ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

KARBAMID ASOSIDA OLINGAN SEKIN ERUVCHI O‘G‘IT NAMUNALARINING KIMYOVIY TAHLILI

Fatilloyev Shamshod Fayzullo o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktorant
E-mail: fatilloyevshamshod@gmail.com
Usanbayev Najimuddin Xalmurzayevich
UzFa Umumiy va noorganik kimyo instituti professor, DSc.
E-mail: najim70@mail.ru
Voxidov Erkin Aliyevich
Buxoro davlat texnika universiteti dotsent, PhD.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda karbamid va sapropel asosida granulalangan sekin eruvchi organo-mineral o‘g‘it namunalari olindi hamda ularning fizik-kimyoviy xossalari kompleks ravishda o‘rganildi. Tadqiqot davomida sapropelning turli massa ulushlari (100 : 0–100 : 10) asosida tayyorlangan namunalar tarkibidagi umumiy azot (N), biuret, CaO, P_2O_5, K_2O va MgO miqdorlari standart metodlar asosida aniqlandi. Olingan natijalar regressiya tahlili yordamida baholanib, sapropel ulushi ortishi bilan azot miqdori kamayishi, mineral komponentlar miqdori esa chiziqli ravishda ortishi aniqlandi. Biuret miqdorining kamayishi sapropel tarkibidagi gumin va fulvo kislotalarning karbamid molekulalari bilan o‘zaro ta’siri bilan izohlandi. Yuqori determinatsiya koeffitsientlari olingan mahsulot tarkibining barqarorligi va texnologik jarayonning ishonchliligini tasdiqladi. Tadqiqot natijalari sapropel asosidagi mahalliy xomashyo yordamida ekologik xavfsiz va sekin eruvchi azotli o‘g‘itlar yaratish imkoniyatini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: karbamid, sapropel, sekin eruvchi o‘g‘it, organo-mineral o‘g‘it, biuret, regressiya tahlili, azot, CaO, P_2O_5, K_2O, MgO, granulalash, agroximik xossalar.

Аннотация. В данном исследовании были получены гранулированные медленно растворимые органо-минеральные удобрения на основе карбамида и сапропеля, а также комплексно изучены их физико-химические свойства. В ходе исследования в образцах, приготовленных при различных массовых соотношениях сапропеля (100 : 0–100 : 10), стандартными методами были определены содержания общего азота (N), биурета, CaO, P_2O_5, K_2O и MgO. Полученные результаты были оценены методом регрессионного анализа, при этом установлено, что с увеличением доли сапропеля содержание азота уменьшается, тогда как количество минеральных компонентов линейно возрастает. Снижение содержания биурета объясняется взаимодействием гуминовых и фульвокислот сапропеля с молекулами карбамида. Высокие коэффициенты детерминации

ISSN 3030-3907

подтвердили стабильность состава полученного продукта и надежность технологического процесса. Результаты исследования показали возможность создания экологически безопасных медленно растворимых азотных удобрений на основе местного сапропелевого сырья.

Ключевые слова: карбамид, сапропель, медленно высвобождающееся удобрение, органо-минеральное удобрение, биурет, регрессионный анализ, азот, CaO, P_2O_5, K_2O, MgO, гранулирование, агрохимические свойства.

Abstract. In this study, granulated slow-release organo-mineral fertilizer samples based on urea and sapropel were prepared, and their physicochemical properties were comprehensively investigated. During the research, the contents of total nitrogen (N), biuret, CaO, P_2O_5, K_2O and MgO in samples prepared with different sapropel mass ratios (100 : 0–100 : 10) were determined using standard methods. The obtained results were evaluated by regression analysis, which revealed that the nitrogen content decreased with increasing sapropel proportion, whereas the mineral component contents increased linearly. The reduction in biuret content was explained by the interaction of humic and fulvic acids present in sapropel with urea molecules. High coefficients of determination confirmed the stability of the obtained product composition and the reliability of the technological process. The research results demonstrated the possibility of producing environmentally safe slow-release nitrogen fertilizers based on local sapropel raw materials.

Keywords: urea, sapropel, slow-release fertilizer, organo-mineral fertilizer, biuret, regression analysis, nitrogen, CaO, P_2O_5, K_2O, MgO, granulation, agrochemical properties.

KIRISH.

Hozirgi kunda qishloq xo‘jaligida azotli o‘g‘itlardan unumli foydalanish masalasi dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Azotli o‘g‘itlar orasida karbamid ($CO(NH_2)_2$) qishloq xo‘jaligida keng qo‘llaniladi. Karbamid dunyodagi eng ko‘p qo‘llaniladigan azotli o‘g‘it bo‘lib, yillik ishlab chiqarish hajmi 170 million tonnadan oshadi [1]. Karbamidning tuproqda tez eruvchanligi va yuvilib ketish ehtimoli yuqori bo‘lgani sababli oziqlanish samaradorligini kamaytiradi va atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Karbamid tarkibidagi azot asosan o‘simliklarga ammoniy (NH_4^+) va nitrat (NO_3^-) shaklida so‘riladi [2]. Karbamid qo‘llanganda uchraydigan asosiy muammolar yuqori uchuvchanlik, denitrifikatsiya va yuvilishdir. Ushbu xossalardagi kamchiliklar sababli karbamiddagi azotning faqat 25 % dan 50 % gacha qismigina o‘simliklar tomonidan o‘zlashtiriladi [3,4]. Tuproqqa qo‘llanganda karbamid biologik, kimyoviy va fizik jarayonlar orqali o‘zgarishga uchrab, o‘simliklar tomonidan o‘zlashtiriladigan mineral azot shakllarini hosil qiladi [1].

$$(NH_4)_2CO + 2H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3 \quad (1)$$ (Ureaza fermenti ta′ sirida)

ISSN 3030-3907

$$(NH_4)_2CO_3 + 2H^+ \rightarrow 2NH_4^+ + CO_2 + H_2O \quad (2)\ (\text{Ammonifikatsiya})$$

$$2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+ + \text{energiya} \quad (3)\ \text{Nitrozomonas}$$

$$2NO_2^- + O_2 \rightarrow 2NO_3^- + \text{energiya}\ (4)\ (\text{Nitrobakteriya})$$

$$2NO_3^- \rightarrow N_2 + N_2O\ (5)\ (\text{zichlashib qolgan tuproqlarda})$$

$$NH_4^+ \rightarrow NH_{3(g)} + H^+ (6)\ (\text{pH yuqori bo'lganda})$$

(2) va (4) reaksiyalar natijasida o‘simliklar tomonidan bevosita o‘zlashtiriladigan ammoniy va nitrat ionlari hosil bo‘ladi. Biroq o‘simliklarning dastlabki rivojlanish bosqichlarida ozuqa moddalarga bo‘lgan ehtiyoj nisbatan past bo‘lgani sababli, tuproqda hosil bo‘lgan ortiqcha azotli birikmalar, ayniqsa nitrat ionlari, yuqori harakatchanligi tufayli tuproq eritmasi bilan quyi qatlamlarga yuvilib ketadi. Shu bilan birga (5) va (6) reaksiyalar davomida molekulyar azot, azot(I) oksidi hamda ammiak gazi ko‘rinishida muhitdan yo‘qotiladi. Ushbu jarayonlar natijasida karbamid tarkibidagi azotning sezilarli qismi o‘simliklar tomonidan o‘zlashtirilmasdan yo‘qotiladi. Mazkur muammolarni bartaraf etish maqsadida sekin eruvchan azotli o‘g‘itlarni ishlab chiqarishga bo‘lgan ilmiy va amaliy qiziqish so‘nggi yillarda sezilarli darajada ortib bormoqda [5].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Sekin eruvchan azotli o‘g‘itlar olish bo‘yicha bir necha ilmiy tadqiqotlar olib borilgan va turli xil qo‘shimchalar qo‘shib modifikatsiyalangan karbamid olishga erishilgan. Karbamidga tabiiy bentonit hamda turli bog‘lovchilar sifatida makkajo‘xori kraxmali va gidroksipropil metilsellyuloza (HPMC) turli xil nisbatlarda qo‘shish orqali sekin eruvchi karbamid o‘g‘itlari (SRUFlar) olingan [4]. Qoplamali karbamid olish uchun termik ishlov berish davomida olingan eritmaga karbamid bo‘lakchasi botirilgan so‘ngra karbamid yuzasi qoploma bilan qoplangan. Karbamid chiqishini aniqlash uchun 30 kunlik inkubatsiya davrida tuproqda sinovlar olib borilgan va UV/ko‘rinadigan spektrofotometrda ajralib chiqgan karbamid konsentratsiyasi aniqlangan. Qoplamali karbamid hamda mexanokimyoviy usul orqali olingan o‘g‘itga nisbatan karbamid chiqishi sekinroq bo‘lganligi o‘rganilgan [5]. Yana bir ilmiy tadqiqot ishida bir soat davomida maydalashdan keyin tarkibida 20% karbamid bo‘lgan karbamid-kaolinit turli konsentratsiyasiga bog‘lovchi modda sifatida xitozan aralashtirilib, karbamid asosli sekin eruvchi azotli o‘g‘it namunalari olingan. Karbamid-kaolinit va xitozan o‘rtasidagi bog‘lanish granulalarni mustahkamligini oshirgan. Azot chiqishi 5 kunlik intervalda 527 nm to‘lqin uzunligida diatsetilmonoksim kolorimetrik usuli yordamida o‘lchandi. Natijalar xitozan konsentratsiyasini 3% dan 7,5% gacha oshirish orqali azot chiqishi bir kundan keyin 41,23% dan 25,25% gacha va 30 kundan keyin esa 77,31% dan 59,27% gacha kamayganligi aniqlangan [6]. O‘zbekistonda esa har yili 650 ming tonnadan ortiq karbamid ishlab chiqariladi.

ISSN 3030-3907

Granulalangan karbamidning sifat talablari GOST 2081-2010 standartida tartibga solingan bo‘lib, xalqaro standartlar (Yevropa Ittifoqi Reglament № 2003/2003) yanada qattiqroq talablarni qo‘yadi. Karbamid sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash, xususan, granulalarning statik mustahkamligini oshirish ishlab chiqarishdan tortib qo‘llashgacha bo‘lgan butun ta’minot zanjirida yo‘qotishlarni kamaytirishga yordam beradi hamda tuproq–o‘simlik–o‘g‘it tizimiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi [7–9]. Shuni ham ta’kidlash kerakki, qishloq xo‘jaligi tuproqlari azot oksidi (N_2O) va azot oksidi (NO) ning asosiy manbalaridan biri hisoblanadi. Azot oksidi issiqxona gazi bo‘lib, shuningdek, stratosferadagi ozon qatlamini yemirilishida ishtirok etuvchi birikma hisoblanadi. Atmosferaning yuqori qatlamlarida yog‘ingarchilikning yo‘qligi tufayli azot oksidlarining olib tashlanishi juda sekin kechadi, bu esa ularning ushbu hududda to‘planishiga va quyosh nurlanishining spektral tarkibining o‘zgarishiga olib keladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Namunalar quyidagi bosqichlarda tayyorlandi:

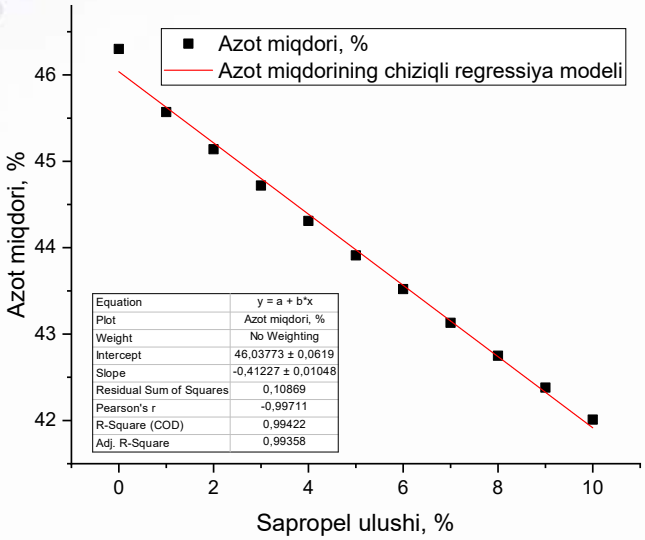
Karbamid oldindan suyuqlantirilgan holda 130–140 °C haroratda eritildi. Olingan eritma haroratini saqlab turgan holda unga turli massa nisbatlarida ($CO(NH_2)_2$: sapropel = 100 : 0 dan 100 : 10 gacha) quritilgan va mayda kukunga aylantirilgan sapropel qo‘shildi. Aralashma mexanik aralashtirgich yordamida yaxshilab gomogen holatga keltirildi. Olingan massa laboratoriya pilot tipidagi granulyator orqali granulalash jarayonidan o‘tkazildi. Hosil bo‘lgan granulalar sovutish kamerasida xona haroratiga qadar sovutildi. Tayyor granulalar keyingi fizik-kimyoviy tahlillar (N, biuret, CaO, P_2O_5, K_2O, MgO va boshqalar) uchun ishlatildi.

Azot umumiy miqdori (N, %) - GOST 20851.75. Kalsiy oksidi (CaO, %) - GOST EN 16196-2016, Fosfor (V) oksidi (P_2O_5, %) - GOST 26717-85, Kaliy oksidi (K_2O, %) - GOST 26718-85, Magniy oksidi (MgO, %) - GOST EN 16198-2016, Biuret miqdori (%,) - karbamidda)- GOST 32555-2013 yordamida aniqlandi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Karbamid suyuqlanmasiga turli ($CO(NH_2)_2$: sapropel = 100 : 0 dan 100 : 10 gacha) massa nisbatlarida sapropel qo‘shilgan granula namunalarining kimyoviy tarkibi azot (N) miqdori aniqlandi. Natijalar 1-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



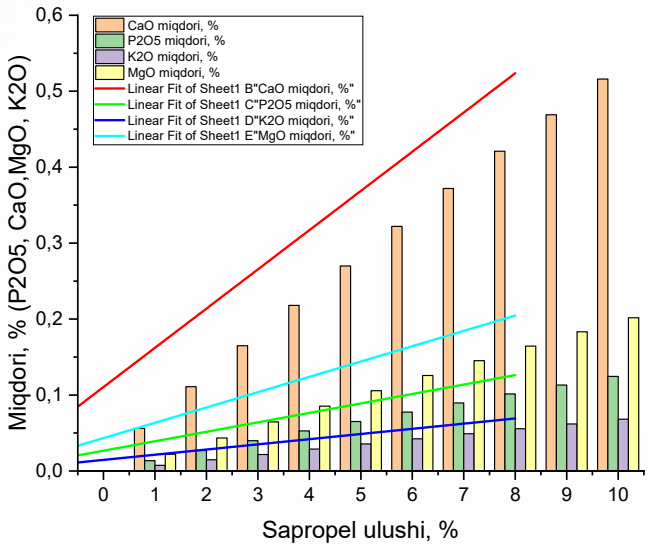
1-rasm. Sapropel ulushining azot miqdoriga ta’siri va chiziqli regressiya tahlili

Rasmdagi natijalari sapropel ulushi ortishi bilan kompozitsiyadagi umumiy azot miqdori muntazam ravishda kamayishini ko‘rsatadi. Chiziqli regressiya tenglamasiga ko‘ra, sapropel miqdori har 1 % ga oshganda azot miqdori o‘rtacha 0,4122 % ga kamayadi. Tahlil natijalariga ko‘ra, regressiya modelining determinatsiya koeffitsienti yuqori qiymatga ega bo‘lib, bu sapropel ulushi bilan azot miqdori o‘rtasida kuchli chiziqli bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatadi. Mazkur qiymat modelning eksperimental ma’lumotlarni yuqori aniqlikda tavsiflashini bildiradi. Azot miqdorining kamayishi sapropel tarkibida organik va mineral komponentlarning mavjudligi bilan izohlanadi. Ya’ni, kompozitsiyada sapropel ulushi oshgani sari karbamidning nisbiy ulushi kamayadi va natijada umumiy azot konsentratsiyasi pasayadi. Shunga qaramasdan, sapropel tarkibidagi organik moddalar, gumus komponentlari va mikroelementlar o‘g‘itning agroximik samaradorligini oshirishi mumkin. Bundan tashqari, regressiya chizig‘ining deyarli to‘g‘ri chiziq shaklida bo‘lishi azot miqdorining sapropel ulushiga proporsional ravishda o‘zgarishini ko‘rsatadi. Bu esa kompozitsion o‘g‘it tarkibini oldindan bashorat qilish va kerakli azot miqdoriga ega formulalarni optimallashtirish imkonini beradi. Olingan natijalar sapropel asosidagi kompozitsion o‘g‘itlarni ishlab chiqishda azot balansini nazorat qilish hamda sekin eruvchi o‘g‘itlar texnologiyasini takomillashtirish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tadqiqotda granulalagan organo-mineral o`g`itlarda CaO, P_2O_5, K_2O va MgO miqdorlarining o‘zgarishi regressiya tahlili asosida aniqlandi. 2-rasmda ko‘rinadiki, sapropel ulushi ortishi bilan mineral komponentlar miqdori

ISSN 3030-3907

muntazam ravishda oshib boradi hamda ular orasida ijobiy chiziqli bog‘liqlik mavjudligi kuzatiladi.



2-rasm. Sapropel asosidagi kompozitsiyalarda CaO, P_2O_5, K_2O va MgO miqdorlarining regressiya tahlili

Sapropel asosidagi organomineral qo‘shimchaning karbamid tarkibiga kiritilishi natijasida makroelementlarining miqdori ortib borishi kuzatildi. Olingan natijalar yuqori regressiya koeffitsientlari bilan tavsiflanib, mineral komponentlarning mahsulot tarkibiga deyarli yo‘qotishsiz o‘tayotganini tasdiqlaydi.

Toza karbamid tarkibida CaO amalda (0,000 %). Sapropel miqdori ortishi bilan CaO konsentratsiyasi muntazam ravishda oshib bordi va 100 : 1 nisbatda 0,056 %, 100 : 5 nisbatda 0,270 %, 100 : 10 nisbatda esa 0,516 % ni tashkil etdi. Jarayonning regressiya tenglamasi: [CaO (%) = 0.05163x - 0.00485] bo‘lib, determinatsiya koeffitsienti (R^2 = 0.9998) ga tengligi CaO miqdorining sapropel ulushiga deyarli ideal chiziqli bog‘liqligini ko‘rsatadi. Sapropel tarkibidagi CaO ning nazariy miqdori (5,68 %) asosida hisoblangan qiymatlar tajriba natijalari bilan yuqori moslik namoyon qildi. Jumladan, 100 : 10 nisbat uchun nazariy qiymat 0,5164 % bo‘lib, tajribaviy natija (0,516 %) bilan deyarli aynan mos tushdi. 100 : 5 nisbatdagi tajriba natijasi (0,270 %) ham nazariy qiymatdan atigi 0,012 foiz punktga farq qilgani sababli, ushbu tafovut o‘lchov aniqligi doirasida qabul qilinadi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, gektariga 250 kg miqdorda 100 : 5 nisbatdagi o‘g‘it qo‘llanilganda tuproqqa taxminan 675 g CaO kiritiladi. Bu esa tuproqning kalsiy bilan boyishini hamda agregat holatining yaxshilanishini ta’minlaydi.

P_2O_5 miqdori ham sapropel ulushi ortishi bilan chiziqli ravishda oshib bordi. Toza karbamidda fosfor mavjud bo‘lmagan bo‘lsa, 100 : 10 nisbatda P_2O_5

ISSN 3030-3907

miqdori 0,1245 % ga yetdi. Regressiya tenglamasi: [P_2O_5 (%) = 0.01246x - 0.00115] ko‘rinishida bo‘lib, (R^2 = 0.9999) qiymati jarayonning yuqori darajada qonuniy ekanini ko‘rsatadi. Sapropel tarkibidagi dastlabki P_2O_5 miqdori (1,37 %) asosida olingan nazariy hisob 100 : 10 nisbatdagi tajribaviy qiymat bilan to‘liq mos tushdi. Bu fosforning sapropeldan kompozit granula tarkibiga amalda yo‘qotishsiz o‘tayotganini tasdiqlaydi. Sapropeldagi fosfor asosan organik bog‘langan shaklda — fitinlar, fosfolipidlar va nuklein kislotalar qoldiqlari holida uchrashi sababli, tuproqda sekin minerallanadi va o‘simlik tomonidan bosqichma-bosqich o‘zlashtiriladi. Hisoblashlarga ko‘ra, gektariga 250 kg miqdorda 100 : 7 nisbatdagi o‘g‘it qo‘llanilganda tuproqqa 224 g P_2O_5 kirib boradi. Miqdor jihatdan katta bo‘lmasa-da, fosforning yuqori bioo‘zlashtiriluvchanligi ushbu ko‘rsatkichni agronomik jihatdan samarali qiladi.

Sapropel tarkibidagi kaliy birikmalari tufayli K_2O miqdori ham muntazam ravishda oshdi. Toza karbamidda K_2O aniqlanmagan bo‘lsa, 100 : 10 nisbatdagi namunada uning miqdori 0,0682 % ni tashkil etdi. Jarayon quyidagi regressiya tenglamasi bilan tavsiflandi:[K_2O (%) = 0.00682x - 0.00084] va chiziqli bog‘liqlikni ko‘rsatdi. Nazariy hisob-kitoblar sapropeldagi K_2O miqdori (0,75 %) asosida tajriba natijalari bilan to‘liq mos tushdi. Sapropeldagi kaliyning asosan xlorsiz shakllarda — K-gumat va K-fulvat ko‘rinishida mavjudligi olinayotgan mahsulotni xlorga sezgir ekinlar, jumladan tamaki, kartoshka va sitrus o‘simliklari uchun ayniqsa qimmatli qiladi. 100 : 7 nisbatdagi o‘g‘itdan gektariga 250 kg qo‘llanganda tuproqqa 122 g K_2O kiritilishi aniqlandi.

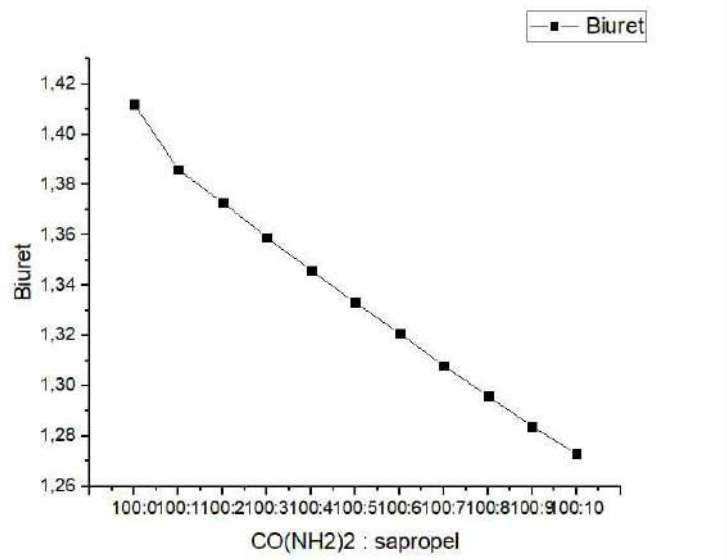
MgO miqdori ham sapropel ulushi ortishi bilan qonuniy ravishda oshib bordi. 100 : 1 nisbatdagi 0,0220 % dan 100 : 10 nisbatdagi 0,2018 % gacha kuzatilgan o‘sish quyidagi regressiya tenglamasi bilan ifodalandi:[MgO (%) = 0.02019x - 0.00164] Determinatsiya koeffitsientining tengligi magniy miqdorining ham juda yuqori aniqlikda chiziqli o‘zgarishini tasdiqlaydi. Sapropeldagi MgO miqdori (2,22 %) asosida hisoblangan nazariy qiymatlar tajribaviy natijalar bilan to‘liq mos tushdi. MgO miqdorining K_2O ga nisbatan ancha yuqori bo‘lishi tadqiq etilgan sapropelning kalsiy-magniyli turga mansubligi bilan izohlanadi. Magniy xlorofill molekulasining markaziy elementi hisoblanishi sababli, uning organomineral o‘g‘it tarkibiga kiritilishi O‘zbekistonning qurg‘oqchil va issiq iqlim sharoitida o‘simliklarning fotosintetik faolligini qo‘llab-quvvatlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, 100 : 7 nisbatdagi o‘g‘itni gektariga 250 kg miqdorda qo‘llash natijasida tuproqqa 363 g MgO kiritiladi.

Umuman olganda, CaO, P_2O_5, K_2O va MgO miqdorlarining sapropel ulushiga proporsional ravishda ortishi sapropelning mineral komponentlari organomineral kompozit tarkibiga yuqori darajada saqlanib o‘tayotganini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatadi. Regression tahlilda barcha ko‘rsatkichlar yuqori bo‘lishi olingan natijalarning statistik jihatdan ishonchli ekanini hamda ishlab chiqilgan texnologiyaning tarkibiy barqarorligini tasdiqlaydi.

Biuret miqdori toza karbamidda 1,412 % ni tashkil etgan bo‘lib, bu O‘z DSt 612-2018 talabi (≤ 1,4 %) darajasida. Sapropel ulushi oshishi bilan biuret miqdori tizimli kamaydi



3-rasm. Sapropel ulushining biuret miqdoriga ta’siri

Sapropel ulushining ortishi bilan biuret miqdorining muntazam kamayishi kuzatildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, 100 : 1 nisbatdagi namunada biuret miqdori 1,386 % ni tashkil etgan bo‘lsa, sapropel konsentratsiyasining bosqichma-bosqich ortishi natijasida ushbu ko‘rsatkich izchil ravishda kamayib bordi va 100 : 10 nisbatdagi namunada 1,273 % ga yetdi. Oraliq qiymatlar mos ravishda 100 : 2 nisbatda 1,373 %, 100 : 3 da 1,359 %, 100 : 4 da 1,346 %, 100 : 5 da 1,333 %, 100 : 6 da 1,321 %, 100 : 7 da 1,308 %, 100 : 8 da 1,296 % hamda 100 : 9 nisbatda 1,284 % ni tashkil etdi. Regression tahlil natijasida aniqlangan determinatsiya koeffitsienti ($R^2 = 0,9998$) bo‘lib, bu sapropel ulushi bilan biuret miqdori o‘rtasida juda yuqori darajadagi chiziqli bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatadi. Xususan, 100 : 10 nisbatdagi namunada biuret miqdorining kamayishi 0,139 foiz punktni tashkil etdi, bu esa nisbiy hisobda 9,8 % ga kamayganini bildiradi. Mazkur natija tadqiqotning muhim ilmiy yutuqlaridan biri hisoblanadi. Biuret miqdorining kamayishi sapropel tarkibidagi gumin va fulvo kislotalarning karbamid molekulalari bilan sodir bo‘ladigan fizik-kimyoviy o‘zaro ta’siri bilan izohlanadi. Gumin moddalarning karboksil (–COOH) va gidroksil (–OH) funksional guruhlari karbamidning amid guruhlari ($–CO–NH_2$) bilan vodorod bog‘lari hosil qiladi. Natijada karbamid molekulalarining o‘zaro kondensatsiyalanib biuret hosil qilish reaksiyasi sekinlashadi.

Biuret hosil bo‘lish reaksiyasi quyidagicha ifodalanadi:

ISSN 3030-3907

$$2NH_2CONH_2 \rightarrow NH_2CONHCONH_2 + NH_3$$

Sapropel tarkibidagi gumin va fulvo komponentlari karbamid molekulalarining erkin harakatchanligini kamaytirishi natijasida ushbu reaksiyaning kinetik ehtimoli pasayadi. Shu sababli biuretning hosil bo‘lish darajasi kamayadi va karbamidning termik barqarorligi oshadi. Tadqiq qilingan barcha namunalar uchun biuret miqdori amaldagi standart me’yorlardan past ekani aniqlandi. Bu esa olingan mahsulotni nafaqat tuproqqa qo‘llash, balki barg orqali oziqlantirish (foliar qo‘llash) uchun ham xavfsiz ekanligini ko‘rsatadi. Biuret konsentratsiyasining pastligi o‘simlik barglarida fitotoksik ta’sir xavfini kamaytiradi hamda azotning bosqichma-bosqich va nazoratli o‘zlashtirilishini ta’minlaydi. Shunday qilib, sapropelning karbamid tarkibiga kiritilishi nafaqat organomineral kompozitning biologik va agroximik qiymatini oshiradi, balki karbamidning termik parchalanish mahsuloti bo‘lgan biuret hosil bo‘lishini ham sezilarli darajada kamaytiradi. Bu esa ishlab chiqilgan o‘g‘it kompozitsiyasining agronomik samaradorligi va ekologik xavfsizligini oshiruvchi muhim omil hisoblanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, karbamid–sapropel asosida olingan granulalangan organo-mineral o‘g‘itlarning tarkibiy va agroximik ko‘rsatkichlari sapropel ulushiga bevosita bog‘liq ekanligi aniqlandi. Sapropel miqdori ortishi bilan umumiy azot miqdori muntazam kamaygan bo‘lsa-da, CaO, P_2O_5, K_2O va MgO miqdorlarining chiziqli ravishda ortishi kuzatildi. Regressiya tenglamalari uchun yuqori determinatsiya koeffitsientlari yuqoriligi texnologik jarayonning yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Biuret miqdorining 1,412 % dan 1,273 % gacha kamayishi sapropel tarkibidagi gumin va fulvo kislotalarning karbamid molekulalari bilan vodorod bog‘lari hosil qilishi natijasida biuret hosil bo‘lish reaksiyasining sekinlashishi bilan izohlandi. Barcha namunalar uchun biuret miqdori amaldagi standart talablardan past bo‘lib, o‘g‘itlarning ekologik va agrotexnik jihatdan xavfsiz ekanligini tasdiqladi. Olingan natijalar sapropelning nafaqat organik modda manbai, balki kalsiy, fosfor, kaliy va magniy kabi muhim oziqa elementlari manbai sifatida ham yuqori agroximik samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Shu sababli sapropel asosidagi granulalangan sekin eruvchi o‘g‘itlarni ishlab chiqarish mahalliy xomashyodan samarali foydalanish, azot yo‘qotilishini kamaytirish hamda tuproq unumdorligini oshirish uchun istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Raximov K. I., Usanbayev N. X. & Namazov S. S. (2025). IR SPECTROSCOPIC AND THERMAL INVESTIGATION OF

ISSN 3030-3907

ENCAPSULATED UREA WITH STABILIZED SOLUBILITY. Development Of Science, 11(5), pp. 157-166.

2. Trenkel ME. Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association; 2010.

3. Zheng T, et al. Superabsorbent hydrogels as carriers for the controlled release of urea: experiments and a mathematical model describing the release rate. Biosyst Eng. 2009; 102(1): 44–50. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2008.09.027.

4. Chien SH, Teixeira LAJ, Cantarella H, Rehm GW, Grant CA, Gearhart MM. Agronomic effectiveness of granular nitrogen/phosphorus fertilizers containing elemental sulfur with and without ammonium sulfate: a review. Agron J. 2016; 108(3): 1203–1213. doi: 10.2134/agronj2015.0276.

5. Neto, João & Fernandes, Jucielle & M. Rodrigues, Alisson & Menezes, Romualdo & Neves, Gelmires. (2023). New Urea Controlled-Release Fertilizers Based on Bentonite and Carnauba Wax. Sustainability. 15. 6002. 10.3390/su15076002.

6. Roshanravan, Bita & Mahmoud-Soltani, Shahram & Abdul Rashid, Suraya & Mahdavi, Fari & Yusop, Mohd. (2015). Enhancement of nitrogen release properties of urea–kaolinite fertilizer with chitosan binder. Chemical Speciation & Bioavailability. 27. 1-8. 10.1080/09542299.2015.1023090.

7. Vitousek PM, Naylor R, Crews T, David MB, Drinkwater LE, Holland E, et al. Nutrient imbalances in agricultural development. Science. 2009; 324: 1519–1520. doi: 10.1126/science.1170261.

8. Ramalingappa, P., Singh, R., Shrivastava, M., Das, R., Sangwan, S., Misra, S. Environmental impact of nitrogen losses from agriculture under different management practices // iCRBE Procedia. 2020. Vol. 1, No. 1. P. 138–149. DOI: 10.32438/iCRBE.202052

9. Strelnikova, V. O., Taran, Yu. A. Production of a New Urea-Based Fertilizer Using Phosphogypsum as a Filler // Chemical Industry Today. 2023. No. 5. P. 29–37

10. Usanbayev, N. Kh., Namazov, Sh. S., Saydullayev, A. A. Application of bentonite in obtaining sulfur-containing urea based on a flush of urea and sulfur // Izvestiya Vuzov. Chemistry and Chemical Technology. 2024. Vol. 67, No. 4. P. 80–89. DOI: 10.6060/ivkkt.20246704.6922

ISSN 3030-3907