

**МИКРОБИОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.В.38.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

МЯЧИНА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА

**ФОСФОР ЎҒИТЛАРНИНГ ТАЪСИРИДА БЎЗ ТУПРОҚДА
СТРУКТУРА ВА ФУНКЦИОНАЛ МИКРОБИОЛОГИК
БИРЛАШМАЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ**

03.00.04 – Микробиология ва вирусология

**БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Ташкент – 2018

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)

Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Мячина Ольга Владимировна

Фосфор ўғитларнинг таъсирида бўз тупроқда структура ва функционал микробиологик бирлашмаларнинг хусусиятлари..... 3

Мячина Ольга Владимировна

Структурные и функциональные особенности микробных сообществ типичного серозема под воздействием фосфорных удобрений..... 31

Myachina Olga

Structural and functional features of microbial communities in the typical sierosem under the influence of phosphate fertilizers..... 59

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 63

**МИКРОБИОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ВА ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.В.38.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

УМУМИЙ ВА НООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ

МЯЧИНА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА

**ФОСФОР ЎҒИТЛАРНИНГ ТАЪСИРИДА БЎЗ ТУПРОҚДА
СТРУКТУРА ВА ФУНКЦИОНАЛ МИКРОБИОЛОГИК
БИРЛАШМАЛАРНИНГ ХУСУСИЯТЛАРИ**

03.00.04 – Микробиология ва вирусология

**БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Ташкент – 2018

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2017.2DSc/B37 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Умумий ва ноорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме). Илмий кенгаш веб-саҳифаси (microbio@academy.uz) ҳамда «ZiyoNet» ахборот-таълим портали (www.ziynet.uz) манзилларига жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Побережская Светлана Константиновна
биология фанлари доктори

Расмий оппонентлар:

Ахмедова Захро Рахматовна
биология фанлари доктори, профессор
Гафурова Лазиза Акрамовна
биология фанлари доктори, профессор
Ниязалиев Бегали Ирисалиевич
қишлоқ хўжалик фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Генетика ва ўсимликлар экспериментал биологияси институти

Диссертация химояси Микробиология институти ва Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.B.38.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2018 йил «___» май соат 10-00 даги мажлисида бўлади (Манзил: 100128, Тошкент ш. Шайхонтохур тумани, А.Қодирий кўчаси 76 уй, Микробиология институти конференция залида бўлади. Тел.: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98; факс: (+99871) 241-92-71, e-mail: microbio@academy.uz

Диссертация билан Микробиология институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___) рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100128, Тошкент ш. Шайхонтохур тумани, А.Қодирий кўчаси 76-уй, Микробиология институти маъмурий биноси, 3-қават, мажлислар зали. Тел.: (+99871) 241-92-28.

Диссертация автореферати 2018 йил «_____» куни тарқатилди.

(2018 йил «___» _____ рақамли реестр баённомаси).

Арипов Тахир Фатихович

Илмий даража берувчи Илмий кенгаш раиси
б.ф.д., профессор, академик

Жураева Рохила Назаровна

Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
илмий котиби, б.ф.н.

Гулямова Ташхан Гафуровна

Илмий даражалар берувчи Илмий кенгаш қошидаги
Илмий семинар раиси, б.ф.н., профессор

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда қишлоқ хўжалиги тупроқ унумдорлигини ошириш, органик моддалар ва озика элементларини меъёрдаги балансда таъминлаш муаммо бўлиб қолмоқда¹. Тупроқ, биологик нуқтаи назардан, мураккаб модда алмашинувига эга, турли хил биологик ҳамда фаол кўп компонентли муҳит бўлиб, унинг унумдорлиги асосан тупроқдаги микробиологик жараёнларнинг интенсивлиги ва йўналганлиги билан аниқланади. Шунингдек, тупроқ микроб комплексларининг структуравий-функционал хоссалари тупроқда кечадиган метаболитик жараёнларнинг акси бўлиши аниқланган ва улар мазкур экосистемадаги деструктив ўзгаришлари ҳамда ривожланиши ҳақида муҳим ахборот манбаи бўлиб хизмат қилиши мумкин. Шу жиҳатдан, ғўза етиштиришда янги турдаги фосфор ўғитларининг таъсирини ҳамда ўғитни қўллашнинг агроэкологик хавфсизлиги ва агрокимёвий самарадорлик комплексини аниқлаш илмий ва амалий аҳамиятга эга.

Жаҳонда, ўғитларни тупроққа ортикча солиниши асосланмаган, бунинг оқибатида минерал озикланишнинг юқори кўрсаткичи пайдо бўлади, тупроқ ва ўғит озика элементлари алмашинувининг жадаллашувига сабаб бўлувчи микробиологик фаоллик кескин кучаяди, натижада - тупроқнинг органик қисмининг миқдор жиҳатидан камаяди, ҳамда сифат жиҳатдан ёмонлашади, ўғитнинг фойдали коэффицентини пасайишига олиб келади. Янги ўғитларнинг тупроқ ҳосил қилиш жараёнарига таъсирини аниқлаш, тез ва аниқ уларнинг унумдорликка таъсирини прогноз қилиш, ҳамда тупроқ унумдорлигининг экологик муҳим мезонини ўрганиш мониторингини ўтказиш (микробиологик-тупроқ ҳосил қилиш жараёнига йўналганлигини тасдиқловчи микроб комплексининг маҳсулдорлиги ва таркиби; биокимёвий-атроф-муҳитда ўғитларнинг таъсирини белгиловчи микробиомларнинг ферментатив ва распирацион фаоллиги; унумдорликнинг агрокимёвий кўрсаткичлари– гумус ва асосий озука элементларининг миқдори) муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистонда қишлоқ хўжалигини жадал ривожлантириш учун, жумладан, тупроқ унумдорлигининг агрокимёвий хоссаларини яхшилаш ҳамда биологик фаоллигини оширишга алоҳида эътибор қаратилди. Бу борада, жумладан, қайта тикланадиган биологик ресурсларнинг муҳим қисми сифатида тупроқ унумдорлигини ошириш ва сақлаш борасида юқори даражадаги кенг кўламли иқтисодий самарадор ҳамда экологик хавфсиз агротехнологиялар бўйича назарий ва амалий натижаларга эришилди. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида² «... қишлоқ хўжалигида интенсив усулларни, айниқса, замонавий сув ва ресурстежамкор агротехнологияларни жорий этиш» вазифалари белгилаб берилган. Мазкур

¹ Paul A. Eldor. (Edit.) Soil microbiology, ecology and biochemistry. 3-d edition. Elsevier. Colorado State Univer. Co. USA. -2007. -532 P.

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида»ги Фармони.

вазифаларни амалга оширишда, жумладан, юқори карбонатли Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида самарали ва экологик соф органик, органик-минерал ва минерал ўғитлар ишлаб чиқариш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236 сон “2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш ҳақида дастур” ги қарори, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 29-декабрдаги ПҚ-2460-сон «2016-2020 йилларда қишлоқ хўжалигини янада ислоҳ қилиш ва ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2013 йил 27 майдаги 22 (574)-сон «2013-2017 йилларда Ўзбекистон Республикаси атроф-муҳитни муҳофазаси бўйича ҳаракатлар дастури тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. “Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳитни муҳофазаси” устувор йўналишига мувофиқ ҳолда бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи³. Турли хил агроценоздаги тупроқ микробиологияси, биокимёси ва агрокимёвий хоссаларига фосфор ва фосфорли ўғитларнинг таъсир қилишига йўналтирилган илмий изланишлар дунёнинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Texas Agriculture and Mechanical University; University of Arizona (АҚШ); Lancaster University, Institute of Biological and Environmental Sciences, Aberdeen (Буюкбритания); Tokyo University of Agriculture and Technology; Nagoya University (Япония), Department of Agroecosystem Research, University of Bayreuth; Department of Soil Science of Temperate Ecosystems, University of Gottingen (Германия); China Agricultural University, Beijing; Sichuan Academy of Agricultural Sciences (Хитой) тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Тупроқ ресурсларини экологик ҳолатини оптималлаштириш ва назорат қилиш усуллари бўйича қатор, жумладан қуйидаги устивор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: пахта агроценозида иқтисодий самарадорликни ошириш, ҳамда микроорганизм-тупроқ-ўсимликлар тизимини бошқариш услубларини ишлаб чиқилган (Texas Agriculture and Mechanical University), табиий ва инсон омили таъсирига учраган биосфера нуқтаи назаридан органик углероднинг асосий ва узоқ муддатли резервуари сифатида ўрганиш, углеродни йўқотилиш ёки тўпланиш жараёни минерал субстратни тупроқ микроорганизмлари томонидан ўзлаштириш самарадорлигини боғлиқлиги

³ Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи: <https://www.tamu.edu>; <https://www.arizona.edu>; <https://www.lancaster.ac.uk>; <http://www.abdn.ac.uk>; <http://www.tuat.ac.jp>; <http://www.en.nagoya-u.ac.jp>; <https://www.uni-bayreuth.de>; <http://www.uni-goettingen.de>; <http://www.cau.edu.cn>; <http://www.cucas.edu.cn>

асосланган (University of Bayreuth), тупроқларнинг агроэкологик мақоми, азот фосфор ва углерод динамикасини ўзаро боғлиқлигини ҳамда тупроқнинг биологик фаоллигини ўзгаришини агротехнология ва тупроқ унумдорлиги даражасини аниқланган (Tokyo University of Agriculture and Technology), карбонатли тупроқларни микроб комплексларига минерал, органик (жумладан, секин таъсир этувчи) ўғитларнинг таъсири, ўсимликларга фосфорни қўллаш самарадорлиги ўрганилган, тупроқ-ўсимлик тизимида фосфорли ўғитларни ўзлаштириш даражаси аниқланган (China Agricultural University, Beijing).

Дунё амалиётида тупроқнинг унумдорлигини оширишни хавфсиз ва самарали усуллари ва замонавий агротехнологиялар бўйича қатор, жумладан қуйидаги устивор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: қишлоқ хўжалик экинларини ҳосилдорлигини ошириш учун биологизация элементлари билан ишлаб чиқиш, микробиоценозни оптималлаштириш, уларнинг биохилма-хиллик ва барқарорлигини ошириш, тупроқнинг агрокимёвий сифатини, парник самарадорлиги пасайиши ва углерод секвестрацияси, ўғитлар билан бериладиган макроэлементларни фойдаланиш коэффицентини асослаш.

Муаммонинг ўрганганлик даражаси. Адабиётларда органик, органик минерал ва минерал ўғитларни тадқиқ қилиш, уларнинг ҳар хил турдаги тупроқ биологияси ва агрокимёвий хоссаларига таъсири ҳақида тадқиқот натижалари кенг ёритилган. Таъкидлаш жоизки, турли хилдаги ўғитлар ҳамда уларнинг турли туман турдаги тупроқдаги ҳар хил қишлоқ хўжалик экинларига қўллаш кўпгина изланишларга сабаб бўлди (Stone et al., 2016; Powers et al., 2016; Ivanenko et al., 2007; Veprikova et al., 2015; Bergström et al., 2015; Lemunyon, 2006; Liu et al., 2012; Tigre et al., 2014), чунончи, уларнинг натижалари бир хил эмасдир.

Бундан ташқари, бир қатор муаллифлар фосфорли ўғит турига, етиштириладиган экин ва бошқаларга боғлиқ ҳолда тупроқнинг юқори биологик фаоллигини, шунингдек, макроэлементларнинг шиддатли айланма ҳаракати ижобий кўрсаткич (Steinauer, 2015; Козунь ва бошқалар, 2015; Полонская, 2000, Завалин ва бошқалар, 2012) ёки, аксинча, тупроқ унумдорлигининг деградациясига олиб келувчи салбий оқибатларга баҳо берадилар (Drake et al., 2013; Мамасалиева, 2010; Stone, 2012; Fultz, 2013; Sihi et al., 2016; Klimek, 2016).

Шуни таъкидлаш лозимки, ўғитлар таъсирини баҳоловчи услублар глобал иқлим ўзгариши нуқтаи назаридан, ҳам агробиоценотик, экосистемали, популяцион ёндашувлар ҳамда энергия ва ресурстежамкорлик нуқтаи назаридан хилма-хилдир, бироқ Марказий Қизилқум фосфоритларини турли хил усуллар билан фаоллаштириб олинган ўғитларнинг таъсири, агробиологик ва агрокимёвий хусусиятлари ўрганилмаган. Шунга кўра, Ўзбекистонда тупроқ микроблар туркумларининг структуравий ва функционал хоссаларига янги турдаги фосфорли ўғитларнинг таъсирини ҳамда ғўзани парваришлаш мобайнида ўғитни қўллашнинг агроэкологик хавфсизлиги ва агрокимёвий самарадорлигини комплексини ўрганиш муҳим илмий-амалий аҳамият касб этади.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган илмий-тадқиқот муассасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Умумий ва ноорганик кимё институтининг илмий-тадқиқот ишлари режасининг ГНТП П-3.3 «Ўзбекистон маҳаллий хом-ашё ресурслари асосида янги турдаги бирламчи комплекс ва органик минерал ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш, уларни агрокимёвий ва экологик-токсикологик баҳолаш»; АҚШ қишлоқ хўжалик Департаменти ҳамкорлигидаги лойиҳа UB-ARS (09) А-2002 «Марказий Қизилқум фосфоритлари асосидаги бактериал ўғитлар, уларнинг тупроқ шаклланиш жараёнига ва ғўзанинг ривожланишига таъсири») (2002-2004 йй; ГНТП П-9.10 «Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида янги турдаги фосфаттутувчи ўғитлар олишнинг самарали ресурстежамкор технологиялари ишланмаси» (2003-2005 йй.); ГНТП ФА-А12-Т164 «Агро-табiiй биоценоз шароитларида органик ўғит пулларининг (захираси) ёпишиш ва тақсимланиш қонуниятлари» (2012-2014 йй.), шунингдек, DAAD нинг Немец академик алмашинув хизмати лойиҳа гранти бўйича «Effect of new phosphorus fertilizers on soil organic matter decomposition rate, dynamics of CO₂ emission and microbial biomass in the carbonate typical sierozem soil of Uzbekistan» (2008) мавзуларидаги фундаментал ва амалий лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади тупроқ микроблар туркумланинги структуравий ва функционал хоссаларига янги турдаги фосфорли ўғитларнинг таъсирини ҳамда ғўзани парваришлаш мобайнида ўғитни қўллашнинг агроэкологик хавфсизлиги ва агрокимёвий самарадорлигини комплекс аниқлашдан иборат.

Тадқиқот вазифалари:

янги турдаги фосфорли ўғитларнинг микроорганизмлар сонига ва микроб комплекслар таркибига таъсирини аниқлаш (туркумдаги асосий экологик-трофик гуруҳли микроорганизмлар улуши ва нисбатига);

янги турдаги фосфорли ўғитларнинг тўпланадиган микроблар биомассасига ва нафас олиш интенсивлигига таъсирини баҳолаш;

янги турдаги фосфорли ўғитларнинг тупроқдаги С, N ва P ларнинг биокимёвий трансформацияда қатнашадиган тупроқ ферментатив фаоллигига таъсирини таҳлил этиш;

янги турдаги фосфорли ўғитларнинг ғўза остидаги типик бўз тупроқ агрокимёвий хоссаларига таъсирини тадқиқ этиш;

секин таъсир этувчан ўғитларни микроблар комплекси ва агрокимёвий хусусиятларга таъсир механизмини, шунингдек, уларнинг ўзаро муносабати ва боғлиқликларини аниқлаш ва таққослаш.

Тадқиқотнинг объекти тупроқда яшовчи асосий экологик-трофики микроорганизмлар гуруҳи, типик бўз тупроқ, «Ақдарё-6» ва «Баяут-2» навли ғўза, янги секин таъсир этувчи бактериал, органик минерал ва комплексли фосфорли минерал ўғитлар.

Тадқиқотнинг предмети тупроқ микробиомларининг структуравий ўзгариши ва уларнинг фосфорли ўғитлар таъсирига метаболитик жавоби,

шунингдек, тупроқнинг агрокимёвий хусусиятларининг ўзгариши ҳамда биоценоз компонентларининг муносабати ва ўзаро боғлиқлиги.

Тадқиқотнинг усуллари. Микробиологик, биокимёвий, агрокимёвий, физик-кимёвий, биометрик таҳлил усуллари қўлланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

янги фосфорли бактериал, органик минерал ва минерал ўғитларнинг анъанавий концентрланган аммофос ўғити билан солиштиригандаги таъсири остида типик бўз тупроқдаги микроблар турларининг ўзгариши ва ферментатив фаоллиги аниқланган;

хар хил даражада бириккан тупроқ органик углеродининг микдорига, шунингдек, микроблар турлар фаоллигининг метаболитик коэффициентлари баҳоланган;

янги секин таъсирида Р-, N- ва С тутган бирикмаларни ўзгартиришида иштирок этувчи ферментлар фаолияти салбий таъсир кўрсатмаганлиги аниқланган;

янги секин таъсир этадиган фосфорли ўғитларнинг тупроқни агрокимёвий хусусиятларига таъсир механизми концентрланган аммофос ўғити билан солиштириб исботланган;

агроценоз компонентлари (микроорганизмлар-тупроқ-ўсимлик) ўзаро боғлиқлиги ва эҳтимолли (назарий) боғланиш, шунингдек тупроқ хоссаларини қўлланилаётган ўғит таркиби ва турига боғлиқлиги аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

дастлабки хом-ашё Марказий Қизилқум фосфоритларини турли хил усуллар билан фаоллаштириб олинган фосфорли бактериал, органик минерал ва минерал ўғитларни қўллашнинг агрокимёвий самарадорлиги ва агроэкологик хавфсизлиги илмий асосланган;

“ўғит-микроорганизмлар-ўсимлик” тизимида ҳосилдорлик кўрсаткичлари ўзаро боғлиқлиги ҳамда секин таъсир этувчи агроруда таркибли ўғитларни қўллашда ўсимликлар озикаси спецификасига таъсири аниқланган;

секин таъсир этадиган фосфорли ўғитлар тупроқнинг агрокимёвий самарадорлиги ва агроэкологик хавфсизлиги, тупроқ унумдорлигининг асосий кўрсаткичлари аниқланиб ва уларни бошқариш усуллари оптималлаштирилган;

«Фарғонаазот» АЖда азот фосфор тутувчи минерал ўғит АФМЎ олиш технологиясининг sanoat кўламида стабиллаштирилган аммиакли селитра ишлаб чиқариш жорий этилган.

ОМУ-10 ва ОМУ-20 органик минерал ўғитлари Сирдарё вилояти фермер хўжаликларида (300 га майдонда) жорий этилган ва пахта ҳосилдорлиги 3-4 ц/га ошган;

Олинган натижаларнинг ишончлилиги. Натижаларнинг ишончлилиги қўйилган вазифаларни комплекс ёндашув билан ечишга; дастлабки ҳолатларни назарий асослаш, уларнинг замонавий микробиология ва экология фанларининг ривожланиш тенденцияларига мослигига; тажриба-синов ишларини тўғри ташкил қилишга; тадқиқотларнинг асосий натижаларини қайта такрорланишининг барқарорлигига; тадқиқотларни ўтказишда аниқ

услуглардан фойдаланганлигига ва олинган натижаларни статик ишлов бериш билан таъминланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти агроценознинг антропоген ўзгаришида тупроқ микроблар туркумларини фаолиятининг хусусиятлари ҳақида билим нуқтаи назаридан тўлдиради ҳамда шакллантиради; унумдорликни белгилаш ва бошқариш мақсадида агроценоз компонентлари (микробиом-тупроқ-ўсимликлар)ни ўзаро таъсирини ўрганишда концептуал асос бўлиши мумкин. Ишнинг алоҳида натижаларини «Тупроқ микробиологияси» фани мазмунини такомиллаштиришда фойдаланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти энг хавфсиз ва самарали ўғитларни ишлаб чиқаришга жорий этиш учун таклиф этилган ўғитларни тупроқ микроблар комплекслари ва уларни метаболик жавоблари ҳолатини ўрганиш асосида белгиланади. Янги секин таъсир этадиган фосфорли ўғитларни қўллаш иқтисодий самадорликдан ташқари экологик (нокондицион фосфор тутувчи чиқиндилардан бўшатиш, фосфорни ретроградациясини камайтириш ҳисобига тупроқнинг унумдорлигини ошириш), ижтимоий (фермерлар учун арзон фосфорли ўғитлар олиш имкониятини кенг бўлиши, қишлоқ хўжалик экинлари ҳосилдорлигини юқори сифат билан ошиши ҳисобига, қишлоқ аҳолисини турмуш тарзини яхшиланиши) ва ресурстежамкор (паст навли хом ашёни ишлаб чиқаришга жалб этиш) самарадорлиги асосланган.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Марказий Қизилқум фосфоритлари асосида олинган янги секин таъсир этувчан ўғитларни тадқиқ қилишда олинган илмий натижалар асосида:

аммиакли селитра эритмасини юқори карбонатли фосфорит уни билан аралаштирилиб донадорланган ва доначалар сирти аммоний сульфат эритмаси иштирокида фосфорит уни билан қоплаб стабиллаштирилган аммиакли селитра ишлаб чиқариш усули «Фарғонаазот» АЖнинг амалиётга жорий этилган. («Фарғонаазот» АЖда 2017 йил 9 ноябрдаги 37/6202-сон маълумотномаси). Натижада 254,661 минг тонна азот-фосфорли минерал ўғитлари (АФМЎ) ишлаб чиқариш имконини берган;

тайёр амиакли селитра доначалари сирти аммоний сульфат эритмаси иштирокида юқори карбонатли фосфорит уни билан қоплаш (иккинчи вариант) усулида стабиллаштирилган аммиакли селитра ишлаб чиқариш «Фарғонаазот» АЖда амалиётга жорий этилган («Фарғонаазот» АЖнинг 2017 йил 9 ноябрдаги 37/6202-сон маълумотномаси). Натижада қуввати 60 000 минг тонна маҳсулот ишлаб чиқарадиган саноат қурилмаси ташкил қилиниб, маҳсулот ишлаб чиқариш имконини берган;

экологик хавфсиз орғано-минерал ўғитлар-10 (ОМЎ-10) ва орғано-минерал ўғитлар-20 (ОМЎ-20) Сирдарё вилоятининг фермер хўжаликлари пахта майдонларида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 19 февралдаги 02/20-116-сон маълумотномаси). Натижада ғўзанинг ўсиб ривожланишига ва ҳосил элементларини тўплашига ижобий таъсир кўрсатиб, гектарига қўшимча 3-4 ц/га

ҳосил олиш имконини берган;

Республиканинг турли тупроқ-иқлим шароитларида органик ва органо-минерал ўғитларни қўллаш технологияси Қорақалпоғистон Республикаси Қораўзак тумани фермер хўжалиklarининг пахта майдонларида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлигининг 2018 йил 19 февралдаги 02/20-116-сон маълумотномаси). Натижада тупроқ унумдорлиги сақланиб, уларнинг сув сақлаш қобилияти яхшиланган, минерал ўғитлардан фойдаланиш самарадорлиги ортиб, тупроқнинг агрофизик ва агрокимёвий хусусиятлари ижобий томонга ўзгарган, ўсимликларнинг ўсув даврида озика унсурлари билан мақбул таъминлаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация ишининг материаллари 20 та халқаро ва 21 та Республика илмий-амалий конференцияларида муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича 96 та илмий иш чоп этилган, шулардан 28 таси илмий мақола бўлиб, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда, жумладан, 18 таси республика нашрларида, 6 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, олти боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 182 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ишнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсади ва асосий вазифалари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш, чоп этилган илмий ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Таркибида фосфорли ўғитларни тупроқда макроэлементларни трансформациясига микробиологик жараёнларни таъсири”** деб номланган биринчи бобида ҳар хил фосфорли (органик, органик минерал ва минерал) ўғитларнинг макроэлементлар трансформациясини микробиологик жараёнларига, микроб комплексларининг функцияси ва таркибига, уларнинг нафас олиш ҳамда ферментатив фаоллигига, шунингдек, тупроқнинг агрокимёвий хоссаси ва экинларнинг ҳосилдорлигига таъсири бўйича замонавий изланишларнинг шарҳи келтирилган. Чоп этилган кўплаб мақолалардаги натижаларнинг критик таҳлили мазкур ишнинг асосий мақсади ва вазифаларини шаклланишига имкон берди.

Диссертациянинг **иккинчи бобида** объект, шунингдек материал ва тадқиқот услублари кенг тавсифланган.

Тадқиқот услублари. Объектларни комплекс ўрганиш учун лаборатория тажрибаларида физиологик-биокимёвий, маданий-морфологик, спектрофото- ва флюорометрик, потенциометрик таҳлил услублари; дала шароитларида тажрибаларни ўтказишда микробиологик, биокимёвий, биометрик ва агрокимёвий тадқиқот услубларидан фойдаланилган.

Марказий Қизилқум фосфоритларини (Ташкура кони) кислотасиз фаоллаштириш усули ёрдамида олинган янги фосфорли ўғитлар тадқиқот объектлари ҳисобланди. Ўғитлар таркиби 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Фосфорли ўғитлар таркиби

Ўғитларнинг номланиши	N, %	P ₂ O ₅ умум., %	P ₂ O ₅ ўзл., %	Органик моддалар, %
Тадқиқ этилаётган ўғитлар				
ФБЎ-суюқ	0,36	0,83	0,4	6,9
ФБЎ-куруқ	3,30	8,0	4,0	60,0
ОМЎ-10	0,54	1,90	0,95	80,0
ОМЎ-20	0,51	2,40	0,94	74,4
АФМЎ - НА	12-14	10-12	8-10	-
АФМЎ - СА	10-12	10-12	8-10	-
Таққослаш учун вариантлар				
Аммофос	10,0	46,0	8-10	-
Гўнг	0,66	0,45	0,2	77,5
<i>Bradyrhizobium</i> бактерияси культурал суюқлиги	0,36	0,36	0,3	6,0

Фосфорли бактериал ўғитлар (ФБЎ) фосфоритларига *Bradyrhizobium* туркумли микроорганизмлар ёрдамида микробиологик йўл билан ишлов бериб олинган.

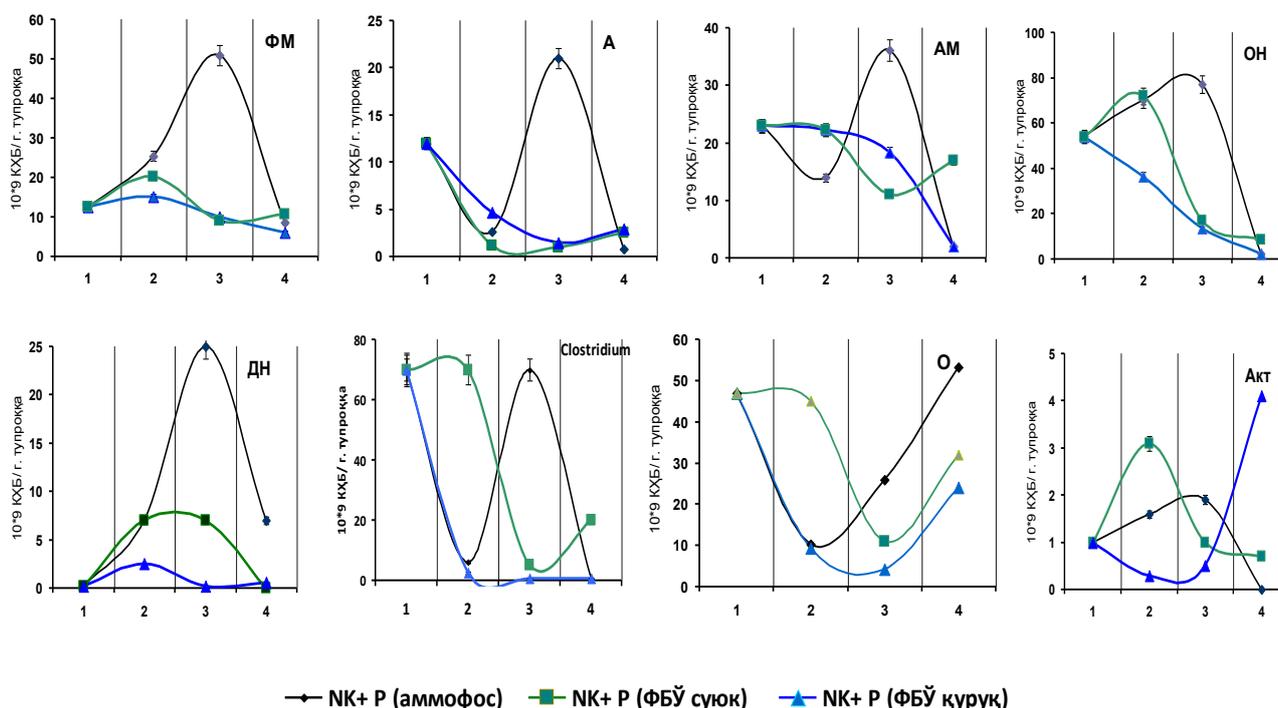
Органик минерал ўғитлар (ОМЎ) фосфоритларни қорамол гўнги (ҚГ) билан ҚГ: фосфорит 80:20 ва 90:10 нисбатларида компостлаш орқали олинган.

Азот- ва фосфорли минерал ўғитлар (АФМЎ) фосфоритларни илғор интенсив технология бўйича аммоний нитрати ва сульфати билан фаоллаштириб олинган.

Диссертациянинг “**Фосфорли бактериал ўғитлар таъсирида типик бўз тупроқнинг биологик фаоллиги**” деб номланган учинчи бобида секин таъсир этадиган фосфорли бактериал ўғитлар (ФБЎ) микроблар туркумларининг тузилиши ва биологик фаоллигига, шунингдек, агрокимёвий самарадорлигига таъсири бўйича тадқиқотларнинг натижалари келтирилган. Ўғитлар тупроқдаги микробиологик, биокимёвий ва агрокимёвий жараёнларини ўзгаришида муҳим экологик аҳамиятга эга.

Чунончи, турли хил тупроқ ҳамда қишлоқ хўжалик экинлари учун тез эрувчан концентранган минерал (аммофос ёки аммоний селитраси) ўғитларни қўллаш микроорганизмлар сонини, сезиларли йўқотишлари эҳтимоллиги мавжуд киритилган бирикмалар трансформациясининг фаолланишини, шунингдек, тупроқда бириктириб қолган макроэлементларнинг алмашинув жараёнига жалб этишини таъминлайди (priming-эффekt).

ФБЎнинг иккита – суюқ ва қуруқ (0,83 и 8,0% P_2O_5) препаратив шаклларининг таъсирини концентранган ўғит – аммофос (46% P_2O_5) билан солиштириб ўрганилди. ФБЎнинг типик бўз тупроқдаги макроэлементлар (углерод, азот, фосфор) трансформацияси жараёни йўналишига таъсири ҳақида турли хил экологик-трофик гуруҳлар (фосфатминераллаштиргичлар, олиготрофлар, аммонификаторлар, амилитик микроорганизмлар (минерал азотдан фойдаланувчилар), актиномицетлар, бациллар, олигонитрофиллар, нитрификаторлар ва денитрификаторлар, шунингдек эркин яшовчи азотфиксаторлар (*Azotobacter* ва *Clostridium*) сони ва нисбатларига қараб ўрганилган. Микроорганизмлар сони динамикасини ўрганиш пайтида аниқланган қонуниятлар ўғитларнинг турига қараб фарқланиши мумкинлигини кўрсатди (1-расм):



1-расм. Фосфатминераллаштирувчи (ФМ), аммонификаторлар (А), амилитик (АМ), олигонитрофил (ОН), денитрификаторлар (ДН), *Clostridium* (С) туркумли бактериялар, олиготрофлар (О) ва актиномицетлар (Акт) сонининг динамикаси.

Эслатма: бу ерда ва кейинчалик – етилиш фазаси сифатида: 1 - екишгача; 2. 2-4 барглар фазаси; 3- гуллаш фазаси ; 4- етилиш фазаси.

тезэрувчан минерал шакли – аммофос ўғитини гуллаш фазасида қўллаш фосфатминераллаштирувчи (25,4-51 млн КХБ гача), аммонифицирловчи (21 млн КХБ гача), олигонитрофилли (70-77 млн КХБ гача), амилитиклар (36,1 млн КХБ гача) ва денитрификаторлар (25 млн КХБ гача), *Clostridium* оиласига мансуб бактериялар (70 минг КХБ гача) сонини кескин оширди, тупроқда фосфорли ҳамда ва азотли бирикмаларнинг трансформацияси жадаллашганлигидан ҳамда уларнинг йўқотишлиш эҳтимоллиги борлигидан ҳам дарак беради. Аксинча, суюқ ва қуруқ ФБЎларни қўллаш, кўрсатилган микроорганизмлар сонининг кескин ошишига олиб келмади, вегетация даврида уларнинг сони етилиш даврига келиб секин камайиши кузатилиши ФБЎнинг

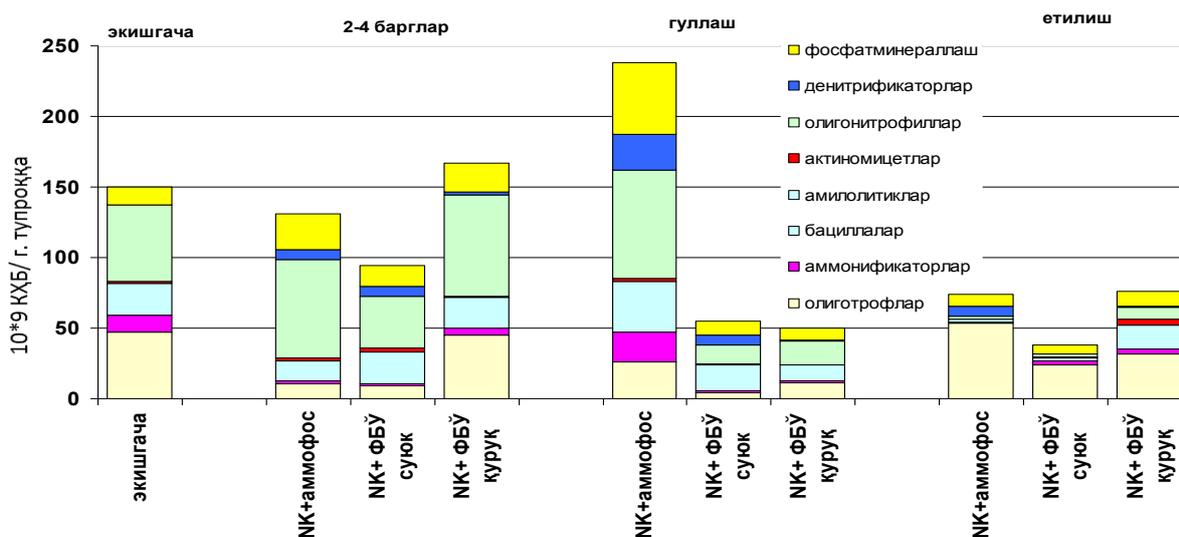
секин таъсир этувчанлигини тасдиқлайди: фосфат-минераллаштирувчилар сони 6,1-20,3 млн КХБ*г⁻¹ оралиғида бўлиб, *Clostridium* оиласига мансуб бактериялар - *г⁻¹ (яъни уларнинг сони аммофосни қўллаганга нисбатан 1,3-5,7 марта кам); аммонификаторлар эса 1,2-4,7 млн КХБ*г⁻¹ оралиғида (аммофосни қўллаганга нисбатан 2-21,0 марта кам); амилolitik микроорганизмлар кенг 2 - 23 млн КХБ оралиғида (куруқ ФБЎдан ташқари) (тўла вегетация даврида аммофосни қўллашга нисбатан 3- 15% га кам); денитрифицирловчи бактериялар сони 0,025-7,0 млн КХБ оралиғида (аммофосни қўллаганга нисбатан 2,5-125 марта кам; олигонитрофиллар 2,3-72 млн КХБ кенг оралиғида (яъни аммофосни қўллаганга нисбатан 1,5-5,7 марта кам) бўлади; нитрификаторлар 0,5-70 минг КХБ оралиғида (суюқ ФБЎдан ташқари)(яъни, аммофосни қўллаганга нисбатан 2,4-100 марта кам). Таъкидлаш жоизки, актиномицетлар ва олиготроф микроорганизмлар сони бошқа динамикага эгадирлар. Аммофос таъсири остида олиготрофлар сони 2-4 барги фазасидан етилиш даври фазасига (10,3 дан 53,3 млн КХБ гача) (расм 1, О) бир томонлама ортиши кузатилди. Аксинча, куруқ ва суюқ ФБЎ секин таъсир этувчан хоссаларни намоён қилиб, углеродтутувчи бирикмаларнинг бир меъёрда кириб келиши ва уларни етилиш фазасида камайиши ҳисобига гуллаш фазасида олиготрофлар сонининг камайиши (мос равишда 11,0 ва 4,3 млн КХБ гача) олиб келади.

Куруқ ва суюқ ФБЎларни қўллаш вариантида олиготроф микроорганизмлар сонининг динамикаси бир хил йўналишли ҳар хил амплитудага эга бўлиб, ФБЎнинг препаратив (куруқ ёки суюқ) шаклига ва унинг таркибига боғлиқ. Актиномицетлар сони органик бирикмалар трансформациясининг жадаллигини муҳим индикатори бўлиб, қийинчилик билан берилувчи субстратлардан фойдаланишнинг кечки босқичларида доминант сифатида рол ўйнайди, масалан, гумус моддалар. Актиномицетлар сони тўлалигича (0,1-4,7 млн КХБ) (1-расм) дан ошмаслиги ва макроэлементлар танқислиги туфайли ҳамда актиномицетларнинг мураккаб органик моддаларни парчалаши ҳисобига унинг максимал қиймат кўрсаткичи куруқ ФБЎ вариантида ўсимлик етилиш даврига тўғри келиши аниқланди.

Автотроф нитрификаторлар сони бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари вегетация даврида юқори бўлмасдан 0,3-53,3 минг КХБ/1 г тупроққа тўғри келишини, деярли барча гуллаш фазаларда (баъзи истисноларсиз) кўп миқдорда нитратли микроорганизмларни ва кам миқдорда нитрозали микроорганизмларни мавжудлигини кўрсатди.

Атроф-муҳитнинг ўзгариш факторларига микроорганизмларнинг реакцияси популяция ва экосистема даражасида намоён бўлади. Экосистемада улар туркум миқдор ва сифат таркиби ўзгариши орқали ифодаланадилар. Шароитнинг ўзгаришига қараб бир турдагилар сони қисқариб (ёки йўқолиб), бошқалари пайдо бўлади, яъни доминантлар ва субдоминантлар таркиби ўзгаради. Ю. Одум (1980) нинг экологик доминантлаш концепциясига мувофиқ барча уюшмалар ҳам экосистемада бир хил муҳим рол ўйнамайдилар, фақат айни пайтда доминантлик қилувчиларгина қатнаша оладилар. Шу сабабли ФБЎ

таъсири остида микробиомлар структурасидан фарқ қилувчиларни ажратиб олиш мақсадга мувофиқ бўлади (2-расм).

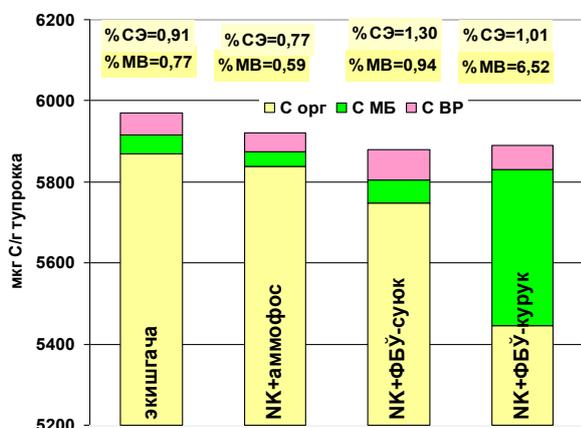


2-расм. ФБЎ таъсирида микроблар туркумларининг таркиби

Буларнинг ичида аниқ кўринадигани 2-4 баргли ва гуллаш фазаларидир: ўғитлар таъсири остида (аммофос каби ФБЎ) олиготрофлар сони ва улуши сезиларли камайди (7,9 ва 9,8-26,9% гача), айти пайтда олигонитрофиллар, фосфатмобилизаторлар ва амилитик микроорганизмлар эса тутган позицияда кучайишди. Гуллаш фазасида аммофос ўғити қўлланган вариантда микроорганизмлар умумий сони (ФБЎни қўллангандаги кўрсаткичга нисбатан 4,1 марта) аниқланган гуруҳ микроорганизмлари сони кўпайиб кетиши ҳисобига кескин равишда ортиб кетди. Аксинча, ФБЎ вариантыда микроорганизмлар сони камайиши амилитиклар (33,3-22,0% гача) ҳамда фосфатминерализаторлар (18,1-17,9%) сони ва улушининг олиготрофлар фоиз миқдори билан бирга сезиларли камайиши кузатилди. Ғўзани етилиш фазасида аммофос ўғитини қўллаган вариантда ва микроорганизмлар сони кўп бўлмаган ҳолатда ягона доминант сифатида яна олиготрофлар (72,1%) бўлиб, бу эса илгари қўлланган ўғитлар билан кирган ўзлашувчан озуқа компонентларининг камайганлигидан дарак беради. Таъкидлаш жоизки, ФБЎ-суюқ ва ФБЎ-қуруқ ҳам уюшмаларнинг қайта тузилишига ёрдам беради ва олиготрофларнинг доминантлигига қарамай (63,8 ва 42,0%), микроб туркумлари таркибида кенг даражада фосфатмобилизаторлар (16,2 ва 14,2%), минерал азотни ассимиляцияловчи микроорганизмлар (5,3 ва 22,3%), бир неча баробар кам аммонификаторлар (6,6 ва 3,8%), олигонитрофиллар (6,1 ва 11,4%), шунингдек актиномицетлар (2,2 ва 6,3%) намоён бўлган.

ФБЎнинг куйидаги кўрсаткичлар (3 ва 4 расм) 1) S_{MB} – микроб биомассасида маҳкамланиб қолган углерод; 2) $S_{MB}:S_{орг}$ - % тупроқдаги бир бирлик органик углеродга нисбатан микроб биомассидаги углерод миқдори; 3) БД – фонли нафас олиш; 4) СИД- субстрат-индуцирланган нафас олиш; 5) qCO_2 - БД/ S_{MB} - микроорганизмлар нафас олиши тезлигининг уларнинг биомассага нисбатини белгиловчи метаболик коэффицент; 6) qR - БД/СИД

- фонли нафас олишнинг субстрат-индуцирланган нафас олишга нисбатини кўрсатувчи микроорганизмлар нафас олиш фаолиятини коэффицентини баҳоловчи микроб туркумларининг маҳсулига ва метаболитик фаоллигига таъсир қилувчи тадқиқот натижалари келтирилган. Респирацион фаолликдаги микроб биомассасининг тўпланиш даражасига қараб микроб комплексларнинг метаболизм интенсивлиги баҳоланди. ФБЎ микроб биомассасида маҳкамланиб

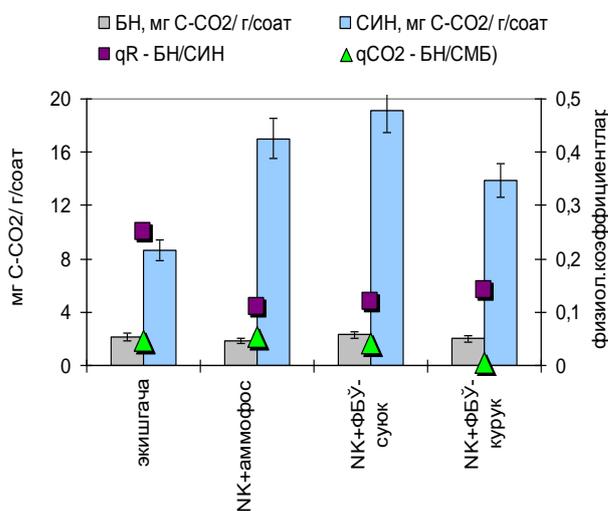


3-расм. ФБЎ таъсири остидаги $C_{орг}$ захиралари ва уларнинг нисбатлари

колган углерод миқдори ортиши ишонарли бўлганлиги сабаб микроорганизмлар сони меъёр даражасида камайишини таъминлайди.

ФБЎнинг қуруқ шакли микроб биомассасидаги C 384 мг C/g тупроқ миқдоригача маҳкамланишини кучайтириб, бу $C_{орг}$ га нисбатан 6,52% (бу дастлабки тупроқ ва аммофос қўлланган тупроққа нисбатан 8,5 ва 11,0 марта катта деганидир) ни ташкил этади. ФБЎ-суяқ таъсирида углероднинг $C_{МБ}$ шаклда маҳкамланиш жараёни секинроқ бўлиб, бироқ $C_{МБ}$

нинг ўсиши 55,5 мг C/g тупроқ ни ташкил этади, бу $C_{орг}$ га нисбатан 0,94% га (бу дастлабки тупроқ ва аммофос қўлланган тупроққа нисбатан 22,1 ва 58,1% га кўп деганидир) тенг эканлигини билдиради. Бундан ташқари, органик углероднинг сувдаэрувчан захираси – C нинг осон минераллашувчан ва ўзгарувчан қисми аниқланди. Сувда эрувчан ўзгарувчан захирали углерод доимо айланиб туради ва фойдаланиб турилади ёки қисқа вақт ичида – бир неча соатдан 5 кунгача минераллашиб боади. Органик углерод $C_{сэ}$ нинг сувда эрувчан захираси ФБЎ-қуруқ таъсирида 1,01% гача; ФБЎ-суяқ да эса 1,3% гача ортди, яъни ўсиш мос равишда дастлабки тупроққа нисбатан 10 ва 42% га, аммофос қўллаган тупроқда эса 31 ва 68% ни ташкил этди.



4-расм. ФБЎ таъсиридаги микробиомнинг метаболик фаоллик кўрсаткичи

СИН усули тупроқ микроорганизмларининг солиштирма нафас ($qCO_2 = БД/C_{МБ}$)- олишини улар томонидан ўзлашувчан углерод субстрати самарадорлик кўрсаткичини аниқлашга имкон беради. Шундай қилиб, ФБЎ-суяқ ва ФБЎ-қуруқ таъсири остида метаболитик qR коэффицентини 0,12 дан 0,14 гача, нафас олиш коэффицентини эса 0,041 дан 0,021 гача тушиши мувозанатни ушлаб туриш учун энергия ҳаражатларни камайиши ҳақида гувоҳлик беради (4-расм). Аксинча, qCO_2 нинг аммофос қўллаган тупроқда

ортиши (0,053 гача) микроб туркумсида энергия алмашинуви жараёнини сарфининг жадаллашуви билан боғлиқдир, ҳамда углерод етишмовчилиги, аммофос ўғити таъсири остидаги микроб туркумларининг структуравий ўзгаришларини ва улар орасидаги ички алоқаларни баҳолаш микробиомнинг функционал ўзгаришининг субстратдан фойдаланишнинг камроқ самарадорлиги томон йўналганлигига имкон беради. Айти пайтда эса таркиб бўйича балансланган микроб комплекси ФБЎ таъсири остида энергия жиҳатидан мақсадга мувофиқ ва камҳаражатли алоқа ҳисобланади. Бундан ташқари, $C_{\text{микр}}/C_{\text{орг}}$ нисбати органик углерод ўзгарувчан қисми ўсишини аниқ кўрсатади, яъни бактериялар ўғитлар қўлланилиши туфайли тупроқда гумус миқдори ортиши кузатилди.

Биоценознинг функционал ва метаболик турғунлиги (ёки аксинча ўзгарувчанлиги) ҳар хил синфли ферментларнинг биоценоз фаоллиги бўйича баҳоланди. Р (фосфатаза), N (уреаза) ва С (карбогидраза - целлюлаза, хитиназа, ксиланаза ва глюкозидазалар); шунингдек оксидоредуктаза (дегидрогеназа, полифенолоксидаза ва пероксидазалар) ларнинг алмашинувида қатнашувчи гидролазалар фаоллик даражаси тупроқ захираси барқарорлигига ва ФБЎ-суюқ ҳамда ФБЎ-қуруқларнинг кўрсатилган макроэлементларнинг трансформациясига салбий таъсир кўрсатиши йўқлиги ҳақида дарак беради ва бунда тезлатувчи ёки секинлатувчи эффектлар кузатилмади. Истисно тариқасида ФБЎ-суюқ қўлланилган вариантдаги фосфатаза ва дегидрогеназа фаоллиги ортиши эса айти ҳақиқатдир. Ўғитларнинг 3 йиллик таъсири мобайнида ферментнинг сезиларли фаоллиги ўғит системаси бўлган НРК - 694 мкМ МУФ (+19%), ва ФБЎ нинг суюқ шакли - 635 мкМ МУФ (+8%) бўлган вариантда кузатилди (5-расм Ф).

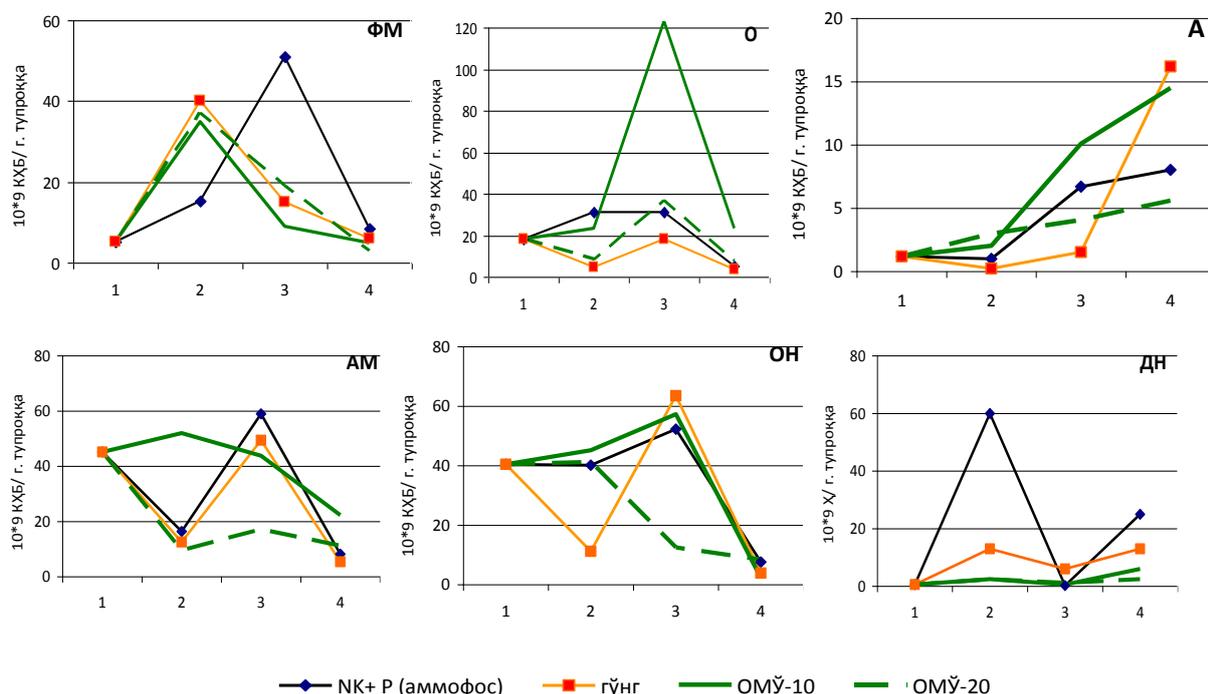
Тупроқ учун ФБЎ-қуруқ қўллашнинг характерли жиҳати фосфатазаларнинг 495 мкМ МУФ (яъни 15% га) камайиши айти ҳақиқатлигидадир. Бундай самара тупроқда ФБЎ билан интродуцирланадиган *Bradyrhizobium* оиласига мансуб бактерияларнинг тирик ҳужайраларининг катта сони, шунингдек уларнинг тупроқдаги фосфоритни парчаловчи ҳаёт фаолиятидаги ажралиб чиқадиган кислота маҳсулотлари мавжудлиги билан тушунтирилади. Ўғит билан кириб келган фосфат-ионининг аста-секин диссоциацияланиши ўсимликни бутун вегетация даврида фосфор билан таъминланишига имкон беради, шунингдек тупроқ фосфатазалари билан маҳкамланган фосфатларни парчалаш механизмини “ишга” туширади. Дегидрогеназа фаоллиги ФБЎни 2-4 баргли фазада қўллашдан кейингина юқори кўрсаткичга: ФБЎ-қуруқда – 65 мг ТФФ; БС – 67 мг ТФФ; ФБЎ-суюқ билан максимал қийматида - 163 мг ТФФ (яъни аммофос қўллашдаги вариантга нисбатан 2-5 марта юқори кўрсаткичга эга) эришилди.

Агрокимёвий самарадорлик тупроқ ва ўсимликдаги асосий озуқа компонентларининг ҳамда углероднинг умумий ва ўзлашувчан қийматига, шунингдек экиннинг ривожланиши ва ҳосилдорлигига бўлган таъсири билан тавсифланди. ФБЎнинг ҳосилдорликка таъсири бир хил эмаслиги аниқланди. ФБЎнинг суюқ шаклини контрол вариант бўлган аммофосга солиштирганда ёғзадан юқори ҳосил олиш (+0,71%) имконини берган бўлса, ФБЎнинг қуруқ

шаклидан фойдаланилганда эса контролга нисбатан ғўза ҳосили (4,25% га) камайди. ФБЎни иқтисодий самарадорлиги аммофосга нисбатан 223,8 минг сўмни ташкил этди. Бироқ ФБЎ-куруқни қўллашдаги самарадорлик эса ўғитнинг нарҳи юқорилиги ва ҳосилдорликнинг камайиши туфайли паст бўлиб, бунда ўғитни тупроқни биологизациялаш ва унумдорликни берувчи элементларни оптималлаштириш сифатида қўллаганда муваффақиятга эришиш мумкин: ФБЎ таъсирида гумусни (1 га ҳисобига 1,476 т ни), умумий азот ва фосфорни (0,072 ва 1,12 т), ўзлашувчан фосфорни (0,11 т) ҳамда осонгидролизланадиган азотни (39 кг) ошиши аниқланди.

Диссертациянинг “Фосфорли органик минерал ўғитларнинг таъсири остида типик бўз тупроқдаги биологик фаоллик” деб номланган тўртинчи бобида объект сифатида фосфорит унини гўнг билан ҳар хил нисбатларда компостлаб (гўнг умумий массасининг 10 ва 20% ини фосфорит уни ташкил этганда) олинган ОМЎ ўрганилди.

Фосфорли органик минерал ўғитлар мураккаб кўп компонентли системани намоён этиб, таркибида азот ва фосфорнинг ноорганик ва органик боғланишларини, шунингдек катта миқдордаги углерод тутган бўлади. Шу боисдан, ҳар хил экологик-трофик гуруҳли тупроқ микроорганизмлари динамикаси, шунингдек, ОМЎ таъсирида ўзгарувчан уюшмалар таркибини ўрганиш ОМЎ билан бирга тупроққа кириб келган озуқа компонентлари трансформацияси тезлигини ҳамда йўналишини баҳолашга имкон беради (5-расм).



5-расм. Фосфатминераллаштиривчи (Ф), олиготрофли (О), аммонификаторлар (А), милолитиклар (АМ), олигонитрофиллар (ОН), денитрификаторлар (ДН) микроорганизмлар сони динамикаси.

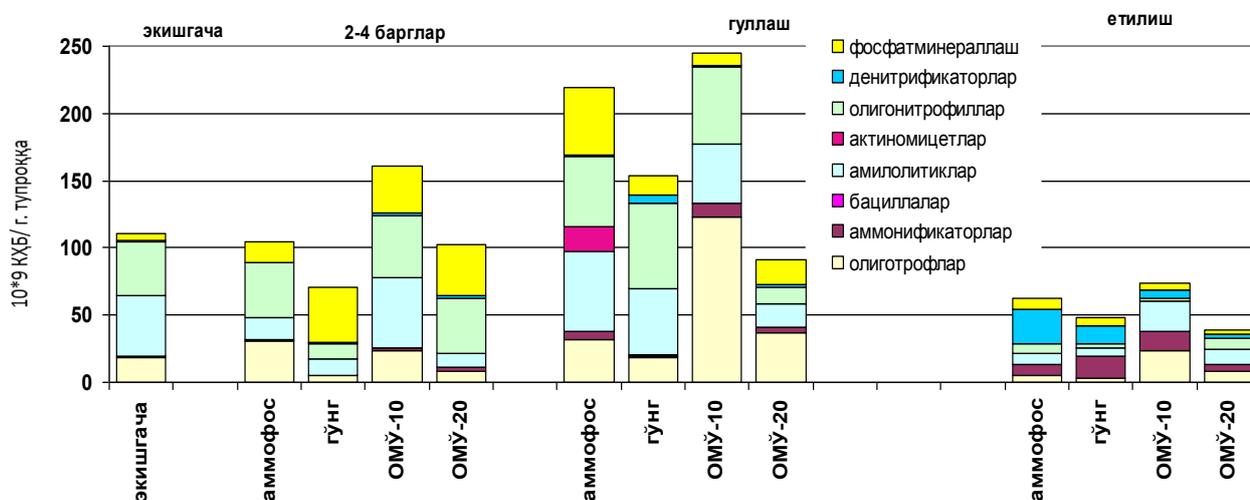
Ўғит қўлланилмаган дастлабки тупроқда органик бирикмалар трансформацияси тезлиги ўртача бўлган кам гумусли бўз тупроққа характерли микроблар туркумлари кузатилди, аксинча минерал ўғитларни ва ОМЎларни қўлланилишига кўрсатилган микроорганизмлар сони кескин ўзгаришига олиб

келиши кузатилди. Шундай қилиб, аммофос таъсиридаги кўп ўрганилган микроорганизмлар сони вегетация даврида синусосидал кўринишнинг максимал гуллаш фазасида ўзгарди (олиготрофлар ва денитрификаторлардан ташқари).

Таъкидлаш жоизки, ОМЎ-20 ни қўллаганда ўғит ўзининг секин таъсир этувчан хоссасини яққол намоён қилади: уни қўллаш пайтида микроорганизмлар сонининг ҳам ОМЎ-10 вариантга, ҳам аммофосга нисбатан ҳақли камайиши кузатилди: олиготрофлар (2,7-3,6 марта), аммонификаторлар (1,6-2,4 марта), амилolitikлар (1,7-5,4 марта), олигонитрофиллар (1,1-4,5 марта) ва денитрифицирловчилар микроорганизмлар (2,4-24 марта).

ОМЎ-10 бутун вегетация даврида ўрганилган гуруҳ микроорганизмларининг сони ошишини таъминлаб, (фосфатмобилизаторлар ва денитрификаторлардан ташқари) бу микроорганизмлар сонининг гўнг ва ОМЎ таркибидаги углерод ва фосфорли бирикмаларнинг миқдори ва ўзлашувчанлиги, шунингдек C:N ва C:P нисбатларга боғлиқлигини тасдиқлайди.

Омўнинг таъсири остидаги микроб комплекси структурасининг таҳлили ўғит қўлланилмаган дастлабки тупроқда аммонификаторлар, денитрификаторлар, фосфатмобилизаторлар (5% атрофида) нинг катта бўлмаган улушда ва содоминантлар – олиготрофлар (17,0%) билан бўлган амилolitikлар ва олигонитрофиллар (мос равишда 42,8 ва 38,4%) ни доминантлаш учун шароит бўлгани аниқланди (6-расм).

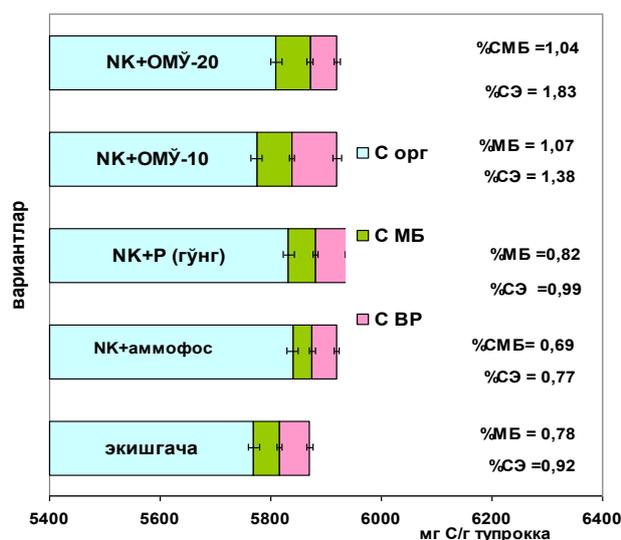


6-расм. ОМЎ таъсири остидаги микроб туркумлари таркиби.

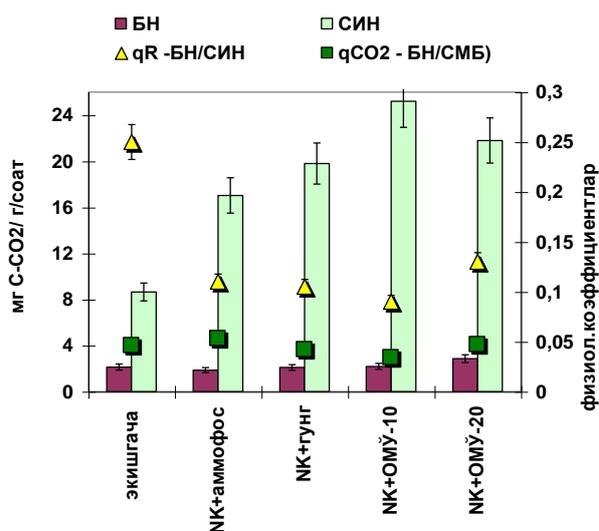
Минерал ва органоминерал ўғитларни қўллаш микроб комплекслари структурасининг ўзгаришига олиб келди. ОМЎ-10 таъсири остидаги микроорганизмларнинг умумий сон қиймати ОМЎ-20 га нисбатан 2-3 марта юқоридир, бироқ доминантлар ва субдоминантлар улуши иккита вариант учун жуда яқин бўлиб чиқди. Тадқиқотлар асосида ОМЎ-10 ва ОМЎ-20 вариантлардаги (аммофос варианты билан солиштирганда 4-5 марта катта) денитрификаторлар ва нитрификаторлар миқдори ва улуши камайиши аниқланди ва бу минерал ва органик азотнинг бутун вегетация даврида йўқотилиши камайганлиги ҳақида дарак беради.

Шунингдек гўнг таъсирида микроб комплекслар таркиби ўзгариши яққол, айниқса ўсимликнинг эрта ривожланиш даврида намоён бўлиб, бу вақтда фосфатмобилизаторларнинг бир неча бор кўпайишига, уларнинг улуши микроб туркумлари таркибида 58% га етиб, бунда олиготрофлар ва олигонитрофиллар улуши сезиларли камайишига олиб келди, бу ўз навбатида ўзлашувчан углеродли бирикмалар мавжудлиги билан изоҳланади. Аксинча, аммофосни қўллаш олиготрофларнинг сони ва улушини ортиши 2-4 барглар чиқиш фазасига (34,7% гача), амилolitik микроорганизмлар улуши ва сони 3 мартага камайиши пайтига тўғри келиши C:N-нисбат дисбаланси ҳақида дарак беради. Шуниси муҳимки, гуллаш фазасида мураккаб (қийин ўзлашувчан) органик моддаларнинг деструкцияси актиномицетлар миқдори ва улуши ошиши ҳисобига кўпаяди, етилиш фазасига келиб эса, ўсимликлар томонидан ўзлашмаган ҳамда йўқотилган органик ва минерал азотнинг ортиқча миқдори сабаб аммонификаторлар (14,9%) ва денитрификаторлар (46,4%) кўпайиши ҳисобига уюшмалар структураси кескин ўзгаради.

Тадқиқот натижалари ОМУларнинг қўлланилиши пайтида органик углерод ($C_{орг}$) қиймати сезилмас даражада ортанлигини (атиғи 1,7%) кўрсатди (7, 8-расм).



7-расм. ОМУ таъсири остидаги $C_{орг}$ нинг заҳиралари ва нисбатлари



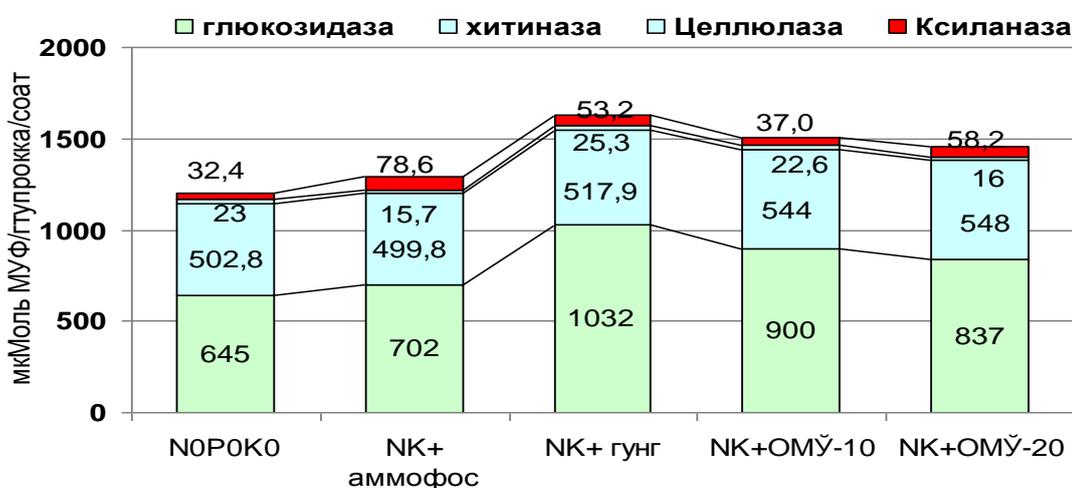
8-расм. ОМУ таъсири остидаги микробиом фаоллигининг кўрсаткичлари

Микроб биомассасида $C_{МБ}$ маҳкамланиб қолган ва сувда эрувчан $C_{СЭ}$ углерод миқдори ортди: ОМУ-10 вариантыда $C_{МБ}$ 38% га; $C_{СЭ}$ - 33% га ортиши, ОМУ-20 да эса $C_{МБ}$ нинг агити 51% га кўпайиши, $C_{СЭ}$, аксинча, 10%га камайиши кузатилди. Гўнг қўлланилган вариант эса углероднинг ҳар хил заҳиралари даражаси бўйича минерал ва органик минерал ўғитларнинг оралик ҳолатини эгаллади: $C_{МБ}$ ва $C_{СЭ}$ ларнинг дастлабки тупроққа нисбатан (6,2 ва 9,4% га), айниқса, аммофос варианты билан (40,0 ва 30,6% га) ортиши аниқланган ва айни пайтда : $C_{МБ}$ миқдори ОМУ вариантларга нисбатан камлиги (21-23% га) тўғри бўлиб чиқди. Интеграл метаболик коэффициент катталиги qCO_2 – микроорганизмларнинг солиштирма нафас олиш даражасининг

камайишини, яъни 1 мг микроб биомассасига кетган CO₂ миқдорини (8-расм), бунда ОМЎ-10 ни қўллашда (26% га), гўнгни (9% га), ОМЎ-20 ни қўллашда эса ўзгариш бўлмаганлигини, бироқ аммофосни қўллаганда (15% га) ортишини кўрсатди. qCO₂ нинг ОМЎ вариантыдаги пастки қиймати бактериал уюшмаларнинг энергетик истеъмоли камлиги ва унинг ташқи омилларга турғунлиги юқорилиги билан изоҳланади.

Ферментатив захираларнинг тадқиқотларда ОМЎни қўллаш ўғитсиз бўлган вариант билан солиштирганда Р-цикл – фосфатазаларнинг гидролаза фаоллигини 1343,9 мкМ МУФ гача (яъни 2,3 марта), ОМЎ-20 да 2206,8 мкМ МУФ гача (яъни 3,8 марта) сезиларли даражада оширди.

Ўғитларни 3 йил ичида қўллашда жами карбогидраза фаоллигининг барча ўғит турлари остида NPK да – 7,5 га; гўнгда - 39,9 га; ОМЎ-10 да – 27 га; ОМЎ-20 да – 21,6% га ҳаққоний кўпайиши кузатилди (9-расм).



9-расм. ОМЎ таъсири остидаги целлюлолитик ферментлар фаоллиги.

Карбогидраза фаоллигининг гўнг таъсири остидаги сезиларли кўпайиши органик моддаларнинг деструкцияси тезлашиши билан, яъни тупроқдаги C:N нисбатнинг қўлланилган ўғитлар (айниқса гўнг) таъсирида ўзгариши туфайли прайминг-эффетининг ижобий кўрсаткичи билан тушунтирилади.

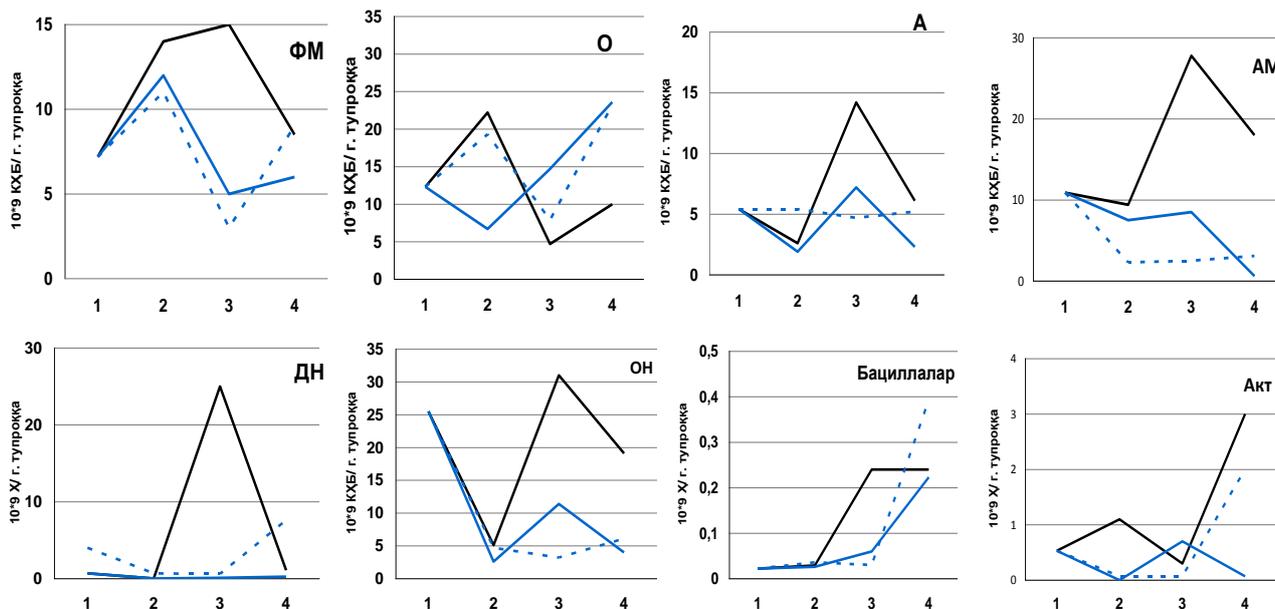
Оксидоредуктаза устида олиб борилган тадқиқотлар айрим дегидрогеназа фаоллигининг (гуллаш фазасида) кучайишини, полифеноксидаза даражасининг пероксидазага таъсир кўрсатмасдан сезиларли камайишини кўрсатди.

Корреляцион (тўғрилаш) таҳлиллар ўрганилган ферментлар фаоллиги ўғитдаги углерод миқдorigа, шунингдек гумус миқдorigа тўғри пропорционал эканлигини кўрсатди. Айниқса, C_{сол.} ва C_{умум.} орасида, ҳамда полифенолоксидаза ва пероксидаза ($r = 0,62-0,9$); C_{сол.} ва C_{умум.} ҳам хитиназа ($r = 0,53-0,86$); C_{сол.} ва C_{умум.} ва уреaza ($r = 0,46-0,96$) лар ўртасида қалин боғлиқлик; C_{сол.} ва C_{умум.} ҳам фосфатаза ($r = 0,51-0,65$); C_{сол.} ва C_{умум.} ва глюкозидаза ($r = 0,28-0,60$) орасидаги боғлиқлик кучи эса камлиги кузатилди. Мухими шундаки, фосфатаза фаоллиги ва фосфатминераллаштириш микроорганизмлари сони ўртасидаги ўртача кучни қайтар ($r=-0,50$) боғлиқлиги

ва фосфатаза фаоллиги ҳамда умумий фосфорни тутувчи ўғитларнинг қайтар тўғрилиқ даражаси ($r=-0,62$) аниқланди.

Агрокимёвий изланишлар натижалари илгариги микробиологик ва биокимёвий тавсифлар билан мос келади. Ёўза ўсимлиги ўсиши ва ривожланиши динамикасини ўрганиш жараёнида ОМЎ-10 ва ОМЎ-20 ларнинг асосий поя узунлигига; симподиал шоҳлар миқдори, ҳосил чаноқлари сонига, шунингдек биомассанинг йиғилишига ижобий таъсир кўрсатганлиги аниқланди. Бундан ташқари, ОМЎ-10 ва ОМЎ-20 ларни ёўза органлирига қўллашда асосий озукa компонентларини кўп миқдорда кириб келишини – азотни (1,3-29,4% га), фосфорни (3,2-42,9% га) ва калийни (4,3-36,4% га), яъни ўсимликни бутун вегетация даврида озикланишини, натижада ҳосилдорликни кўпайишини таъминлади, бу ҳосилдорликни ортиши ОМЎ-20 вариантыда 2,3 ц/га га, ОМЎ-10 да - 1,3 ц/га га, яъни кўшимча даромад мос равишда 158,4 ва 297,8 сўм (аммофос қўллаган вариант билан солиштирганда) ва 1 га дан 405,6 ва 477,8 минг сўми (гўнг қўллаган вариантга нисбатан) ташкил этди. Бунда муҳими шуки, органик минерал ўғитларни ҳосилдорликни кўтариш тупроқни биологация элементи сифатида қўллашнинг иқтисодий самарадорлиги унумдорликни оширишни, тупроқда озукa элементларини миқдори ва ўзлашувчанлигини оширишни, унумдорликни сақлашни имконини беради. 1 га нисбатан ҳисоблаганда умумий азот ва фосфорнинг 1,04-1,11 т ва 2,16-3,96 т ни, ҳаракатчан азот 0,008 ва 0,011 т ни; фосфор 0,032-0,034 т ни, шунингдек осонгидролизланадиган азот миқдори ошиши 0,061-0,065 т ташкил этди.

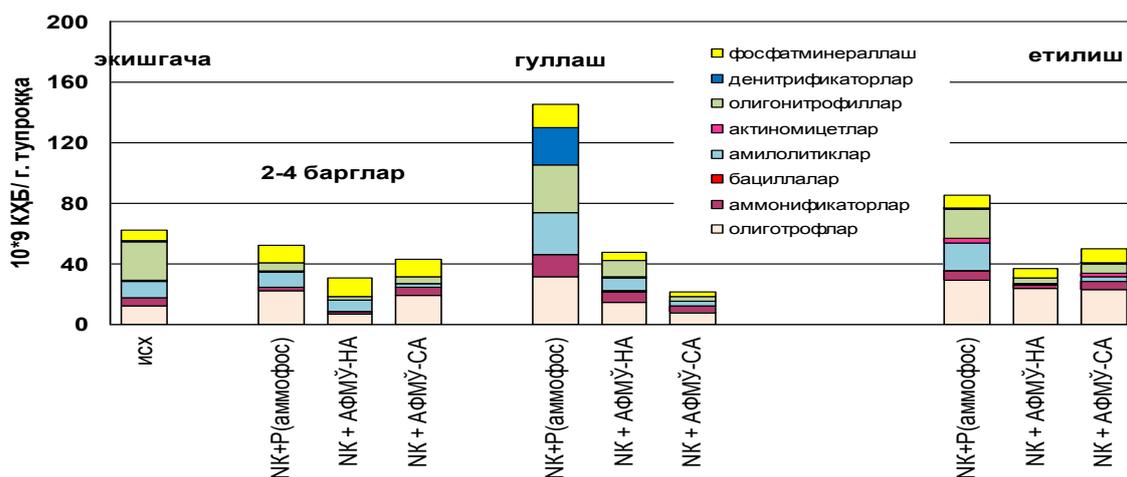
Диссертациянинг **“Азот фосфор минерал ўғити таъсири остидаги типик бўз тупроқнинг биологик фаоллиги”** деб номланган бешинчи бобида озукa элементларини аста-секинлик билан осон гидролизланадиган азот ва фосфорнинг ортиқчалигисиздек муҳим хоссага эга АФМЎ тадбиқ қилинди. АФМЎ-АС ва АФМЎ-АНи қўллашда озукa элементларини бир меъёрда кириб келиши фосфор ва азот трансформациясида қатнашувчи микроорганизмлар сонининг бир хилда тақсимланишини: фосфатмобиллаштирувчи, олиготрофлар, аммонификаторлар, бациллалар, актиномицетлар, минерал азотни ассимиляцияловчи микроорганизмлар, олигонитрофилларни таъминлайди (10 расм). АФМЎ вариантыда органик бирикмаларни фаол деструкторлар улушининг сезиларли камайиши (актиномицетлар 2,0-5,0 марта, бациллалар 1,2-2,3 марта) тупроққа қўлланилган ўғитдаги ҳаракатчан макроэлементларнинг жараёни ҳақида дарак беради. Натижада ўсимлик томонидан азот ва фосфорнинг тўла осонўзлашувчанлигига, шунингдек макроэлементларнинг йўқотилиши олдини олинганлиги туфайли ўғитнинг ФИК ортишига эришилади. Аксинча, аммофос вариантыда асосий экологик-трофик гуруҳдаги микроорганизмлар сонининг сезиларли: фосфатмобилизаторлар (8,5-15 млн КХБ, яъни АФМЎ вариантыга нисбатан 1,3-5 марта кўп); олиготрофлар (22,3-31,6 млн КХБ, яъни АФМЎ вариантыга нисбатан 1,15-4,0 марта кўп); аммонификаторлар (2,6-14,2 млн КХБ, яъни АФМЎ вариантыга нисбатан 1,2-3,2 марта кўп), бациллалар (0,24-0,029 млн КХБ, яъни АФМЎ вариантыга



10-расм. АФМЎ таъсири остидаги фосфатминераллаштирувчи (Ф), олиготрофли (О), аммонификаторлар (А), амилаolitik (АМ), олигонитрофилли (ОН), денитрификаторлар (ДН) микроорганизмлар, бациллалар (Б) ва актиномицетлар (Акт), сонинг динамикаси.

нисбатан 1,1-8 марта кўп) ва актиномицетлар (0,3-3,0 млн КХБ, 1,15-15 марта, етилиш фазасида эса яъни АФМЎ вариантыга нисбатан 42 марта кўп); амилаolitik микроорганизмлар (9,4-27,8 млн КХБ, яъни АФМЎ вариантыга нисбатан 1,2-30,0 марта кўп); олигонитрофиллар (5,1-31,0 млн КХБ, яъни АФМЎ вариантыга нисбатан 1,2-9,7 марта кўп) ортиши минераллаш жараёнининг жадаллашувидан дарак беради. Алохида эътиборни ўрганилаётган тупроқдаги денитрификатор микроорганизмлар динамикасига қаратиш керак: АФМЎ-АН ва АФМЎ-АС вариантдаги ғўзанинг ривожланиш фазасига боғлиқ уларнинг сони юқори бўлмади ва 0,025-1,1 млн. КХБ/ г тупроқ атрофида ўзгариб турди, айти пайтда аммофос вариантида уларнинг сони АФМЎ қўллашдаги вариантга нисбатан 227-357 марта кўпдир. Энг катта эҳтимолдаги улушларни аммофос қўллашдаги азотнинг нитрат кўринишига айланиш жараёни бўлиб, натижада азотнинг газсимон бирикма ҳолида йўқотилиши таъминланади.

Азот- ва фосфорли минерал ўғитларнинг таъсири остидаги микроб комплексларининг динамикасини аниқлаш тупроқ микроб туркумлари таркиби вариантлар бўйича ҳар хил бўлишини кўрсатди (11-расм). Айтиқса, ғўзанинг гуллаш фазаси тасвирлашга муносиб: бу даврда концентратланган азот-фосфорли ўғит - аммофос ҳар хил ЭКТГнинг микроорганизмлар сонининг кўп маротаба кўпайишига сабабчи бўлиб (шу жумладан, олиготрофлар, аммонификаторлар, амилаolitik, олигонитрофиллар, денитрифицирловчи ва фосформинераллаштирувчи микроорганизмларни), макроэлементлар трансформацияси тезлашишига ёрдам беради ва ўсимлик озикланиш режими дисбаланси, озуқа элементлари йўқотилишининг ошишига ва ўғитнинг ФИК камайишига сабабчи бўлади.



11-расм. АФМЎ таъсири остидаги микроб туркумларининг таркиби.

Аксинча, АФМЎ ўсимликларни озука элементлари билан давомий равишда таъминлаб, микроорганизмлар сонининг ошмаслигига олиб келади, ва бунда органик бирикмаларни фаол деструкторловчиларнинг (актиномицетлар, бациллалар), шунингдек денитрификаторларнинг улуши сезиларли камаяди. АФМЎ варианти билан тузилган микроб комплекслари таркиби макроэлементларининг иммобилизациясини таъминланиши ҳақида дарак беради. Аммо етилиш фазасида олиготрофлар (АФМЎ-АС вариантида микроорганизмлар умумий сонининг 58% гача ва АФМЎ-АНда эса 75%), шунингдек бу даврга келиб тупроқда бациллалар ҳамда актиномицетлар фоиз микдори ошишига қараб углеродтутувчи органик бирикмаларнинг етишмаслиги эҳтимоли мавжуд. Кейингиси мураккаб гумусли моддаларнинг микроблар томонидан деструкцияси ҳисобига углероднинг ўрнини тўлдириш зарурлигига олиб келади. Қайд қилинган ҳодиса тупроқдаги углеродтутувчи бирикмаларни деградациясига олиб келадиган прайминг-эффект (priming-effect) камайиши учун органик ўғитларнинг минерал ўғитларга тўлдиргич сифатида қўллаш зарурлигини яна бир бор тасдиқлайди.

Микроб туркумларининг унумдорлиги, яъни йиғилиб қолган C_{MB} ва $C_{CЭ}$ меъёри аммофос таъсири сотидаги дастлабки кўрсаткичлардан - 24 ва 23,5% га камайиш томонга, C_{MB} нинг улушининг $C_{орг}$ дан ва $C_{CЭ}$ нинг $C_{орг}$ дан 16 ва 15% га фарқ қилди (2-жалвал).

2-жадвал

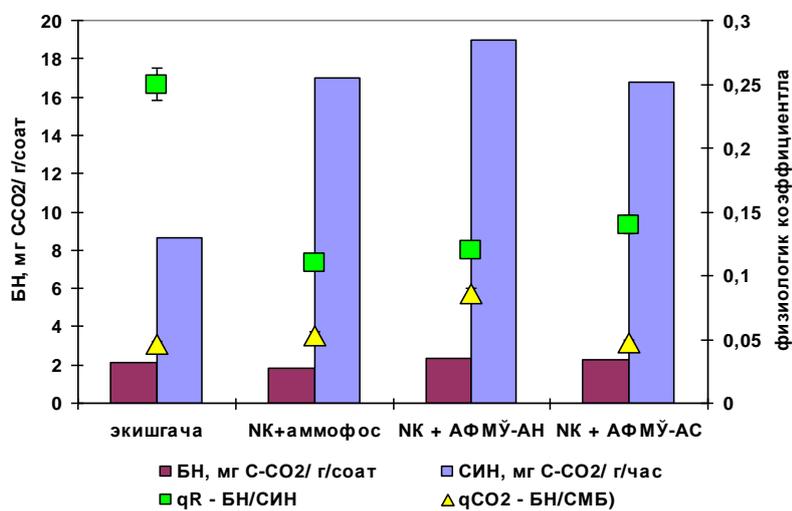
АФМЎ таъсири остидаги органик углероднинг захиралари ва уларнинг нисбатлари

№	Тажриба варианты	$C_{орг}$, МКГ/Г	C_{MB} , МКГ/Г	% C_{MB} ОТ $C_{орг}$	$C_{CЭ}$, МКГ/Г	% $C_{CЭ}$ ОТ $C_{орг}$
1	Дастлабки тупроқ	5970	46,2	0,77	54,2	0,91
2	НК+Р аммофос	5920	35,1*	0,59*	45,4*	0,77*
3	НК+Р (АФМЎ-АН)	5860*	26,9*	0,46*	63,0*	1,08*
4	НК+Р (АФМЎ-АС)	5840*	48,4	0,83	51,4	0,88
<i>Ишончли. интервал (P<0.05)</i>		<i>57,91</i>	<i>9,83</i>	<i>0,17</i>	<i>7,17</i>	<i>0,13</i>

Эслатма: *- дастлабки тупроққа нисбатан ишончли фарқланиш

Гумус таркибидаги С микроб биомассасининг камайиши минерализация жараёнининг устивор келганидан дарак беради. Муҳими шундаки, АФМЎ-АН ни қўллаш C_{MB} ва $C_{CЭ}$ ларнинг абсолют қиймати 42% камайишига, $C_{CЭ}$ ни 16% кўпайишига ва $C_{орг}$ таркибидаги $C_{CЭ}$ улушларининг 16-18% га кўпайишига олиб келади. АФМЎ-АСнинг C_{MB} ва $C_{CЭ}$ катталикларига таъсири ижобий (гарчи катта бўлмаса ҳам) бўлиши, яъни $C_{орг}$ таркибидаги уларнинг улуши камайиш пайтида 5 ва 7% га, 5 ва 3% га эса дастлабки тупроққа нисбатан ошиши қайд қилинган.

12-расмда тупроқнинг базал ва субстрат-индукция нафас олиш даражаси, qR ва qCO_2 ларнинг нафас ҳамда метаболит коэффициентларининг АФМЎ таъсиридаги натижалари, тупроқнинг базал нафас олиши (БН) вариантлар бўйича фарқланмаган ва яқин ораликларда ўзгариб турган. Аксинча, СИН (осон ўзлашувчан С-озикланиш-глюкоза манбаига микроб комплексининг нафас олиши) интенсивлиги фосфорли ўғит қўлланилган барча вариантларда сезиларли ортди ва контрол вариантдан 1,9-2,2 марта ортди.



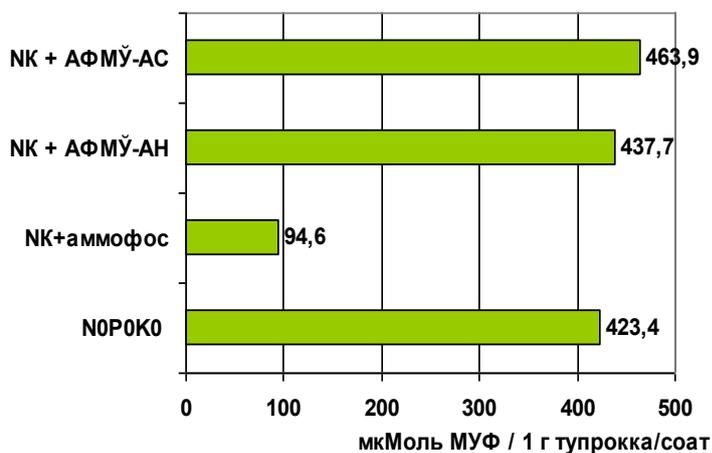
12-расм. АФМУ таъсири остидаги микробиом фаоллигининг кўрсаткичлари

Аммофос ва АФМЎ қўлланилган тупроқларда нафас олиш коэффициенти 0,11-0,14 гача камайиши микроб туркумлари билан экологик балансланиш ўз тасдиғини топади. Муҳими шундаки, бактериал уюшмаларнинг энергетик сарфини (БН/ $C_{микр}$), кўрсатувчи метаболит коэффициент qCO_2 фосфорли ўғитларни (хам аммофосда 15% га, ҳам

АФМЎда 2,7-87% га) қўллаганда ошиши ишончлидир ва биоценодик баланс ҳамда унинг турғунлигини таъминлаш учун катта харажатлар керак эканлиги тўғрисида дарак беради. Шундай қилиб, C_{MB} ва $C_{CЭ}$ захиралари ҳамда $C_{MB}/C_{орг}$ нисбатнинг фосфорли минерал ўғитларнинг таъсири остидаги ўзгаришни органик моддаларнинг айрим хоссаларининг ёмонлашувини ва сифатли метаболитик тавсифларни турғунлаштириш мумкин. АФМЎни қўллаш микроб комплексда энергетик ва метаболитик боғлиқликни (АФМЎ-АН-кўпроқ; АФМЎ-АС-камроқ) C/N нисбатнинг қисқариши ва углеродтутувчи органик бирикма-ларнинг минераллашуви ортиши туфайли ўзгартириши эҳтимоли бордир.

Тупроқнинг ферментатив фаоллик тадқиқотлари АФМЎ нинг салбий таъсир кўрсатмайди: фосфатазининг Р-циклига (13-расм), уреазанинг N-циклига (14 У-расм), ҳамда дегидрогеназага (14 Д-расм). Фосфатазининг ўзининг дастлабки микдоридан катта бўлмаган 3 ва 9% га ошиши (бирок

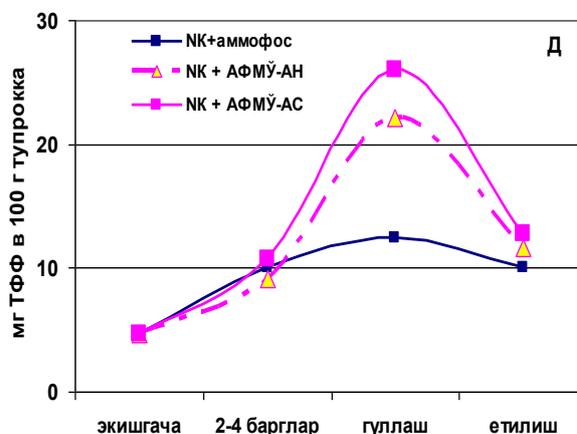
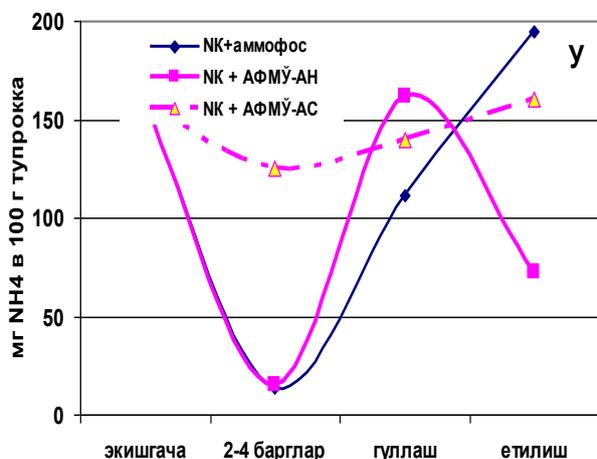
аммофос қўлланилганга нисбатан 4,6-4,9 марта кўпроқ); карбогидразлар (целлобио-гидролазлар, хитиназалар, ксиланазалар ва глюкозидазалар) эса сезилмас миқдорга ошиши аниқланган. АФМЎнинг гидролитик фермент N-цикл – уреазга вегетация давридаги таъсири йўналиш ва аҳамияти бўйича фарқ қилган: АФМЎ-АС уреaza фаоллигининг меъёрини юқори даражада таъминлаган бўлса, АФМЎ-АН таъсири остидаги уреaza фаоллигининг



13-расм. АФМУнинг типик бўз тупроқ фосфатаза фаоллигига таъсири

7-

синтезига жавоб берувчи полифенолоксидаза - 7-56 %га, тупроқда гумус бирикмаларининг парчаланишига ёрдам берувчи пероксидазаларни ети-лиш фазасида кўрсаткичларнинг камайишига олиб келишда 13-42% га ортди.



14-расм. АФМЎнинг уреaza (У) ва дегидрогеназа (Д) фаоллиги таъсири

Корреляцион таҳлиллар фосфатаза фаоллиги ва фосфатминераллаштирувчи микроорганизмлар миқдори орасидаги тўғридан-тўғри боғлиқлик ($r=0,66$) аниқланган, яъни АФМЎни қўллаш 4,6-4,9 марта (аммофосга нисбатан) органик бирикмаларда ушланиб қолган тупроқ фосфатларини ҳаракатга келира олади, бунда тупроқдаги ўзлашувчан P_2O_5 миқдори ўсимликнинг яхши ривожланиши учун етарлича қийматга эришилади.

АФМЎнинг самарадорлиги тадқиқотнинг тупроқнинг агрокимёвий кўрсаткичларини яхшиланишини ҳақида изоҳ беради: макроэлементларнинг

умумий ва ҳаракатчан шаклларининг ижобий динамикаси эришилди. Хусусан умумий азотнинг миқдори 12,5% га; умумий фосфорнинг - 8,5% га, ҳаракатчан фосфорнинг - 37,5% га, ишқордагидролизланган азот ҳатто 2,3 марта ортиши қайд қилинган. Бунда нитратлар миқдори ҳақли равишда (27,4% га) камаяди, яъни тупроқнинг ифлосланиши ва потенциал йўқотишлар озаяди. Аммофос ўғитини нисбатан таннархи арзон бўлган АФМЎ га, алмаштиришдаги иқтисодий самарадорлиги 62,7дан 275,8 гача минг сўм/га ташкил этди.

Диссертациянинг **“Янги фосфорли ўғитларни типик бўз тупроқнинг агрокимёвий хусусиятлари ва микроблар комплексига таъсир механизми”** олтинчи бобида фосфоритларни - ФБЎ, ОМЎ ва АФМЎ фаоллаштиришнинг турли усуллари билан олинган ўғитнинг ижобий таъсирини тушунтириш мақсадида концентрланган аммофос ўғити билан солиштирилиб уларнинг таъсир механизми келтирилган. Аммофос ўғити билан бериладиган фойдали элементларнинг осон ўзлашадиган миқдори ортганда микроорганизмларнинг стресс ҳолатига таъсир кўрсатади ҳамда берилган микроэлементларнинг интенсив қайта ишлаши учун турли экологик-тропик гуруҳларнинг микроорганизмлари сонини кескин ортишига олиб келади. Бунда тупроқ органик моддаларининг минераллашуви жараёни - priming effect қийин кечади, микробли биомассага маҳкамланган улероднинг трансформациями ва яқин турган углероднинг сувда эрийдиган захирасини кучайтиради (умумий углеродда унинг миқдори ва улуши тушиши билан); субстрат-индуцирланган нафас олишни ва метаболит коэффициент ўсишини оширади; ферментатив гидролитик ва оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари интенсификацияланади. Аҳамиятлиси, аммофоснинг қўлланилиши шубҳасиз тупроқни фойдали элементларини бойитади, лекин унинг фойдаланиш коэффициенти катта бўлмайди (25-30%), шу сабаб ўсимликнинг вегетацияси охирида агрокимёвий кўрсаткичларнинг (гумус, умумий ва ҳаракатчан азот шакллари, фосфор ва калий миқдори) салбий тушиши кузатилиши мумкин, бу ҳосилдорликка таъсир этмайди. Тупроқнинг унумдорлиги деградацияси ҳисобига ҳосилдорликни шаклланишини таъминлаши мумкин. Тадқиқод натижалари шуни кўрсатдики, тупроқ микробиомига, унинг метаболит ва нафас олиш фаоллигига ўғитнинг таъсир механизмида органик ташкил этувичларнинг миқдори муҳим роль ўйнайди.

Хусусан, ОМЎ ва ФБЎ ларни қўллашда культурал микроорганизмлар умумий сонининг камайишида микроб комплексларининг таркиби қайта гуруҳланиши олиготроф микроорганизмлар улушининг камайиши томонига силжиши ва амилитик, фосфатмобиллаштирувчи, аммонифицирловчи ва бошқа миклофлораларнинг тарқалинишининг доминантланиши кузатилди, яъни турли хиллик ва мос равишда кўпфункционалли микробли уюшмалар шаклланади. Органик ташкил этувчиси бор ва озуқа компонентлари юқори бўлмаган ФБЎ ва ОМЎларни қўллашда органик моддаларнинг сифати яхшиланишини: микроб биомассасида углероднинг йиғилиши кучайиши (аммофос қўлланилган тупроққа нисбатан ФБЎ-қуруқдан - 8,5-11,0 мартага; ФБЎ-суяқдан – 8,5 ва 58,1% га; ОМЎ-10 дан – 33-38% га, ОМЎ-20 дан - 35%

га) qR метаболитик ва qCO_2 нафас олиш коэффициентларни камайишида, яъни микробиома энергетик сарфлари қисқариш пайтида ўзгармасдан қолиши мумкин. Микроб комплекснинг ижобий ўзгариши ва тупроқнинг минерализацион фаоллиги натижасида агрокимевий хоссаларнинг яхшиланиши кузатилди: гумус (1,476 т га), азот (0,072-1,11 т га) ва фосфорнинг (1,12-3,96 т га) умумий шакллари, азот (0,008-0,011 т га) ва фосфорнинг (0,032-0,11 т га), ҳаракатчан шакллари, шунингдек осонгидролизланадиган азот (0,039-0,065 т/га га) микдорининг ошиши қайд қилинган.

Секин таъсир этувчи азот фосфорли минерал ўғит – АФМЎнинг таъсир механизми куйидагича: АФМЎни тупроққа солгандан кейин ўғитнинг тупроқ сўрими таъсирида “фаоллашади”, яъни минералларнинг NH_4^+ , NO_3^- , P_2O_5 ва SO_4^{2-} гача трансформацияси аста-секинлик билан кечади. Элементларнинг тупроққа бир меъёрда, ортиқчасиз кириб келиши асосий экологик-трофик гуруҳ микроорганизмлари сонининг кераклича тақсимланишини белгилайди, микробиома таркибида бўлган К-стратеглар улуши кўпайиши, яъни макроэлементларнинг ҳаракатчанлик жараёнини доминантлашни, уларни ўсимликлар томонидан тўла ўзлашишини, шунингдек макроэлементларнинг йўқотилиши олди олиниши туфайли ўғит ФИКнинг ортишини таъминлайди. Вегетация охирига келиб, осонўзлашувчан углеродтутувчи бирикмаларнинг ишлатилишига кўра микроб комплексининг таркиби ўзгариши г-стратегларни кўпайишига ва прайминг-эффектининг жадаллашувга - гумус бирикмаларининг парчаланишига олиб келди.

АФМЎнинг микроб биомассасига ва микроб туркумларининг респирацион фаоллигига таъсир қилишдаги натижалар юқоридагилар хулосаларни тасдиқлайди, C:N нисбатининг камайиши ва углеродтутувчи органик бирикмаларнинг минераллашуви тезлашиши ҳисобига qR ва qCO_2 ларнинг 2,7–87% га ошиши, шунингдек C_{MB} ва $C_{CЭ}$ ҳамда $C_{MB}/C_{орг.}$ нисбатларнинг заҳира микдорларининг ҳақли равишда камайиши содир бўлади. Бундан ташқари, АФМЎ-АН ни қўллаш умумий азот ва фосфорни 1 га нисбатан 0,3 ва 0,42 т га, ҳаракатчан фосфорни 0,030-0,261 т/га, ошишини таъминлайди.

Олиб борилган жами тадқиқотлар секин таъсир этувчи бактериал, органик минерал ва минерал фосфорли ўғитларнинг ўзларининг хоссалари, озуқа компонентларининг трансформация жараёнларига таъсири, фойдаланиш коэффициенти, агрокимвий самарадорлигининг ошиши ва атроф-муҳитга таъсири бўйича концентранган аммофос ўғити ўрнини босиши ҳақида хулоса қилади.

ХУЛОСА

Диссертацияни бажаришда олинган асосий илмий ва амалий натижалар куйидагилардир:

1. Секин таъсир этувчи бактериал, органик минерал ва минерал ўғитларнинг тупроқ микробиомаси структуравий жиҳатларига таъсири аниқланган. ОМЎ ва ФБЎ ларни қўллашида микроб комплексининг қайта қурилиши намоён бўлади, яъни г-стратегларни камайиши ва аксинча К-стратегларни кўпайиши кузатилади. АФМЎни қўллашда унинг секин таъсир

этувчан ҳаракати туфайли асосий экологик-трофик гуруҳли микроорганизмлар сонининг ўрача бўлиши таъминланади, бироқ осонўзлашадиган озуқа компонентларининг камайиши сабаб, микробиома таркиби олиготроф гуруҳлар доминантлашиши ва прайминг-эффекти тезлашиши томон ўзгаради.

2. Микробиоманинг унумдорлигини ўрганиш микроб биомассасининг катта микдорининг ФБЎ-қуруқ ни қўллашда 8,5-11,0 марта; ФБЎ-суюқ да 8,5 ва 58,1% марта; ОМЎ-10 билан 33-38% марта; ОМЎ-20 билан 35% га (тупроқдаги аммофос билан таққослаганда) йиғилишини qR метаболитик ва нафас олиш qCO_2 коэффиценти (1,29-2,52 марта) энергетик сарф камайишини кўрсатди. АФМЎ-АН ни қўллаш C_{MB} ва C_{C3} абсолют қийматларини 42 ва 40% га камайтирди, улар улушининг $C_{орг}$ таркибида 16-18% га орттиради ва айна пайтда АФМЎ-АС ни қўллаш C_{MB} ва C_{C3} ни 5 ва 7% га оширди, улар улушининг $C_{орг}$ таркибида 5 ва 3% га камайтирди (дастлабки тупроққа нисбатан), ҳамда qR метаболитик ва нафас олиш коэффицентлари 2,7-87% га ошиши топилган.

3. Микробиоманинг ферментатив фаоллиги ФБЎ ва ОМЎни қўллашда макроэлементларнинг трансформация жараёнига салбий таъсири йўқлиги ҳақида дарак беради. ФБЎ-суюқ ўғити таъсири остидаги фосфатаза ва дегидрогеназа фаоллиги ошиши, ОМЎни қўллашда (вегетация даврида ўртача 2,3-3,8 ва 10-14 марта), фосфатаза ва уреaza фаоллиги, шунингдек умумий карбогидразанинг фаоллиги (21,6-27% га) ошиши вегетация даврида микроб комплексларининг юқори метаболитик фаолликка ва секин таъсир этувчан ўғит эканлигини тасдиқлайди. АФМЎ-АН ва АФМЎ-АС лар оксидоредуктаза фаоллигини кучайишини таъминлайди: кўрсаткичларни етилиш фазасида камайиш билан дегидрогеназаларни 7-109% га; полифенолоксидазаларни - 7-56% га, пероксидазаларни - 13-42% га, АФМЎ-АСни қўллаш вегетация даврида уреaza фаоллигининг юқори даражадаги барқарорлигини яратади.

4. Янги ўғитлар ФБЎ, ОМЎ ва АФМЎ таркибида озуқа компонентларининг кам бўлишига қарамай (фосфора ва азота), минерализацион жараёнларнинг жадаллиги камайиши ҳамда ФИК ошиши ўғитларнинг секин таъсир этувчанлиги ҳисобига бўлиб, аммофос вариантыга нисбатан кўп ҳосил олишга имкон берди.

Агрокимёвий самарадорликни тадқиқотлари оркали аниқланди: ФБЎ-суюқни қўллаш пахта ҳосилдорлигини 0,71% га ошишига имкон берди, бунда шартли соф фойда 223,7 минг сўм/га (аммофос қўлланилган билан солиштирилганда) ташкил этган; ОМЎ-10 ва ОМЎ-20 ни қўллаш эса ҳосилдорликни 3,9 ва 7,0% га ошишини олиб келди ва соф фойда аммофосга нисбатан 158,4 ва 297,8 минг сўм/га гача ташкил этган бўлса, 20 тонна гўнгни 1 га қўллаганда эса 405,6 ва 477,6 минг сўм/га га тенг; Пахта ҳосилдорлиги АФМЎ-АСни қўллаганда 3,1% га кўп бўлиб, АФМЎ-АН да ҳосилдорлик аммофос вариантыга нисбатан 3,1% га камдир, бунда АФМЎнинг таннархи пастлиги сабаб соф фойда 275,8 ва 62,7 минг сўм/га ташкил этди.

5. Ўтказилган агрокимёвий синов натижалари ФБЎ, ОМЎ ва АФМЎлар билан кириб келган озуқа компонентларининг трансформация жараёнларининг

мақбуллиги, уларнинг ФИК ошишини хақида дарак бериб, бу ўз навбатида гумусни, умумий ва ҳаракатчан азотни ҳамда фосфорнинг миқдорларини ортишига олиб келади:

ФБЎ-суяқ тупроқдаги гумус (1,476 т/га), умумий азот ва фосфор (0,072 ва 1,12 т/га), ҳаракатчан фосфор (0,11 т га), шунингдек осонгидролизладиган азот (0,039 т/га) миқдорини сезиларли даражада оширди. ФБЎ-куруқ таркибидаги макроэлементларнинг миқдори кўп бўлишига қарамай, юқоридаги хоссалар бўйича суяқ шаклига нисбатан ўрнини беради; ОМЎ билан ўғитланган тупроқда гумус миқдори 0,014%га ортди (дастлабки тупроққа нисбатан), ва қўшимча ҳосилдорлик 1 га нисбатан ҳисоблаганда 0,504 т ташкил этди, бунда ОМЎ умумий азот ва фосфорни (1,04-1,11 т/га ва 2,16-3,96 т/га га), ҳаракатчан фосфорни (0,038-0,041 т/га га), шунингдек осонгидролизладиган азотни (0,073-0,078 т/га га) йиғилишини кўпайтирди; АФМЎ умумий азот ва фосфорни 1 га нисбатан 0,3 ва 0,42 т га, ҳаракатчан фосфорни 0,030-0,035 т га, шунингдек осонгидролизладиган азотни 0,176-0,261 т/га га (аммофосни қўллашга нисбатан) ортишини таъминлади.

6. Корреляцион, кластер ва омил таҳлиллари, шунингдек, асосий компонент таҳлилиларидан фойдаланиш янги секин таъсир этувчи бактериялар, органик минерал ва минерал ўғитларни ўхшашлик ва тафовутларини исботлаб беришга имкон яратди, бу ўғитлар ўзларининг озукавий хоссалари билан анъанавий концентрантланган аммофоснинг ўрнини боса олиши, минерализация жараёнини камайиши нуқтаи назаридан устунлиги, макроэлементларнинг имобилизациясини кучайиши, шунингдек, атроф-муҳитга бўлган негатив таъсири камайиши аниқланган.

Шулардан келиб чиқиб, ФБЎ суяқ, ОМЎ-10, ОМЎ-20, шунингдек, АФМЎ-АС ва АФМЎ-АН қишлоқ хўжалигида кенг қўламда қўллашга тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.В.38.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ МИКРОБИОЛОГИИ
И НАЦИОНАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ АН РУЗ

МЯЧИНА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА

**СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ В ТИПИЧНОМ СЕРОЗЕМЕ ПОД
ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ**

03.00.04 – Микробиология и вирусология

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА
(DSc) БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК**

Ташкент - 2018

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан под номером B2017.2DSc/B37.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (microbio@academy.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net.uz).

Научный консультант::	Побережская Светлана Константиновна доктор биологических наук
Официальные оппоненты:	Ахмедова Захро Рахматовна доктор биологических наук, профессор Гафурова Лазиза Акромовна доктор биологических наук, профессор Ниязалиев Бегали Ирисалиевич доктор сельскохозяйственных наук
Ведущая организация:	Институт генетики и экспериментальной биологии растений

Защита диссертации состоится «_____» мая 2018 года в 10:00 часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.B.38.01 при Институте микробиологии и Национальном университете Узбекистана (Адрес: 100128, г. Ташкент, Шайхонтохурский район, ул. А.Кадырий 7б, конференц-зал институте микробиологии. Тел.: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, факс: (+99871) 241-92-71, e-mail: microbio@academy.uz

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института микробиологии (зарегистрировано за № _____). Адрес: 100128, г. Ташкент, Шайхонтохурский район, ул. А. Кадырий 7б, Административное здание Института микробиологии, 3-й этаж,. Тел.: (+99871) 241-92-28.

Автореферат диссертации разослан: «_____» 2018 г.
(реестр протокола рассылки № «_____» от «_____» 2018).

Арипов Тахир Фатихович

Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.б.н., профессор, академик

Жураева Рохила Назаровна

Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, к.б.н.

Гулямова Ташхан Гафуровна

Председатель научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.б.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире актуальной проблемой в сельском хозяйстве остается повышение плодородия почвы, органического вещества, обеспечения положительного баланса элементов питания¹. Почва представляет собой биологически разнообразную и активную многокомпонентную среду со сложным обменом веществ, причем уровень ее плодородия определяется главным образом интенсивностью и направленностью почвенных микробиологических процессов. Кроме того, структурно-функциональные характеристики почвенных микробных комплексов являются отражением метаболических процессов, протекающих в почве, и могут служить источником важной информации о появлении и развитии деструктивных изменений в данной экосистеме. В этой связи научное и практическое значение имеет определение влияния новых видов фосфорных удобрений, агроэкологической безопасности и агрохимической эффективности их применения при выращивании хлопчатника.

В мире необоснованно избыточное внесение удобрений в почву создает повышенный фон элементов минерального питания, приводит к резкому усилению микробиологической активности, как следствие - к интенсификации круговорота питательных элементов почвы и удобрений, количественному снижению и качественному ухудшению почвенного органического вещества, уменьшению коэффициента использования удобрений. Определить влияние новых удобрений на почвообразовательные процессы, быстро и с большой достоверностью прогнозировать их воздействие на плодородие, а также проводить мониторинг (наблюдение, оценку и прогноз состояния окружающей среды) позволит изучение ключевых, экологически наиболее значимых (микробиологических, биохимических и агрохимических) критериев плодородия почвы.

В Узбекистане особое внимание было уделено ускоренному развитию сельского хозяйства, в том числе повышению плодородия, улучшению агрохимических свойств и биологической активности почв. В этой связи были достигнуты теоретические и практические результаты по широкому спектру экономически эффективных и экологически чистых агротехнологий для увеличения и поддержания плодородия почв, которые являются важной частью возобновляемых биологических ресурсов. В Стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан² намечены важнейшие задачи «по внедрению интенсивных методов ведения сельского хозяйства, особенно современных агротехнологий в области водных и земельных ресурсов». В реализации этих задач важную роль играет производство эффективных и экологически чистых, органических, органоминеральных и минеральных удобрений, основанных на активации высококарбонатных фосфоритов Центральных Кызылкумов.

¹ Paul A. Eldor. (Edit.) Soil microbiology, ecology and biochemistry. 3-d edition. Elsevier. Colorado State Univer. Co. USA. -2007. -532 P.

² Указ Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 УП 4947 «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 года «О стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан» № ПФ-4947, Постановлением Президента Республики Узбекистан от 23 августа 2017 года «О Программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы», Указом Президента Республики Узбекистан от 29 декабря 2015 г. № ПП-2460 «О мерах по дальнейшему реформированию и развитию сельского хозяйства на период 2016-2020 годах»; Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан № 22 (574) от 27 мая 2013 года «О программе действий по охране окружающей среды Республики Узбекистан на 2013-2017» и других нормативно-правовых актах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии в республике Узбекистан V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Обзор иностранных научных исследований по теме диссертации³. Научные исследования, направленные на изучение влияния фосфорных и фосфорсодержащих удобрений на микробиологические, биохимические и агрохимические свойства почв в разнообразных агроценозах, широко описаны ведущими научными центрами и высшими образовательными учреждениями мира, в частности, Texas Agriculture and Mechanical University; University of Arizona (США); Lancaster University, Institute of Biological and Environmental Sciences, Aberdeen (Великобритания); Tokyo University of Agriculture and Technology; Nagoya University (Япония), Department of Agroecosystem Research, University of Bayreuth; Department of Soil Science of Temperate Ecosystems, University of Gottingen (Германия); China Agricultural University, Beijing; Sichuan Academy of Agricultural Sciences (Китай) и др. проводят многочисленные исследования.

Приоритетным направлением является оптимизация и контроль экологического состояния почвенных ресурсов, в частности, повышение экономической эффективности хлопковых агроценозов, а также разработка методов управления системой микроорганизмы-почва-растения (Texas Agriculture and Mechanical University), исследование почвы с биосферной точки зрения как основного и долговременного резервуара органического углерода, подверженного воздействию естественных и антропогенных факторов, обоснование процессов накопления или потерь углерода, зависящих от эффективности усвоения почвенными микроорганизмами минерализуемого субстрата (University of Bayreuth), определен агроэкологический статус различных почв в зависимости от уровня плодородия почв и агротехнологий,

³ Обзор по теме диссертации разработан на основе зарубежных источников: <https://www.tamu.edu>; <https://www.arizona.edu>; <https://www.lancaster.ac.uk>; <http://www.abdn.ac.uk>; <http://www.tuat.ac.jp>; <http://www.en.nagoya-u.ac.jp>; <https://www.uni-bayreuth.de>; <http://www.uni-goettingen.de>; <http://www.cau.edu.cn>; <http://www.cucas.edu.cn>

взаимосвязи динамики азота, фосфора и углерода и изменением биологической активности почв (Tokyo University of Agriculture and Technology), изучено воздействие минеральных, органических (в том числе медленнодействующих) удобрений на микробные комплексы карбонатных почв и эффективность использования фосфора растениями, установлена степень усвоения фосфорных удобрений в системе почва-растение (China Agricultural University, Beijing).

В мировой практике широко исследуются безопасные и эффективные способы повышения плодородия почв по следующим приоритетным направлениям: разработка современных агротехнологий, в том числе с элементами биологизации, для увеличения продуктивности сельскохозяйственных растений, оптимизации микробиоценозов, повышения их устойчивости и биоразнообразия, улучшения агрохимического качества почв, снижения парникового эффекта и секвестрации углерода, а также коэффициента использования макроэлементов, вносимых с удобрениями.

Степень изученности проблемы. В литературе широко освещены работы по изучению органических, органоминеральных и минеральных удобрений, их влияния на биологические и агрохимические характеристики различных почв. Следует указать, что разнообразие удобрений и применение их под различными сельскохозяйственными культурами на многообразных типах почв обуславливает множество исследовательских работ (Stone et al., 2016; Powers et al., 2016; Ivanenko et al., 2007; Veprikova et al., 2015; Bergström et al., 2015; Lemunyon, 2006; Liu et al., 2012; Tigre et al., 2014), причем результаты их неоднозначны.

Кроме того, ряд авторов оценивают высокую биологическую активность почвы, а также интенсивный круговорот макроэлементов как позитивный показатель (Steinauer, 2015; Козунь и другие, 2015; Полонская, 2000; Завалин и другие, 2012), либо, напротив, негативный, приводящий к деградации плодородия (Drake et al., 2013; Мамасалиева, 2010; Stone, 2012; Fultz, 2013; Sihi et al., 2016; Klimek, 2016).

Следует отметить разнообразные методы оценки воздействия удобрений как с точки зрения глобальных изменений климата, так и агробиоценологических, экосистемных, популяционных подходов и с позиций ресурсо- и энергосбережения. Однако, исследовательских работ по оценке воздействия удобрений, полученных различными способами активации фосфоритов Центральных Кызылкумов, на агробиологические и агрохимические характеристики, не проводилось. В связи с этим, в Узбекистане изучение влияния новых видов фосфорсодержащих удобрений на структурные и функциональные свойства почвенных микробных сообществ, а также агроэкологическую безопасность и агрохимическую эффективность применения удобрений при возделывании хлопчатника имеет важное научно-практическое значение.

Связь темы диссертационного исследования с тематическим планом научно-исследовательских работ. Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательских работ по прикладным и фундаментальным

проектам Института общей и неорганической химии: ГНТП П-3.3 «Разработка технологии получения новых видов одинарных комплексных и органоминеральных удобрений на основе местных сырьевых ресурсов Узбекистана, их агрохимическая и эколого-токсикологическая оценка»; совместного проекта с Департаментом сельского хозяйства США UB-ARS (09)A-2002: «Бактериальное удобрение на основе фосфоритов Кызылкумов, влияние его на направленность почвообразовательных процессов и развитие хлопчатника» (2002-2004 гг.); ГНТП П-9.10.: «Разработка эффективных ресурсосберегающих технологий получения новых видов фосфатсодержащих удобрений на основе фосфоритов месторождений Центральных Кызылкумов» (2003-2005 гг.); ГНТП ФА-А12-Т164 «Закономерности закрепления и распределения пулов органического углерода в условиях агро- и естественных биоценозов» (2012-2014 гг.), а также проекта по гранту Немецкой службы академических обменов DAAD «Effect of new phosphorus fertilizers on soil organic matter decomposition rate, dynamics of CO₂ emission and microbial biomass in the carbonate typical sierozem soil of Uzbekistan» (2008).

Целью исследования является комплексное определение воздействия новых фосфорсодержащих удобрений на структуру и функциональные свойства почвенных микробных сообществ и оценки агроэкологической безопасности, и агрохимической эффективности применения удобрений при выращивании хлопчатника.

Задачи исследования:

определение влияния новых фосфорсодержащих удобрений на количество микроорганизмов и состав микробных комплексов (долю и соотношение микроорганизмов основных эколого-трофических групп в сообществе);

оценка воздействия новых фосфорсодержащих удобрений на накопление микробной биомассы и интенсивность дыхания;

анализ влияния новых фосфорсодержащих удобрений на активность почвенных ферментов, участвующих в биохимической трансформации С, N и P в почве.

установление влияния новых фосфорсодержащих удобрений на агрохимические характеристики типичного серозема, занятого под хлопчатник.

выявление и сравнение механизмов действия пролонгированных удобрений на микробные комплексы и агрохимические характеристики, а также их взаимосвязи и зависимости.

Объектом исследования являются микроорганизмы основных эколого-трофических групп, обитающих в почве, типичный серозем, хлопчатник сортов «Акдарья-6» и «Баяут-2», новые медленнодействующие бактериальные, органоминеральные и комплексные минеральные фосфорные удобрения.

Предметом исследования является динамика структуры почвенных микробиомов и их метаболический ответ на воздействие фосфорсодержащих удобрений, а также изменение агрохимических характеристик почвы, взаимосвязи и зависимости компонентов биоценоза.

Методы исследования. Микробиологические, биохимические, агрохимические, физико-химические, биометрические.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

установлены особенности динамики микробного сообщества в типичном сероземе под влиянием новых фосфорсодержащих бактериальных, органоминеральных и минеральных удобрений в сравнении с концентрированным удобрением аммофосом;

проведена оценка количества почвенного органического углерода, закрепленного в пулах различной степени доступности, а также метаболических коэффициентов активности микробных сообществ;

установлено отсутствие негативного влияния новых фосфорсодержащих удобрений на активность ферментов, участвующих в трансформации Р-, N- и С-содержащих соединений.

сравнены механизмы действия новых медленнодействующих фосфорсодержащих удобрений и концентрированного удобрения аммофос на агрохимические свойства почвы;

выявлены вероятностные (теоретические) связи и взаимозависимости компонентов агроценоза (микроорганизмы – почва - растение), а также зависимости свойств почв от вида и состава вносимых удобрений.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

научно обоснована агроэкологическая безопасность применения бактериальных, органоминеральных и минеральных фосфорсодержащих удобрений, полученных различными способами активации исходного сырья – фосфоритов Центральных Кызылкумов;

установлена специфика питания растений при применении медленнодействующих фосфорсодержащих удобрений и взаимосвязи показателей плодородия почв в системе «удобрение - микроорганизмы - растение»;

установлена агрохимическая эффективность и агроэкологическая безопасность применения медленнодействующих фосфорсодержащих удобрений, определены и оптимизированы способы управления основными показателями плодородия почв;

на АО «Фаргоназот» в промышленном масштабе внедрена технология получения азот- и фосфорсодержащего минерального удобрения МАФУ;

органоминеральные удобрения ОМУ-10 и ОМУ-20 внедрены в фермерских хозяйствах Сырдарьинского вилоята (на площади 300 га) и достигнуто увеличение урожая хлопка-сырца на 3-4 ц/га.

Достоверность полученных результатов. Достоверность результатов обеспечивается комплексным подходом к решению поставленных задач; их соответствием тенденциям развития современной микробиологической и экологической науки; корректной организацией опытно-экспериментальной работы; устойчивой повторяемостью основных результатов исследования; применением адекватных методов исследования и современной статистической обработки полученных данных.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что они развивают и дополняют ряд существенных аспектов знаний об особенностях функционирования микробных сообществ почв при антропогенном преобразовании агро-ценозов; результаты могут стать концептуальной основой для дальнейшего изучения взаимодействия компонентов агроценоза (микробиом-почва-растения) в целях диагностики и управления плодородием. Отдельные результаты работы могут быть использованы для совершенствования содержания предмета «Микробиология почв».

Практическая значимость заключается в том, что на основе изучения почвенных микробных комплексов и их метаболических ответов на внесенные удобрения предложены для внедрения в производство наиболее безопасные и эффективные удобрения. Помимо экономического эффекта, применение новых удобрений дает значительный экологический эффект (за счет высвобождения территорий, занятых некондиционными фосфорсодержащими отходами, повышения плодородия почв вследствие снижения ретроградации фосфора и зафосфаченности), социальный (за счет большей доступности для фермеров дешевых фосфорных удобрений; увеличения урожайности сельскохозяйственных культур при качественной готовой продукции, повышения качества жизни сельского населения) и ресурсосберегающий (за счет вовлечения в переработку низкосортного сырья) эффекты.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов исследований воздействия новых медленнодействующих удобрений из фосфоритов Центральных Кызылкумов:

на АО «Farg'onaazot» внедрено производство стабилизированной аммиачной селитры путем смешивания плава аммиачной селитры с высококарбонатной фосфоритной мукой, гранулирования и опудривания поверхности гранул фосфоритной мукой в присутствии раствора сульфата аммония (справка АО «Farg'onaazot» № 37/6202 от 09.11.2017 г.). Результат внедрения позволил произвести 254,660 тыс т азотно-фосфорного минерального удобрения (САФУ).

внедрено производство стабилизированной аммиачной селитры путем опудривания поверхности готовых гранул аммиачной селитры высококарбонатной фосфоритной мукой (второй вариант) в присутствии раствора сульфата аммония (справка АО «Farg'onaazot» № 37/6202 от 09.11.2017 г.). В результате это позволило создать промышленную установку с производительностью 60000 тыс тонн продукции в год.

экологически безопасные органоминеральные удобрения ОМУ-10 и органоминеральные удобрения ОМУ-20 внедрены в фермерских хозяйствах Сырдарьинского вилоята под посевами хлопчатника (справка МСВХ РУз № 02/20-116 от 19.02.2018). В результате удобрения оказывали положительное влияние на рост, развитие хлопчатника и накопление плодоеlementов и позволили получить 3-4 ц/га дополнительного урожая хлопка-сырца.

в различных почвенно-климатических условиях Республики была внедрена технология применения органических и органоминеральных удобрений в фермерских хозяйствах Караузьякского района Республики Каракалпакстан под посевами хлопчатника (справка Министерства сельского и водного хозяйства РУз № 02/20-116 от 19.02.2018). В результате повышение эффективности применения минеральных удобрений, сохранение почвенного плодородия, улучшение водного режима, улучшение агрохимических и агрофизических свойств почв дало возможность обеспечить растения питательными элементами в течение вегетационного периода.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены на 20 международных и 21 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По материалам диссертации опубликовано 96 работ, из них 28 научных статьи, в том числе 18 в Республиканских и 6 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 182 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность проведенных исследований, сформулированы цель и задачи, охарактеризованы объекты, предмет и методы, определена научная новизна и практическая значимость проводимых исследований, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки в Республике, раскрывается научная, практическая значимость и внедрение в практику полученных результатов, а также приводятся сведения по опубликованным статьям.

В первой главе диссертации «**Влияние фосфорсодержащих удобрений на микробиологические процессы трансформации макроэлементов в почве**» приведен обзор современного состояния исследований по влиянию (бактериальных, органических, органоминеральных и минеральных) фосфорных удобрений на микробиологические процессы трансформации макроэлементов, в том числе на состав и функционирование микробных комплексов, их ферментативную и дыхательную активность, а также на изменение агрохимических характеристик почвы и продуктивности растений. Критический анализ результатов многочисленных публикаций позволил сформулировать основную цель и задачи настоящей работы.

Во второй главе диссертации подробно описываются объекты, а также материалы и методы исследования.

Методы исследований. Для комплексного изучения были использованы физиолого-биохимические, культурально-морфологические, спектрофото- и

флюорометрические, потенциометрические методы анализа в лабораторных экспериментах; микробиологические, биохимические, биометрические и агрохимические методы при проведении экспериментов в полевых условиях.

Объектами исследований явились разработанные в ИОНХ АН РУз новые удобрения, полученные некислотными методами активации высококарбонатных низкосортных фосфоритов Центральных Кызылкумов. Состав удобрений приведен в таблице 1.

Таблица 1

Состав фосфорсодержащих удобрений

Наименование удобрения	N, %	P ₂ O ₅ бщ, %	P ₂ O ₅ усв, %	C, %
Исследуемые удобрения				
ФБУ-жидк	0,36	0,83	0,4	6,9
ФБУ-сух	3,30	8,0	4,0	60,0
ОМУ-10	0,54	1,90	0,95	80,0
ОМУ-20	0,51	2,40	0,94	74,4
МАФУ - НА	12-14	10-12	8-10	-
МАФУ - СА	10-12	10-12	8-10	-
Варианты сравнения				
Аммофос	10,0	46,0	8-10	-
Навоз	0,66	0,45	0,2	77,5
Бактериальная суспензия бактерий р. <i>Bradyrhizobium</i>	0,36	0,36	0,3	6,0

Фосфорсодержащие бактериальные удобрения (ФБУ) получены из фосфоритов путем микробного выщелачивания микроорганизмами рода *Bradyrhizobium*.

Органоминеральные удобрения (ОМУ) получены путем компостирования фосфоритов с навозом КРС при соотношении: навоз: фосфорит = 80:20 и 90:10.

Минеральные азот- и фосфор-содержащие удобрения (МАФУ) получены по интенсивной технологии путем активации фосфоритов нитратом и сульфатом аммония.

В третьей главе диссертации «**Биологическая активность типичного серозема под воздействием фосфорсодержащих бактериальных удобрений**» представлены результаты исследований воздействия медленнодействующих фосфорсодержащих бактериальных удобрений (ФБУ) на структуру и биологическую активность микробных сообществ, а также агрохимическую эффективность ФБУ.

Удобрения играют важную экологическую роль в изменении почвенных микробиологических, биохимических и агрохимических процессов.

Для широкого ряда почв и различных сельскохозяйственных культур показано, что применение концентрированных минеральных удобрений (например, аммофоса и аммиачной селитры) способствует значительному увеличению общей численности микроорганизмов, активизации трансформации внесенных соединений с возможными значительными их потерями, а также вовлечением в процесс круговорота макроэлементов, закрепленных в почве (priming-эффект).

Исследование влияния двух препаративных форм ФБУ – жидкой и сухой (0,83 и 8,0% P_2O_5) на направленность процессов трансформации макроэлементов (углерода, азота, фосфора) проводили путем изучения численности и соотношения микроорганизмов различных эколого-трофических групп (фосфатминерализаторов, олиготрофов, аммонификаторов, микроорганизмов, использующих минеральный азот, актиномицетов, бацилл, олигонитрофилов, нитрификаторов и денитрификаторов, а также азотфиксаторов *p.Azotobacter* и *p.Clostridium*). Установлены существенные отличия в численности и соотношении микроорганизмов в зависимости от внесенных удобрений (рис. 1):

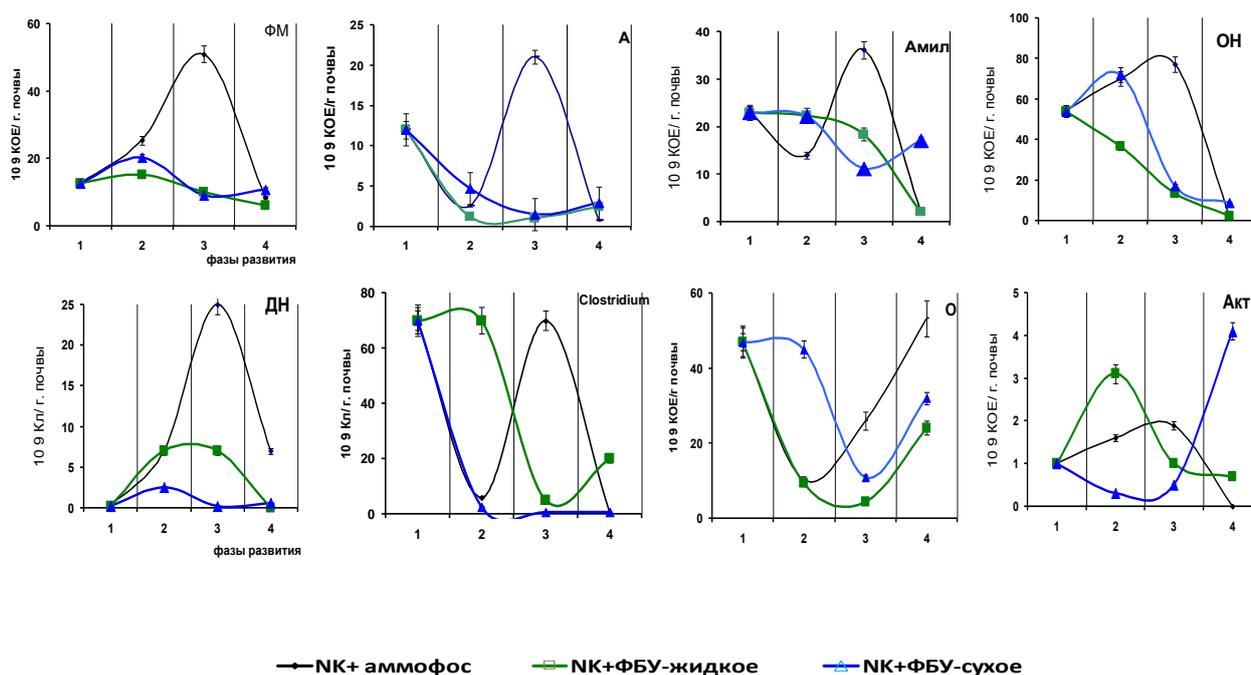


Рис. 1 –Влияние ФБУ на численность фосфатминерализующих (ФМ), аммонифицирующих (А), амилотических (АМ), олигонитрофильных (ОН), денитрифицирующих (ДН) микроорганизмов, бактерий *p. Clostridium* (С1), олиготрофов (О) и актиномицетов (Акт)

Примечание: здесь и далее - фазы развития: 1 - до посева; 2- фаза 2-4 листьев; 3- фаза цветения; 4- фаза созревания

применение быстрорастворимого удобрения аммофоса резко увеличивало численность фосфатминерализующих (до 25,4-51 млн КОЕ), аммонифицирующих (до 21 млн КОЕ), олигонитрофильных (до 70-77 млн КОЕ), амилотических (до 36,1 млн КОЕ) и денитрификаторов (до 25 млн кл.), бактерий *p. Clostridium* (до 70 тыс кл.) в фазе цветения, свидетельствуя об интенсивной трансформации N и P- соединений в почве и возможных их потерях. Напротив, внесение медленнодействующих ФБУ-жидк и ФБУ-сух обеспечило равномерное поступление фосфор-, азот- и углеродсодержащих соединений в течение вегетации и постепенное снижение численности указанных микроорганизмов (рис.1): количество фосфат-минерализаторов варьировало в пределах 6,1-20,3 млн КОЕ; (т.е. в 1,3-5,7 раз меньше, чем при

внесении аммофоса); аммонификаторов – от 1,2 до 4,7 млн КОЕ*г⁻¹ (что в 2-21,0 раза меньше, чем при внесении аммофоса); амилаолитических микроорганизмов - в пределах 2-23 млн КОЕ (кроме ФБУ-сух) (что на 3- 5% меньше, чем с аммофосом); количество денитрификаторов от 0,025 до 7,0 млн кл. (что в 2,5-125 раза меньше, чем при внесении аммофоса); олигонитрофилов от 2,3-до 2 млн КОЕ (т.е. в 1,5-5,7 раза меньше, чем с аммофосом); нитрификаторов от 0,5 до 70 тыс кл. (кроме ФБУ-жидк)(т.е. в 2,4-100 раз меньше, чем с аммофосом). Динамика численности актиномицетов и олиготрофов имело иной тренд: под воздействием аммофоса наблюдается однонаправленное увеличение численности олиготрофов от фазы 2-4 листьев к фазе созревания (от 10,3 до 53,3 млн КОЕ) (рис.1, О); ФБУ проявляли медленнодействующие свойства, способствуя снижению числа олиготрофов к фазе цветения (до 11,0 и 4,3 млн КОЕ, соответственно) за счет равномерного поступления углеродсодержащих соединений в этот период и снижению их к фазе созревания.

Динамика численности олиготрофных микроорганизмов в варианте с ФБУ-сух и ФБУ-жидк имела одинаковую направленность при разной амплитуде. Численность актиномицетов - важный индикатор интенсивности трансформации органических соединений, поскольку они доминируют на поздних стадиях использования труднодоступных субстратов, например, гумусовых веществ. Установлено, что численность актиномицетов была невысокой (0,1-4,7 млн КОЕ) (рис.1 Акт), однако максимальных значений показатель достигал в варианте с ФБУ-сух к периоду созревания растений из-за дефицита макроэлементов и необходимости их возмещения за счет разложения актиномицетами сложных органических соединений. Численность автотрофных нитрификаторов колебалась в пределах 0,3-53,3 тыс. кл/1 г почвы, причем практически во все фазы развития (за редким исключением) в большем количестве обнаружены нитратные микроорганизмы, в меньшем - нитрозные.

Реакции микроорганизмов на изменения факторов окружающей среды проявляются на экосистемном уровне и выражаются в изменении количественного и качественного состава сообщества. При изменении условий обитания одни виды сокращают численность (или исчезают), другие появляются, т. е. изменяется состав доминантов и субдоминантов. Согласно концепции экологического доминирования, Ю. Одума (1980), не все виды сообщества играют в экосистеме одинаково важную роль, а лишь те немногие, которые доминируют в данный момент.

В связи с этим, представляется целесообразным выявить отличия в структуре микробиомов под воздействием ФБУ (рис 2). В исходной почве до внесения удобрений наблюдается доминирование олиготрофов (олигокарбофилов) и олигонитрофилов (34,2 и 39,4%, соответственно), с субдоминантами - амилаолитиками (16,7%).

Весьма показательны фазы 2-4 листьев и цветения: под воздействием всех удобрений численность и доля олиготрофов снизились до 7,9-26,9%, тогда как олигонитрофилы, фосфатмобилизаторы и амилаолитики усиливали позиции. В

фазе цветения общая численность микроорганизмов в почве с аммофосом резко увеличивается (в 4,1 раза по сравнению с ФБУ), тогда как внесение ФБУ при снижении общей численности микроорганизмов приводит к повышению числа и доли амилотитиков (до 33,3-22,0%) и фосфатминерализаторов (18,1-17,9%) при значительном снижении доли олиготрофов. В фазе созревания растений в варианте с аммофосом при невысокой общей численности микроорганизмов доминирующей группой вновь становятся олиготрофы (72,1%), свидетельствуя

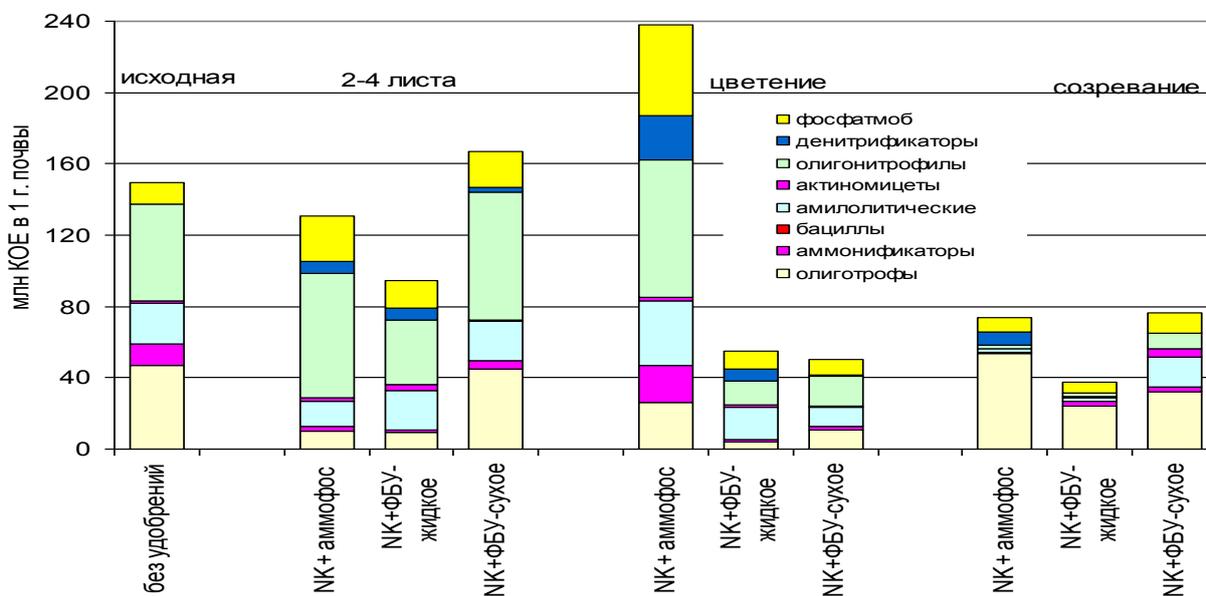


Рис. 2. Состав микробных сообществ под воздействием ФБУ

об исчерпании доступных питательных веществ, внесенных с удобрениями. ФБУ-жидк и ФБУ-сух также способствуют перестройке сообщества, однако при доминировании олиготрофов (63,8 и 42,0%), в составе микробного комплекса широко представлены фосфатмобилизаторы (16,2-14,2%), микроорганизмы, ассимилирующие минеральный азот (5,3- 22,3%), несколько меньше - аммонификаторы (6,6-3,8%), олигонитрофилы (6,1-11,4%), актиномицеты (2,2-6,3%).

Приводятся результаты исследований влияния ФБУ на продуктивность и метаболическую активность микробных сообществ, оцениваемых по следующим показателям (рис. 3, 4): 1) СМБ – углерод, закрепленный в микробной биомассе; 2) СМБ:Сорг - % углерода микробной биомассы на единицу органического углерода в почве; 3) БД – фоновое (базальное) дыхание; 4) СИД- субстрат-индуцированное дыхание; 5) qCO₂ - БД/СМБ - метаболический коэффициент, представляющий собой отношение скорости дыхания микроорганизмов к их биомассе; 6) qR - БД/СИД – коэффициент дыхательной активности микроорганизмов, равный отношению фонового дыхания к субстрат-индуцированному.

По уровню накопления микробной биомассы и респираторной активности оценивали интенсивность метаболизма микробиомов. Установлено, что ФБУ обеспечивают умеренное снижение численности микроорганизмов, при достоверном увеличении количества углерода, закрепленного в микробной

биомассе. Сухая форма ФБУ усиливает закрепление С в микробной биомассе до значения 384 мг С/г почвы, что составляет 6,52% от С_{орг} (в 8,5 и 11,0 раз

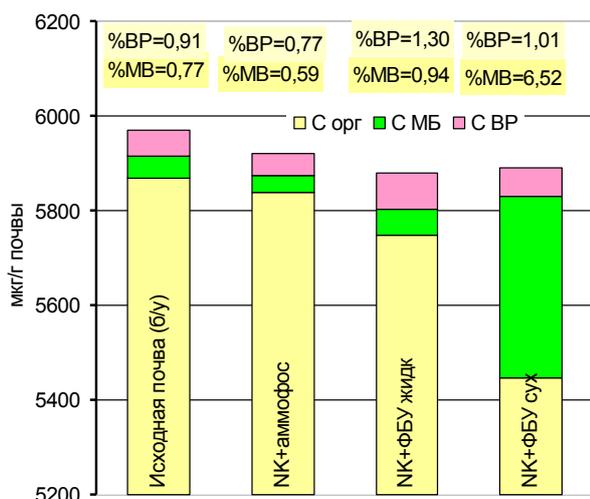


Рис. 3- Пулы С_{орг} и их соотношение под влиянием ФБУ

больше показателя ов исходной почве и в почве с аммофосом). Под воздействием ФБУ-жидк процесс закрепления углерода в форме С_{МБ} менее интенсивен, однако уровень С_{МБ} достигает 55,5 мг С/г почвы (что на 22,1 и 58,1% больше показателей в исходной почве и в почве с аммофосом).

Водорастворимый пул органического углерода С_{ВР} увеличивался под влиянием ФБУ-сух - до 1,01%; ФБУ-жидк - до 1,3%, т.е. на 10 и 42% больше по отношению к исходной почве; и 31 и 68% - к почве с аммофосом.

Метод СИД позволяет определить удельное дыхание почвенных микроорганизмов ($qCO_2 = БД/С_{МБ}$) - показатель эффективности усвоения ими углеродного субстрата. Так, снижение метаболического коэффициента qR до 0,12-0,14, а также дыхательного коэффициента qCO_2 до 0,041-0,021), под воздействием ФБУ-жидк и ФБУ-сух свидетельствует о снижении энергетических затрат комплекса на поддержание равновесия (рис.4).

Напротив, повышение qCO_2 в почве с аммофосом (до 0,053) связано с более интенсивными затратными процессами энергообмена в микробном сообществе, а также с вероятным недостатком углерода. Таким образом, оценка структурных изменений микробных сообществ и связей внутри них под воздействием минерального удобрения - аммофоса позволяет предположить функциональные изменения микробиома в сторону меньшей эффективности использования субстрата, тогда как под влиянием ФБУ в сбалансированном по составу микробном комплексе складываются энергетически более целесообразные связи. Кроме того,

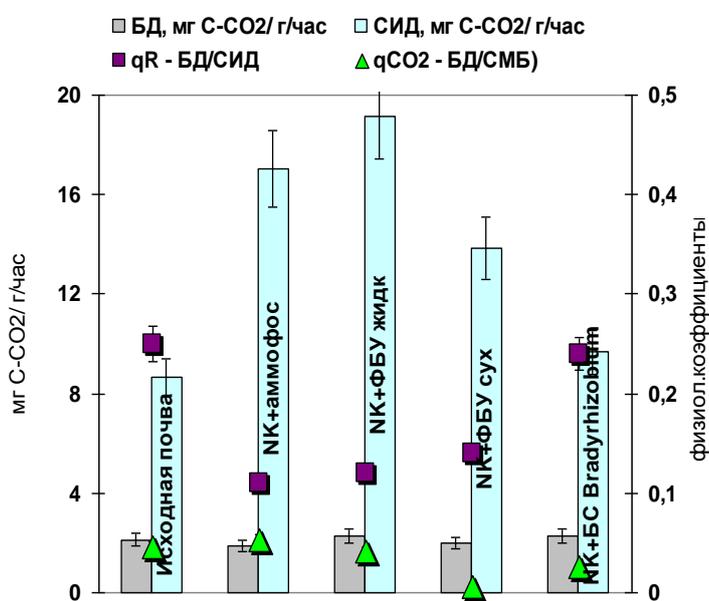


Рис. 4- Показатели метаболической активности микробиома под влиянием ФБУ

соотношение Смикр/Сорг показывает приращение стабильной части органического углерода, т.е. тенденцию к воспроизводству гумуса в почве с ФБУ.

Функциональную и метаболическую устойчивость (или, напротив, лабильность) биоценоза оценивали по активности ферментов различных классов. Так, уровень активности гидролаз, участвующих в циклах круговорота Р (фосфатазы), N (уреазы) и С (карбогидраз - целлюлазы, хитиназы, ксиланазы и глюкозидазы); а также оксидоредуктаз (дегидрогеназы, полифенолоксидазы и пероксидазы) свидетельствует об устойчивости ферментативного пула почвы и отсутствии негативного влияния ФБУ на трансформацию макроэлементов. Исключение составляет достоверное увеличение фосфатазной и дегидрогеназной активности, наблюдаемое в варианте с применением ФБУ-жидк. За 2 года воздействия удобрений показано, что значительная активизация фермента наблюдается в варианте с аммофосом - 694 мкМ МУФ (+19%), и с ФБУ в жидкой форме - 635 мкМ МУФ (+8%).

Для почвы с применением ФБУ-сух характерно достоверное снижение фосфатазы до 495 мкМ МУФ (т.е. на 15%). Такой эффект объясняется наличием в почве большого числа живых клеток бактерий р.*Bradyrhizobium*, интродуцированных с ФБУ, а также кислотных продуктов жизнедеятельности, способствующих разложению фосфорита в почве. Постепенная диссоциация фосфат-иона, внесенного с удобрением, позволяет обеспечить растения фосфором в течение вегетации, а также «включить» механизм разложения закрепленных фосфатов почвенными фосфатазами. Активность дегидрогеназы достигала наибольших значений сразу после внесения ФБУ в фазу 2-4 листьев: с ФБУ-сух – 65 мг ТФФ; с БС – 67 мг ТФФ; при максимальной величине с ФБУ-жидк - 163 мг ТФФ (т.е. в 2-5 раз выше, чем в варианте с аммофосом).

Агрохимическая эффективность была охарактеризована по содержанию общих и подвижных форм основных питательных элементов, и углерода в почве и растениях, а также воздействию на развитие растений и урожайность хлопчатника. Установлено, применение жидкой формы ФБУ позволило получить небольшую прибавку урожая (+0,71%) по отношению к варианту с аммофосом, тогда как использование сухой формы ФБУ уменьшило урожай хлопка-сырца (на 4,25%) по отношению к контролю. Подсчитана экономическая эффективность применения ФБУ в сравнении с аммофосом: дополнительный доход при применении ФБУ-жидк составляет 223,8 тыс сум. Эффективность использования ФБУ-сух из-за увеличения стоимости удобрений и снижения урожая ниже, при этом удобрение может успешно применяться в качестве средства биологизации земледелия и оптимизации элементов плодородия: ФБУ способствует значительному повышению содержания гумуса (в пересчете на 1 га - на 1,476 т), валовых азота и фосфора (на 0,072 и 1,12 т), подвижных форм фосфора (на 0,11 т), а также легкогидролизуемого азота (на 39 кг).

Объектами исследований, описанных в четвертой главе **«Биологическая активность типичного серозема под воздействием фосфорсодержащих**

органоминеральных удобрений», явились ОМУ, полученные компостированием фосфоритной муки с навозом в различных соотношениях (10 и 20% фосмуки от веса навоза). Вариантами сравнения являлись навоз и аммофос.

Органоминеральные фосфорсодержащие удобрения представляют собой сложную многокомпонентную систему, содержащую неорганические и органические соединения азота и фосфора, а также большое количество углерода. В связи с этим, изучение динамики почвенных микроорганизмов различных эколого-трофических групп, а также состава сообществ, изменяющихся под воздействием ОМУ, позволит оценить как скорость, так и направленность трансформации питательных веществ, вносимых с ОМУ (рис.5).

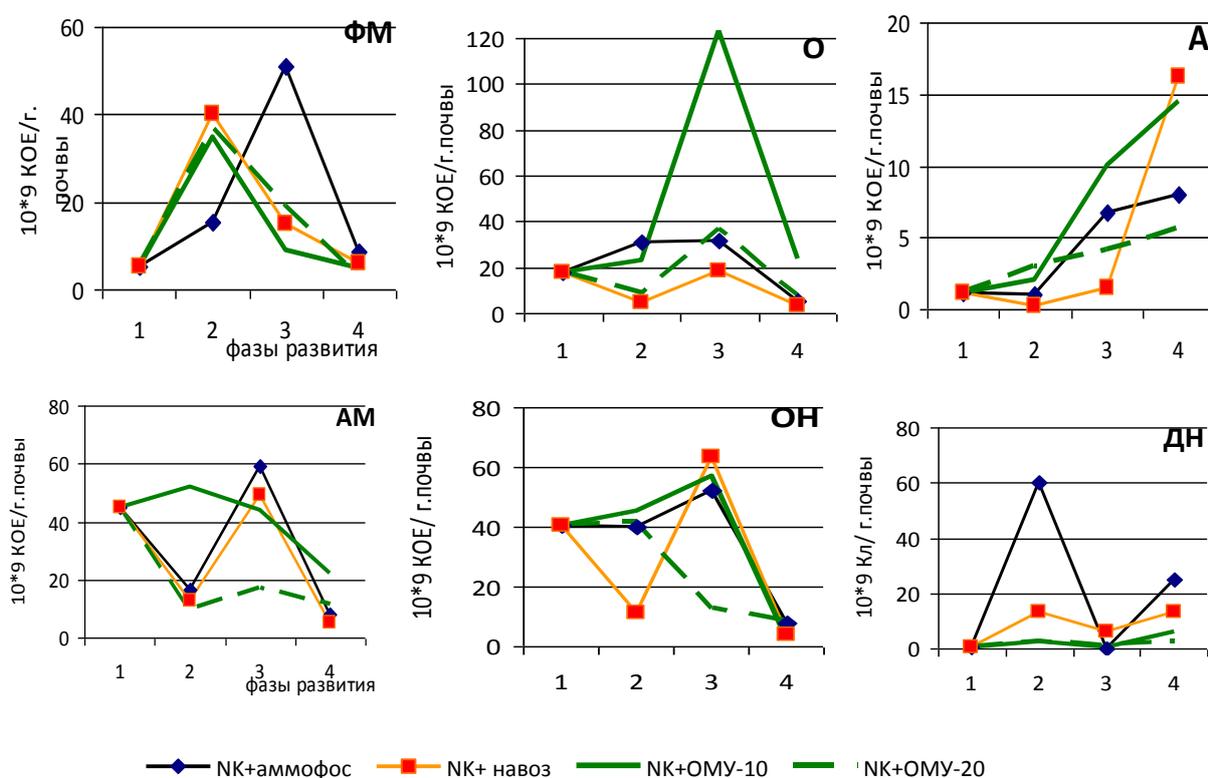


Рис. 5. Влияние ОМУ на динамику численности фосфатминерализующих (ФМ), олиготрофных (О), аммонифицирующих (А), амилотических (АМ), олигонитрофильных (ОН), денитрифицирующих (ДН) микроорганизмов

В исходной почве без удобрений наблюдался состав микробного сообщества, характерный для малогумусных сероземов с умеренной скоростью трансформации органических соединений, тогда как внесение минеральных удобрений и ОМУ значительно изменяло численность микроорганизмов указанных групп. Так, под воздействием аммофоса количество микроорганизмов большинства изучаемых групп в течение вегетации изменялось по синусоиде с максимумом в фазе цветения (кроме олиготрофов и денитрификаторов).

Следует отметить, что ОМУ-20 наиболее явно проявляет свойства медленнодействующего удобрения: при его внесении наблюдается достоверное снижение численности микроорганизмов как по отношению к варианту с ОМУ-

10, так и с аммофосом: олиготрофов (в 2,7-3,6 раза), аммонификаторов (в 1,6-2,4 раза), амилолитических (в 1,7-5,4 раз), олигонитрофильных (в 1,1-4,5 раз) и денитрифицирующих микроорганизмов (в 2,4-24 раз).

ОМУ-10 способствует увеличению числа микроорганизмов большинства изучаемых групп в течение всей вегетации (кроме фосфатмобилизаторов и денитрификаторов), подтверждая зависимость численности микроорганизмов от количества и доступности углерод- и фосфорсодержащих соединений, входящих в состав навоза и ОМУ, а также соотношения С:N и С: Р.

Анализ структуры микробного комплекса под воздействием ОМУ показал, что в исходной почве без удобрений сложились условия для доминирования амилолитиков и олигонитрофилов (42,8 и 38,4%, соответственно) с содоминантами – олиготрофами (17,0%), при небольшой доле аммонификаторов, денитрификаторов, фосфатмобилизаторов и низком проценте активных минерализаторов (рис.6).

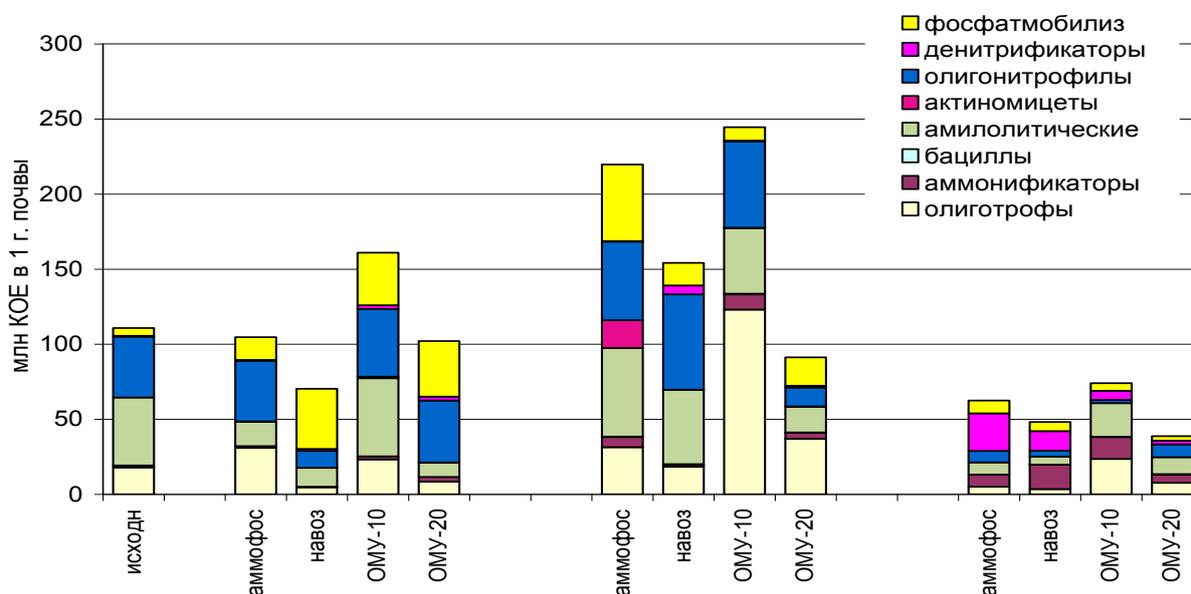


Рис. 6. Состав микробных сообществ под воздействием ОМУ

Внесение как минеральных, так и органоминеральных удобрений привело к изменению структуры микробных комплексов. При внесении ОМУ-10 общая численность микроорганизмов была в 2-3 раза выше, чем с ОМУ-20, однако доля доминантов и субдоминантов была весьма близка в обоих вариантах. Установлено снижение количества и доли денитрификаторов и нитрификаторов в вариантах с ОМУ-10 и ОМУ-20 (в 4-5 раз по сравнению с аммофосом), что свидетельствует о минимизации потерь минерального и органического азота в течение всего периода вегетации.

Изменение состава микробных комплексов под воздействием навоза также ярко проявлялось, особенно в ранние периоды развития растений: обнаружено многократное увеличение доли фосфатмобилизаторов в составе МС до 58% при значительном снижении доли олиготрофов и олигонитрофилов, что свидетельствует о наличии доступных С-соединений.

Напротив, внесение аммофоса привело к увеличению численности и доли олиготрофов в фазе 2-4 листьев (до 34,7%), при снижении доли и числа амилотических микроорганизмов почти в 3 раза, доказывая дисбаланс C:N-соотношения. Важно, что к фазе цветения активизируются процессы деструкции сложного (труднодоступного) органического вещества, за счет увеличения количества и доли актиномицетов, а к фазе созревания резко изменяется структура сообщества за счет роста аммонификаторов (14,9%) и денитрификаторов (46,4%), из-за избытка органического и минерального азота, не использованного растениями, и, вероятно, потерянного.

Результаты исследований углерода, закрепленного в различных пулах, показали, что под воздействием ОМУ уровень органического углерода ($C_{орг}$) вырос незначительно (лишь на 1,7%) (рис.7, 8).

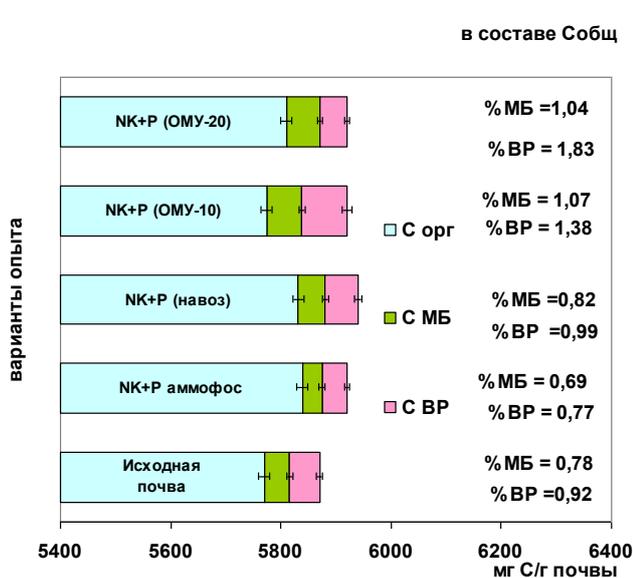


Рис. 7. Пулы $C_{орг}$ и их соотношение под воздействием ОМУ

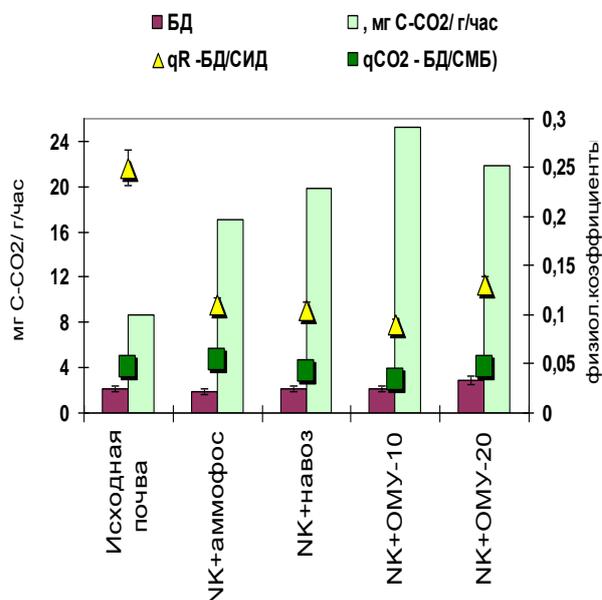


Рис. 8. Показатели метаболической активности микробиома под воздействием ОМУ

Количество углерода, закрепленного в микробной биомассе $C_{МБ}$ и водорастворимого углерода $C_{ВР}$ достоверно, увеличивался: в варианте с ОМУ-10 $C_{МБ}$ на 38%; $C_{ВР}$ - на 33%, тогда как с ОМУ-20 наблюдалось приращение лишь $C_{МБ}$ - на 51%, уровень $C_{ВР}$ же снизился на 10%. Вариант с навозом по уровню различных пулов углерода занимал промежуточное положение между минеральными и органоминеральными удобрениями: установлено увеличение $C_{МБ}$ и $C_{ВР}$ по отношению к исходной почве (на 6,2 и 9,4%), и особенно к варианту с аммофосом (на 40,0 и 30,6%), тогда как количество $C_{МБ}$ было ниже, чем в вариантах с применением ОМУ (на 21-23%). Величина qCO_2 – интегрального метаболического коэффициента ($БД/C_{микро}$) (рис.8), указывает на снижение уровня удельного дыхания микроорганизмов т.е. количество CO_2 , затраченного на 1 мг микробной биомассы при использовании ОМУ-10 (на 26%), навоза (на 9%), не изменяется – с ОМУ-20, тогда как в почве с аммофосом увеличивается на 15%. Низкий уровень qCO_2 в вариантах с ОМУ

указывает на снижение потребления энергии бактериальным сообществом и его наибольшую устойчивость к внешним факторам.

Исследование ферментативного пула показало, что применение ОМУ значительно увеличивало уровень активности гидролазы Р-цикла - фосфатазы до 1343,9 мкМ МУФ (т.е. в 2,3 раза), а ОМУ-20 до 2206,8 мкМ МУФ (т.е. в 3,8 раза) по сравнению с вариантом без удобрений.

Достоверное увеличение суммарной карбогидразной активности за 3 года применения удобрений наблюдалось под влиянием всех видов удобрений: NPK – на 7,5; навоза - на 39,9; ОМУ-10 – на 27; ОМУ-20 – на 21,6% (рис.9).

Значительное повышение активности карбогидраз после внесения навоза (доступного углерода) объясняется ускорением скорости деструкции органического вещества – положительным прайминг-эффектом за счет изменения соотношения C:N в почве под воздействием удобрений.

Исследование оксидоредуктаз показало некоторое усиление дегидрогеназной активности (в фазе цветения), значительное снижение уровня полифенолоксидазы без воздействия на пероксидазу.

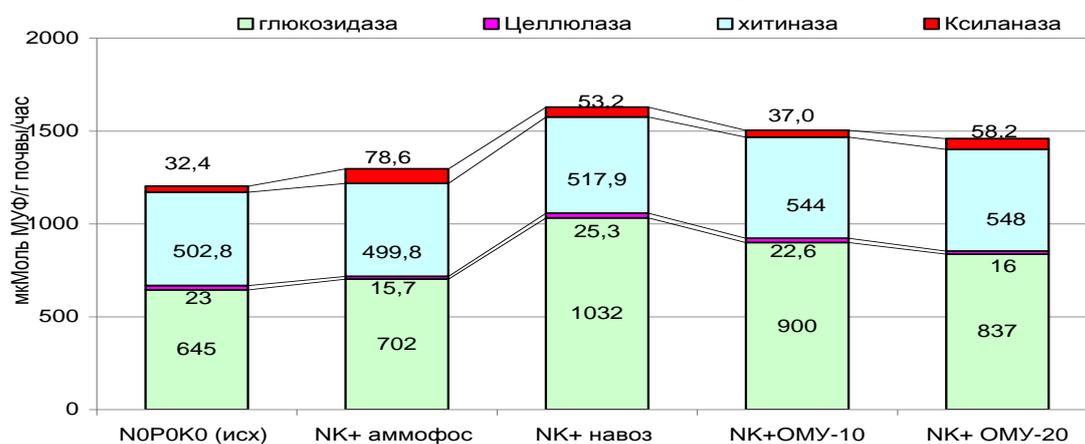


Рис.9. Активность целлюлолитических ферментов под воздействием ОМУ

Корреляционный анализ обнаружил, что активность изученных ферментов пропорционально связана с количеством углерода в удобрениях, а также гумусом. Особенно тесной была зависимость между $C_{уд}$ и $C_{общ}$, а также полифенолоксидазой и пероксидазой ($r = 0,62-0,9$); $C_{уд}$ и $C_{общ}$ и хитиназой ($r = 0,53-0,86$); $C_{уд}$ и $C_{общ}$ и уреазой ($r = 0,46-0,96$); зависимость меньшей силы между $C_{уд}$ и $C_{общ}$ и фосфатазой ($r = 0,51-0,65$); $C_{уд}$ и $C_{общ}$ и глюкозидазой ($r = 0,28-0,60$). Обнаружена обратная зависимость средней силы ($r=-0,50$) между фосфатазной активностью и численностью фосфатминерализующих микроорганизмами и обратная корреляция активности фосфатазы и содержания общего фосфора в удобрении ($r=-0,62$).

Результаты агрохимических исследований согласуются с описанными ранее микробиологическими и биохимическими характеристиками. В процессе изучения динамики роста и развития растений хлопчатника установлено позитивное воздействие ОМУ-10 и ОМУ-20 на показатели длины главного стебля; количество симподиальных ветвей; число плодов-коробочек, а также накопление биомассы. Кроме того, установлено, что внесение ОМУ-10 и ОМУ-

20 способствовало большему поступлению основных питательных элементов - азота (на 1,3-29,4%), фосфора (на 3,2-42,9%) и калия (на 4,3-36,4%) в органы хлопчатника, т.е. обеспечивало лучшие условия питания растений в течение всей вегетации и, следовательно, повышение урожайности в варианте с ОМУ-20 на 2,3 ц/га, с ОМУ-10 - 1,3 ц/га, т.е. дополнительный доход составит соответственно 158,4 и 297,8 сум (по сравнению с вариантом с внесением аммофоса) и 405,6 и 477,8 тыс сум с 1 га (по сравнению с вариантом с внесением навоза). При этом важно заметить, что помимо экономического эффекта, применение органоминеральных удобрений как элемента биологизации земледелия позволит повысить плодородие, увеличить содержание питательных элементов: в пересчете на 1 га валовых форм азота и фосфора на 1,04-1,11 т и 2,16-3,96 т, подвижных форм азота на 0,008 и 0,011 т; фосфора на 0,032-0,034 т, легкогидролизуемого азота на 0,061-0,065 т/га.

Объектом исследований, описанных в пятой главе «Биологическая активность типичного серозема под воздействием минеральных азотно-фосфорных удобрений», явились азот- и фосфор-содержащие удобрения МАФУ, которые имеют важное свойство - постепенно высвобождать питательные элементы без избытка легкодоступного азота и фосфора. Равномерное поступление элементов питания, внесенных с МАФУ-СА и МАФУ-НА обуславливает умеренную численность микроорганизмов, участвующих в трансформации фосфора и азота: рис. 10):

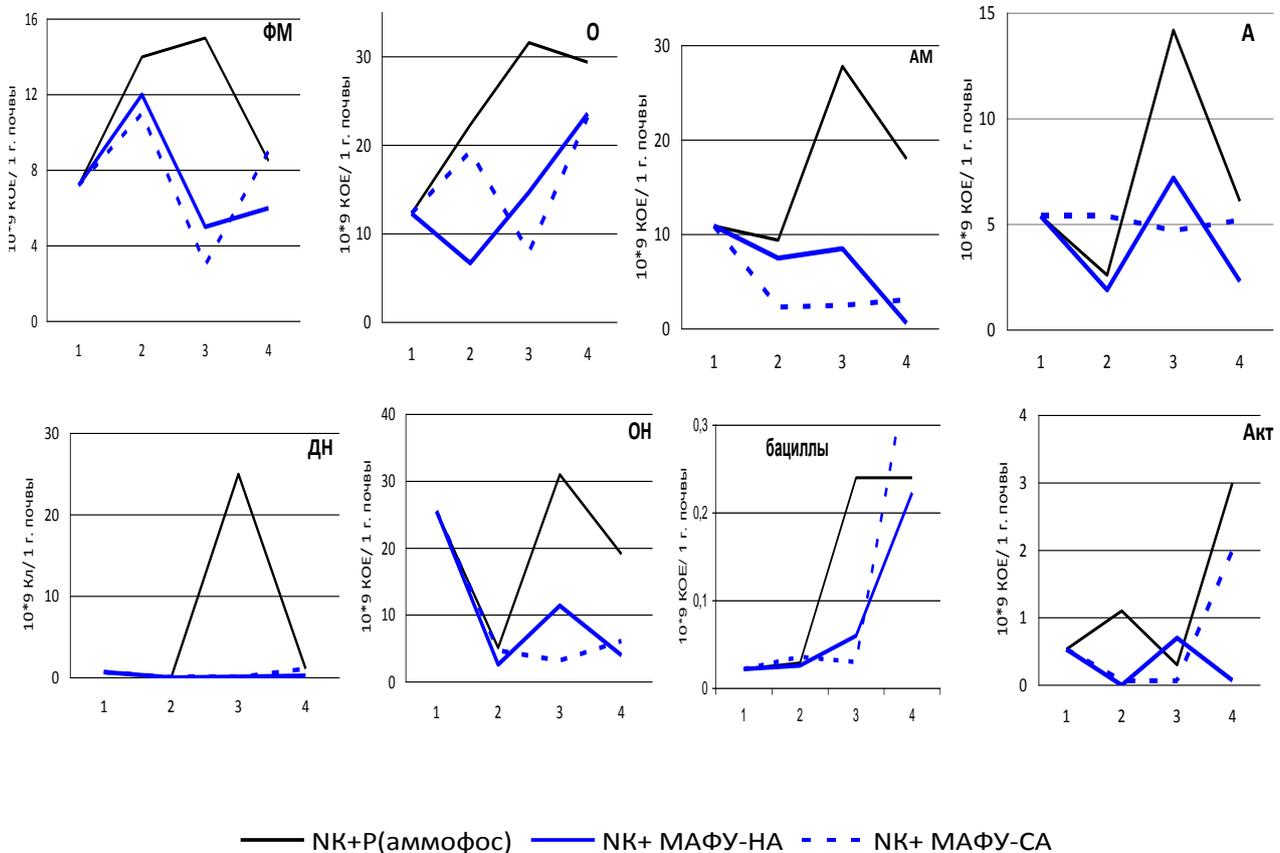


Рисунок 10 -Динамика численности фосфатминерализующих (Ф), олиготрофных (О), аммонифицирующих (А), амилолитических (АМ), олигонитрофильных (ОН), денитрифицирующих (ДН) микроорганизмов, бацилл (Б) и актиномицетов (Акт) под воздействием МАФУ.

фосфатмобилизующих; олиготрофов, аммонификаторов, бацилл, актиномицетов, микроорганизмов, ассимилирующих минеральный азот, олигонитрофилов. Значительное снижение доли активных деструкторов органических соединений (актиномицетов в 2,0-5,0 раз, бацилл в 1,2-2,3 раза) в вариантах с МАФУ свидетельствует о преобладании процессов иммобилизации макроэлементов вносимых удобрений и почвы.

В результате достигается более полное усвоение легкодоступных N и P соединений растениями, а также увеличение КПД удобрения за счет отсутствия потерь макроэлементов. Напротив, в вариантах с аммофосом наблюдается существенное увеличение численности микроорганизмов изучаемых групп: фосфатмобилизаторов (до 8,5-15 млн КОЕ, т.е. в 1,3-5 раз больше, чем в вариантах с МАФУ); олиготрофов (до 22,3-31,6 млн КОЕ, т.е. в 1,15-4,0 раза больше, чем с МАФУ); аммонификаторов (до 2,6-14,2 млн КОЕ, т.е. в 1,2-3,2 раза больше, чем с МАФУ), бацилл (до 0,24-0,029 млн КОЕ, т.е. в 1,1-8 раз больше, чем с МАФУ); и актиномицетов (до 0,3-3,0 млн КОЕ, т.е. в 1,15-15, а в фазе созревания в 42 раза больше, чем с МАФУ); амилолитических микроорганизмов (до 9,4-27,8 млн КОЕ, т.е. в 1,2-30,0 раз больше, чем с МАФУ); олигонитрофилов (до 5,1-31,0 млн КОЕ, т.е. в 1,2-9,7 раз больше, чем с МАФУ); что является свидетельством интенсификации минерализационных процессов. Особое внимание следует обратить на динамику денитрифицирующих микроорганизмов: в вариантах с МАФУ-НА и МАФУ-СА их число было невысоким и колебалось в пределах 0,025-1,1 млн. КОЕ/ г почвы, тогда как в варианте с аммофосом в фазе цветения их количество превосходит аналогичный показатель при применении МАФУ в 227-357 раз. Вероятно, внесение аммофоса способствует интенсификации превращения нитратного азота и, соответственно, является причиной потерь в виде газообразных соединений.

Определение динамики микробиома под воздействием минеральных азотно-фосфорных удобрений МАФУ показало достоверные различия (рис. 11).

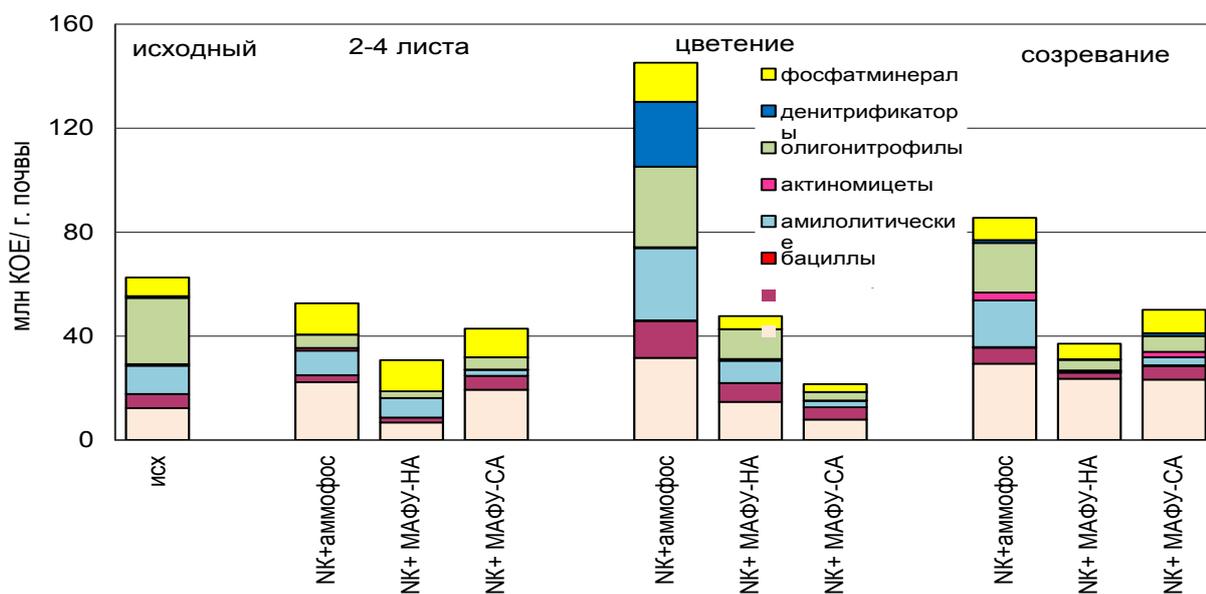


Рис. 11. Состав микробных сообществ под воздействием МАФУ

Особенно показательна фаза цветения хлопчатника: концентрированное азотно-фосфорное удобрение – аммофос, вызывая многократное увеличение числа микроорганизмов различных ЭКГГ (в том числе олиготрофов, аммонификаторов, амилотических, олигонитрофильных, денитрифицирующих и фосформинерализующих микроорганизмов), способствует интенсификации трансформации макроэлементов и является причиной дисбаланса режима питания растений, увеличения потерь питательных элементов и снижения КПД самого удобрения.

Напротив, МАФУ снабжают растения питательными элементами более продолжительное время, не приводя к увеличению численности микроорганизмов, при этом значительно снижают долю активных деструкторов органических соединений (актиномицетов, бацилл), а также денитрификаторов.

Сложившийся состав микробного комплекса в вариантах с МАФУ свидетельствует о преобладании иммобилизации макроэлементов. Однако, к фазе созревания, судя по увеличению процентного содержания олиготрофов в (до 58% от общей численности микроорганизмов в варианте с МАФУ-СА и 75% с МАФУ-НА), а также бацилл и актиномицетов в этот период, в почве, вероятно, имеется недостаток углеродсодержащих органических соединений. Последнее приводит к необходимости возмещения углерода за счет микробной деструкции сложных гумусовых веществ. Это еще раз подтверждает необходимость применения органических удобрений в дополнение к минеральным для снижения затравочного эффекта (priming-effect), приводящего к деградации С-соединений.

Продуктивность микробных сообществ, т.е. уровень накопленных С МБ и СВР достоверно отличался от исходных показателей под влиянием аммофоса - в сторону уменьшения на 24 и 23,5% при снижении доли С МБ от Сорг и СВР от Сорг на 16 и 15%.

Уменьшение доли С микробной биомассы в составе гумуса может свидетельствует о преобладании процессов минерализации (табл.2).

Таблица 2

Пулы органического углерода и их соотношение под воздействием МАФУ

№	Варианты опыта	С орг, мкг/г	С МБ, мкг/г	% С МБ от С орг	С ВР, мкг/г	% С ВР от С орг
1	Исходная почва (б/у)	5970	46,2	0,77	54,2	0,91
2	НК+Р аммофос	5920	35,1*	0,59*	45,4*	0,77*
3	НК+Р (МАФУ-НА)	5860*	26,9*	0,46*	63,0*	1,08*
4	НК+Р (МАФУ-СА)	5840*	48,4	0,83	51,4	0,88
Довер, интервал (P<0.05)		57,91	9,83	0,17	7,17	0,13

Примечание: *- достоверная разница по отношению к исходной почве

Важно, что применение МАФУ-НА снижало абсолютные значения СМБ на 42% при увеличении С ВР на 16% и достоверном увеличении доли СВР в составе Сорг на 16-18%. Напротив, отмечено позитивное (хотя и небольшое) воздействие МАФУ-СА на величины С_{МБ} и С_{ВР}, т.е. увеличение показателей на 5 и 7%, при некотором снижении их доли от С_{орг} на 5 и 3% по отношению к

исходной почве. Результаты изучения уровня базального и субстрат-индуцированного дыхания почвы, коэффициентов qR и qCO_2 под воздействием МАФУ (рис. 12) показали, что если базальное дыхание не отличалось по вариантам, варьируя в узких пределах, то интенсивность СИД в вариантах с фосфорными удобрениями значительно увеличивалась, превышая контроль в 1,9-2,2 раза. В почве с применением аммофоса и МАФУ дыхательный коэффициент снижается до 0,11–0,14, подтверждая экологически сбалансированные связи в микробиоме. Величина qCO_2 – метаболического коэффициента, увеличивается при использовании минеральных удобрений (как аммофоса - на 15%, так и МАФУ - на 2,7-87%), что может свидетельствовать о больших затратах для поддержания биоценотического баланса и его устойчивости. Таким образом, по

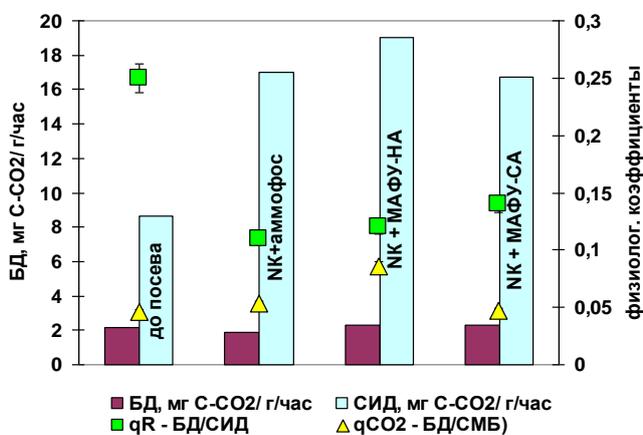


Рис. 12. Показатели метаболической активности микробиома под влиянием МАФУ

изменению пулов C_{MB} и C_{BR} и соотношению $C_{MB}/C_{орг}$ под воздействием новых фосфорсодержащих удобрений можно констатировать некоторое ухудшение свойств органического вещества и качественных метаболических характеристик. В частности, применение МАФУ-НА снижало уровень микробного и водорастворимого органического углерода, при росте их доли в составе $C_{орг}$. Отмечено некоторое позитивное воздействие МАФУ-СА на величину C_{MB} и C_{BR} , при небольшом снижении их доли от $C_{орг}$ по отношению к исходной почве. Вероятно, внесение МАФУ изменяет энергетические и метаболические связи в микробном комплексе (МАФУ-НА - больше; МАФУ-СА – меньше) за счет сужения соотношения C/N и усиления минерализации

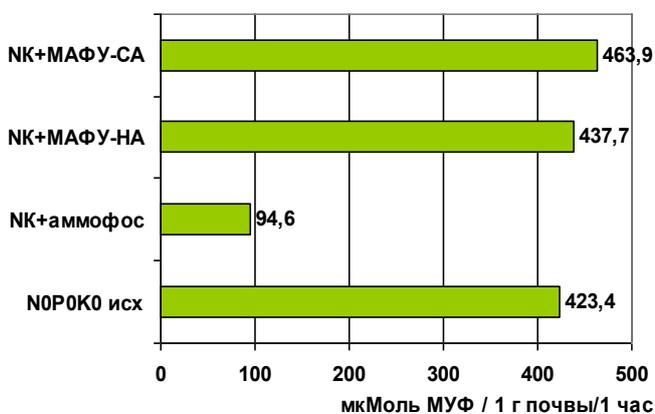


Рис. 13. Влияние МАФУ на активность фосфатазы

углеродсодержащих органических соединений.

Исследования ферментативной активности почвы показали, что внесение МАФУ не оказывает негативного воздействия на активность ферментов: P-цикла – фосфатазы (рис.13), N -цикла-уреазы, а также дегидрогеназы (рис.14 Д). Обнаружено небольшое увеличение фосфатазы относительно исходного уровня - на 3 и 9%, что, однако, в 4,6-4,9 раз больше, чем с аммофосом),

карбогидраз (целлобио-гидролазы, хитиназы, ксиланазы и глюкозидазы) – незначительно. Воздействие МАФУ на гидролитический фермент N-цикла – уреазу в течение вегетации отличалось по направленности и значениям: МАФУ-СА обеспечивал устойчивый высокий уровень уреазной активности в течение вегетации, тогда как динамика активности уреазы под воздействием МАФУ-НА развивалась по синусоиде с большой амплитудой (рис.14, У).

Изучение воздействия МАФУ на уровень оксидоредуктаз показало усиление окислительно-восстановительных реакций в период активного роста и развития растений: дегидрогеназы (рис. 14, Д), указывающей на физиологическую активность почвенных микроорганизмов – на 7-109%, полифенолоксидазы, отвечающей за синтез гумуса – на 7-56%, пероксидазы, способствующей разложению гумусовых соединений в почве – на 13-42%, с уменьшением показателей к фазе созревания. Корреляционный анализ обнаружил достоверную прямую зависимость между фосфатазной активностью и количеством фосфатминерализующих микроорганизмов ($r=0,66$), т.е. применение МАФУ в 4,6-4,9 раз увеличивает активность почвенной фосфатазы, которая способствует мобилизации почвенных фосфатов, закрепленных в органических соединениях, при этом уровень усвояемого P_2O_5 в почве достигает значений, благоприятных для развития растений.

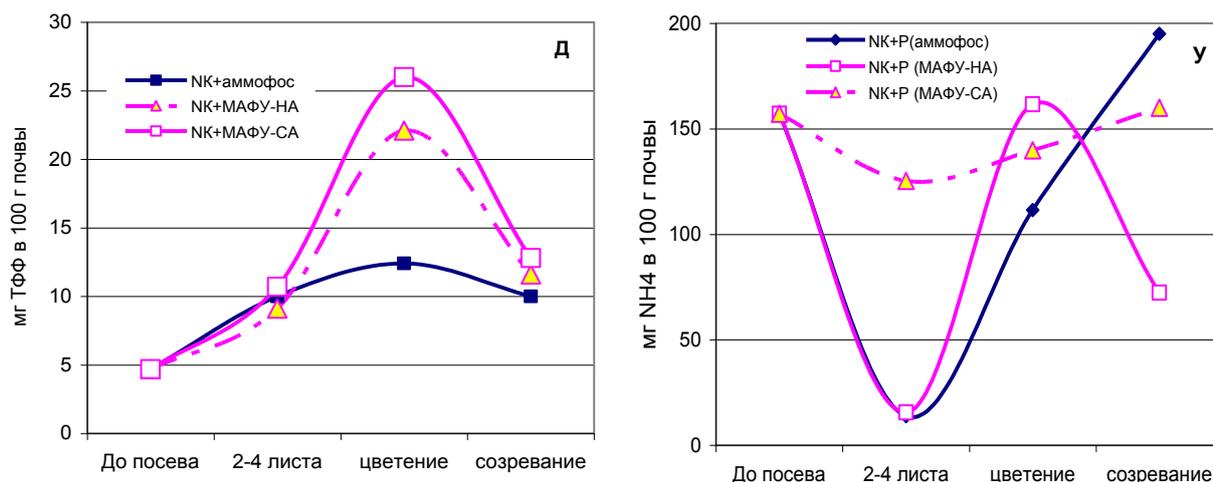


Рис. 14. Воздействие МАФУ на активность уреазы (У) и дегидрогеназы (Д)

Влияние МАФУ было охарактеризовано по агрохимическим показателям: установлено увеличение содержания валового азота на 12,5%; валового фосфора - на 8,5%, подвижного фосфора - на 37,5%, щелочногидролизуемого азота - даже в 2,3 раза. При этом снижается количество нитратов (на 27,4%), т.е. уменьшается загрязнение почвы и потенциальные потери, а экономический эффект, ожидаемый от замены аммофоса на МАФУ из-за низкой себестоимости может составить от 62,7 до 275,8 тыс. сум/га.

В шестой главе диссертации «Механизмы воздействия новых фосфорсодержащих удобрений на микробные комплексы и агрохимические характеристики типичного серозема» с целью объяснения положительного эффекта удобрений, полученных различными способами активации фосфоритов - ФБУ, ОМУ и МАФУ, приводятся механизмы их

воздействия в сравнении с концентрированным удобрением – аммофосом. Так, установлено, что большое количество легкодоступных питательных элементов, вносимых с аммофосом, оказывает стрессовое действие на микроорганизмы, способствует резкому увеличению численности микроорганизмов различных эколого-трофических групп для интенсивной переработки внесенных макроэлементов. При этом усугубляется тесно сопряженная с этим процессом минерализация органического вещества самой почвы - priming effect., усиливается трансформация углерода, закрепленного в микробной биомассе и ближайшего резерва углерода – водорастворимого его пула (при достоверном снижении их количества и доли в общем углероде); увеличивается субстрат-индуцированное дыхание, и, соответственно, рост метаболического коэффициента; интенсифицируются ферментативные гидролитические и окислительно-восстановительные процессы. Важно, что внесение аммофоса, несомненно, обогащает почву питательными элементами, но коэффициент его использования невелик (25-30%), в связи с чем к концу вегетации растений может наблюдаться ухудшение агрохимических показателей (содержания гумуса, валовых и подвижных форм азота, фосфора и калия), причем без ущерба для урожайности. Вероятно, формирование урожая обеспечивается за счет деградации почвенного плодородия.

Результаты исследований показали, что наличие органической составляющей играет ключевую роль в механизме влияния удобрения на микробиом почвы, его метаболическую и дыхательную активность. При внесении ОМУ и ФБУ - удобрений с органической составляющей и невысоким содержанием питательных компонентов - при снижении общей численности микроорганизмов, наблюдается перегруппировка состава микробного комплекса в сторону снижения доли олиготрофных микроорганизмов и доминирования амилотических, фосфатмобилизующих, аммонифицирующих и др., т.е. формируется разнообразное и, соответственно, многофункциональное микробное сообщество. Кроме того, можно констатировать улучшение качества органического вещества: усиление накопления углерода в микробной биомассе при снижении метаболического qR и дыхательного qCO_2 коэффициентов, т.е. сокращении энергетических затрат микробиома. В результате позитивных изменений микробного комплекса и снижения минерализационной активности почвы наблюдается улучшение агрохимических характеристик: отмечен прирост содержания гумуса (+1,476 т), валовых форм азота (+0,072-1,11 т) и фосфора (+1,12-3,96 т), подвижных форм азота (+0,008-0,011 т); подвижных форм фосфора и азота (+0,032-0,11 т/га и +0,039-0,065 т/га).

Предполагаемый механизм действия МАФУ заключается в следующем: после внесения в почву МАФУ под действием почвенной влаги происходит «доактивация» удобрений, т.е. постепенная трансформация до NH_4^+ , NO_3^- , P_2O_5 и SO_4^{2-} . Равномерное, без избытка, поступление элементов питания в почву обуславливает умеренную численность микроорганизмов основных эколого-трофических групп, преобладание К-стратегов в составе микробиома, т.е. доминирование процессов иммобилизации макроэлементов, более полное

усвоение их растениями, а также увеличение КПД удобрения за счет отсутствия потерь. Однако к концу вегетации по мере исчерпания легкоусвояемых углеродсодержащих соединений состав микробного комплекса изменяется в сторону усиления r- стратегов и интенсификации прайминг-эффекта – разложения гумусовых соединений.

Результаты изучения влияния МАФУ на микробную биомассу и респирационную активность микробных сообществ подтверждают вышеуказанное заключение: за счет уменьшения отношения C:N и усиления минерализации углеродсодержащих органических соединений, происходит увеличение qR и qCO_2 на 2,7–87%, а также снижение C_{MB} и C_{BR} и доли C_{MB} в $C_{орг}$. Тем не менее, внесение МАФУ-НА позволит обеспечить прирост валовых форм N и P на 0,3 и 0,42 т/га, подвижных форм N и P на 0,030-0,261 т/га.

Результаты исследований позволяют заключить, что медленнодействующие бактериальные, органоминеральные и минеральные фосфорсодержащие удобрения по своим питательным свойствам, воздействию на процессы трансформации макроэлементов, повышению коэффициента их использования, агрохимической эффективности и снижения нагрузки на окружающую среду превосходят концентрированное удобрение – аммофос.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основными научными и практическими результатами, полученными при выполнении диссертационного исследования, являются:

1. Выявлено влияние медленнодействующих бактериальных, органоминеральных и минеральных удобрений на структурные особенности почвенного микробиома. Установлено, что при внесении ОМУ и ФБУ наблюдается перестройка микробного комплекса в сторону сокращения r-стратегов и доминирования K-стратегов. Применение МАФУ благодаря его пролонгированному действию обеспечивает умеренную численность микроорганизмов основных эколого-трофических групп, однако по мере исчерпания легкодоступных питательных соединений, состав микробиома изменяется в сторону преобладания олиготрофной группы и усиления прайминг-эффекта.

2. Изучение продуктивности микробиомов показало накопление большего количества микробной биомассы при применении ФБУ-сух - в 8,5-11,0 раз; ФБУ-жидк – 1,08 и 1,58 раз; с ОМУ-10 – в 1,33-1,38 раз, с ОМУ-20 – в 1,35 раз (по сравнению с аммофосом) при снижении энергетических затрат - метаболического qR и дыхательного qCO_2 коэффициентов (в 1,29-2,52 раза). Внесение МАФУ-НА снижало абсолютные значения C_{MB} и C_{BR} на 42 и 40% при увеличении их доли в составе $C_{орг}$ на 16-18%, тогда как применение МАФУ-СА увеличило C_{MB} и C_{BR} на 5 и 7%, при снижении их доли в составе $C_{орг}$ на 5 и 3% (по отношению к исходной почве), а также увеличении метаболических и дыхательных коэффициентов qR и qCO_2 на 2,7–87%.

3. Ферментативная активность микробиомов свидетельствует об отсутствии негативного влияния на процессы трансформации макроэлементов при внесении ФБУ и ОМУ. Увеличение фосфатазной и дегидрогеназной активности под воздействием ФБУ-жидк, повышение уровня активности фосфатазы и уреазы при применении ОМУ (в 2,3-3,8 и 10-14 раз в среднем за вегетацию), а также суммарной карбогидразной активности (в 1,21-1,27 раз) подтверждает высокую метаболическую активность микробных комплексов в течение вегетации и пролонгированное действие удобрений. МАФУ-НА и МАФУ-СА обеспечивали усиление активности оксидоредуктаз на 7-109%; полифенолоксидазы - на 7-56%, пероксидазы - на 13-42%, с уменьшением показателей к фазе созревания; применение МАФУ-СА создает устойчивый высокий уровень уреазной активности в течение вегетации.

4. Несмотря на меньшее содержание питательных элементов (фосфора и азота) в составе новых удобрений ФБУ, ОМУ и МАФУ, снижение интенсивности минерализационных процессов и повышение КПД за счет пролонгированного их действия позволило получить урожай больший, чем в варианте с аммофосом:

исследования агрохимической эффективности выявили, что применение ФБУ-жидк увеличило урожай хлопка-сырца на 0,71%, а условный чистый доход составил 223,7 тыс. сум/га (по сравнению с применением аммофоса); внесение ОМУ-10 и ОМУ-20 привело к увеличению урожая на 3,9 и 7,0%, а условный доход составил 75,1 и 196 тыс. сум/га, по сравнению с аммофосом; и 405,6 и 477,6 тыс сум/га по сравнению с 20 т навоза; урожай хлопка-сырца при внесении МАФУ-СА был на 3,1% выше, а МАФУ-НА на 3,1% ниже, чем урожай в варианте с аммофосом, при этом из-за низкой стоимости МАФУ чистый доход составил 275,8 и 62,7 тыс сум/га.

5. Результаты проведенных агрохимических испытаний свидетельствуют об оптимизации процессов трансформации питательных элементов, внесенных с ФБУ, ОМУ и МАФУ, повышения их КПД, что позволяет повысить содержание гумуса, валовых и подвижных форм азота, и фосфора:

в почве с ФБУ-жидк увеличивалось содержание гумуса (на 1,476 т/га), валовых азота и фосфора (0,072 и 1,12 т/га), подвижных форм фосфора (на 0,11 т), легкогидролизуемого азота (на 39 кг). Несмотря на большее содержание макроэлементов, ФБУ-сух по указанным характеристикам уступает ФБУ-жидк; содержание гумуса в почве, удобренной ОМУ, увеличилось на 0,014% (по сравнению с исходной почвой), и при пересчете на 1 га прибавка составляет 0,504 т, при этом ОМУ способствовали накоплению валовых азота и фосфора на 1,04-1,11 т/га и 2,16-3,96 т/га, подвижных форм фосфора на 0,038-0,041 т/га, легкогидролизуемого азота на 0,073-0,078 т/га; МАФУ обеспечивает прирост валовых форм азота и фосфора на 0,3 и 0,42 т на 1 га, подвижных форм фосфора на 0,030-0,035 т, а также легкогидролизуемого азота на 0,176-0,261 т/га (по сравнению теми же показателями при применении аммофоса).

6. Использование корреляционного, кластерного и факторного анализа, а также анализа главных компонент позволило доказать сходство и отличия

воздействия новых бактериальных, органоминеральных и минеральных медленнодействующих удобрений, которые по своим питательным свойствам не уступают аммофосу, и превосходят его с точки зрения снижения минерализационных процессов, усиления иммобилизации макроэлементов, а также снижения негативной химической нагрузки на окружающую среду.

В связи с этим удобрения ФБУ-жидк, ОМУ-10 и ОМУ-20, а также МАФУ-СА и МАФУ-НА рекомендованы для широкого применения в сельском хозяйстве.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREE
DSc.27.06.2017.B.38.01 AT INSTITUTE OF MICROBIOLOGY AND
NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN**

**INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY
ACADEMY OF SCIENCES REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

MYACHINA OLGA

**STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF MICROBIAL
COMMUNITIES IN THE TYPICAL SIEROSEM UNDER THE
INFLUENCE OF PHOSPHATE FERTILIZERS**

03.00.04 – microbiology and virology

**DISSERTATION ABSTRACT DOCTOR
OF BIOLOGICAL SCIENCES (DSc)**

Tashkent - 2018

This dissertation of DSc has been registered with the number B2017.2DSc/B37 at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

The dissertation has been prepared at the Institute of Bioorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three (Uzbek, Russian, English (resume)) languages on the website of the Scientific Council (info@microbio.uz) and on the website of «Ziyonet» information and educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant:

Poberezhskaya Svetlana

Doctor of biological sciences

Official opponents:

Akhmedova Zakhro

doctor of biological sciences, professor

Gafurova Lazizakhon Akramovna

Doctor of biological sciences, professor

Niyazaliev Begali Irisalievich

Doctor of agricultural sciences

Leading organization:

Institute of Genetics and Experimental Biology of Plants

Defence will take place on «_____» may 2018 year 10:00 at the once-only meeting of the Scientific council DSc.27.06.2017.B.38.01 of the Institute of Microbiology and National University of Uzbekistan at the following address: 100128, Tashkent, 7B A.Kadyri str. Phone: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, Fax: (+99871) 241-92-71.

Dissertation is registered at the Information Resource Centre at the Institute of Microbiology (100128, Tashkent, 7B A.Kadyri str. Phone: (+99871) 241-92-28, (+99871) 241-71-98, Fax: (+99871) 241-92-71), e-mail: info@microbio.uz).

Abstract of dissertation is distributed on «_____» 2018 year.

(Protocol at the register _____ on «_____» 2018 year)

Aripov Takhir

Chairman of the scientific council

awarding scientific degrees,

D.B.Sc., academician

Nasmetova Saodat

Scientific secretary of the scientific council

awarding scientific degrees, PhD, senior researcher

Gulyamova Tashkhan

Chairman of the academic seminar under the scientific council awarding scientific degrees,

D.B.Sc., professor

INTRODUCTION (abstract of DSc thesis)

The aim of the research work was complex investigation of new phosphorus-containing fertilizers effect on structure and functional properties of soil microbial communities; an assessment of agroecological safety and agrochemical efficiency of the fertilizers at cotton-plant growing.

The object of the research work were the microorganisms of the main ecological-trophic groups, which inhabit in soil, typical sierozem, cotton-plants of the "Akdarya-6" and "Bayaut-2" varieties, new slow-acting phosphorus-containing bacterial, organic-mineral and complex mineral fertilizers.

Scientific novelty of the research work:

the dynamic of microbial community of typical serozem under the influence of new phosphorus-containing bacterial, organic-mineral and mineral fertilizers with prolonged action was established in comparison with ammophos - traditional concentrated fertilizer.

the amount of soil organic carbon, which is fixed in pools of different availability, and the metabolic coefficients of microbial communities activity was evaluated.

the absence of any negative effect of new phosphorus-containing fertilizers on activity of enzymes involved in transformation of P-, N- and C-containing compounds was established;

the mechanism of new prolonged phosphorus-containing fertilizers action is described in comparison with ammophos - the concentrated phosphorus fertilizer.

the probabilistic (theoretical) relationships and interdependencies of the agrocenosis components (microorganisms - soil - plants), and dependence of the soils properties on the type and composition of introduced fertilizers, were revealed.

Implementation of the research results.

On the base of studies results of effect of new slow-acting fertilizers from the Central Kyzyl Kum phosphorites:

At JSC "Farg'onaazot" the production of stabilized ammonium nitrate by mixing ammonium nitrate melt with high-carbonate phosphorite flour, pelletizing and pelletizing the surface of granules with phosphate flour in the presence of ammonium sulfate solution introduced (certificate of "Farg'onaazot" JSC No. 37/6202 dated 09.11.2017.). The result of implementation allowed to produce 254.660 thousand tons of the complex nitrogen-phosphorus fertilizer (SAFU).

The production of stabilized ammonium nitrate by powdering the surface of the finished ammonium nitrate granules with high-carbonate phosphorite flour (the second variant) in the presence of ammonium sulfate solution was introduced (reference from "Farg'onaazot" JSC No. 37/6202 dated 09.11.2017). The result allowed to create an industrial installation with products capacity of 60,000 tons per year.

Environmental safety organomineral fertilizers OMF-10 and OMF-20 were introduce in the farms of Syrdarya region under cotton crops (reference No. 02 / 20-116 of 19.02.2018 of the Ministry of Agriculture and Water Resources Management RUz). As a results, the fertilizers show positive effect on grow, development of plants

and accumulation of fruit-elements and increase in the additional cotton-wool yield by 3-4 c/ha.

At different soil-climate conditions the application technology of organic and organomineral fertilizers in the farms of Karauzyak district of Karakalpakstan Republic under cotton crops was implemented (reference No. 02 / 20-116 of 19.02.2018 of the Ministry of Agriculture and Water Resources Management RUz). As a result of increasing the effectiveness of fertilizer application, soil fertility was preserved, water regime was improved, water-saving capacity, agrochemical and agrophysical properties of soils were improved, which enabled the plants providing by nutrients during the growing season.

The structure and volume of the thesis. Containing 182 pages of text, the dissertation has introduction, six chapters, conclusions, applications and list of references.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

І-бўлим (I часть; I-part)

1. Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Рахмонов А.Х., Нарзуллаев О.С. Активность почвенных гидролаз под влиянием новых медленнодействующих удобрений. //Узб. хим. журнал, 2017, №2.- С. 42-47. (02.00.00; №6).
2. Мячина О.В. Алиев А.Т., Ким Р.Н. Оценка влияния новых медленнодействующих удобрений на содержание и распределение макроэлементов по органам хлопчатника. // Ўзбекистон Аграр фани хабарномаси, 2016, №4 (66), -С .74-78. (03.00.00; №8).
3. Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева И.А., Мамасалиева Л.Э. Влияние новых фосфорсодержащих удобрений на величину общих и лабильных пулов органического углерода и азота.// Узбекский химический журнал. 2014. №4. – С.53-57. (02.00.00; №6).
4. Л.Ф. Мельников, З. Исабаев. Мячина О.В. Органоминеральные удобрения на основе азотнокислотной переработки фосфатов и веществ гумусовой природы. // Узбекский химический журнал. 2014. №2. –С. 44-48. (02.00.00; №6).
5. Evgenia Blagodatskaya, Sergey Blagodatsky, Nikita Khomyakov, Olga Myachina, Yakov Kuzyakov. Temperature sensitivity and enzymatic mechanisms of soil organic matter decomposition along an altitudinal gradient on Mount Kilimanjaro. //J. Scientific RepoRts | 2016, 6:22240 | 10.1038/srep22240. (№40 ResearchGate IF-5.47)
6. Мячина О.В.Фосфорсодержащие бактериальные удобрения как фактор воздействия на ферментативную активность почвенных микробных сообществ. // Ўзбекистон Аграр фани хабарномаси. №3 (65), 2016. –53-56 б. (03.00.00; №8)
7. Chen R., Senbayram M., Blagodatsky S., Dittert K., Lin X., Blagodatskaya E., Kuzyakov Y. Soil C and N availability determine the priming effect: microbial N mining and stoichiometry theories.//Journal “Global Change Biology”, 2014. 20, 2356–2367. (№40 ResearchGate IF -8.97)
8. Myachina O., Akbar Aliev, Rimma Kim, Irina Yakovleva. Activity of extracellular enzymes hydrolyzing the carbohydrates in irrigated soil.// Journal of Arid Land Studies, 2015. -№1. -pp. 23-27.
9. Blagodatskaya E., Khomyakov N, Myachina O., Bogomolova I., Blagodatsky S., Kuzyakov Y. Microbial interactions affect sources of priming induced by cellulose. // Journal “Soil Biology & Biochemistry”. 2014. - 74, -pp.39-49. (№40 ResearchGate IF - 4.90)
10. Мячина О.В. Активность фосфатазы в средне-засоленном и типичном сероземах при внесении фосфорсодержащих бактериальных удобрений под хлопчатник.// Узбекский биологический журнал. - 2012. - №2 -С.34-39. (03.00.00; №5).
11. Мячина О.В. Экологические аспекты получения и применения органоминеральных и бактериальных удобрений из низкосортных фосфоритов//

Узбекский химический журнал. - 2012 - №6 -С.42-48. (02.00.00; №6).

12. Мячина О.В. Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Зависимость количества углерода, закрепленного в микробной биомассе, от вида применяемых под хлопчатник фосфорсодержащих удобрений. // Доклады Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, 2011, №6. С. 47-52. (03.00.00; №2).

13. Мячина О.В. Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Яковлева И.А. Активность хитиназы в среднесоленном и типичном сероземах при внесении фосфорсодержащих бактериальных удобрений под хлопчатник.// Узбекский биологический журнал. - 2010, №3 -С.33-38 (03.00.00; №2).

14. Мячина О.В. Дегидрогеназная активность типичного серозема при внесении под хлопчатник фосфоритов, активированных альтернативными методами.// Узбекский химический журнал. - 2008, №3, -С.77-81. (02.00.00; №6).

15. Мячина О.В. Алиев А.Т., Побережская С.К., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А., Исакова Д.Х. Влияние фосфорных бактериальных удобрений на содержание свободных аминокислот в типичном сероземе. //Узбекский химический журнал, 2007, №2 - С. 18-23. (02.00.00; №6).

16. Побережская С.К., Мячина О.В., Далимова Д.А. Органоминеральные удобрения (ОМУ), полифенолоксидазная и пероксидазная активность типичного серозема, занятого под хлопчатник.//Узбекский химический журнал, 2005, №1 -С.55-59 (02.00.00; №6).

17. Далимова Д.А., Тиллабеков Б.Х., Мячина О.В. Побережская С.К., Намазов Ш.С., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Влияние органоминеральных удобрений на основе навоза и фосфорита Центральных Кызылкумов на рост, развитие и урожайность хлопчатника.// Ўзбекистон Аграр фани хабарномаси., 2005, №2-3 (20), С.7-11. (03.00.00; №8).

18. Далимова Д.А., Мячина О.В. Яковлева И.А., Намазов Ш.С. Органоминеральные удобрения на основе навоза и фосфоритов Центральных Кызылкумов и дегидрогеназная активность в типичном сероземе.// Узбекский биологический журнал. - 2005. -№ 2-3 - С.45-47. (03.00.00; №2).

19. С.К. Побережская, Д.А. Мячина О.В., Далимова, Л.Д. Сейдалиева, Р.М. Шарипова, Ш.С. Намазов. Органоминеральные удобрения на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и процессы гумусообразования в типичном сероземе под хлопчатником.// Узбекский химический журнал. - 2004, - №4 - С.56-60. (02.00.00; №6).

20. Побережская С.К., Мячина О.В., Терюхова Р.Р., Закиров Б.С. Влияние фосфорсодержащих бактериальных удобрений на дегидрогеназную активность типичного серозема, занятого посевами хлопчатника. //Узбекский биологический журнал. - 2003. - № 5-6.- С.34-38. (03.00.00; №2).

21. Побережская С.К., Терюхова Р.Р., Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Садыков А.Влияние органоминеральных удобрений на основе навоза и фосфоритов Центральных Кызылкумов на ферментативную активность типичного серозема.// Узбекский биологический журнал. - 2002.-№4 -С. 18-21.

(03.00.00; №2).

22. Алиев А.Т., Ким Р.Н., Мамасалиева Л.Э., Яковлева И.А. Респирационная активность почвы под влиянием альтернативных фосфорсодержащих удобрений. //Журнал «Микробиология и вирусология». А-Ата, 2013, № 4(3). - С. 61-71.

23. Myachina O., Mamasaliev L., Aliev A., Yakovleva I., Kim R. Activity of the exocarbohydrate enzymes in the typical sierozem under phosphorous-containing bacterial fertilizers influence.//Журнал «Микробиология и вирусология». А-Ата, 2014, № 3(6). - С. 42-52 .

24. M. Zhumanova, S. Namazov, V. Beglov, O.Myachina, M Tashquziev. Influence of organic and organic-mineral fertilizers on the fertility of soils. // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, (Болгария) 50, -3, -2015, С.-282-287.

II бўлим (II часть; II part)

25. Мячина О.В. Экологическая оценка влияния органоминеральных удобрений на ферментативную активность почв засушливой зоны Узбекистана.//Ж. Экологические системы и приборы, (Москва), 2005. №3 -С. 22-26.

26. Побережская С.К., Мячина О.В., Терюхова Р.Р., Беглов Б.М., Алиев А.Т. Фосфорсодержащие бактериальные удобрения, ферментативная активность и экология почвы.// Ж. Экологические системы и приборы, (Москва), 2004. №8 - С.15-18.

27. Побережская С.К., Мячина О.В. Терюхова Р.Р., Беглов Б.М., Сейдалиева Л.Д., Алиев А.Т., Шарипова Р.М., Ким Р.Н. Эколого-микробиологическая оценка бактериальных удобрений из фосфоритов Кызылкумов.// Ж.Экологические системы и приборы, (Москва), 2004.- №2 - С.34-39.

28. Побережская С.К., Беглов Б.М., Мячина О.В., Экологические аспекты применения фосфогипса в сельском хозяйстве/ // Ж.Экологические системы и приборы.- М., 2003. №5. -С. 22-27.

29. Myachina Olga, Akbar Aliev, Rimma Kim, Irina Yakovleva. Activity of extracellular enzymes hydrolyzing the carbohydrates in irrigated soil. // 2nd International Conference on Arid Land Studies «Innovations for Sustainability and Food Security in Arid and Semiarid Lands», 10-14 September 2014, Samarkand, Uzbekistan. Samarkand.- 2014. - 81 p.

30. Myachina O., Yakovleva, A. Aliev, R.Kim, L.Mamasaliev. Effect of new organic fertilizers on structural and functional characteristics of microbial communities in soil.//Международный симпозиум «Микроорганизмы и биосфера, Microbios – 2015», посвященный 50-летию Института микробиологии, Ташкент, 2015. с. 15.

31. Мячина О.В., Алиев А.Т., Яковлева И.А., Ким Р.Н., Мамасалиева Л.Э. Изменение общего и микробного пулов углерода в почве под воздействием новых органоминеральных удобрений.//Международный симпозиум

«Микроорганизмы и биосфера, Microbios – 2015», посвященный 50-летию Института микробиологии, Ташкент, 2015. с. 76.

32. Blagodatskaya E., Khomyakov N., Myachina O., Blagodatsky S., Kuzyakov Y. Three-source-partitioning of soil carbon pools and fluxes and priming effects induced by carbohydrates of different availability.//European Geosciences Union, General Assembly 2012, 23-27.4.2012 – Vienna, Austria. Geophysical Research Abstracts 14, EGU2012-7833.

33. Poberejskaya, S.; Egamberdiyeva, D., Myachina O. Teryuhova R., Seydalieva L., Aliev A., Kim R. Improvement of the Productivity of Cotton by Phosphate Solubilizing Bacterial Inoculants.//The Sixth International Symposium and Exhibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe and the Commonwealth of Independent States (Prague, 12-14 September, 2003). -2003. - p.456-458.

34. D.Egamberdiyeva, D. Juraeva, S. Poberejskaya, Myachina O., P. Teryuhova, L.Seydalieva, A.Aliev. Improvement of Wheat and Cotton Growth and Nutrient Uptake by Phosphate Solubilizing Bacteria.// Proceedings of the 26-th southern conservation tillage conference for sustainable agriculture Raleigh, North Carolina, June 8-9, 2004.- p. 58-66

35. Терюхова Р.Р., Побережская С.К., Мячина О.В., Сейдалиева Л.Д., Шарипова Р., Алиев А.Т. Роль микроорганизмов в разложении фосфоритов Кызылкумов.// Тез. Докл, научно-практ. конф. по актуальным вопросам химизации с.х., Ташкент, 2002, -С. 91

36. Побережская С.К, Шарипова Р.М., Сейдалиева Л.Д., Мячина О.В., Беглов Б.М., Слесарева Л.Н.Влияние фосфорных удобрений на основе фосфоритов Гулиоб на микробиологические процессы в типичном сероземе.//Тез. Докл. науч-практ. конф. по актуальным вопросам химизации с.х., Ташкент,2002,-С. 122.

37. Терюхова Р.Р., Мячина О.В., Побережская С.К., Беглов Б.М.,Ким Р.Н., Сейдалиева Л.Д. Микробиологические аспекты получения фосфорсодержащих бактериальных удобрений.// Тез. док. конф. «Прикладные аспекты биотехнологии», Ташкент, 2002, -С. 41.

38. Мячина О.В., Терюхова Р.Р., Побережская С.К., Ким Р.Н., Садыков А., Алиев А.Т. Влияние фосфорсодержащего бактериального удобрения (ФБУ) на накопление сухой массы хлопчатника. // Тез докл, научно-практич. Конф. «Химическое образование, наука и технология», Т., 2002.-С.222.

39. Мячина О.В., Побережская С.К., Терюхова Р.Р., Алиев А.Т. Ким Р.Н., Садыков А., Марупов А.И. Поступление азота и фосфора в органы хлопчатника в зависимости от применения фосфоритов Кызылкумов месторождения Ташкура. // Сб. Докл. Междунар. Научно- практ. Конференции «Усовершенствование агротехнологии выращивания хлопчатника и озимой пшеницы», 24-25 дек 2002 г. -С.60

40. Шарипова Р.М., Мячина О.В., Побережская С.К., Сейдалиева Л.Д., Беглов Б.М. Фосфорные удобрения на основе фосфоритов Гулиоб и почвенные процессы в типичном сероземе.// 7-й Пушкинской школе-конференции молодых

ученых «Биология - наука XXI века», май, 2003. -с.58

41. Мячина О.В., Побережская С.К., Терюхова Р.Р., Ким Р.Н., Сейдалиева Л.Д., Алиев А.Т., Шарипова Р.М. Влияние фосфорных удобрений на основе фосфоритов Кызылкумов на распространение почвенных микроорганизмов.// 7-й Пушинской школе-конференции молодых ученых «Биология - наука XXI века» май, 2003. -С.87.

42. Pobereshskaya S.K., Myachina O., Kim R.N., Teryuchova R.R., Beglov V.M. Biochemical aspects dissolution of Central Kyzylkum's phosphorites by microorganisms. // Международный симпозиум «The Chemistry of Natural Compounds», 2003. -Ташкент, – С.59.

43. Терюхова Р.Р., Побережская С.К., Мячина О.В., Сейдалиева Л.Д., Шарипова Р.М. Интенсивность разложения целлюлозы как диагностический показатель влияния ФБУ на биологическую активность типичного серозема.// «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии» Тез.докл.науч.конф, посвящ памяти Аскаровой С.А., 21-22 октября, 2003. Ташкент, 2003. – 75-76.

44. Побережская С.К. Мячина О.В., Терюхова Р.Р., Сейдалиева Л.Д. Микробиологическое выщелачивание фосфоритов Центральных Кызылкумов.// «Проблемы современной микробиологии и биотехнологии» Тез.докл.науч.конф, посвящ памяти Аскаровой С.А., 21-22 октября, 2003. Ташкент, 2003. – 65-66.

45. Побережская С.К., Мячина О.В., Сейдалиева Л.Д., Ким Р.Н., Алиев А.Т., Яковлева И.А. Влияние фосфорных удобрений из фосфоритов Кызылкумов на агрохимические свойства почвы и урожайность хлопка-сырца.// Республиканская научно-практическая конференция «Узбекистон минерал хомашёларини кимёвий кайта ишлашнинг долзарб муамоллари», посвященная 70-летию ИОНХ, Ташкент, 2003.с -81

46. Побережская С.К., Мячина О.В., Терюхова Р.Р. Фосфорсодержащие бактериальные удобрения и активность полифенолоксидазы и пероксидазы в типичном сероземе под посевами хлопчатника. //Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Почвоведение и агрохимия в XXI веке», Ташкент.-2004.- с. 373

47. Побережская С.К., Мячина О.В., Далимова Д.А., Сейдалиева Л.Д., Шарипова Р.М., Намазов Ш.С. Влияние органоминеральных удобрений на основе фосфоритов Кызылкумов на микробиологические процессы и плодородие почв.// Сб. материалов Международной научно-практической конференции «Почвоведение и агрохимия в XXI веке», Ташкент.-2004.- с. 367.

48. Побережская С.К., Мячина О.В., Далимова Д.А., Сейдалиева Л.Д., Яковлева И.А., Намазов Ш.С. Влияние органоминеральных удобрений (ОМУ) на основе фосфоритов Центральных Кызылкумов и навоза на уреазную активность типичного серозема под хлопчатником.// «Новые технологии повышения плодородия почвы» Сб. материалов междунар. научн. конф, посвящ. 90-летию со дня рожд. д.б.н. проф. Умарова М.У., 9-10 сентября 2004, Ташкент, 2004. – С. 172-175.

49. Мячина О.В. Фосфорные бактериальные удобрения ФБУ и плодородие типичного серозема, занятого под культурой хлопчатника.// «Новые технологии повышения плодородия почвы» Сб. материалов междунар. научн. конф, посвящ. 90-летию со дня рожд. д.б.н. проф. Умарова М.У., 9-10 сентября 2004, Ташкент, 2004. – С. 178-182

50. Б.Х.Тиллябеков С.К. Побережская, Мячина О.В., Ш.С. Намазов. Органоминеральное удобрение на основе навоза и фосфоритной муки Центральных Кызылкумов, почвенные микроорганизмы и поступление питательных элементов в органы хлопчатника.// Междунар.научно-практ.конф. «Проблемы развития хлопководства и зерноводства», 2004, Ташкент, с. 164

51. Мячина О.В. Сезонная динамика щелочногидролизуемого почвенного азота при внесении ФБУ под хлопчатник.// Междунар.научно-практ.конф. «Проблемы развития хлопководства и зерноводства», 2004, Ташкент, с. 168.

52. Мячина О.В. О корреляционной зависимости между агрохимическими и микробиологическими показателями при внесении органоминеральных удобрений под хлопчатник.//The Third International Conference Ecological Chemistry, Chisinau, Republic of Moldova, May 20-21, 2005. - С. 260.

53. Шерназарова Л.Э., Мячина О.В. , Ким Р.Н., Яковлева И.А., Закиров Б.С., Беглов Б.М., Таджиев С.Н., Алиев А.Т. Бактериальное удобрение из обедненных фосфоритов Центральных Кызылкумов и плодородие почв.// The Third International Conference Ecological Chemistry, Chisinau, Republic of Moldova, May 20-21, 2005. -С. 259.

54. Шерназарова Л.Э., Мячина О.В., Ким Р.М., Яковлева И.А., Таджиев С., Алиев А.Т. Бактериальные удобрения из обедненных фосфоритов, распространение аммонифицирующих микроорганизмов и поступление азота в органы хлопчатника.// 9-школа – конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века» – Пущино. 2005. -С.79.

55. Далимова Д.А., Мячина О.В., Намазов Ш.С., Шарипова Р.М. Направленность микробиологических процессов в навозно-фосфоритном компосте.// 9-школа –конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века» Пущино. 2005. -С.103.

56. Мячина О.В. Органоминеральные удобрения из навоза и фосфоритов (ОМУ) и микробиологические процессы в типичном сероземе, занятом под посевами хлопчатника. // 9-школа – конференция молодых ученых «Биология – наука XXI века» – Пущино. 2005. С.104.

57. Шерназарова Л.Э., Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Характеристика почвообразовательных процессов под хлопчатником при внесении фосфорита, активированного солями аммония. // Сб. тез. докладов III съезда микробиологов Узбекистана, 2005. с. 162.

58. Далимова Д.А., Мячина О.В., Ким Р.Н., Алиев А.Т., Яковлева И.А., Шерназарова Л.Э. Микробиологические аспекты получения рганоминерального удобрения на основе фосфоритно-органических компостов.// Сб. тез. докладов III съезда микробиологов Узбекистана, 2005, с. 31.

59. Далимова Д.А., Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева

И.А.Влияние органоминеральных удобрений из фосфоритов Центральных Кызылкумов на процессы аммонификации в типичном сероземе.// Мат. Респ. научно-техн. конференции «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов» Ташкент. 23 ноября, 2006. –С.129-131.

60. Мамасалиева Л.Э., Мячина О.В., Побережская С.К., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева И.А., Исакова Д.Х. Бактериальные удобрения на основе бедных фосфоритов Центральных Кызылкумов, влияние их на содержание солей в средnezасоленном типичном сероземе под хлопчатником.// Мат. Респ. научно-техн. конференции «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов» Ташкент. 23 ноября, 2006. –С.132-134.

61. Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н. О механизме солубилизации фосфоритов Центральных Кызылкумов бактериями рода *Bradyrhizobium*.// Мат. Респ. научно-техн. конференции «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов» Ташкент. 23 ноября, 2006. –С.127-129.

62. Далимова Д.А., Мячина О.В., Алиев А.Т., Яковлева И.А., Ким Р.Н., Мамасалиева Л.Э. Изменение содержания легкогидролизуемого азота в почве при внесении ОМУ из фосфоритов Центральных Кызылкумов.// Мат. Респ. научно-техн. конференции «Актуальные проблемы химической переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов» Ташкент. 23 ноября, 2006. –С.124-126.

63. Шерназарова Л.Э., Таджиев С. Направленность микробиологических процессов при внесении фосфорных удобрений под хлопчатник.//«Биология – наука XXI века». 10-я пушинская школа-конференция молодых ученых, посвященная 50-летию Пушинского научного центра РАН, 17-21 апреля, 2006. Сб. тез. – Пушино, 2006. (секция VI - почвоведение и биогеохимия). - С. 243.

64. Шерназарова Л.Э., Таджиев С. Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Интенсивность микробной трансформации макроэлементов при применении новых фосфорных удобрений.// «Кимё ва кимёвий технологияни замонавий муаммолари» VI-Республика анжуманининг материаллари. Фаргона, 2006. -25-26 б.

65. Алиев А.Т., Мячина О.В., Мамасалиева Л.Э., Яковлева И.А., Ким Р.Н., Исакова Д.Х. Ризосферные микроорганизмы – продуценты физиологически активных веществ и регуляторов роста растений.// Материалы международной научно-практической конференции «Научные и практические основы повышения плодородия почв», 26-27 августа 2007 г, Ташкент., 2007, Т. том 1, С.403-406.

66. Тиллабеков Б.Х., Алиев А., Ким Р.Н., Мячина О.В., Курбанов И.М. Динамика изменения питательных элементов в почве при применении нитро-кальций-фосфатного удобрения.// Материалы международной научно-практической конференции «Научные и практические основы повышения плодородия почв», 26-27 августа 2007 г, Ташкент., 2007, Ташкент, Том 1. С.270-273.

67. Мамасалиева Л.Э., Мячина О.В., Алиев А.Т., Яковлева И.А., Ким Р.Н., Исакова Д.Х. Изменение процессов минерализации и гумификации в

сероземной почве под влиянием новых фосфорных удобрений.//Материалы международной научно-практической конференции «Научные и практические основы повышения плодородия почв», 26-27 августа 2007 г, Ташкент., 2007, Ташкент, Т. 1. С.122-125.

68. Myachina O.V., Mamasaliev L.E., Yakovleva I.A., Kim R.N. Nonconventional method of processing highcarbonate phosphorites of Central Kizilkums on the qualitative phosphoric fertilizers.// III international young scientists conference.// Biodiversity. ecology. adaptation. evolution.», 4 section “Microbiology and virology”, 15-18 May , Odessa, 2007. – p. 311.

69. Мячина О.В., Побережская С.К., Алиев А.Т., Далимова Д.А., Мамасалиева Л.Э., Яковлева И.А., Ким Р.Н. Ферментативная активность типичного серозема как показатель качества и эффективности органоминеральных удобрений.// II международная научная конференция «Современные проблемы загрязнения почв», Москва, 28 мая -1 июня 2007Б, МГУ им. М.В. Ломоносова: Сб. матер. конференции, М. 2007, -С. 165-168.

70. Мячина О.В., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Исакова Д.Х, Ким Р.Н., Яковлева И.А. Нетрадиционные, экологически чистые технологии получения фосфорных удобрений и применение их на почвах Узбекистана.// Международная конференция по химической технологии ХТ’07 (посвященной 100-летию со дня рождения акад. Н.М.Жаворонкова), 6-8 июля, 2007 г., Ташкент.: Тез. докладов, М. 2007, Т.5. с. 47-49.

71. Мячина О.В., Мамасалиева Л.Э., Алиев А.Т., Яковлева И.А., Ким Р.Н. Активность почвенных оксидоредуктаз под воздействием комплексных фосфорных удобрений, полученных из фосфоритов Центральные Кызылкумов.//Сб. Докл. Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана», 2-3 октября 2007 г. Ташкент, 2007, с. 108-110.

72. Мячина О.В. Влияние фосфорсодержащих органоминеральных удобрений на корреляционные связи между биологическими и агрохимическими свойствами почвы.// Сб. Докл. Республиканской научно-технической конференции «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана», 2-3 октября 2007 г. Ташкент, 2007, с. 111-113.

73. Мамасалиева Л.Э., Мячина О.В. Алиев А.А., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Effect of the new phosphorus fertilizers on an amount of the free amino acids in a typical sierozyom.// 7-ой Международный симпозиум по химии природных соединений, 16-18 октября 2007 г., Ташкент.: Сборник тез.: Т. 2007, с. 95,

74. Мячина О.В. Оценка вклада почвенных микроорганизмов в питание растений хлопчатника под влиянием органоминеральных удобрений. IV Международная научная конференция «Экология и биология почв», Ростов-на-Дону, октябрь 2007 г., Сборник статей, Ростов-на-Дону, 2007, с. 166-169.

75. Халимов Б.Г., А.Т.Алиев, Мячина О.В.Влияние фосфорных бактериальных удобрений (ФБУ) на содержание минеральных форм азот и

фосфора в среднесоленном сероземе.// Узбекистон тупроклари ва ер ресурслари: улардан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилиш . Илмий-амалий анжуман материаллари туплами Тошкент-2008 йил, 14-16 май, Т.2008. —С.93-96.

76. А.Т.Алиев, Халимов Б.Г., Мячина О.В. Исследование воздействия фосфорсодержащего бактериального удобрения (ФБУ) на микробные процессы в средне-засоленной почве.// Узбекистон тупроклари ва ер ресурслари: улардан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилиш. Илмий-амалий анжуман материаллари туплами. Тошкент-2008 йил, 14-16 май Т.2008.—С.87-89

77. Мячина О.В., Мамасалиева Л.Э., Алиев А.Т., Яковлева И.А., Ким Р.Н., Халимов Б.Г. Содержание щелочногидролизуемого азота в типичном сероземе под влиянием новых комплексных фосфорных удобрений.// Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции «Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана», посв. 75-летию Института общей и неорганической химии АН РУз Ташкент, 2008. —С. 189-192.

78. Мячина О.В., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А., Халимов Б.Г. Накопление свободных аминокислот в почве и целлюлозоразрушающая активность при внесении новых комплексных фосфорных удобрений.// Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции «Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана», посв. 75-летию Института общей и неорганической химии АН РУз Ташкент, 2008. —С. 186-189.

79. Мячина О.В., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Анализ влияния новых комплексных удобрений на корреляционную зависимость усвоения хлопчатником макроэлементов и численности почвенных микроорганизмов.//Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции «Достижения и перспективы комплексной химической переработки топливно-минерального сырья Узбекистана», посв. 75-летию Института общей и неорганической химии АН РУз Ташкент, 2008. —С. 183-186.

80. Мячина О.В., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Влияние фосфоритов, переработанных нетрадиционными способами, на фосфатазную активность типичного и засоленного сероземов.// Материалы междунар.научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития. Навои, 12-14 мая 2010 г. Навои. 2010. -С.98.

81. Blagodatskaya E., Khomyakov N., Myachina O., Blagodatsky S., Kuzyakov Y. Temperature or substrate: what is responsible for carbon decomposition in mountain soils? // European Geosciences Union, General Assembly 2010, 2-7.5.2010 – Vienna, Austria. Geophysical Research Abstracts 12, EGU2010-6778.

82. Мамасалиева Л.Э., Мячина О.В. Влияние комплексных азотно-фосфорных удобрений на содержание углерода в типичном сероземе.// Сб.материалов конференции «Актуальные проблемы развития науки,

технологии образования в Республике Каракалпакстан», посв. 20-летию независимости РУз, Нукус, 16-17 марта 2011. Нукус, 2011 С. 73-74.

83. Мячина О.В., Закиров Б.С., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э. Альтернативные методы получения эффективных фосфорсодержащих удобрений из фосфоритов Центральных Кызылкумов.// XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Волгоград, 25–30 сентября 2011 г. тезисы докладов, Т.3, 482 С.

84. Мячина О.В., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Применение фосфорсодержащих бактериальных удобрений для снижения степени засоленности и оптимизации микробиологических свойств сероземов Узбекистана.// Современное экологическое состояние Приаралья, перспективы решения проблем: Междунар. науч.-практич.конф.-Кызылорда.-2011. -С.181.

85. Мячина О.В., А.Т. Алиев, Л.Э. Мамасалиева. Перспективные альтернативные способы переработки низкосортного фосфатного сырья Узбекистана. //Международная научная конференция "«Инновационные технологии комплексной переработки природных богатств Туркменистана», 19-20 апреля 2012, Ашхабад, 2012, С.95-97.

86. Мячина О.В., Мамасалиева Л.Э., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Усвоение фосфора органами хлопчатника в зависимости от применения новых фосфорных удобрений (КФУ, ОМУ, ФБУ).// Сб. трудов конференции «Ерлардан оқилона фойдаланиш ва муҳофаза қилишнинг институционал масалалари», 22 апрель 2012, УзНУУ, Ташкент, 2012, С.73-76.

87. Мамасалиева Л.Э., Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Влияние органоминеральных удобрений из низкосортных фосфоритов на активность почвенной целлюбогидролазы.// 5 съезд микробиологов Узбекистана. Тез. докладов. Ташкент, 12-14 октября 2012 г., Т. 2012. - С. 79

88. Мячина О.В., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Глюкозидазная активность – показатель напряженности цикла углерода в слабогумусированных почвах. //5 съезд микробиологов Узбекистана. Тез. докладов. Ташкент, 12-14 октября 2012 г., Т. 2012. - С. 83.

89. Алиев А.Т., Мячина О.В., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А. История, современность и перспективы агрохимических и микробиологических исследований В ИОНХ АН РУз.// Узб.хим.журнал. 2013. №3, (Спец. выпуск, посв. 100 летнему юбилею академика М.Н.Набиева).- С. 42-48.

90. Мельников Л.Ф., Побережская С.К. Мячина О.В. Агрохимическая, микробиологическая и экономическая эффективность органоминеральных удобрений. // Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции «Состояние и перспективы инновационных разработок в области технологии неорганических веществ и химизации сельскохозяйственного производства» (16-17 мая 2013 года), Ташкент, 2013. С.236–238.

91. Мячина О.В., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Численность олиготрофных микроорганизмов как показатель напряженности минерализационных процессов в почве.// Сборник материалов Республиканской научно-технической конференции «Состояние и перспективы

инновационных разработок в области технологии неорганических веществ и химизации сельскохозяйственного производства» (16-17 мая 2013 года), Ташкент, 2013. С.260 – 263.

92. Мячина О.В., Алиев А.Т., Мамасалиева Л.Э., Яковлева И.А., Ким Р.Н. Численность почвенных бацилл и актиномицетов как показатель скорости оборачиваемости макроэлементов. // Сб. трудов Респ. Научно-практ. конференции «Институциональные вопросы рационального использования и охраны пастбищ», посвященный Международному «Дню Земли – 22 апреля» и 95-летию НУУ им. М. Улугбека, Ташкент, 2013, С.115–120.

93. Ким Р.Н., Мячина О.В., Алиев А.Т., Яковлева И.А. Механизмы микробной солубилизации фосфоритов Центральных Кызылкумов. // «Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари» 4 Республика илмий-амалий анжумани, Т.1. 1-3 мая 2014 г. Термиз, 2014.- С. 198-199.

94. Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Изменение пулов органического углерода и азота под воздействием органоминеральных и минеральных удобрений. // Республиканская научно-техническая конференция «Перспективы науки и производства химической технологии в Узбекистане», 2-24 мая 2014 г. Навои, 2014.- С.17-18.

95. Мячина О.В., Алиев А.Т., Намазов Ш.С., Ким Р.Н., Яковлева И.А. Перспективные методы активации низкосортных фосфоритов для получения органоминеральных фосфорсодержащих удобрений. // Республиканская научно-техническая конференция «Перспективы науки и производства химической технологии в Узбекистане», 22-24 мая 2014 г. Навои, Узбекистан. 2014.- С.15-16.

96. Мячина О.В., Алиев А.Т., Ким Р.Н., Яковлева И.А., Мамасалиева Л.Э. Оценка эффективности пролонгированных минеральных и органоминеральных удобрений для воспроизводства органического углерода в орошаемом сероземе.// Ер ресурсларини интеграциялашган бошқаришда фан ва инновацион технологиялар республика илмий-амалий семинар маърузалар тўплами. 22 апрель - халқаро ер куни ва 2015 йил-халқаро тупроқ йилига бағишланади. Тошкент, НУУ, 2015. Б. 109-113.

Автореферат «Ўзбекистон биология журнали» да тахририятдан
тахрирдан ўтказилди.
(08.05.2018 йил)

Босишга рухсат этилди: 07.05.2018 йил
Бичими 84x60 ¹/₁₆ “Times New Roman” гарнитураси рақами босма усулда босилди.
Шартли босма табағи 2,75. Адади 100. Буюртма № 15.

“ЎЗР Фанлар академияси Асосий кутубхонаси” босмахонасида чоп этилди.
100170, Тошкент, Зиёлилар кўчаси, 13-уй