

BIOKO‘MIRNING TUPROQ AGROKIMYOVIY KO‘RSATKICHLARIGA TA‘SIRI

Yoqubov Shahboz Mirzaqulovich, Agrokimyo va o‘simliklarni himoya qilish kafedrası assistenti,
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

<https://orcid.org/0009-0006-0906-5195>

shahbozyoqubov90@gmail.com



Raximova Malika Erkin qizi, Agrobiotexnologiyalar va oziq ovqat xavfsizligi instituti talabasi,
Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

<https://orcid.org/0009-0006-7521-1373>

malikaraximova988@gmail.com



Hazratqulov Shohnazar Abdusamatovich, Agrokimyo va o‘simliklarni himoya qilish kafedrası
dotsenti, Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

<https://orcid.org/0009-0007-5311-2099>

shohnazar.hazratqulov@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqolada organik chiqindilardan bioko‘mir ishlab chiqarish imkoniyatlari, bioko‘mirning tuproqning agrokimyoviy xususiyatlarini yaxshilashdagi roli va uning ahamiyati ilmiy manbalar asosida tahlil qilingan. Bioko‘mir har qanday organik moddani kislorod kam bo‘lgan sharoitda 300-700 °C da qizdirish orqali tayyorlanadi va qishloq xo‘jaligida universal meliorant

sifatida foydalaniladi. Tadqiqot turli biomassalardan bioko‘mir ishlab chiqarish imkoniyatlari, uning tuproq pHi, sho‘rlanishi va kation almashish qobiliyatiga ta‘sirini yoritadi.

Kalit so‘zlar: Bioko‘mir, organik chiqindi, tuproq agrokimyoviy xususiyatlari.

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ

Ёкубов Ш., ассистент, Рахимова М., студент, Хазраткулов Ш., доцент.
Самаркандский государственный университет имени Шарофа Рашидова

В данной статье проанализированы возможности производства биоугля из органических отходов, а также его роль и значение в улучшении агрохимических свойств почвы на основе данных научных источников. Биоуголь получают путем нагревания любого органического материала при температуре 300–700 °С в условиях ограниченного доступа кислорода, и он используется в сельском хозяйстве как универсальный мелиорант. Исследование освещает потенциал получения биоугля из различных видов биомассы и его влияние на pH почвы, степень засоления и катионообменную способность.

Ключевые слова: биоуголь, органические отходы, агрохимические свойства почвы.

EFFECT OF BIOCHAR ON SOIL AGROCHEMICAL PROPERTIES

Yoqubov Sh., assistant, Raximova M., student, Hazratqulov Sh., Associate Professor.
Samarkand State University after Sharof Rashidov

This article analyzes the potential for producing biochar from organic waste and evaluates its role and significance in improving soil agrochemical properties based on scientific literature. Biochar is produced by heating any organic material at 300–700 °C under oxygen-limited conditions and is used in agriculture as a universal soil amendment. The study highlights the possibilities of generating biochar from various types of biomass and its effects on soil pH, salinity levels, and cation exchange capacity.

Keywords: biochar, organic waste, soil agrochemical properties.

Kirish

Bioko‘mir - bu o‘simlik va hayvon qoldiqlarining kislorod yetishmaydigan muhitda 300 -700 °C haroratda pirolizlanishi natijasida hosil bo‘luvchi, uglerodga boy, yuqori g‘ovaklikka ega barqaror material hisoblanadi (Lehmann va Joseph 2015). Bioko‘mir o‘simlik qoldiqlari, o‘rmon chiqindilari, hayvon go‘ngi, oziq-ovqat qoldiqlari, kommunal chiqindilar va oqava suv cho‘kmalari kabi turli biomassa manbalaridan tayyorlanishi mumkin (Barrow, 2012; Brick, 2010). Piroliz jarayoni zararli mikroorganizmlarni yo‘q qiladi. Shu sababli kasallik va zararkunandalarni tarqatish yuzasidan xavfsizlik darajasi yuqori hisoblanadi (Lehmann & Joseph, 2009). Bioko‘mir og‘ir metallar bilan zararlangan tuproqlarni sog‘lomlashtirishda ham qimmatbaho meliorant hisoblanadi (Hazratqulov va boshq., 2024).

U tuproq unumdorligini oshirish, iqlim o‘zgarishini yumshatish, oziq moddalari, jumladan, azot aylanishini boshqarishda eng istiqbolli texnologiyalardan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda qishloq xo‘jaligida azotli o‘g‘itlardan intensiv foydalanish natijasida N₂O atmosferaga ajralishining ortishi, tuproq degradatsiyasi va ochiq suv manbalarilarning evtrofikatsiyalanishi global muammoga

aylangan. Shu sababli bioko'mirni mineral o'g'itlar bilan birgalikda qo'llash oziq moddalari yo'qotilishini kamaytirish va azotdan foydalanish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etishi mumkin (Curaqueo va boshq., 2014).

Bioko'mirning ko'p funksiyali xususiyatlari – jumladan, uning yuqori g'ovakligi, katta tashqi yuzaga egaligi, tashqi zaryadi hamda funksional guruhlarga boyligi uni azotli o'g'itlar samaradorligini oshirishda qo'llash imkonini beradi (Igalavithana va boshq., 2018). Bioko'mir bilan qoplangan o'g'itlar azotning sekin va nazoratli chiqarilishini ta'minlaydi, issiqxona gazlari chiqishini pasaytiradi va ekologik barqarorlikni oshiradi (Sahota va boshq., 2018).

Bioko'mir nisbatan yangi organik o'g'it bo'lib, mamlakatimizda ushbu turdagi o'g'itlarning tuproq unumdorligi va ekinlar hosildorligiga ta'sir endi o'rganilmoqda. Ushbu o'g'itni mamlakatimizda ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish birdaniga bir nechta masalani, birinchidan, chiqindilarni utilizatsiya qilish muammolari, ikkinchidan qishloq xo'jaligini organik o'g'it bilan ta'minlash muammolarini hal qilish mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqola Scopus va Web of Science bazalarida chop etilgan ilmiy maqolalarga tayangan holda adabiyotlar asosida yozilgan. Bunda yangi organik o'g'it bo'lgan bioko'mir ishlab chiqarish uchun manbalar, bioko'mir ishlab chiqarishda uning xususiyatlariga temperatura va gaz tarkibining ta'siri, bioko'mirning turli xil tuproqlar agrokimyoviy hamda fizik-kimyoviy xususiyatlariga ta'siri kabi jihatlar bo'yicha ilmiy yondashuvlar tahlil qilindi.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi

Bioko'mirning tuproq agrokimyoviy xususiyatlariga ta'siri

Tadqiqotlar bioko'mirdan foydalanish tuproqning agrokimyoviy xususiyatlarini yaxshilashda katta ta'sirga ega ekanligini ko'rsatadi. Bioko'mir va boshqa organik qo'shimchalarni qo'llash tuproq unumdorligini va azot miqdorini oshirish orqali qishloq xo'jaligida ekinlar hosildorligini oshirishi isbotlangan (Agegnehu va boshq., 2016). Hazratqulov va boshq. (2025) ma'lumotlariga ko'ra (1-jadval), yashil chiqindilardan turli xil temperaturada bioko'mir ishlab chiqarilganda temperaturaning ortib borishi bioko'mir tarkibidagi yalpi va harakatchan (kalsiy atsetat laktat, CAL eritmasida eruvchan) fosfor miqdoriga turlicha ta'sir qilgan. Temperatura 350 °C va 450 °C bo'lganda bioko'mirda yalpi fosfor miqdori kompostlash bilan bir xil bo'lishi kuzatilgan. N₂ bilan inertlangan reaktorda temperaturani 700 °C ga oshirish bioko'mir tarkibidagi yalpi P ning sezilarli ortishiga va harakatchan fosforning esa ishonarli kamayishiga olib kelgan. Demak, temperaturaning yuqori bo'lishi bioko'mirda fosforning erimaydigan shaklga o'tishini oshiradi. Bioko'mirni 700 °C faol muhitda (N₂, H₂O, CO₂) ishlab chiqarish esa 700 °C da N₂ muhitda ishlab chiqarilgan bioko'mirga nisbatan yalpi fosfor miqdorini ishonarli oshirib harakatchan fosfor miqdorining esa bir xil bo'lishi kuzatilgan. Bioko'mir ishlab chiqarishda temperaturaning ortib borishi bioko'mir pH ining ham ortishiga olib kelgan (1-jadval). Lekin 700 °C da faol muhitda (N₂, H₂O, CO₂) ishlab chiqarish 700 °C da N₂ muhitda ishlab chiqarilgan bioko'mirga nisbatan pHning ishonarli kamayishiga olib kelgan (Hazratqulov va boshq., 2025).

1-jadval. Yashil chiqindilarga turli xil usulda ishlov berishning o'g'it xususiyatlarining o'zgarishiga ta'siri; $P \leq 0.05$ (Hazratqulov va boshq., 2025)

Ishlov berish usuli	P_{yalpi} , g (kg quruq modda) ⁻¹	P_{CAL} , g (kg quruq modda) ⁻¹	P_{CAL} , yalpi P ga nisbatan % hisobida	pH
Ishlov berilmagan	1.0 ± 0.1	0.43 ± 0.01 c	41 ± 3 a	5.4 ± 0.02 f
Kompostlangan	2.1 ± 0.3 b	0.57 ± 0.02 b	27 ± 3 b	7.1 ± 0.01 e
Bioko‘mir 350 °C (N ₂)	2.1 ± 0.1 b	0.86 ± 0.02 a	42 ± 3 a	7.7 ± 0.04 d
Bioko‘mir 450 °C (N ₂)	2.0 ± 0.1 b	0.88 ± 0.01 a	44 ± 2 a	8.8 ± 0.06 c
Bioko‘mir 700 °C (N ₂)	2.7 ± 0.1 a	0.46 ± 0.03 c	17 ± 1 c	12.4 ± 0.01 a
Bioko‘mir 700 °C (N ₂ , H ₂ O, CO ₂)	3.1 ± 0.2 a	0.45 ± 0.02 c	15 ± 1 c	11.4 ± 0.01 b

Bioko‘mirning tuproq pHiga ta‘siri. Bioko‘mirning turli xil tuproqlarda, jumladan kislotali tuproqlarda tuproq pH iga ta‘siri bo‘yicha juda ko‘plab ishlar qilingan. Bioko‘mir ishqoriy xususiyati sababli tuproqning kislotalanishiga qarshi samarali vosita hisoblanadi (Major va boshq., 2010; Liu va boshq., 2016; El Naggat va boshq., 2019). Undagi Ca, K, Mg, Na kationlarning almashinishi natijasida tuproq pH ko‘tariladi (Yamato va boshq., 2016). Bu kislotali tuproqlarda fosforning o‘zlashtirilishini yaxshilab Al³⁺ toksikligini kamaytiradi va mikroorganizmlar faolligini oshiradi. Kalsiyga boy tuproqlarning esa kation almashinish xossalari yaxshilaydi (Laird va boshq., 2010).

Hazratqulov va boshq. (2025) ma‘lumotlariga ko‘ra (2-jadval), yashil chiqindilardan turli xil temperaturada ishlab chiqarilgan bioko‘mir tuproq pH iga ta‘siri tuproqning xususiyatlari bilan bo‘liq bo‘lib nordon tuproqlarda tuproq pHini neytral muhitga tomon o‘zgarishiga olib keladi. Neytral tuproqda esa tuproq pHi sezilarli o‘zgarmagan.

2-jadval. Yashil chiqindilarga turli xil usulda ishlov berishning har xil tuproqlar pH ining o‘zgarishiga ta‘siri; inkubatsiya davri 100 kun. EKIF = eng kam ishonarli farq $P \leq 0.05$ (Hazratqulov va boshq., 2025)

Variantlar	P bilan kam ta‘minlangan nordon tuproq	P bilan yuqori ta‘minlangan nordon tuproq	P bilan yuqori ta‘minlangan neytral tuproq (o‘tloq bo‘z tuproq)
Tuproq pHi			
Nazorat (o‘g‘itsiz)	5.3 ± 0.04	5.6 ± 0.07	7.3 ± 0.09
Konsentrlangan superfosfat (45% P ₂ O ₅)	5.3 ± 0.02	5.6 ± 0.19	7.3 ± 0.05
Yashil chiqindi (yangi)	6.6 ± 0.05	6.5 ± 0.05	7.5 ± 0.03
Kompostlangan	5.9 ± 0.13	6.0 ± 0.03	7.4 ± 0.02
Bioko‘mir 350 °C, (N ₂)	6.5 ± 0.03	6.7 ± 0.04	7.4 ± 0.04
Bioko‘mir 450 °C, (N ₂)	6.7 ± 0.01	6.8 ± 0.05	7.4 ± 0.05
Bioko‘mir 700 °C, (N ₂)	6.8 ± 0.06	7.0 ± 0.05	7.5 ± 0.02
Bioko‘mir 700 °C, (N ₂ , H ₂ O, CO ₂)	6.9 ± 0.01	6.9 ± 0.04	7.4 ± 0.04
<i>EKIF</i>	<i>0.14</i>	<i>0.19</i>	<i>0.11</i>

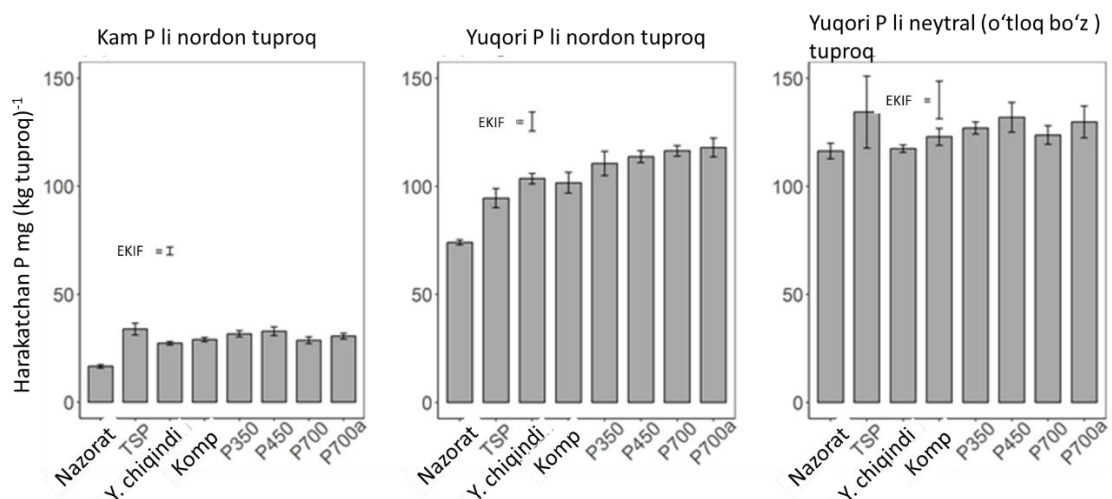
Demak, bioko‘mir ishlab chiqarish va qo‘llashda bioko‘mir va qo‘llaniladigan tuproqning pH iga e‘tibor berish muhim hisoblanadi. Chunki pH tuproqning oziq elementlar shakli va o‘simliklar tomonidan o‘zlashtirilishi bilan bog‘liq bo‘lgan eng muhim xususiyatlaridan biri hisoblanadi (2-jadval).

Bioko‘mir qo‘llanilganda tuproq fizik-kimyoviy singdirish qobiliyati va agrokimyoviy xususiyatlarining o‘zgarishi. Bioko‘mirning sirt zaryadi va funksional guruhlari uning tuproq

almashinib singdirish qobiliyatini oshirishiga sabab bo'ladi (Liang et al., 2006). Tuproqning almashinib singdirish qobiliyati ortishi natijasida tuproq oziq elementlari yuvilishining oldi olinadi. Almashinib singdirish xususiyatiga ega bo'lgan ionlar o'simliklar tomonidan oson o'zlashtiriladi (Peng va boshq., 2011). Natijada o'g'itlardan foydalanish samaradorligi ortadi va hosildorlik hamda iqtisodiy samaradorlik yuqori bo'ladi. Tuproqqa yangi qo'llanilgan bioko'mir tuproq suvi va kislorod bilan kontaktga kirishganda sirt oksidlanish reaksiyalariga uchraydi, bu esa kation almashinish qobiliyati va sof manfiy zaryadni oshiradi.

Bioko'mirda ko'pgina reaktiv funksional guruhlar (COOH, OH, CO, C-O) mavjud. Ularning ba'zilar pH ga bog'liq bo'lib, bioko'mir yuzasining yuqori reaktivligiga hissa qo'shadi (Cheng et al., 2009). Tadqiqotlarda ba'zi yashil chiqindilardan tayyorlangan bioko'mir (10 t ha⁻¹) kation almashinish qobiliyatiga hamda temir tuzlariga (yuqori darajada modifikatsiyalangan kislotali tuproqlarda) ta'sir ko'rsatmagan bo'lsa (Slavich et al., 2013), kam kalsiyli yoki kalsiyga boy tuproqlar bioko'mir qo'llanilgandan keyin kation almashinish qobiliyatining kuchli oshishini ko'rsatgan (Laird va boshq., 2010; Peng va boshq., 2011). O'zbekistonning kalsiyga boy tuproqlari fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilashda bioko'mir istiqbolli o'g'it sifatida o'rganish muhim hisoblanadi.

Hazratqulov va boshqalarning (2025) ma'lumotlariga ko'ra, yashil chiqindilardan turli xil (1-rasm)



1-rasm. Yashil chiqindilarga turli xil usulda ishlov berishning har xil tuproqlar tarkibidagi harakatchan (Kalsiy atsetat laktat (CAL) da eruvchan fosfor) miqdoriga ta'siri; inkubatsiya davri 100 kun. EKIF = eng kam ishonarli farq $P \leq 0.05$. (Hazratqulov va boshq., 2025)

sharoitlarda ishlab chiqarilgan bioko'mir tuproqlar tarkibidagi harakatchan fosfor miqdorini sezilarli oshiradi (1-rasm). Harakatchan fosforning oshishi asosan nordon tuproqlarda yaqqol ko'rinadi. Bu esa ushbu tuproqlarda pH ning ortishi hisobiga alyuminiy va temir fosfatlar eruvchanligining ortishi bilan bog'liq bo'ladi. Neytral tuproqda turli xil bioko'mirlar yoki bioko'mir va kompost qo'llash o'rtasida sezilarli farq kuzatilmadi. Demak, bioko'mir ishlab chiqarish va uni qo'llash jarayonida uning pH ini e'tiborga olish muhim bo'lib turli xil pH muhitiga ega bo'lgan tuproqlar uchun mos bioko'mir ishlab chiqarish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Sho'rlanishga qarshi ta'siri. Sug'oriladigan tuproqlarda sho'rlanish keng tarqalgan muammolardan biri hisoblanadi. Sho'rlangan tuproqlarda osmotik bosim kuchayadi, natijada mikroorganizmlar faolligi pasayib o'simliklarning o'sishiga tuz miqdori salbiy ta'sir ko'rsatadi (Saifullah va boshq., 2018). Bioko'mir tuproqdagi sho'rlanishni bir nechta mexanizmlar orqali

kamaytiradi. Birinchidan, bunday tuproqlarda bioko‘mirning qo‘llanilishi tuproq strukturasi yaxshilaydi, natriy ionlarini bog‘laydi, suv filtratsiyasini tezlashtiradi, tuzga chidamli mikroflorani ko‘payishiga olib keladi. Ikkinchidan, bioko‘mirning kation almashinuv qobiliyati tuproq ionlarini muvozanatlashga yordam beradi, o‘simliklardagi sho‘rlanishga bo‘lgan stressni kamaytiradi (Hagner va boshq., 2016). Natijada o‘simliklarning o‘sishi barqarorlashib zararli tuzlarga ta’sirchanligi kamayadi.

Xulosa

Bioko‘mir tuproqning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilash, sho‘rlanish va kislotalanishni kamaytirish, oziq elementlarining tuproq singdirish kompleksiga singdirilishini kuchaytirish va pH ni boshqarishda muhim ahamiyatga ega. Bioko‘mirni ishlab chiqarishda xom ashyoning kimyoviy tarkibi, qo‘llaniladigan tuproqlarning pH i va boshqa agrokimyoviy xususiyatlarini e‘tiborga olish muhim hisoblanadi. Bioko‘mir universal o‘g‘it va ko‘p funksiyali meliorant sifatida turli tuproqlar agrokimyoviy xususiyatlarini yaxshilash uchun qo‘llaniladi va barqaror qishloq xo‘jaligi uchun istiqbolli yechim sifatida taklif etiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Agegnehu G., Bass A.M., Nelson P.N., Bird M.I. Benefits of Biochar, Compost and Biochar-Compost for Soil Quality, maize Yield and Greenhouse Gas Emissions in a Tropical Agricultural Soil. *Sci. Total Environ.* 2016, 543, 295–306.
Cheng C.H., Lehmann J. Ageing of Black Carbon along a Temperature Gradient. *Chemosphere* 2009, 75, 1021–1027.
2. Curaqueo G., Meier S., Khan N., Cea M., Navia, R. Use of Biochar on Two Volcanic Soils: Effects on Soil Properties and Barley Yield. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2014, 14, 911–924.
3. El-Naggar A., Lee S.S., Rinklebe J., Farooq M., Song H., Sarmah A.K., Zimmerman A.R., Ahmad M., Shaheen S.M., Ok Y.S. Biochar Application to Low Fertility Soils: A Review of Current Status, and Future Prospects. *Geoderma* 2019, 337, 536–554.
4. Hagner, M., Kemppainen, R., Jauhiainen, L. Tiilikkala, K.; Setälä, H. The Effects of Birch (*Betula* spp.) Biochar and Pyrolysis Temperature on Soil Properties and Plant Growth. *Soil Tillage Res.* 2016, 163, 224–234
5. Hazratqulov S., von Ahlefeldt G., Liu R., Bessler H., Almuina-Villar H., Dieguez-Alonso A., Engels C. Processing Municipal Waste for Phytostabilization of Heavy Metal Contaminated Soils. *Soil Syst.* 2024, 8, 109. <https://doi.org/10.3390/soilsystems8040109>
6. Hazratqulov S., Bessler H., Adam A., Radelhof T., Engels C. Effect of Processing Solid Organic Municipal Wastes on Their Phosphorus Fertilizer Value. *Agronomy* 2025, 15, 2296. <https://doi.org/10.3390/agronomy15102296>.
7. Igalavithana A.D., Lee S.E., Lee Y.H., Tsang D.C.W., Rinklebe J., Kwon E.E., Ok Y.S. Heavy Metal Immobilization and Microbial Community Abundance by Vegetable Waste and pine Cone Biochar of Agricultural Soils. *Chemosphere* 2017, 174, 593–603.
8. Khan S., Irshad S., Mehmood K., Hasnain Z., Nawaz M., Rais A., Gul S., Wahid M.A., Hashem A., Abd_Allah E.F. Biochar Production and Characteristics, Its Impacts on Soil Health, Crop Production, and Yield Enhancement: A Review. *Plants* 2024, 13, 166. <https://doi.org/10.3390/plants13020166>

9. Laird D.A., Fleming P., Davis D.D., Horton R., Wang, B., Karlen D.L. Impact of Biochar Amendments on the Quality of a Typical Midwestern Agricultural Soil. *Geoderma* 2010, 158, 443–449.
10. Lehmann J., Joseph S. *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. 2nd Edition. Routledge, 2015, London.
11. Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., et al. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 2006. 70, 1719–1730.
12. Slavich P.G., Sinclair K., Morris S.G., Kimber S.W.L., Downie, A., Van Zwieten L. Contrasting Effects of Manure and green Waste Biochars on the Properties of an Acidic Ferralsol and Productivity of a Subtropical Pasture. *Plant Soil* 2013, 366, 213–227.
13. Peng X., Ye L.L., Wang C.H., Zhou, H., Sun, B. Temperature- and Duration-dependent rice Straw-Derived Biochar: Characteristics and its Effects on Soil Properties of an Ultisol in Southern China. *Soil Tillage Res.* 2011, 112, 159–166
14. Saifullah, Dahlawi S., Naeem A., Rengel Z., Naidu R. Biochar Application for the Remediation of Salt-Affected Soils: Challenges and Opportunities. *Sci. Total Environ.* 2018, 625, 320–335
15. Major J., Rondon, M., Molina D., Riha S.J., Lehmann J. Maize Yield and Nutrition during 4 Years after Biochar Application to a Colombian savanna Oxisol. *Plant Soil* 2010, 333, 117–128.
13. Liu, Y.; Lu, H.; Yang, S.; Wang, Y. Impacts of Biochar Addition on rice Yield and Soil Properties in a Cold Waterlogged Paddy for Two Crop Seasons. *Field Crops Res.* 2016, 191, 161–167
16. Yamato M., Okimori Y., Wibowo I.F., Anshori S., Ogawa M. Effects of the Application of Charred Bark of Acacia Mangium on the Yield of maize, Cowpea and Peanut, and Soil Chemical Properties in South Sumatra, Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutr.* 2016, 52, 489–495
17. Sahota S., Vijay V.K., Subbarao P.M.V., Chandra, R., Ghosh P., Shah G., Kapoor R., Vijay V., Koutu V., Thakur I.S. Characterization of Leaf Waste Based Biochar for Cost Effective Hydrogen Sulphide Removal from Biogas. *Bioresour. Technol.* 2018, 250, 635–641