

БИОКӨМІРДІ АУЫЛШАРУАШЫЛЫҒЫНДА ПАЙДАЛАНУ АСПЕКТІЛЕРІ: ҚЫСҚАША ШОЛУ

Таутенов И.А.,¹ ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ibadulla_t@mail.ru
Жұбандық Г.,² педагогика ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер
Сейтхан Х.,² химия ғылымдарының магистрі, кіші ғылыми қызметкер

¹Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

²Қызылорда ашық университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Андатпа. Мақалада биокөмір топырақ сапасын жақсартудың және ластанған жерлерді қалпына келтірудің тиімді құралы ретінде қарастырылады. Оның жоғары кеуектілік, ылғал мен қоректік заттарды сақтау және ауыр металдарды байланыстыру қабілеті сияқты бірегей физика-химиялық қасиеттері зерттелді, бұл оны ауыл шаруашылығында құнды компонент етеді. Биокөмір микробтардың өсуіне ықпал ететіні, топырақтың микробиологиялық белсенділігін жақсартатыны және өсімдік қоректік заттардың қолжетімділігін арттыратыны анықталды.

Кілт сөздер. Биокөмір, топырақ, инокогулянт, агроэкология, органикалық қалдықтар, тыңайтқыш.

Кіріспе. Биокөмір топырақтың жағдайын жақсартуға арналған көп қырлы қасиетке ие тыңайтқыш. Оның ластаушы заттарды кетіру және әртүрлі қолдану саласындағы әлеуетін бағалау үшін мұқият тексеруден өтеді. Қоршаған ортаға әсерді болжау құрылымдық және элементтік талдауға негізделген күрделі процеске айналады. Тұрақты және көміртегіге бай материал ретінде биокөмір өсімдіктердің өсуіне ықпал етеді және микробтық белсенділікті арттыру арқылы өнімділікті арттырады. Оны топырақ пен су жүйелерінен ауыр металдар, органикалық қоспалар және қоректік заттар сияқты ластаушы заттарды кетіру үшін сорбент ретінде де қолдануға болады. Дегенмен, топырақтағы биокөмірдің пайдалылығы мен оның қоршаған ортаға әсері көптеген айнымалы факторлардың жиынтық әсеріне әсер етуі мүмкін.

Негізгі бөлім. Биокөмір микробтардың өсуіне ықпал ететін пайдалы қасиеттеріне байланысты микробтық инокогулянттардың тиімді тасымалдаушысы бола алады. Биокөмір органикалық көміртегімен байытылған, құрамында қоректік заттар ретінде азот, фосфор және калий бар; оның кеуектілігі мен ылғал ұстау қабілеті жоғары. Белсенді гидроксил, карбоксил, сульфон қышқылдарының көп мөлшері кездеседі. Топтық, амина, имино, ациламино-гидроксил және карбоксил функционалды топтары микробтық жасушалардың адгезиясы мен таралуында тиімді. Биокөмірді микробтық егу тасымалдаушысы ретінде пайдалану төзімділікті арттыратыны көрсетілген [1]. Ластанған топырақты қалпына келтіру үшін биокөмірді қолдану оның ауыр металдар мен органикалық поллютанттарды иммобилизациялау қабілетіне негізделген. Жұмыста әр түрлі органикалық материалдардың баяу пиролизінен алынған биокөмірлер қолданылды: қарағай үгіндісі, ірі қара малдың көңі (ірі қара), бидай сабаны, қарағай жаңғағының қабығы және сыра жармасы. Биокөмірдің (10 т/га қолдану дозасы) топырақтағы 13 элементтің (C, N, K, P, Mg, Ca, Fe, Mn, Pb, Ni, Cr, Cd, Co) концентрациясына әсері талданды. Биокөмірі бар топырақтардағы қорғасын (Pb) шекті рұқсат етілген концентрация деңгейінен 9 немесе одан да көп есе төмен, ал ірі қара қалдықтарынан алынған биокөмір топырақтағы осы металдың концентрациясын сенімді түрде төмендетеді [2]. Биокөмір топырақтағы органикалық көміртектің айналымы мен динамикасына терең әсер етеді. Далада жату механизмі әлі белгісіз. Бағалау үшін үш жылдық далалық эксперимент жүргізілді, жержаңғақ қабығынан алынған биокөмірдің әсері, 0, 33, 75, 67,5 және 101,25 т/га (сәйкесінше B0, B1, B2 және B3 деп белгіленеді) тұрақты көміртегі изотопын қолдана отырып, тұз-натрий күріш алқабындағы химиялық құрамы бойынша құрамы және ядролық

құрамы анықталды. Биокөмірдің, хош иісті көмірсутектердің нормаларының жоғарылауымен көміртегі мөлшері және алкил көміртегі/оттегі-алкил көміртегі және гидрофобты көміртегі/гидрофильді көміртегі қатынасы, алкил көміртегі мен оттегі-алкил көміртегі және алифатты көміртегі/хош иісті көміртек қатынасы төмендеді. Биокөмір мен күріш қалдықтарынан алынған жаңа көміртегі В0-де СОС-тың 26,5% құрады және В0 В2 және В3-те 80,0% - дан астамға дейін өсті. Ескі көміртектің ыдырау жылдамдығы өңделме[ген топыраққа қарағанда өңделген биокөмірде жылдамырақ болды [3]. Биокөмір топырақтың құнарлылығы, қоректік заттардың сақталуы және ылғал сақтау қабілеті тұрғысынан бірегей физика-химиялық қасиеттеріне байланысты ауыл шаруашылығы мен қоршаған ортаны қалпына келтірудің әмбебап және тұрақты құралы болып табылады.

Көмірді қолданудың топырақтың қасиеттеріне әсері және оның топырақ құрамын жақсарту, судың қолжетімділігін арттыру және соңғы нәтижелерге негізделген тұрақты Ауыл шаруашылығын ілгерілету күш-жігерінің бөлігі ретінде ластаушы заттарды жою арқылы әртүрлі экологиялық мәселелерді азайту әлеуеті қарастырылады. Бұл нәтижелер ауыл шаруашылығында биокөмірдің тиімділігін арттырады деп күтілуде, сонымен бірге климаттың өзгеруін әр түрлі жолдармен жеңілдетуге ықпал етеді (мысалы, атмосфералық көміртекті алу, топырақ сапасын жақсарту, және парниктік газдар шығарындыларын азайту). Бұл құжат биокөмірдің мүмкіндіктерін пайдалануға және тұрақты болашаққа жол ашуға көмектесетін перспективалы мүмкіндік береді [4]. Биокөмір, экологиялық таза топырақты шаю, бірнеше термохимиялық процестерді қолдану арқылы жасалады. Оның бетінің жоғары ауданы, кеуектілігі және беттік заряды сияқты ерекше сипаттамалары бар. Бұл мақалада биокөмірдің тыңайтқыш құндылығы, оның топырақ қасиеттеріне әсері және дақылдардың қоректік заттарды пайдалану тиімділігі қарастырылады. Биокөмір өсімдіктер үшін қоректік заттардың маңызды көзі ретінде қызмет етеді, әсіресе төмен температурада ($\leq 400^{\circ}\text{C}$) көң мен қалдықтардан алынған биокөмірде кездесетін азот. Фосфор, калий көңден/қалдықтардан алынған биокөміртектердегі Күкірт пен басқа қоректік заттардың мөлшері өсімдік қалдықтары мен көмірге қарағанда жоғары. Биокөмірдің қоректік заттары мен рН мөлшері азотты қоспағанда, пиролиз температурасымен оң корреляцияланады. Биокөмір топырақтың қоректік заттарды сақтау қабілетін жақсартады, бұл кеуектілікке және биокөмір бетінің құрамына байланысты. Биокөмір шаймалауды және газ тәрізді ысыраптарды азайту арқылы топырақта азоттың сақталуын арттырады және азайту арқылы фосфордың қолжетімділігін арттырады топырақтағы шаймалау процесі. Алайда, биокөмір калий мен басқа қоректік заттардың көрсеткіштері қарама-қайшы (оң және теріс). топыраққа әсері. Биокөмірді қосқаннан кейін кеуектілік, агрегативті тұрақтылық және топырақта ұсталатын су мөлшері артып, үйінді тығыздығы төмендейді. Негізінен, биокөмір топырақтың рН деңгейін жоғарылатады және осылайша өсімдіктерге қоректік заттардың қол жетімділігіне әсер етеді.

Биокөмір сонымен қатар микроорганизмдердің санын, ферменттердің белсенділігін, топырақтың тыныс алуын және микробтық биомассаны көбейту арқылы топырақтың биологиялық қасиеттерін өзгертеді. Ақырында, биокөмірді топыраққа қолданған кезде қоректік заттардың тиімділігі мен сіңуі артады. Осылайша, биокөмір өсімдіктер үшін қоректік заттардың әлеуетті көзі және топырақтың қасиеттерін жақсарту үшін жақсы қоспа бола алады [5]. Биокөмірдің сипаттамалары (мысалы, химиялық құрамы, бетінің химиялық құрамы, бөлшектердің және кеуектердің мөлшері бойынша таралуы) және топырақтағы биокөмірдің физикалық және химиялық тұрақтандыру механизмдері оның топырақ функцияларына әсерін анықтайды. Алайда, осы факторлардың әрқайсысының салыстырмалы үлесі, әсіресе әртүрлі климат пен топырақ жағдайларының, сондай-ақ топырақты басқару мен жерді пайдалану әдістерінің әсерінен жеткіліксіз бағаланды. Топырақтан байқалған биокөмірдің жоғалуы белгілі бір дәрежеде абиотикалық және биологиялық факторларға байланысты болуы мүмкін. топырақ профиліндегі және су жүйесіндегі деградация және орын ауыстыру. Дегенмен, мұндай механизмдер іс жүзінде сандық түрде анықталмаған және ішінара ұзақ мерзімді зерттеулердің

шектеулі санына байланысты және ішінара биокөмірдің қартаюын модельдеудің және ұзақ мерзімді қоршаған ортаны бақылаудың стандартталған әдістерінің болмауына байланысты аз зерттелген болып қала береді. Биокөмірдің топырақтың қасиеттерін, процестерін және жұмысын жақсарту құралы ретінде немесе, ең болмағанда, жағымсыз салдардың алдын алу құралы ретінде қосатын үлесін терең түсіну негізінен биокөмірдің өзара әрекеттесуінің масштабы мен барлық салдарын және топырақ жүйесінде уақыт өте келе болатын өзгерістерді білуге байланысты. Жарияланған нәтижелерді экстраполяциялау сақтықпен жүргізілуі керек, әсіресе ұлттық немесе еуропалық масштабтағы топырақтарда биокөмірді ықтимал қолданумен салыстырғанда зерттелген Климаттық жағдайлардың, дақылдардың және топырақ түрлерінің шағын ауқымымен біріктірілген негізгі әдебиеттерде хабарланған зерттеулердің салыстырмалы түрде аз санын ескере отырып.

Шағын ауқымды бақыланатын эксперименттер мен әртүрлі климаттық аймақтардағы топырақ түрлерінің ауқымына қатысты биокөмірді кең ауқымды енгізу арасындағы алшақтықты жоюға тырысу (негізінен тропикалық климат болса да) статистикалық мета-талдау жүргізілді. Ғылыми әдебиеттерді мұқият іздеу биокөмірді қолданудың топырақ пен өсімдік өнімділігіне әсерін мета-талдау үшін қолданылатын зерттеулерді таңдауға әкелді. Нәтижелер биокөмірді топыраққа енгізудің көп жағдайда өсімдік өнімділігіне аз, бірақ статистикалық маңызды оң әсерін көрсетті. Қышқылсыз тыңайтқыштарды қолдану кезінде ең үлкен оң әсер байқалды. топырақтың басқа түрлерімен, атап айтқанда кальцитозолдармен дренаждау айтарлықтай әсер етпеді (оң да, теріс те емес). Сондай-ақ, топыраққа биокөмір қосқанда рН жоғарылауымен бірге дақылдардың өнімділігін арттырудың жалпы тенденциясы байқалды. Бұл биокөмірді топыраққа енгізудің өсімдік өнімділігіне 6 оң әсерінің негізінде жатқан негізгі механизмдердің бірі әкту әсері болуы мүмкін екенін көрсетеді. Алайда, бұл гипотезаны растау үшін қосымша зерттеулер қажет. Қазіргі уақытта биокөмірдің өсімдік өнімділігіне әсері туралы деректер жеткіліксіз. биокөмірді топыраққа енгізудің басқа топырақ функцияларына әсері. Бұл дегеніміз, олар осы есепте сапалы және жан-жақты қарастырылғанымен, мұндай әсерлерді мұқият мета-талдау әлі мүмкін емес. Бұл шұғыл әрі қарай зерттеуді қажет ететін сала. Топыраққа биокөмірді енгізу антропогендік органикалық ластаушы заттарға (мысалы, полициклді хош иісті көмірсутектер - РН, пестицидтер және гербицидтер) қатысты топырақтың жалпы сорбциялық қабілетін аморфты органикалық заттарға қарағанда механикалық түрде басқаша (және күшті) түрде арттырады деп күтілуде. Бұл мінез-құлық олардың биожетімділігін төмендету арқылы топырақтағы жалпы ластаушы заттардың уыттылығы мен тасымалдануын айтарлықтай төмендетуі мүмкін болса да, олардың жергілікті жинақталуына әкелуі мүмкін, дегенмен оның дәрежесі мен салдары эксперименталды түрде толық бағаланбаған. Биокөмірдің топырақтың ластану көзіне айналуы мүмкін ықтимал қаупін әр жағдайда өнімнің өзін ғана емес, сонымен қатар топырақтың түрін және қоршаған орта жағдайларын ескере отырып бағалау керек [6].

Климаттың өзгеруі бүкіл әлемде шөлейттену мен құрғақшылықты күшейтетін жағдайда, планетаның өсіп келе жатқан халқы үшін азық-түлік өндірісін жалғастыру үшін жаңа және тиімді шешімдер қажет. Синтетикалық тыңайтқыштар ауылшаруашылық топырақтарының өнімділігін арттыру үшін бұрыннан қолданылған, олардың бір бөлігі қоршаған ортаға еніп, парниктік газдар (ПГ) шығарады. Ауылшаруашылық тәжірибесіндегі кейбір негізгі мәселелерге топырақтағы ылғалды сақтау мен микробиотаны жақсарту және Тыңайтқыштардың тиімділігін арттыру жатады. Биокөмір-бұл биомассадан алынатын қоректік заттарға бай материал, ол топырақтың жағдайын жақсарту, дақылдардың өнімділігін арттыру және көміртекті байланыстыру мақсатында назар аударады. Бұл зерттеу биокөмірді ауыл шаруашылығы секторында қолдануға баса назар аудара отырып, оны қолданудың әлеуетті артықшылықтарын қорытындылайды. Шамасы, топыраққа тыңайтқыш енгізу үшін қолданылатын биокөмір топырақтағы қоректік заттардың тығыздығын, ылғал ұстау қабілетін арттырады, тыңайтқышқа деген қажеттілікті азайтады, топырақ микрофлорасын жақсартады және

дақылдардың өнімділігін арттырады. Биокөмір (биокөміртек деп те аталады) осы негізгі талаптарға жауап бере алады [7].

Негізгі ашылуларға биокөмірдің рН-ға тәуелді металдармен әрекеттесу қасиеті және оның ластаушы заттардан тиімді топырақ тазартқыш ретіндегі рөлі жатады. Биокөмірдің рН-на бірнеше факторлар әсер етеді және бұл факторларды түсіну оны тиімді пайдалану үшін өте маңызды әртүрлі жағдайлар. Биокөмір өндіру үшін пайдаланылатын шикізаттың сапасын анықтайтын маңызды факторлардың бірі-оның құрамы. Биомассаның әртүрлі көздерінің химиялық құрамы әртүрлі, нәтижесінде алынған биокөмірдің райырмашылықтары пайда болады. Мысалы, жоғары күл шикізаты жоғары рН биокөмірін шығаруы мүмкін, өйткені күл компоненттері табиғатта сілтілі болуы мүмкін. Сонымен қатар, биокөмір өндірісіндегі пиролиз температурасы рН реттеуде маңызды рөл атқарады. Пиролиздің жоғары температурасы көбінесе сілтілігі жоғары биокөмірге әкеледі. Қышқылдық функционалды топтардың тотығуына әкеледі. Ауыл шаруашылығы тұрғысынан топырақтың денсаулығы топырақтың өсімдіктердің дамуы мен өнімділігін қолдау және ынталандыру қабілетін білдіреді. Егер топырақ өсімдіктерді сумен және өсуді қамтамасыз ету үшін қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ете алса және оған кедергі келтіретін қауіпті заттар болмаса, ол құнарлы топырақ болып саналады. Топырақтың физикалық, химиялық және биологиялық сипаттамалары оның құнарлылығын анықтайды. Топырақтың төмен құнарлылығы әлемнің бірнеше аймақтарында жиі кездесетін мәселе болып табылады. бүкіл әлемде. Мысалы, құрғақ және жартылай құрғақ аймақтардағы топырақтың суды сақтау қабілеті төмен және көптеген дақылдар үшін қоректік заттардың жеткіліксіз қоры бар. Жауын-шашынның шамадан тыс түсуіне, катиондарды байланыстыру қабілетінің шектелуіне және тропикалық ормандары бар аймақтардағы топырақтың жоғарғы қабатынан өмірлік маңызды қоректік заттардың тез жоғалуына байланысты ауыл шаруашылығының өнімділігін сақтау қиын. Сонымен қатар, жиі сыну және салыстырмалы түрде жоғары температура топырақта органикалық заттардың айтарлықтай жиналуына әкеледі инералдану. Биокөмірді пайдалану топырақ жағдайын айтарлықтай жақсарты алады. Биокөмірді пайдалану деградацияланған жайылымдардың өнімділігін арттыра алатыны зерттелді [8].

Соңғы жылдары биокөмірге деген қызығушылық артып, оны ауыл шаруашылығында, әсіресе топырақ құнарлылығын арттыру мақсатында қолдану кең өріс алуда. Ол аграрлық жүйелерде топырақтың сапасын жақсартуға бағытталған экологиялық қауіпсіз және көп-функциялы шешім ретінде қарастырылады [10].

Биокөмірдің басты артықшылықтарының бірі – топырақтың физика-химиялық қасиеттеріне оң әсер етуі. Ол ылғалды жақсы сақтап, топырақтың ауа алмасуын жақсартады, қышқылдықты төмендетеді және қоректік элементтерді сіңіру қабілетін арттырады [11]. Мұндай әсерлер өсімдіктерге қолжетімді қоректік заттардың көлемін ұлғайтып, егістік дақылдарының өнімділігін арттыруға ықпал етеді. Сонымен қатар, биокөмір көміртегі балансына оң ықпал етеді. Оның тұрақты құрылымы көміртектің топырақта ұзақ уақыт сақталуына мүмкіндік береді. Бұл қасиет биокөмірді климаттың өзгеруімен күресуде маңызды құралға айналдырады, өйткені ол көмірқышқыл газының бөлінуін тежеп, парниктік газдардың атмосфераға таралуын азайтады [12].

Ауыл шаруашылығында биокөмірді қолдану топырақтағы азот пен фосфордың шайылып кетуін азайтады, ауыр металдардың уыттылығын төмендетеді және минералды заттардың сақталуын жақсартады. Бұл оны тек егін шаруашылығында емес, сондай-ақ деградацияға ұшыраған және ластанған жерлерді қалпына келтіру ісінде де тиімді құралға айналдырады. Алайда, биокөмірдің тиімділігі оның алыну тәсіліне, қолданылатын биомассаның түріне, өңдеу температурасына, енгізу мөлшеріне және жергілікті климат пен топырақ жағдайларына тікелей байланысты. Кей жағдайларда, дұрыс қолданылмаған биокөмір күткен нәтижені бермеуі мүмкін. Бұған қоса, өндіріс процесі талаптарға сай жүргізілмесе, зиянды қосылыстар – мысалы, полициклді ароматты көмірсутектер – пайда болуы ықтимал [13].

Биокөмір сонымен қатар ауыл шаруашылығы қалдықтарын өңдеудің тиімді тәсілі болып табылады. Оны компостпен бірге пайдалану органикалық қалдықтардың ыдырау жылдамдығын арттырып, иіссіздендіреді, азот шығынын азайтады және алынған тыңайтқыштардың сапасын жақсартады. Бұл биокөмірді органикалық егіншілік жүйелерінде ерекше бағалы етеді. Қуаңшылық жиі кездесетін аймақтарда биокөмірді қолдану әсіресе тиімді. Ол топырақта ылғалды ұзақ сақтап, өсімдіктердің құрғақшылыққа төзімділігін арттырады. Сонымен бірге суару қажеттілігін төмендетіп, су ресурстарын үнемдеуге мүмкіндік береді. Осы арқылы биокөмір климатқа бейімделген және ресурсты үнемдейтін ауыл шаруашылығы технологияларының бір бөлігіне айналып отыр [14].

Экономикалық тұрғыдан алғанда, биокөмір өндірісі қолжетімді әрі арзан шикізаттан жүзеге асырылады – бұл ағаш қалдықтары, қабықтар, сабан, малдың көңі болуы мүмкін. Ауыл шаруашылығы өндірушілері осындай қалдықтарды кәдеге жаратып, топырақ құнарлылығын арттыруға арналған тиімді өнім ала алады. Алайда, өндірістік шығындар мен энергия тұтынуын ескере отырып, оны қолданудың тиімді технологиялық шешімдерін әзірлеу маңызды [15].

Қорытынды. Биокөмір топырақтың сапасын жақсартудың және ластанған жерлерді қалпына келтірудің тиімді құралы болып табылады. Оның жоғары кеуектілік, ылғал мен қоректік заттарды сақтау және ауыр металдарды байланыстыру қабілеті сияқты бірегей физика-химиялық қасиеттері оны ауыл шаруашылығында құнды компонент етеді. Биокөмір топырақтың микробиологиялық белсенділігін жақсарту және өсімдік қоректік заттардың қолжетімділігін арттыру арқылы микробтардың өсуіне ықпал етеді. Оны пайдалану сонымен қатар азот пен фосфордың шайылуын азайтуға, топырақтың құрғақшылыққа төзімділігін арттыруға және климаттың өзгеруіне қарсы тұру арқылы көміртегі тепе-теңдігін жақсартуға көмектеседі. Биокөмір ауылшаруашылық қалдықтарын қайта өңдеу, экологиялық жағдайды жақсарту және тұрақты егіншілікті қолдау үшін белсенді қолданылады.

Дегенмен, биокөмірді тиімді пайдалану үшін оны өндіру тәсілі, бастапқы биомасса түрі және қоршаған орта жағдайлары сияқты факторларды ескеру қажет. Дұрыс пайдаланбау топырақта улы заттардың жиналуына әкелуі мүмкін. Осылайша, биокөмір ауыл шаруашылығы мен қоршаған ортаны қорғау үшін үлкен әлеуетке ие.

Әдебиеттер:

1. **Ahmad, M.**, Lee, S.S., Lim, J.E., Lee, S.E., Cho, J.S., Moon, D.H., Hashimoto, Y., Ok, Y.S. Speciation and phytoavailability of lead and antimony in a small arms range soil amended with mussel shell, cow bone and biochar: EXAFS spectroscopy and chemical extractions // *Chemosphere*. – 2014. – Vol. 95. – P. 433–441.
2. **Ahmad, M.**, Rajapaksha, A.U., Lim, J.E., Zhang, M., Bolan, N., Mohan, D., Vithanage, M., Lee, S.S., Ok, Y.S. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: a review // *Chemosphere*. – 2014. – Vol. 99. – P. 19–33.
3. **Bolan, S.**, Hou, D., Wang, L., Hale, L. The potential of biochar as a microbial carrier for agricultural and environmental applications // *Environmental Technology & Innovation*. – 2020. – Vol. 20. – P. 101113.
4. **Ponomarev, K.O.**, Dryagina, A.A., Filimonenko, E.A., Dimitryuk, I.D. Vliyanie biouglei na kontsentratsiyu dostupnykh dlya rastenii elementov v pochve // *Bulletin of the V.V. Dokuchaev Soil Science Institute*. – 2024. – Issue 120. – P. 265–294.
5. **Zhu, W.H.**, Li, C.L., Zhou, S., Duan, Y., Zhang, J.J., Jin, F. Soil organic carbon characteristics affected by peanut shell biochar in saline-sodic paddy field // *Plant, Soil and Environment*. – 2022. – Vol. 68. – P. 108–114.
6. **Kabir, E.**, Kim, K.-H., Kwon, E.E. Biochar as a tool for the improvement of soil and environment // *Frontiers in Environmental Science*. – 2023. – Vol. 11. – Article 1324533.
7. **Hossain, M.Z.**, Bahar, M.M., Sarkar, B. Biochar and its importance on nutrient dynamics in soil and plant // *Biochar*. – 2020. – Vol. 2, No. 4. – P. 379–420. DOI: 10.1007/s42773-020-00065-z.

8. **Verheijen, F.G.A.**, Jeffery, S., Bastos, A.C., van der Velde M., Diafas I. Biochar Application to Soils – A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions. – Luxembourg: Office for the Official Publications of the European Communities, 2009. – 149 p. – (EUR 24099 EN).
9. **Lehmann, J.**, Joseph, S. (eds.) Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation. – 2nd ed. – London: Routledge, 2015. – 928 p.
10. **Zalesny, A.E.**, Pavlov, I.E. Biougol' kak sredstvo uluchsheniya svoistv pochvy i povysheniya produktivnosti sel'skokhozyaistvennykh kul'tur // Agrarnaya nauka. – 2022. – No. 6. – P. 45–52.
11. **Jeffery, S.**, Verheijen, F.G.A., van der Velde, M., Bastos, A.C. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2011. – Vol. 144, No. 1. – P. 175–187.
12. **Atkinson, C.J.**, Fitzgerald, J.D., Hipps, N.A. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review // Plant and Soil. – 2010. – Vol. 337. – P. 1–18.
13. **Rehrah, D.**, Reddy, K.C., Novak, J.M., Bansode, R.R., Schimmel, K.A. Production and characterization of biochars from agricultural by-products for use in soil improvement // Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2014. – Vol. 108. – P. 301–309.
14. **Rajkovich, S.**, Enders, A., Hanley, K., Hyland, C., Zimmerman, A.R., Lehmann, J. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil // Biology and Fertility of Soils. – 2012. – Vol. 48. – P. 271–284.
15. **Spokas, K.A.**, Reicosky, D.C. Impacts of sixteen different biochars on soil greenhouse gas production // Annals of Environmental Science. – 2009. – Vol. 3. – P. 179–193.

МРНТИ 872707

УДК 636.295(574) : 574.476(574.54)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗ ГЕНОФОНДА МЕСТНЫХ КАЗАХСКИХ ВЕРБЛЮДОВ И СОХРАНЕНИЕ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ АРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Ермухан Б., кандидат сельскохозяйственных наук

*Қызылординский политехнический высший колледж имени И. Абдукаримова
г. Кызылорда, Республика Казахстан*

Аннотация. В статье рассматриваются две составляющие – производство и сохранение казахского верблюда – взаимосвязаны и являются примером комплексного подхода к решению экологических проблем. В ходе расширения производства в социальной и экономической сферах жизни предполагается повысить занятость местного населения и создать новые рабочие места.

По результатам исследований планируется заинтересовать местные хозяйства в сохранении казахских верблюдов и экосистемы их среды обитания как единственного источника средств к существованию. Утрата любой породы домашних животных – это не только сокращение генофонда планеты и потеря ее разнообразия, но и утрата одной из составляющих национального достояния республики.

Ключевые слова. Верблюдоводство, сохранение биоразнообразия, верблюжья продукция, опустынивание, экосистема Арала.

Введение. В сохранении биоразнообразия Казахстан занимает особое место в глобальном контексте, так как является девятым по величине и почти равным по площади территории всей Западной Европы. Казахстан превосходит четыре соседние страны Центральной Азии благодаря разнообразию природных условий, экологических систем, биологических видов, а также огромному исследовательскому потенциалу и большому количеству ученых, ведущих разработки в области биоразнообразия