрений и биопрепаратов в почве увеличивается количественный состав микроорганизмов разных систематических групп.

При выращивании семечковых и косточковых культур с применением биоорганических удобрений: Агрофлорин, Alkaral, «БиоСок Energy плюс» были изучены содержание количественного состава аммонификаторов, аэробных бактерий псевдоманад, амилотических бактерий, плесневых грибов и аэробных фиксаторов азота в почве с помощью микробиологического анализа. Проведенные исследования показали, что в составе микробиоценоза светло-каштановой ризосферы яблони сорта Голден Делишес, выращенного

на универсальной среде МПА, численность бактерий доминировала в опытных вариантах: в варианте с Агрофлорином (Г-2) – $2,4 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г и с «БиоСок Energy плюс» (Г-4) – $2,4 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г; в варианте с Alkaral (Г-3) – $2,2 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г, по сравнению с контрольным вариантом ($1,03 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г).

А так же численность бактерий рода *Pseudomonas* на твердой среде Кинг Б в варианте «БиоСок Energy плюс» (Г-4) составила $4,0 \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г, в варианте с Агрофлорин – $2,2 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г и в контрольном варианте – $1,2 \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г, а в варианте с удобрением Alkaral рост *Pseudomonas* отсутствовал. В варианте с Агрофлорин (Г-2) на $0,5 \pm 0,01 \cdot 10^{-5}$ КОЕ/г и в варианте с Alkaral (Г-3) на $0,1 \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г выше контроля (Г-1) ($1,0 \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г). Амилолитических бактерий, на среде крахмально-аммиачный агар, обнаружено в варианте «БиоСок Energy плюс» (Г-4) больше на $0,9 \pm 0,01 \cdot 10^{-5}$ КОЕ/г.

Количество кислотоустойчивых бактерий ризосферы яблони сорта Голден Делишес с применением препарата Агрофлорин, Alkaral, «БиоСок Energy плюс» превышает контрольный вариант. Такое повышенное содержание микроорганизмов связано с выделением на поверхности корней аминокислот и углеводов (сахаров, крахмала), которые являются субстратами для данных микроорганизмов.

Состав почвенных грибов на агаризованной среде Чапека в варианте с применением препарата Агрофлорин (Г-2) в ризосфере яблони сорта Голден Делишес $0,2 \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ КОЕ/г, что превышает контрольный (Г-1) на $1,0 \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ КОЕ/г. В варианте с Alkaral (Г-3) данный показатель составляет $0,95 \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ КОЕ/г и в варианте с «БиоСок Energy плюс» (Г-4) – $0,4 \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ КОЕ/г.

Микрофлора ризосферной почвы растений с одной стороны выполняет важные экологические функции деструкции органических соединений, а с другой – является антагонистом для патогенных организмов, обеспечивая естественный барьер. При изучении численности бактерий ризосферы в вариантах яблони сорта «Дамира» установлено, что количество аммонифицирующих бактерий в опытных вариантах были выше чем в контрольном варианте (Д-1) ($1,0 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г), так в варианте с Агрофлорин (Д-2) этот показатель составил $2,3 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г, в варианте с «БиоСок Energy плюс» (Д-4) – $2,07 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г, и в варианте с Alkaral (Д-3) $1,16 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г.

Высокое содержание показали бактерии рода *Pseudomonas* в варианте с «БиоСок Energy плюс» Д-4 – $1,6 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г, а в варианте с Агрофлорин (Д-2) данный показатель оказался выше чем в контрольном варианте на $0,14 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г и в варианте с Alkaral (Д-3) на $0,1 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г.

Исследованиями ученых показано, что при условии достаточного питания и увлажнения, жизнедеятельность микроорганизмов более активна, органические остатки быстро разрушаются и аммонифицирующие бактерии размножаются более активно при применении органических удобрений [8].

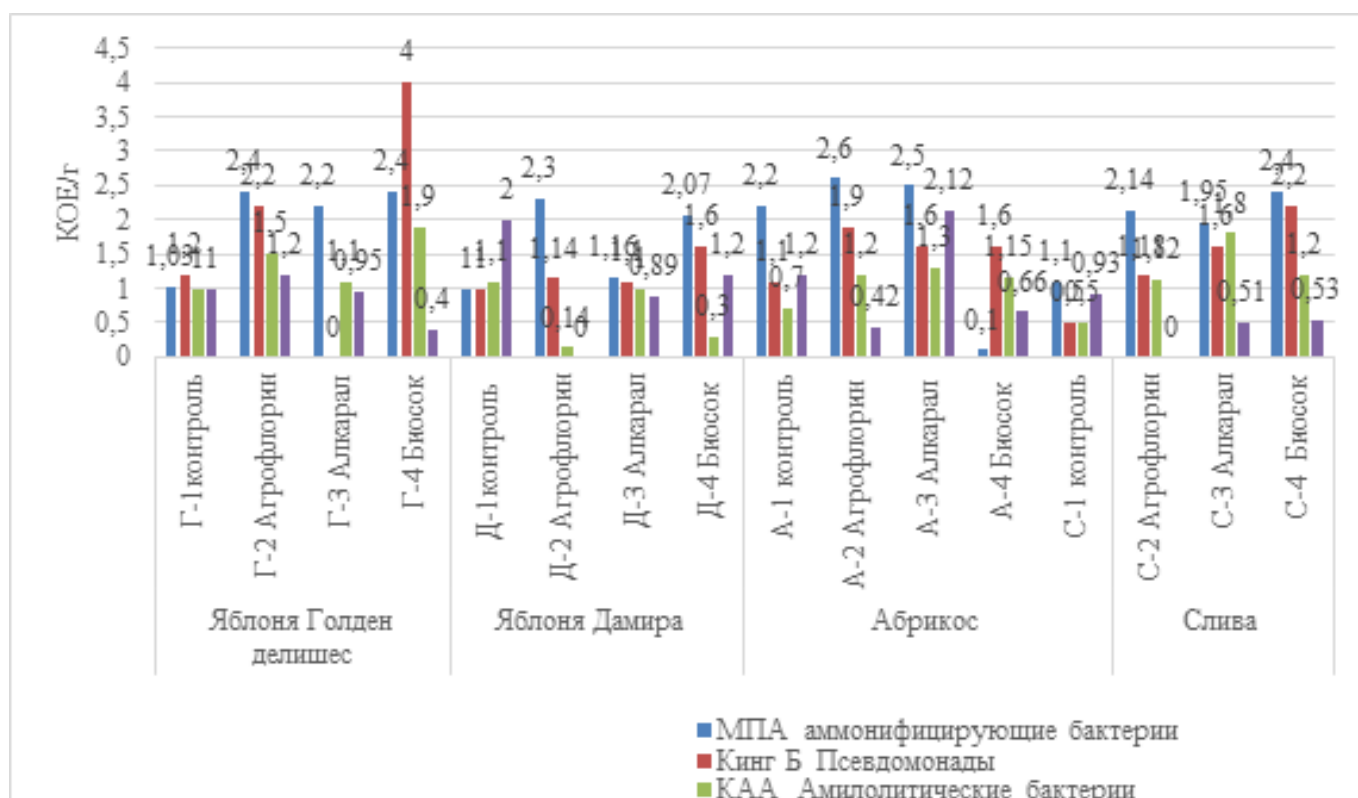


Рисунок 1. Динамика численности различных физиологических групп микроорганизмов в почве с применением органических удобрений, (КОЕ/г почвы)

Численность микроскопических грибов на среде Чапека в контрольном варианте в ризосфере сорта Дамира была 2 раза выше, чем остальных вариантах. В варианте с Агрофлорином (Д-2) в исследуемых почвенных образцах грибная биота не обнаружена.

Полученные данные по косточковым культурам показывают, что в микрофлоре ризосферы абрикоса сорта Никитинский краснощекий преобладают бациллы, использующие не только азот органический, но и минеральный. Установлено, что в ризосфере растения абрикоса в варианте с Агрофлорином (А-2) на $2,6 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г и с Alkaral (А-3) $2,5 \pm 0,1 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г выше, чем в остальных вариантах. В этом проявляется глубокая связь физиологии микроорганизмов со свойствами среды их обитания.

Численность бактерий рода *Pseudomonas* в исследуемых вариантах ризосферы абрикоса с применением Агрофлорин (А-2), Alkaral (А-3), БиоСок Energy плюс (А-4) в 1-1,5 раза выше, чем в контрольный ($1,1 \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г). Численность амилотических бактерий оказалась выше с разницей в $0,45-0,6 \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г по сравнению с контрольным вариантом ($0,7 \pm 0,01 \cdot 10^{-6}$ КОЕ/г). Это наиболее высокий показатель эффективности применяемых препаратов.

Наличие микромицет, преобладающих численностью в варианте с применением Alkaral (А-3) $2,12 \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ можно считать крайне неблагоприятным фактором с экологической и агрономической точки зрения. А в остальных вариантах микробиологический состав почвы свидетельствует о ее благополучном состоянии.

В ходе эксперимента установлено, что в образцах ризосферы сливы сорта Стенли с применением препарата Агрофлорин (С-2) и «БиоСок Energy плюс» (С-4) численность аммонифицирующих бактерии, псевдомонад, амилотических бактерий выше в сравнении с контрольным вариантом (С-1). Присутствие мицелиальных грибов выявлено во всех образцах, за исключением отсутствия роста патогенных микроорганизмов в варианте с Агрофлорином (С-2). Данные динамики численности микроорганизмов показали незначительные флуктуации в зависимости от видов препарата и сортов растений в сравнении с контрольным вариантом, которые выражались величинами одного порядка. По

литературным источникам, существенную роль в почвообразовании и важную роль играет микрофлора почвы, которая составляет большую группу почвенного микронаселения [1-8].

Анализируя полученные результаты, было отмечено, что среди ризосферных микроорганизмов встречаются бактерии, способные стимулировать рост растений. Как видно из приведенных данных, в исследуемых образцах в составе микрофлоры доминируют представители неспорообразующих форм бактерий. Это доказывает, что применение органических удобрений увеличивает содержание бактерий рода *Pseudomonas*, так как они являются пионерами в освоении органических веществ [1-6].

Как видно в семечковых культурах по содержанию микроорганизмов в опытных группах выделяются вариант «БиоСок Energy плюс» это объясняется тем, что в составе данного удобрения находятся микроорганизмы, а в удобрении Агрофларин микроорганизмов нет, но тем не менее удобрение Агрофлорин создает условия для развития полезных для почвы микроорганизмов. Органическое удобрение Alkaral менее эффективен по сравнению с другими удобрениями для развития микроорганизмов в почве это объясняется тем, что Alkaral удобрение, полученное путем ферментации.

Наряду с изучением численности аммонифицирующих бактерий, псевдомонад, амилаолитических бактерий, флоры микромицетов проводились исследования численности азотфиксирующих бактерий. Особый интерес представляет изучение влияния внесений удобрений в почву на численность бактерий, участвующих в круговороте азота, поскольку от данных микроорганизмов в значительной мере зависит азотный фонд почвы. Численность аэробных азотфиксаторов в исследуемых почвенных образцах приведена на рисунке 2. Как видно из рисунка, соотношение численности бактерий, потребляющих органические формы азота в исходной и удобренной почве, неодинаково. Увеличение численности азотофиксаторов свидетельствует о достаточно высоком содержании в почве легкодоступных органических соединений за счет внесения органических удобрений.

Лучшие результаты получены по содержанию азотобактеров в ризосфере абрикоса с применением препарата Агрофлорин (А-2) – на 99%, и БиоСок Energy плюс (А-4) – на 93 %, что благоприятно отражается на биологической активности почвы, ее фитосанитарном состоянии и вегетативном росте абрикоса.

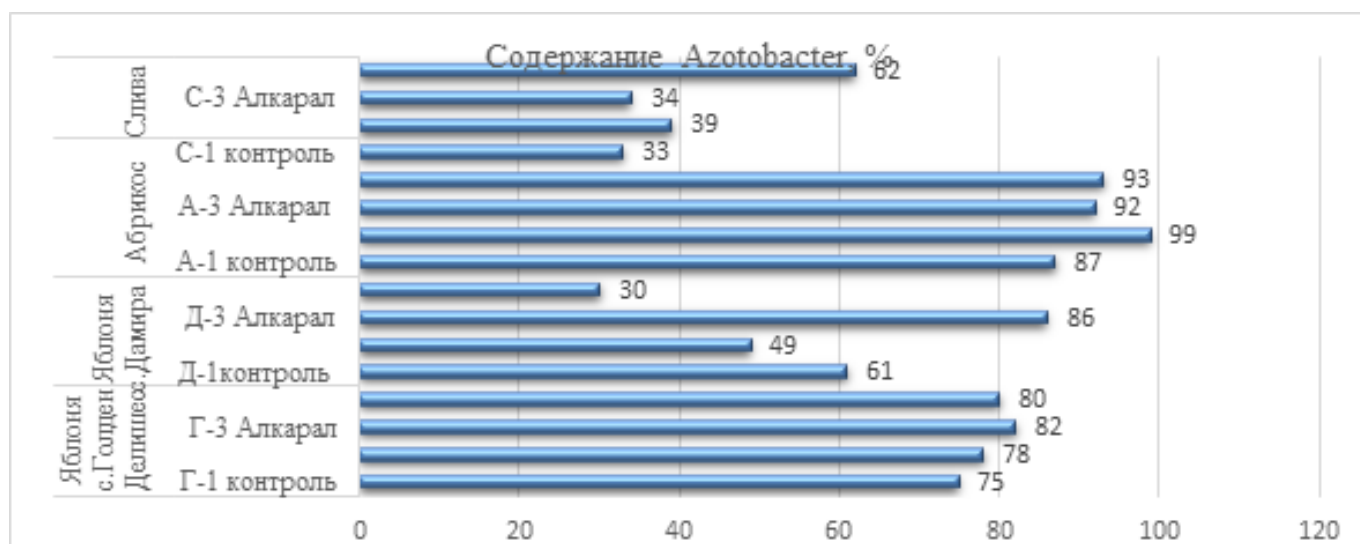


Рисунок 2. Содержание популяции рода *Azotobacter* в почвах косточковых и семечковых культур с применением органических удобрений

В почвенных образцах ризосферы яблони сорта «Голден Делишес» в вариантах с Alkaral (Г-3), БиоСок Energy плюс (Г-4) и Агрофлорин (Г-2) содержание азотфиксирующих

микроорганизмов было больше, чем контрольных (Г-1, 75%).

Применяемые удобрения увеличивают биоразнообразие микробных ассоциаций при внесении их под плодовые культуры. Полученные данные позволили полноценно оценить динамику биологической активности и состояние почвенного плодородия почв Талгарского района под плодовыми культурами Алматинской области. Было изучено влияние органических удобрений на вегетативную продуктивность яблони сортов Стар Эрлиз, Голден Делишес, Дамира, абрикоса сорта Никитинский краснощекий и сливы сорта Стенли. Проведённые биометрические замеры и учеты первого года посадки растений показали положительное влияние органических удобрений.

По большинству физиологических показателей яблони сортов Стар Эрлиз, Голден Делишес и Дамира и косточковых культур сорта абрикоса Никитинский краснощекий и сливы Стенли были получены лучшие результаты по сравнению с контролем. С наилучшими результатами выделяется вариант Д-4 с применением органического удобрения «БиоСок Energy плюс». На Рисунке 3 приведены биометрические данные сорта яблони Дамира.



Рисунок 3. Биометрические показатели яблони на примере сорта Дамира

Полученные результаты биометрических показателей плодовых деревьев, в первый год применения органических удобрений и препаратов свидетельствует о некотором положительном влиянии на вегетативную продуктивность и гибитус яблони, сливы и абрикоса по сравнению с контролем, однако значительных изменений в пользу опытных вариантов не выявлено.

Таблица 1.

Биометрические показатели косточковых культур на примере абрикоса сорта Никитинский краснощекий

Варианты	Высота дерева, м	Диаметр штамба, см	Высота штамба, см	S-сеч. штамба, см	Длина прироста, см	Ширина кроны, см		Высота кроны, м	V-кроны, м	S-кроны, м
						Вдоль ряда	Поперек ряда			
Контроль	51,07	2,23	35,85	5,07	43,60	0,43	0,18	89,28	0,03	0,09

Агрофлорин	80,21	2,43	35,45	5,64	47,30	0,44	0,15	65,17	0,02	0,07
Аль-Карал	83,17	2,38	33,95	5,27	46,30	0,42	0,15	66,87	0,02	0,07
Биосок	75,34	2,70	35,20	5,27	46,15	0,55	0,16	66,87	2,17	0,10

Существенных различий по параметрам роста, по сравнению с контролем не выявлено, однако было отмечено значительные повышения качественных показателей урожая. Почвенные микроорганизмы в процессе роста и развития улучшают структуру почвы, способствуют накоплению в ней питательных веществ, минерализации различных органических соединений, превращая их в легко усвояемые растением компоненты питания, о чем свидетельствуют полученные положительные результаты увеличения количественного состава микроорганизмов почвы при внесении нами под семечковые и косточковые культуры органических удобрений: Агрофлорин, Alkaral и БиоСок Energy плюс. Применяемые биоорганические удобрения увеличивают качественный и количественный состав микробных ассоциаций почв под плодовыми культурами. Биоземледелие – это управляемый процесс возделывания сельскохозяйственных растений и повышения плодородия почвы, основанный на сложном взаимодействии почвы с различными видами растений, животных и микроорганизмов, обеспечивающих их защиту от болезней, вредителей и сорных растений биологическим путем.

Список литературы:

1. Масютенко Н. П. Проблемы оптимизации содержания и состава органического вещества черноземных почв // Сборник докладов Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», г. Курск, 24-25 апреля 2019 г. – С.-3-7.
2. Budiman Minasny, Brendan P. Malone, Alex B. McBratney et al. Soil carbon 4 per mille//Geoderma. 2017. – V 292. – № 1. – P.59-89
3. Duddigan S., Alexander P.D., Shaw L.J., Sandén T., Collins C.D. The Tea Bag Index – UK: using citizen/community science to investigate organic matter decomposition rates in domestic gardens // Sustainability. 2020. V. 12. P. 6895. <https://doi.org/10.3390/su12176895>
4. Gu S. et al. Application of organic fertilizer improves microbial community diversity and alters microbial network structure in tea (*Camellia sinensis*) plantation soils //Soil and Tillage Research. – 2019. – T. 195. – C. 104356.
5. Holík, L., Hlisenkovský, L., Honzík, R., Trögl, J., Burdová, H., & Popelka, J. (2019). Soil microbial communities and enzyme activities after long-term application of inorganic and organic fertilizers at different depths of the soil profile. Sustainability, 11(12), 3251.
6. Kumar S.S., Madhu S. Evaluating significance of vermicompost and intercropping *amorphophallus* for integrated Indian goose berry orchard management. International Journal of Agriculture Sciences (2017) 8(39) 975-3710
7. Lazcano C., Zhu-Barker X., Decock C. Effects of organic fertilizers on the soil microorganisms responsible for N2O emissions: A review //Microorganisms. – 2021. – T. 9. – №. 5. – C. 983.
8. Shaji H., Chandran V., Mathew L. Organic fertilizers as a route to controlled release of nutrients //Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture. – Academic Press, 2021. – C. 231-245.
9. Sivojiene D, Kacergius A., Baksienė E., Maseviciene A., Zickienė L., The Influence of Organic Fertilizers on the Abundance of Soil Microorganism Communities, Agrochemical Indicators, and Yield in East Lithuanian Light Soils// Selected Papers from Conference of CYSENI // 2021, 10(12), 2648; <https://doi.org/10.3390/plants10122648>

