

ХАБИЛИТАЦИОННА СПРАВКА

за научните приноси

на гл. ас. д-р Камелия Георгиева Петрова

Представена за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „доцент“ по професионално направление 6.5. Горско стопанство, научна специалност „Почвознание“. Общият брой на представените в хабилитационната справка научни публикации в издания, реферирани и индексирани в световно известни бази данни с научна информация е 10 (в т.ч. в 10 списания в Web of Science - CABI, и 6 в Scopus с SJR).

Проучвания на горски почви и оценка на основни почвени параметри

1.1. Въведение

Почвата е ключов природен ресурс, който играе жизнено важна роля за функционирането на екосистемите, осигуряването на храна, вода и др. Тя се образува в резултат на сложни процеси и взаимодействия. Почвата представлява динамична жива система, чието здравословно състояние е в основата на нейната производителност и екологични функции в глобален аспект (Doran et al., 1996). Основните функции на почвата са свързани с осигуряване на растежа на растенията, регулиране движението и пречистването на водата, трансформиране на органичната материя и транспортиране на хранителните вещества (Lal, 2016). Тя осигурява среда за живот на микроорганизми и животни и буферира промените в околната среда чрез извършване на редица процеси, като задържане на вода, химическо окисление и микробно разлагане (Weil and Brady, 2017). Почвите осигуряват закрепване на корените на растителните организми, задържат вода и хранителни вещества в себе си. Те са среда за живот и развитие на огромно разнообразие от микроорганизми, които фиксират азот и трансформират органичната материя. Функциите, които изпълнява по отношение на екосистемите са от огромно значение. Почвата е жизнено важна за глобалното биоразнообразие, което варира от микроорганизмите до флората и фауната (Обновена Световна Харта за Почвите, 2016). Тя е невъзобновим природен ресурс и е една от основните системи за поддържане живота на планетата (Tóth, et al., 2008). Установено е, че 95 % от храната, необходима за изхранване на населението се произвежда пряко или косвено от почвата (FAO, 2015). Почвата играе решаваща роля в екосистемите, като участва в кръговрата на въглерода,

азота, водата и осигурява местообитание на редица организми и др. (FAO and ITPS, 2015). Всички почви, подsigуряват екосистемните функции с оглед на глобалното регулиране на климата и водите в големи мащаби. Тези функции са в състояние да поддържат биологичната продуктивност на почвата, да поддържат качеството на околната среда, на въздуха и водата и да осигуряват здравето на растенията, животните и хората (Warkentin, 1995; Doran and Zeiss, 2000; Moebius-Clune et al., 2016).

Горските екосистеми са от съществено значение за човешкото благосъстояние, развитието и намаляването на риска от природни бедствия (Łukaszek-Chmielewska, et al. 2025). Горските почви, които се формират в планинските територии са едни от най-уязвимите компоненти в тях. Те представляват значителен резервоар на въглерод – повече от 40 % от общия органичен въглерод в сухоземните екосистеми се съхранява в горски почви (IPCC, 2000, Wei et al., 2014). Увеличаването на количеството въглерод, съхранявано в горските почви, би могло да помогне за улавянето на атмосферния CO₂ и смекчаването на глобалното изменение на климата (Lal, 2005).

Според официални данни горските територии в България представляват 34 % от територията на страната. Горските почви, които се формират в тези територии са значителен природен ресурс, които играят съществена роля за тяхното развитие, устойчиво функциониране и управление. Осигуряването на оптималния растеж и развитие на горите и екосистемните услуги зависи от устойчивостта на почвата. Съдържанието на тежки метали е основен параметър, определящ степента на замърсяване и деградация на почвата.

Проучването на основните диагностични характеристики, свойства и параметри, необходими за правилното класифициране, използване и управление на почвените ресурси в горските територии е от решаващо значение за бъдещето на човечеството.

1.2. Проучвания на горски почви, свързани с тяхната класификация и оценка на основни показатели за почвено плодородие

За първи път са представени резултати за оценка на почвени параметри, свързани с почвеното плодородие на изследвани горски почви, които са класифицирани според морфометричните показатели, посочени в WRB (2006, 2007). Проучените почвени единици са определени като нови за територията на България (Acrisols и Lixisols).

Acrisols се дефинират като почви, които са обогатени с глина (WRB, 2006, 2007). Те имат *argic* диагностичен хоризонт с катионен капацитет под 24 cmol(+).kg⁻¹ и наситеност с бази под 50 % в основната си част между 50 и 100 cm. Образуването на тази почвена единица се характеризира с много дълъг период на образуване на почвата –

няколко пъти по-дълъг от Халогена. Тяхното географското разпространение се свързва с варирането в периодите на палеозоя и тяхното кумулативно проявление. Според проучванията на Costantini et al., 2013 тези почви имат особен пространствен модел и ограничено разпространение, но вероятно могат да присъстват в почти всяка среда. Подчертава се, че обикновено тези почви са независими от съвременния климат, релеф, растителност и основна скала.

За първи път Acrisols са дефинирани в легендата на Световната карта на почвите в света на FAO-UNESCO (1971–1981) и в класификацията на WRB (1998; 2006, 2007). В изследванията на редица автори (Fritsch et al., 2006; Schaetzl and Anderson 2009) се посочва, че релефът е един от водещите фактори за формирането на тези почви. Те се образуват предимно върху стари земни повърхности с хълмист или вълнообразен релеф (Verheye, 1998). Toth et al., (2008) посочва, че в повечето случаи те са доминиращата почвена група върху стари ерозиран терени или наслаги. Основните скалите могат да варират в широки граници, но в проучванията на Blume et al., 2016 се отбелязва, че най-често те са развити върху кисели силикати скали, които са богати на кварц. Климатът, под действие на които се формират също е разнообразен. Най-често се посочва, че той е влажен тропичен, субтропичен или топъл умерен (WRB, 2007; Buol, 2005). Растителността, под въздействие на която се формират тези почви е главно дървесна. Важно е да се посочи, че Acrisols заемат около 1 000 милиона ha в световен мащаб. За Европа се отбелязва, че те заемат по-малко от 0.26 % от територията на Европейския съюз (Soil Atlas of Europe, 2005). Тяхното разпространение е описано за територията на Иберийския полуостров, Гърция, Южна Англия и Дания. Според проучванията на Toth et al., (2008) Acrisols се срещат в ограничени области в Румъния и България. Fraters et al., (1993) отбелязва, че тези почви се срещат на територията на Южна Турция. Costantini et al., (2013) посочва, че те заемат 51 km² от територията на Италия.

В България за разпространението на Acrisols се посочват територии, които са известни с това, че са заети от жълтоземи. Те са разположени в югоизточните части на Странджа планина (Койнов, 1968; Койнов и др., 1998). Нинов (2002) ги включва в Ордер G, заедно с още 5 други основни почвени групи, в които почвите са силно изветрели. В някои от тях е формиран *Bt (argic)* хоризонт. Според същия автор при по-нататъшното им развитие и при определени условия, някои от тях, които са силно кисели, могат да се класифицират като Acrisols, но през 2005 г. ги изключва. При корелацията между Националната почвена класификация на България с тези на WRB (2006, 2007) и

Американската таксономия, Shishkov (2011) посочва наличието на *cutanic*, *haplic* и *leptic* Acrisols. Тяхното разпространение е в рамките на жълтоземните подзолисти почви.

Според Jordanova (2017), дискусията за правилното корелиране на Acrisols в съответствие с диагностичните характеристики посочени в WRB (2006, 2007) с почви посочени в Националната почвена класификация на България все още продължава.

Lixisols са дефинирани от FAO (2001) като силно изветряли почви, в които глината е измита от елувиалния *E* хоризонт (L. Lixivia – измита субстанция) в дълбочина до *argic* хоризонт, който има ниско активна глина и умерена до висока наситеност с бази. Катионният капацитет е по-нисък от 24 cmol(+).kg⁻¹.

Продължително време се е приемало, че Lixisols са разпространени предимно в тропични, субтропични или топли умерени климатични области с ясно изразен сух сезон. Типичното им местоположение се описва върху стари ерозирани терени, формирани през Плейстоцена или по-стари отложения (WRB, 1998). Площта им е изчислена на 435 милиона ha, от които повече от половината се намират в Африка и около една четвърт – в Южна и Централна Америка (WRB, 1998).

Информацията за разпространението на Lixisols постепенно се разширява. Те са описани от Dengiz et al., 2017 на територията на Турция. Според Costantini et. al., 2013 в Италия те заемат 11 km². През 2014 г. Hartmann et al., съобщават за образуването на Lixisols и върху гранит, а не само върху общоизвестните ерозионни тераси и стари наноси. Засега в българската литература няма достатъчно данни за разпространението на Lixisols. От групата на текстурно диференцираните, богати на глина почви в Странджа планина е известно, че най-големите площи са заети от Luvisols. Те са описани от редица автори (Танов, 1956; Антипов-Каратаев и др., 1960, Койнов и др., 1968, 1998; Пенков и др., 1992). Желтоземните подзолисти почви са описани като уникални почви за страната и Балканския полуостров в Странджа планина (Танов, 1956; Антипов-Каратаев и др., 1960; Йолевски и Хаджиянакиев, 1976; Койнов и др., 1968, 1998; Пенков и др., 1992). Те са посочени в групата на текстурно диференцираните, обогатени с глина почви и в Основната класификация на почвите на страната са определени като Ultic Luvisols (Пенков и др., 1992). По-късно са идентифицирани като Alisols (Нинов, 2002, 2005; Теохаров, 2009). Шишков и Колев (2014) ги описват като Желтоземни почви, които корелират/отнасят се към Acrisols според WRB (2006). Според Jordanova (2017), дискусията относно правилното съпоставяне на тези почви в съответствие с диагностичните характеристики, посочени в WRB (2006, 2007), с почвите, изброени в Националната класификация на почвите на България, все още продължава.

Понятието почвено плодородие се използва често в научните изследвания в горските територии (Augusto et al., 2002, Schroth and Sinclair, 2002, Kallikowski et al., 2010) и може да се определи като „сума от физични, химични и биологични фактори, характеризиращи капацитета за производство на биомаса на почвата“ (Ranger and Turpault, 1999, Augusto et al., 2002). Плодородието на горските почви е основен фактор, от който зависи растежа на растенията и баланса на въглерода (орг.С) в горските екосистеми (Vicca et al., 2012; Binkley and Fisher, 2013).

Проведени са редица опити за количествено определяне на почвеното плодородие и за идентифициране на ключови почвени показатели, както за селскостопански (Bastida et al., 2008), така и в горски почви (Schoenholtz et al., 2000), използвайки биологични, физични или химични свойства на почвата. Почвената фауна (Rousseau et al., 2013) и съотношението между грам-положителни и грам-отрицателни бактерии (Gartzia-Bengoetxea et al., 2009) са примери за биологични индикатори, докато съдържанието на обща влагоемност (Gartzia-Bengoetxea et al., 2009) и механичният състав на почвата са примери за физични свойства на почвата, използвани като индикатори за почвеното плодородие. Химичните свойства на почвата често са били използвани в миналото като индикатори за плодородие на почвата (Schoenholtz et al., 2000), именно защото са лесно сравними, използвайки стандартизирани анализи.

Най-често използваните показатели са $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, количество хумус, общо количество азот, фосфор и калий, както и налични форми на азот, фосфор, калий, мед, цинк, бор, желязо и др. (Deng et al., 2016). Съотношението на хранителните вещества в почвата също играе важна роля за почвеното плодородие (Ingestad, 1987). Особено внимание се обръща на съотношението органичен C/N (Lukina et al., 2011), което е индикатор за азотно хранене. Според Deng et al., (2016) високото почвено плодородие в горските територии се характеризира с високо съдържание на азот, ниско съдържание на фосфор и умерено съдържание на калий. В изследванията на Legout et al. (2014) се посочва, че почвеното плодородие е високо, ако $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, обменните базични катиони и наличният фосфор са във високи количества или съотношението C/N в почвата е ниско. Гъбните съобщества също са важен индикатор. Тяхната взаимовръзка с почвеното плодородие е много силна на ниво видове, родове/разреди и функционални групи (Sterkenburg et al., 2015).

За плодородни се считат почвите, в които почвеното органично вещество се трансформира с по-висока скорост следователно с по-бързо възвръщане на органични хранителни вещества обратно към растенията (Sariyildiz and Anderson, 2003).

Положителната корелационна зависимост между плодородието и кръговрата на органични вещества може да обясни защо е доказано, че по-плодородните и продуктивни гори се характеризират с по-ниско натрупване на въглерод в почвата, отколкото по-малко плодородните и по-малко продуктивни гори (Ladegaard-Pedersen et al., 2005).

В изследванията на Bautista-Cruz et al. (2012) се посочва, че най-добрите свойства на почвата, които да се използват като индикатори за почвеното плодородие са органичният въглерод на почвата, рН на почвата, усвоимите форми на фосфор, мощността на органичния слой и обменният Al^{3+} . В проучванията на Bikindou et al., 2012, се счита, че стойностите на катионния капацитет, съдържанието на глина и органично вещество са най-добрите показатели на почвата по отношение на продуктивността на насажденията. Проучванията, занимаващи се с обобщаване на локалните индикатори в по-голям мащаб, са оскъдни и може да е трудно да се намери единичен индикатор за химично плодородие на почвата, способен да предскаже производството на биомаса за всички типове горски екосистеми. Необходимо е да се използват комбинации от няколко параметъра, за да може да се използва за количествено определяне на химичното плодородие на горските почви в голям мащаб. В научната литература до този момент няма консенсус относно това какви трябва да бъдат тези параметри, както и по отношение на единна стандартизация на методите, които се използват за химичните анализи на пробите. В изследванията на (Hansson et al., 2020) се предполага, че горите, растящи върху почви с най-ниски запаси от хранителни вещества, също ще имат най-ниска продуктивност спрямо максималните стойности, измерени за същия вид в същия екологичен регион. За посочените почвени единици може да се каже, че те се считат за ниско до средно продуктивни по отношение на горско-дървесната растителност, поради силно киселата реакция на почвения разтвор, малкото количество на хумус и азот в тях.

1.3. Проучване на горски почви по отношение на оценка на деградационни процеси, които протичат в тях.

За България по отношение на горските територии в средния лесорастителен пояс от най-съществено значение и с най-голяма площ в планинските райони са Кафявите горски почви (*Dystric/Eutric Cambisols*). Наименованието им е въведено от Пушкиarov през 1931 година. В отделните класификации на тези почви, те са разделяни на различни типове, като типични и излужени (Герасимов, и др. 1960), тъмни, светли и вторично затревени (Танов, 1956; Герасимов и др., 1959), оподзолени (Георгиев, 1959), обикновени (Нинов и др., 1985), преходни (Гарелков, 1976; Райков и др., 2011), наситени и

ненаситени (Пенков и др., 1992) а през 2019 са добавени още и плитки и скелетни Кафяви горски почви, (Малинова, 2019). За представените статии, кафявите горски почви са класифицирани, според световната реферативна база данни за почвените ресурси - WRBSR (2006, 2007).

Кафявите горски почви в страната са разпространени в диапазона от 700–800 m н.в. до 1300–1500 m н.в. Те заемат 16.4 млн. dka, или 14.76 % от общата площ на България. Образувани са в условията на планинско–горски климат, който се характеризира с висока въздушна влажност, по–обилни валежи 800–900 mm и по–ниски средно годишни температури (Койнов, 1998). Върху тях се развиват едни от най-продуктивните насаждения от об. бук в Западна България. На по-високите надморски височина върху тях се развиват и смесени гори от об. бук, об. ела и об. смърч.

Тези почви са обект на проучвания, главно свързани с изучаването на основните им почвени параметри, които имат пряко отношение към техните лесорастителни свойства за отделните основни горско-стопански дървесни видове в стараната.

За да се задоволят непрекъснато нарастващите изисквания за основните горско стопански ресурси, все по-интензивното използване на почвите може да причини необратима загуба на функциите им и на екосистемите, което в много случаи води до деградация на почвата (Field et al., 2016; Janzen et al., 2011). Деградацията на почвата става все по-сериозна и реална заплаха за населението на Земята. Тези настоящи и бъдещи проблеми засилват противоречията между нарастващото население на планетата, ограничените ресурси и опазването на околната среда и предизвикват глобална загриженост (Jie et al., 2002; Kapur and Akça, 2020).

Деградацията на почвите е динамичен и комплексен процес, който води до пълно разрушаване на почвата и загуба на нейните основни физични, химични и биологични свойства и функции (Lal, 2001; Pereira et al., 2017). Конкретните прояви на деградация на почвата могат да бъдат различни, включително, но не само ерозия на почвата, засоляване, окисляване, опустиняване, загуба на органично вещество, уплътняване, замърсяване с тежки метали и др. (Shi et al., 2018).

Деградацията на почвите води до нарушаване на способността на горските екосистеми да се адаптират към промените в околната среда. Основни причини за това са до голяма степен загубата на органично вещество и съответно загубата на азот в следствие от обезлесяването в планинските територии, което се увеличава и под въздействие на негативното изменение на климата и човешката дейност. Процесите на деградация на горските насаждения могат да се разделят на две основни групи - обратими

и необратими (Samec et al., 2022). Необратимата деградация започва с нарушаване свойствата и функциите на почвата (FAO-ITPS, 2015). Процесите, които водят до деградация на горските почви са пряко обвързани с уязвимостта и адаптивността на горските насаждения, както и регулирането им по отношение на глобалните промени, които се извършват в околната среда. Регулаторните способности на горите се изразяват чрез динамиката на постъпване и депониране на органично вещество в почвата (Samec et al., 2022).

В днешно време многофункционалното стопанисване и планиране в горските територии, което произтича от увеличеното и разнообразно търсене на горски продукти и услуги налага комплексни и интердисциплинарни подходи при опазването на почвените ресурси.

В последните години в България все по-често се обръща внимание на проблемите свързани с процесите на деградацията и разрушаване на почвите в следствие на природни нарушения като наводнения, предизвикани свлачища, пожари, обезлесяване под действие на антропогенна дейност или неправилно изведени сечи в горските територии.

В България комплекса от процеси, свързани с деградацията на почвата се разглежда в своята цялост основно за селскостопанските райони и едва в последните години се изследва в горските територии. Усилията на научната общност са насочени към проучване на вкисляването на полски почви, тяхното уплътняване, замърсяване с тежки метали, замърсяване с повърхностно-активни вещества. Добре проучени са и замърсяването с промишлени и органични торове (Harizanova and Stoyanova 2019) , засоляване и алкализирание на земеделските земи. В проучванията на редица автори (Boyadgiev et al. 1994, Filcheva and Rousseva, 2004; Филчева (2004, 2007)) се разглеждат въпросите свързани със състава и запаса на органичното вещество и неговата загуба в полските почви.

Най-голям брой проучвания са проведени във връзка с водната и ветровата ерозия, протичащи в почви от земеделските райони на страната (Rousseva, 2002; Русева, 2002; Джоджов и др., 2005; Лазаров и др., 2005; Rousseva, 2006; Nikolov et al., 2007; Rousseva et al., 2009; Русева и др. 2010; Крумов и др. 2010; Rousseva et al., 2012; Некова и др., 2012; Малинов и др., 2014; Малинов и Илиева, 2019).

Според данни посочени от МОСВ, 2006 основните деградационните процеси, които протичат в почвите в България са ерозия, вкисляване, загуба на биоразнообразие, намаляване на почвено органично вещество, уплътняване на почвата, замърсяване с неорганични и органични замърсители, засоляване, алкализирание и сезонно

повърхностно преовлажняване. За разлика от почвите в земеделските райони, по отношение на почвите от горските територии като приоритетни деградационни процеси се посочват ерозия, вкисляване, замърсяване с тежки метали, изменение на почвените свойства в резултат на горски пожари.

В последните 30 години значително внимание се обръща и на влиянието на глобалното затопляне върху почвеното органично вещество (ICP Forest Manuals, 1986-2006).

По отношение на горските почви научни изследвания за проучване на процеси на деградация са провеждани с цел изясняване основно на въздействието на ерозията (Биолчев, 1953), която протича под влияние на естествени или антропогенни фактори (Велизарова и Маринов, 2006 а; Велизарова и Маринов, 2006 b) в планинските зони на страната. Изследванията са насочени главно към ерозионни процеси, които протичат в иглолистни култури, създадени с противоерозионни цели и водосбори на реки в по-ниските части на планинските райони (Ангелов, 1958; Маринов, 1984; Малинов и др., 2002). Разглеждани са отделни аспекти на деградационните процеси, които протичат в горските територии, но по-голямата част от научните изследвания са фокусирани само върху един от тях и не е изготвена комплексна оценка.

От прегледа на научната литература за страната става ясно, че за планинските райони са изследвани в дълбочина най-вече ерозионните процеси (Малинов, 1999; Малинов и др., 2009; Ilieva and Petrova, 2019; Малинов и Илиева, 2019), вкисляване на почвите и замърсяване с тежки метали (Malinova et al., 2019; Petrova and Ivanova, 2019; Malinova et al., 2022).

Проведени са редица проучвания, свързани със замърсяването на горските почви с тежки метали и металоиди (Petrova, 2009; Petrova et al., 2009). Проучвани са и въпросите свързани с биологична и техническа рекултивация на нарушени терени в горски територии (Петров и Петрова, 2011; Петрова и Петров, 2011; Петрова и др., 2011).

Оценката на естественото натрупване на тежки метали в повърхностните почвени слоеве на незамърсени райони е един от възможните методологични подходи за разграничаване на допълнителния антропогенен пренос на тежки метали в почвата, дължащ се на аерозолни отлагания (Raikov et al., 1983; Barbieri, 2016). Повърхностният почвен слой е от особено значение поради ролята си на стабилен адсорбент на атмосферните отлагания по отношение на тежките метали. В някои проучвания се съобщава, че съдържанието на тежки метали в горските постилки е по-високо, отколкото

в почвата, което влияе върху разграждането на органичната материя и натрупването на тежки метали в МГП (Laskowski et al., 1993; Jingjun et al., 2008).

Основен фактор за подвижността на тежките метали в почвата е високата почвена киселинност в почвения разтвор на горските почви. Установено е, че в много силно кисели почви концентрациите на манган в мъртвата горска постилка са много високи, тъй като той лесно се акумулира в горската растителност (Малинова, 2014). Той се счита за един от най-мобилните метали в почвата (Heinrichs et al., 1980). Установено е, че съдържанието му в почвения разтвор намалява 100 пъти с повишаване на pH_{CaCl_2} с 1 единица (Schulte et al., 1999). За района на Стара планина Karatoteva et al. (2019) съобщава, че средното количество на манган в лизиметричните води е $319 \mu g.l^{-1}$ – $639 \mu g.l^{-1}$. Измерените максимални стойности са екстремно високи и достигат $1890 \mu g.l^{-1}$, което показва интензивна миграция на елемента в дълбочина, както и повишена достъпност за корените на растенията. Концентрациите превишават максималните стойности за буковите гори в Европа (ICP Forest Manual, part XIII, 2020). Цинкът също притежава висока мобилност в условията на висока почвена киселинност. Подвижността му намалява 100 пъти с покачването на pH_{H_2O} с една единица (Sheila, 1994). Високата му мобилност е причина и за висока стойност на трансферния му коефициент между почвата и растенията (Kadovic et al., 2011). Както за мангана и цинка, така и за други микроелементи в условията на висока киселинност е характерно повишаване на техните концентрации в МГП. Съдържанието им може да бъде много по-високо сравнено с повърхностния почвен слой (Jones et al., 1988).

Поведението на Pb се характеризира с активното му свързване с органичната материя, което се определя от високия му йонен радиус. В някои изследвания (Dumoulin et al., 2017) съдържанието на разтворимо олово се оценява като ниско, а според други изследвания то се характеризира с висок афинитет към разтворимост (Harvey et al., 2017). Според Faytondziev (1984) балансът между постъпването и изхода на олово от повърхностния почвен слой е насочен предимно към натрупване. Това се потвърждава и в райони със значително киселинно замърсяване, където концентрациите на олово в повърхностните почвени слоеве също се увеличават (Harvey et al., 2017).

По данни на Vanmechelen et al. (1997), разликата в концентрацията на даден метал в постилката и почвата може да достигне сто пъти.

1.4. Перспективи за бъдещи изследвания

С оглед на все по-осезаемите климатични промени, които настъпват на нашата планета, необходимостта от нови знания, проучвания, изследвания и прилагане на иновативни модели за опазване, съхраняване, възстановяване и правилно стопанисване на горските почви и техните функции нарастват ежедневно.

Прилагането на комплексни методи и модели за изследване на почвите са от екзистенциално значение за опазването и съхраняването, не само в горските територии, но и в селскостопанските райони, поради нарастващите нужди на населението по отношение на производството на хранителни продукти в тях. За постигане на това е необходимо да се набележат основни цели на научните изследвания в областта на почвознанието. Те трябва да са свързани с приоритетните предизвикателства на ХХІ век, пред които човечеството е изправено днес. Това са проблемите, свързани с опазването на почвените ресурси, превенция и защита на почвите срещу антропогенно въздействие, възстановяване на ерозиран почви, рекултивация на нарушени терени, подобряване на почвените функции и свойства в чувствителните зони, както в селскостопанските райони, така и в горските територии. Проучване на намаляването на антропогенен натиск върху горските почви и екосистеми, с цел тяхното подобряване и борбата с климатичните промени. Осъществяването и внедряване на нови подходи в научните изследвания с помощта на изкуствен интелект би допринесло за подобряване на знанията ни за сложните взаимовръзки в горските екосистеми в глобален аспект. Перспективите за бъдещите проучвания в областта на почвознанието е необходимо да са в синхрон с приоритетни проблеми, свързани основно с опазване, съхраняване, възстановяване и правилно използване на почвените ресурси.

Цитирана Литература:

1. Ангелов, Ст. 1958. Противоерозионна и водорегулираща роля на растителността в част от долната зона на водосбора на р. Арда. научни трудове. VI. Земиздат, с., 71-122.
2. Антипов-Каратаев, И. Н., Галева, В., Герасимов, И. П., Еников, К., Танов, Е., Тюрин, И. В. 1948. Почвите в България. Монография. 398.
3. Биолчев А. 1953. Планинска ерозия и борбата с нея. Земиздат, С. 292–343.
4. Богданов, С. 2013а. Промени в киселинността на почви от клас Luvisols под влияние на горски пожари. Екологично инженерство и опазване на околната среда,

- No 2/2013, С. 61-67 3. Bogdanov, S. 2013. Changes in total nitrogen content in soils influenced by forest fires in Bulgaria. *Forestry Ideas*. Vol. 19, No 1 (45): 91-99.
5. Богданов, С. 2013b. Промени на планинско-ливадни почви от високопланинския горски пояс след пожар. *Екологично инженерство и опазване на околната среда*, No 2/2014, С. 61-67 5. Bogdanov, S. 2014. Soil texture changes in Gray forest soils (Gray Luvisols) influenced by forest fires in deciduous forests. *Forestry Ideas*, Vol. 20, No 2 (48): 135-140.
6. Велизарова, Е., Маринов, И. 2006a. Податливост на ерозиране (К Фактор) на канелени горски почво от стационар Габра – Ихтиманска Средна гора. *Наука за гората*. КН.2. 2006. 63-76.
7. Велизарова, Е., Маринов, И. 2006b. Състояние и овладяване на свлачищните и ерозионните процеси в Р България. Научно-техническа конференция. Академично издателство „Проф. М. Дринов“, София. 271-276
8. Гарелков, Д., Наумов, З., Недялков, С., Маринов, М., Георгиев, Ан., Факиров, В., Сираков, ХР., Рашков, Р., Кунчев, Ив., Палашев, Ив., Николов, В., Димитров, Д. 1976. Инструкция за установяване и картиране на типовете горски месторастения /биотопи/ и определяне бъдещия състав на дендроценозите. 61-62.
9. Георгиев, А. 1959. Горско почвознание. Държавно издателство за селскостопанска литература. 306.
10. Герасимов И.П. и др. 1959. Почвы Болгарии. Изд. АН СССР, 398 с.
11. Герасимов, И. П., Антипов-Каратаев, И. Н., Вълканов, Вл., Галева, В., Демянов, К., Еников, К., Палавеев, Т., Танов, Евг. Почвите в България. 1960. Монография. София. 167-219.
12. Герасимов, И., Антипов-Каратаев, П. В., Вълканов, В., Галева, В., Демянов, К., Еников, К., Палавеев, Т., Танов, Е. 1960. Почвите в България. Монография. – Земиздат, София. 391-505.
13. Джоджов, Хр., Малинов, И., Русева, С., Крумов, В., Стефанова, В., Николов, И. 2005. Разработване и внедряване на математичен модел за оценка на ветровата ерозия. Окончателен отчет на научно-изследователска разработка по договор No 3449/2003. ИП „Н. Пушкиров“ – МОСВ.
14. Йолевски, М., Нинов, Н., Кръстанов, Сл., Гюров, Г., Хаджиянакиев, А. 1976. Кратка диагностика и критерии на основните таксономични подразделения на почвите в Народна Република България. Усъвършенствана класификационна схема. София, 44 стр.

15. Койнов, В., Кабакчиев, И., Бонева, К. 1998. Атлас на почвите в България. Земиздат, София, 53 - 321.
16. Койнов, В., Трашлиев, Х., Йолевски, М., Андонов, Т., Нинов, Н., Хаджиянакиев, А., Ангелов, Е., Бояджиев, Т., Фотакиева, Е., Кръстанов, С., Стайков, Й. 1968. Почвена карта на България в мащаб 1:400000. София, Гл. упр. „Геодезия и картография“.
17. Крумов, В., Русева, С., Малинов, И., Динев, Н. 2010. Деградация на почвените ресурси – методи и мерки за тяхното опазване. СА. Почвените ресурси и тяхното устойчиво управление, Сборник, Ред. В. Вълев и М. Теохаров. ISBN: 978-954-8045-24-7. 41–59.
18. Лазаров, А., Русева, С., Стефанова, В., Цветкова, Е., Малинов, И. 2002. Географска база данни и оценка на различни модели за прогнозиране на ерозията за целите на почвената информационна система. Окончателен отчет на научноизследователска разработка по договор No 1108–2556. ИП „Н. Пушкиров“ – МОСВ.
19. Малинов И. и Илиева Д., 2019. Изчисляване на ерозионността на дъждовете чрез средногодишните им количества. Почвознание агрохимия и екология, 53, 1/2019 3-9.
20. Малинов, И. 1999. Изследване на водната ерозия на почвата върху склон с изградени край- брегови тревни и горски пояси. Дисертация. ИП „Н.Пушкарров“, София. 138с.
21. Малинов, И., Илиева Д. 2019. Изчисляване на ерозионността на дъждовете чрез средногодишните им количества. Почвознание агрохимия и екология, 53, 1/2019 3-9.
22. Малинов, И., С. Русева, А. Лазаров, В. Стефанова, Хр. Джоджов, В. Крумов, Е. Цветкова, Л. Лозанова, П. Димитров, В. Вътева, В. Димитров, И. Маринов. 2009. Картографиране на факторите и риска от ерозия на почвата в България. Научна сесия „Почвена картография“. Почвознание агрохимия и екология, XLIII, № 2, 30-41
23. Малинов, Ил., Маринов, Ив., Мартенсон, У. 2002. методически подход и основни резултати от изследване на ерозионния риск във водосбора на Струма. Наука за гората, 1, 63-71.
24. Малинов, Ил., Некова, Д., Димитров, П., Крумов, В., Русева, Св., Джоджов, Хр., Илиева, Д., Митова, М. 2014. Практики за ограничаване на водната и ветрова ерозия на почвата в подзоната на Българските Черноземи. Почвознание, агрохимия и екология, 2, 22-24.

25. Малинова, Л. 2014. Анализ и оценка на риска и уязвимостта в областта на горското стопанство - Анализ и оценка на уязвимостта на горските почви. В: „Анализ и оценка на риска и уязвимостта на секторите в българската икономика от климатични промени“. МОСВ. Оперативна програма „Околна среда 2007-2013“. 49-53.
26. Малинова, Л. 2019. Кафяви горски почви. - В: М. Теохаров (ред.), Генетични и приложни класификации на почвите и земите в България; ISBN 978-619-90414-3-7, стр. 214.
27. Маринов, Ив. Ц. 1984. Проучване върху водорегулиращата и почвозащитна роля на горските насаждения във водосбора на река мелнишка, горскостопанска наука, 2, 22-38.
28. МОСВ, 2006. Деградационни процеси на почвите и възможни мерки за устойчиво управление на земите в България. Основен доклад по проект Устойчиво управление на земите. 12-50.
29. Некова, Д., Цветкова, Е., Джоджов, Хр., Стефанова, В., Лозанова, Л., Русева, С. 2012. За щетите от водна ерозия на почвата. Земеделие плюс. Кн. 1, 29–31.
30. Нинов, Н. 2002. Почви; В: География на България, Физическа и социално-икономическа география. Изд. ФорКом. Стр.297-303.
31. Нинов, Н. 2005. Таксономичен списък на почвите в България според световната система на ФАО. <http://www.prokarstterra.bas.bg/geo21/2005/5-05/pp4-20.html> / Ninov, N. 2005 Taxonomic List of Soils in Bulgaria in accordance to the World System of FAO.<http://www.prokarstterra.bas.bg/geo21/2005/5-05/pp4-20.html>
32. Обновена Световна Харта за Почвите. 2016. Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиров“. 1-14.
33. Пенков, М., Донов, В., Бояджиев, Т., Андонов, Т., Нинов, Н., Йолевски, М., Андонов, Г., Генчева, С. 1992. Класификация и диагностика на почвите в България във връзка със земеразделянето. Земиздат. София.18-23.
34. Петров, М., Петрова, Р. 2011. Техническа рекултивация на насипни откоси на табани от добив на медна руда. In: Proceedings of the XI National Conference with International Participation of the Open and Underwater Mining of Minerals, June 19-23, 2011, International House of Scientists “Fr. J. Curie” Varna, Bulgaria, 353 - 358. , ISBN: 978-954-92738-2-3.
35. Петрова, Р., Петров, М. 2011. Биологична рекултивация на терени, нарушени при открит добив на медна руда (на примера на „Асарел-Медет“ АД). In: Proceedings of

- the XI National Conference with International Participation of the Open and Underwater Mining of Minerals, June 19-23, 2011, International House of Scientists "Fr. J. Curie" Varna, Bulgaria, 359 – 363, ISBN: 978-954-92738-2-3.
36. Петрова, Р., Табаков, Б., Мирчева, Л. и др. 2011. Специфични екологични проблеми и методи за техното решаване при рекултивация на минни обекти. In: Proceedings of the International Scientific Technical Conference under the patronage of Nona Karadjova – Minister of Environment and Water in Republic of Bulgaria "Ecology Problems in Mineral Raw – Material Branch", 28 August – 1 September 2011, International House of Scientists "Fr. J. Curie" Varna, Bulgaria, 253 - 260., ISBN: 978-954-92738-3-0.
37. Райков, Р., Стефанов, А., Милев, М., Петрова, Р., Петкова, К., Добричов, И., Порязов, Я., Якимов, М., Калмуков, К., Брошилов, К., Налбантов, Г., Терзийски, Т., Стойков, С. 2011. Класификационна схема на типовете горски месторастения в Република България. ИАГ към МЗХ. 5-57.
38. Русева, С. 2002. Информационна основа на географска база данни за площната водна ерозия. Хабилизационен труд за присъждане на научно звание „старши научен сътрудник I степен“. ИП „Н. Пушкиров“, София. 198 стр.
39. Русева, С., Лозанова, Л., Некова, Д., Стефанова, В., Джоджов, Хр., Цветкова, Е., Малинов, И., Крумов, В., Чехларова-Симеонова, С. 2010. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвозащитно ползване на земеделските земи. Част I. Северна България. (ISBN: 978-954-749-086-4, 304 с.) Част II. Южна България. (ISBN: 978-954-749-087-1, 320 с.) Изд. СайСет-Еко, София.
40. Танов, Е. 1956. Почвена карта на Народна Република България. 1:200 000. Главно Управление по Геодезия и Картография, София.
41. Теохаров, М., Попандова, С., Атанасова, Т., Цолова, В., Банов, М., Иванов, П., Филчева, Е., Илиева, Р. 2009. Реферативна база данни за почвите в България. Институт по почвознание „Н. Пушкиров“. Селскостопанска академия. 416.
42. Филчева, Е. 2004. Сравнителна характеристика на почвите в България по съдържание, състав и запас на органично вещество. Хаб. Труд. НЦАН. ИП „Н. Пушкиров“. 263.
43. Филчева, Е. 2007. Характеристика на почвите в България по съдържание, състав и запаси на органично вещество, групиране на почвите в България. 191.
44. Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., Rothe, A., 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Ann. For. Sci. 59, 233–253. <https://doi.org/10.1051/forest:2002020>.

45. Barbieri, M. 2016. The Importance of Enrichment Factor (EF) and Geoaccumulation Index (Igeo) to Evaluate the Soil Contamination. *J Geol Geophys*, 5: 237
doi:10.4172/23818719.1000237.
46. Bastida, F., Zsolnay, A. Hernández, T., García, C. 2008. Past, present and future of soil quality indices: a biological perspective. *Geoderma* 147: 159-171.
47. Bautista-Cruz, A., Del Castillo, R.F., Etchevers-Barra, J.D., Gutiérrez-Castorena, M.C., Báez, A. 2012. Selection and interpretation of soil quality indicators for forest recovery after clearing of a tropical montane cloud forest in Mexico. *Forest Ecology and Management* 277: 74-80.
48. Bikindou, F.D.A., Gomat, H.Y., Deleporte, P., Bouillet, J.P., Moukini, R., Mbedi, Y., Ngouaka, E., Brunet, D., Sita, S., Diazenza, J.B., Voudibio, J., Mareschal, L., Ranger, J., Saint-André, L. 2012. Are NIR spectra useful for predicting site indices in sandy soils under Eucalyptus stands in Republic of Congo? *For Ecol Manag* 266:126–137.
doi:[10.1016/j.foreco.2011.11.012](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.012)
49. Binkley, D., Fisher, R.F. 2013. *Ecology and management of forest soils*. Oxford, UK:Wiley Blackwell.
50. Blume, H.P., Brümmer, G., Fleige, H., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., Stahr, K., Wilke, B.M. 2016. *Soil science*. Springer. 350.
51. Bogdanov, S. 2012. Forest fire influence on soil texture in burned forests in Bulgaria. *Forestry Ideas*, Vol. 18, 2(44): 155-162.
52. Boyadgiev, J., Filcheva, E., Petrova, L. 1994. Organic matter composition of the main groups in Bulgaria. In: *Humic substances in the Global Environment and Implications on Human Health*. (Senesi N.&T.M. Miano eds.). Elsevier Science B.V. 535-540.
53. Buol, S.W. 2005. Tropical soils. Humid Tropical. In: *Encyclopedia of Soils in the Environment*. Pages 187-195.
54. Costantini, E., Barbetti, R., Fantappi, M., L'Abate, G., Lorenzetti, R., Magini, S. 2013. Pedodiversity. In: *The Soils of Italy*. Springer. 105-174.
55. Deng, X.-J., Chen, X.-L., Tang, J., Wang, H.-L., Han, H., Xu, Y.-T., He, W.-P. 2016. Assessment of forest soil fertility using an integrated index based on the Nemerow method. *Acta Prataculturae Sinica* 25: 34–41. DOI: 10.11686/cyxb2015435.
56. Dengiz, O., Özcan, H., Ersahin, S. 2017. Lixisols. In: *Soils of Turkey*. Springer. 285-291.
57. Doran, J. W., Zeiss, M. R. 2000. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. *Applied soil ecology*, 15, 3-11.

58. Doran, J., Sarrantonio, M., Liebig, M. 1996. Soil health and sustainability. *Adv. Agron.*, 56, 1-54 pp.
59. Dumoulin, D., Billon, G., Proix, N., Frérot, H., Pauwels, M., Saumitou, P. 2017. Laprade: Impact of a zinc processing factory on surrounding surficial soil contamination. *J Geochem Explor*, 172: 142-150.
60. FAO and ITPS, 2015. Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy. ISBN 978-92-5-109004-6 .18.
61. FAO, 2001. Lecture notes on the major soils of the world. World Soil Resources Reports, 94. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 334 pp.
62. FAO-ITPS.2015. Status of the World's soil resources (SWSR) – Main report. Rome: Food and agriculture Organization of the United Nations. Intergovernmental Technical Panel on Soils.
63. FAO–UNESCO. 1971–1981. Soil map of the world 1:5 000 000. 10 Volumes. Paris, UNESCO.
64. Faytondzhev, L. 1984. Behavior of lead. In: Problems of soil contamination. Zemizdat, Sofia, pp 130-136.
65. Field, D.J., Morgan, C.L., McBratney, A.B. 2016. Global soil security. Springer, Cham (2016)
66. Filcheva E., Rousseva S. 2004. Organic carbon stocks in Bulgarian soils grouped according to the revised legend of the FAO-UNESCO soil map of the world. In: A.Bieganski, G. Jozefaciuk and R. T. Walszak (eds) Modern Physical and Physicochemical Methods and their Applications in Agroecological Research. Lublin-Sofia, 36-42.
67. Fraters, D., Bouwman, A. F., Thewessen, T.J.M.1993. Soil organic matter Map of Europe Estimates of soil organic matter content of the topsoil of FAO-Unesco soil units. National institute of public health and environmental protection Bilthoven, The Netherlands.
68. Fritsch, E., Herbillon, A.J., Do Nascimento, N.R., Grimaldi, M., Melfi, A.J. 2006 .From Plinthic Acrisols to Plinthosols and Gleysols: iron and groundwater dynamics in the tertiary sediments of the upper Amazon basin. *European Journal of Soil Science*. Volume 58 Issue 5.989-1006 pp.

69. Gartzia-Bengoetxea, N., González-Arias, A., Kandeler, E., De Arano, I.M. 2009. Potential indicators of soil quality in temperate forest ecosystems: a case study in the Basque Country. *Annals Forest Sci.*, 66(3): 1–12.
70. Hansson, K., Laclau, J.P., Saint-Andre, L., Mareschal, L., van der Heijden, G., Nys, C., Nicolas, M., Ranger, J., Legout, A. 2020. Chemical fertility of forest ecosystems. Part 1: Common soil chemical analyses were poor predictors of stand productivity across a wide range of acidic forest soils. *Forest Ecology and Management* 461: 117843
71. Harizanova-Bartos H., Stoyanova, Z. 2019. Impact of agriculture on soil pollution in Bulgaria. January 2019. *Ekonomika poljoprivrede* 66(2):375-387 DOI: 10.5937/ekoPolj1902375H
72. Hartmann, L., Gabriel, M., Zhou, Y., Sponholz, B., Thiemeyer H. Soil Assessment along Toposequences in Rural Northern Nigeria: A Geomedical Approach. *Applied and Environmental Soil Science*. Volume 2014, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/628024>. Article ID 628024, 9 pages.
73. Harvey, J., Rouillon, M., Dong, C., Ettler, V., Handley, H. K., Taylor, M. P., Tyson, E., Tennant, P., Telfer, V., Trinh, R. 2017. Geochemical sources, forms and phases of soil contamination in an industrial city. *Sci Total Environ*, 584-585:505514.
74. Heinrichs, H., Mayer, M. 1980. The role of forest vegetation in the biogeochemical cycle of heavy metals. *J Environ Qual*, 9:111-118 DOI10.2134/jeq1980.00472425000900010025x.
75. ICP Forest MANUAL (Manuals 1986-2006). Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. MANUAL on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. EC-UN/ECE.
76. ICP FOREST MANUAL 2020: Sampling and Analysis of Litterfall. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, UNECE – CLRTAP, Part XIII, 15, Part XI, 1-19.
77. Ilieva, D., Petrova, K. 2019. Cover-management (C-factor) of Petrohan Training and Experimental Forest Range. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (№3), 534-539.
78. Ingestad, T. 1987. New concepts on soil fertility and plant nutrition as illustrated by research on forest trees and stands. *Geoderma* 40(3–4): 237–252.
79. IPCC. 2000. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Geneva.

80. Janzen, H.H., Fixen, P.E., Franzluebbbers, A.J., Hattey, J., Izaurralde, R.C., Ketterings, Q.M. 2011. Global prospects rooted in soil science Soil Science Society of America Journal, 75 (2011), pp. 1-8.
81. Jie, C., Jing-Zhang, C., Man-Zhi, T., Zi-tong, G. 2002. Soil degradation: A global problem endangering sustainable development. Journal of Geographical Sciences, 12 (2002), pp. 243-252.
82. Jingjun, S., Wang, H., Kimberley, M. O., Beecroft, K., Magesan, G. N., C. Hu. 2008. Distribution of heavy metals in a sandy forest soil repeatedly amended with biosolids. Aust J Soil Res, 46(7):502-508 DOI10.1071/sr07203.
83. Jones, K.C., Watts, S.A., Harrison, A.F., Dighton, J. 1988. The distribution of metals in the forest floor of aged conifer stands at a plantation in Northern England. Environ Pollut 51:31-47.
84. Jordanova, N. 2017. In: Soil magnetism. applications in pedology, environmental science and agriculture. Chapter 3: Magnetism of soils with clay- enriched subsoil, 119-125.
85. Kadovic, R., Snežana, B., Dragica, O., Ivana, B., Nada, D. 2011. Assessment of heavy metal content in soil and grasslands in national park of the lake plateau of the N.P. “Durmitor” Montenegro. Afr J Biotechnol 10:5157-5165.
86. Kallioikoski, T., Pennanen, T., Nygren, P., Sievänen, R., Helmisaari, H.S. 2010. Belowground interspecific competition in mixed boreal forests: fine root and ectomycorrhiza characteristics along stand developmental stage and soil fertility gradients. Plant Soil 330:73–89. [https:// doi. org/ 10. 1007/ s11104- 009- 0177-9](https://doi.org/10.1007/s11104-009-0177-9).
87. Kapur, S., Akça, E.2020. Soil degradation: Global assessment. Landscape and land capacity.
88. Karatoteva D., L. Malinova, K. Petrova. 2019. Coefficients of Heavy Metal Accumulation in Forest Soils. Bulgarian Journal of Agricultural Science. Vol.3 2019.
89. Ladegaard-Pedersen, P., Elberling, B., Vesterdal, L. 2005. Soil carbon stocks,mineralization rates, and CO₂ effluxes under 10 tree species on contrasting soiltypes. Canadian Journal of Forest Research 35: 1277–1284.
90. Lal, R. 2001. Soil degradation by erosion. Land Degradation and Development, 12, 2001, 519-539 pp.
91. Lal, R. 2005. Forest soils and carbon sequestration. 1-2.
92. Lal, R. 2016. Soil health and carbon management. Food and energy security. Vol.5, Issue 4, 203-251.

93. Laskowski, R., Berg, B. 1993. Dynamics of some mineral nutrients and heavy metals in decomposing forest litter. *Scand J Forest Res*, 8:446-456.
94. Legout, A., Hansson, K., Van Der Heijden, G., Laclau, J.P., Augusto, L., Ranger, J. 2014. Chemical fertility of forest soils: basic concepts. *Revue forestière française* 4: 21–31.
95. Łukaszek-Chmielewska, A., Rakowska, J., Rachwał, M. 2025. Assessment of forest soil contamination by heavy metals in the Polish National Park near Warsaw. *Sci Rep* 15, 4099 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-88754-2>
96. Lukina, V., Orlova, M.A., Isaeva, L.G. 2011. Forest soil fertility: the base of relationships between soil and vegetation. *Contemporary Problems of Ecology* 4(7): 725–733.
97. Malinova, D., Malinova, L., Petrova, K., Hristov, B. 2019. Coefficients of heavy metal accumulation in forest soils. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25 (№3), 519-526.
98. Malinova, L., Petrova, K., Pavlov, P. 2022. Assessment of heavy metal concentrations in soils of Western Balkan Mountains. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 28 (1), 129–136.
99. Moebius-Clune, B.N., Moebius-Clune, D.J., Gugino, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R.R., Ristow, A.J., van Es, H.M., Thies, J.E., Shayler, H.A., McBride, M.B., Wolfe, D.W., Abawi, G.S. 2016. Comprehensive Assessment of Soil Health – The Cornell Framework. Manual (Edition 3.0), Cornell University, Geneva, NY.
100. Nikolov, I., Rousseva, S., Stefanova, V. 2007. Consultancy Company on specifying and improving the water erosion assessment model. Project 00043507 "Capacity Building for Sustainable Land Management in Bulgaria" Contract No 2006-072-POG.
101. Pereira, P., Brevik, E.C., Muñoz-Rojas, M., Miller, B.A., Smetanova, A., Depellegrin, D. 2017. Chapter 2 - soil mapping and processes modeling for sustainable land management. Elsevier, 2017, pp. 29-60.
102. Petrova, K., Ivanova, E. 2019. Heavy metal content in soils of Petrohan pass area. *Forest Science*, No 1, 2019, 65-73.
103. Petrova, R. 2009. Assessment of soil contamination on the area of "Cumerio-Copper" Forest Ideas. 2009, 6p. 2, 59-67.
104. Petrova, R., Totev, L., Tzotzorkov, L. 2009. Mining, reclamation and sustainable management of damaged land in Bulgaria. In: *Proceedings of International Conference "Mining Science and Geotechnics - European Challenges"* MGU, Sofia, pp. 78-84.

105. Raikov, L., H. Chuldjiyan, Faytondzhev, L. 1983. Mapping and Diagnostics of Soil Pollution with Heavy Metals. *Journal of Soil Science and Agrochemistry*, 1:42-49.
106. Ranger, J., Turpault, M.P. 1999. Input-Output Nutrient Budgets as a Diagnostic Tool for Sustainable Forest Management. *Forest Ecology and Management*, 122, 139-154. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00038-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00038-9)
107. Rousseau, L., Fonte, S.J., Téllez, O., Van der Hoek, R., Lavelle P. 2013. Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. *Ecological Indicators*, 27, 71–82. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.11.020.
108. Rousseva, S. 2002. Validation of models for estimating soil erosion factors and rates. *Journal of Balkan Ecology*, 5 (1) 87–93.
109. Rousseva, S. 2006. Stocktaking of land degradation in agriculture. Discussion report. Project 00043507 „Capacity Building for Sustainable Land Management in Bulgaria” [http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/chm.moew.government.bg/ContentPages/53303696 .pdf](http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/chm.moew.government.bg/ContentPages/53303696.pdf)
110. Rousseva, S. 2012. Factors and rates of soil erosion in the Balkan Peninsula. In: I. Christov (Ed.) *Proceedings International Conference “Ecology – Interdisciplinary Science and Practice”*, Sofia 25-26 Oct. 2012, Part One, 43-47.
111. Rousseva, S., Tcvetkova E., Lozanova L. 2009. Soil erosion rates at field plot studies in Bulgaria. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 73 (13 suppl. 1): A 1124.
112. Samec, P., Kučera, A., Tomášová, G. 2022. Soil Degradation Processes Linked to Long-Term Forest-Type Damage. Submitted: April 25th, 2022 Reviewed: July 7th, 2022 Published: August 2nd, 2022 DOI: 10.5772/intechopen.106390.
113. Sariyildiz, T., Anderson, J.M. 2003. Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. *Soil Biology and Biochemistry* 35: 391–399.
114. Schaetzl, R., Anderson, A. 2009. *Soils. Genesis and Geomorphology*. Cambridge university Press, UK. ISBN-978-0-521-81201-6.
115. Schoenholtz, S.H.; Vam Miegroet, H.; Burger, J.A. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management* 138: 335-356.
116. Schroth, G., Sinclair, F. 2002. *Tree crops and soil fertility: concepts and research methods*. CABI, Wallingford, UK.

117. Schulte, E. E., & Kelling, K. A. (1999) Soil and Applied Manganese. In: Understanding Plant Nutrients. Cooperative Extension Publications, University of Wisconsin-Extension, pp 1-4.
118. Sheila, R.M. 1994. Retention, Transformation and Mobility of Toxic Metals in Soil. In: Toxic Metals in Soil-Plant System. Dept. of Geography, University of Bristol, 139 pp.
119. Shi, T., Guo, L., Chen, Y., Wang, W., Shi, Z., Li, Q. 2018. Proximal and remote sensing techniques for mapping of soil contamination with heavy metals. *Applied Spectroscopy Reviews*, 53 (2018), 783-805 pp.
120. Shishkov, T. 2011. In: Scientific papers. International Conference. 100 Years Soil Science in Bulgaria. 16-20 May 2011. Part one. Implication of the World Reference Base and Soil Taxonomy within the framework of Bulgarian Soil Classification. 86-102.
121. Soil Atlas of Europe. 2005. European Soil Bureau Network European Commission. 128.
122. Sterkenburg, E., Bahr, A., Brandtstrom, M., Clemmensen, K.E., Lindah, B.D. 2015. Changes in fungal communities along a boreal forest soil fertility gradient. *New Phytologist* 207(4): 1145–1158. DOI: 10.1111/nph.13426.
123. Tóth, G., Montanarella, L., Stolbovoy, V.I., Máté, F., Bódis, K., Jones, A., Panagos, P., Van Liedekerke, M. 2008. Soils of the European Union. Institute for Environment and Sustainability Land Management and Natural Hazards Unit Action Soil. 1-12.
124. Tóth, G., Montanarella, L., Stolbovoy, V.I., Máté, F., Bódis, K., Jones, A., Panagos, P., Van Liedekerke, M. 2008. Soils of the European Union. Institute for Environment and Sustainability Land Management and Natural Hazards Unit Action Soil. 1-12.
125. Vanmechelen, L., Groenemans, R., Van Ranst, E. 1997. Forest Soil Condition in Europe. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution on Forest, UN-ECE, 30, 261.
126. Verheyen W.H. 1998. Evaluating Red and Lateritic soils for land-use planning. In: Red and Lateritic Soils, Volume 1, ISBN 9054107715. Taylor & Francis. 142 p.
127. Vicca, S., Luyssaert, S., Penuelas, J., Campioli, M., Chapin, F., Ciais, P., Heinemeyer, A., Hogberg, P., Kutsch, W., Law, B. 2012. Fertile forests produce biomass more efficiently. *Ecology Letters* 15: 520–526.
128. Warkentin, B.P. 1995. The changing concept of soil quality. *Journal of Soil and Water Conservation* May 1995, 50 (3) 226-228.
129. Wei, Sh., Zhang, X., McLaughlin, N.B., Liang, A., Jia, Sh., Chen, Xu., Chen, Xi. 2014. Effect of soil temperature and soil moisture on CO₂ flux from eroded landscape positions on black soil in Northeast China. *Soil & Tillage Research* 144 (2014) 119–125.

130. Weil, R. R., Brady, N. C. 2017. The nature and properties of soils; Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 643-695.
131. World Reference Base for Soil Resources 2006, first update 2007. World Soil Resources Report № 103. FAO, Rome. 110.
132. World Reference Base for Soil Resources. 1998. World Soil Resources Reports. International Society of Soil Science. Rome. M-41 ISBN 92-5-104141-5.

2. Основни научно-приложни и приложни приноси

2.1. Проучване на коефициенти на акумулация и оценка на съдържанието на тежки метали в горски почви

Получени са коефициенти за натрупване на тежки метали, които представляват количествени стойности на естественото натрупване на тежки метали в повърхностните почвени слоеве на Cambisols. Изчислени са максималните стойности на коефициентите за Mn, Pb, Cu, Zn и Cd. Тези коефициенти биха могли да послужат като база за разграничаване на естествено протичащите процеси на натрупване от аерозолното замърсяване с тежки метали. Получените коефициенти позволяват извършването на оценка на риска от замърсяване на тревни видове в пасищата, лечебни растения, гъби и др., както и разработването на критерии за тяхната защита (B4_1).

Проучени и оценени са концентрациите на Fe, Mn, Zn, Pb, Cu и Cd в горски почви от Западна Стара планина. Установена е пряка зависимост на стойностите на pH_{H_2O} с протичащите процеси на натрупване или миграция на тежки метали в почвените профили в А хоризонт. За оценка на тези два процеса в изследваните профили бяха използвани коефициенти на натрупване. Доказани са ясни зависимости между съдържанието на мед, pH_{H_2O} и количеството на хумус в повърхностния хоризонт. За концентрацията на кадмий в изследваните почви е установено, че тя надвишава фоновите и предохранителните концентрации за кадмий в българските почви (B4_8).

Проучено и оценено е съдържанието на тежки метали на територията на УОГС „Петрохан“. Установено е, че в изследваните Cambisols протичат интензивни миграционни процеси по отношение на съдържанието на мангана в почвата, в следствие на силно киселата реакция на почвения разтвор (B4_3).

Определени са концентрациите на Pb, Cu, Zn, Mn, Cd, в горски почви с различно земеползване, които са използвани в миналото за добив на злато. Установено е, че в

следствие на рудодобив, концентрациите на олово, цинк и кадмий превишават МДК в обект Пасище 2 (B4_4).

2.2. Проучване на основни почвени параметри, класификация и почвено плодородие на Acrisols и Lixisols

За първи път е оценено почвеното плодородие на Acrisols на територията на УОГС „Петрохан“, чрез прилагане на класификационна система, разработена за почви в горски територии, според която са използвани следните 4 показателя – дълбочина на почвата, запас от органичен въглерод, общ запас на азот и капацитет на активна влага. На база на получените резултати е установено, че Acrisols се характеризират като ниско до средно плодородни. Установено е, че добрият растеж на дървесните видове, които се развиват върху тези почви не съответства на оценките за почвено им плодородие. Причината за това е, че статичното изследване на запасите от хранителни вещества трябва да бъде заменено с изследвания върху баланса на тяхното използване и възстановяване в почвите чрез биологичния кръговрат на хранителните вещества в системата почва-растение (B4_2).

Изследвани и класифицирани са почви на територията на Странджа планина, чрез прилагане на диагностичните критерии на WRB (2006, 2007). На първо таксономично ниво, тези почви са класификацирани като Lixisols и Acrisols в райони, които според националната класификация на почвите в България са заети от Жълтозем-подзолисти почви и Канелени горски почви. На второ таксономично ниво за Lixisols е приложен префиксен квалификатор *haplic* и суфиксен квалификатор – *hypereutric*. За Acrisols е приложен префиксен квалификатор *haplic*. Установена е по-бърза трансформация на органичното вещество в почвите, формиращи се под влияние на насаждения от *Fagus orientalis* Lipsky в сравнение с тези развиващи се под *Quercus frainetto* Ten. и *Quercus petraea* Liebl. (B4_5).

2.3 Проучване на основни характеристики на дървесния опад и лизиметрични води

Проучени са основни параметри на надземната маса на дървесния опад по фракции (листна маса, дървесина и репродуктивни органи и семена), като количество за периода от 2010 г. до 2019 г. включително. Определено и оценено е и съдържанието на основни хранителни елементи в отделните фракции за 2019 г. Получените резултати показват високи концентрации на Ca, Mg и P във фракция листна маса. Оценен е

химичният състав на лизиметричните води от стационар Юндола, като е установено слабо изнасяне на базични катиони в дълбочина на почвата. В допълнение са проучени основни групи микроорганизми в МГП и почвените хоризонти, като доминиращи в МГП и *A* х-т са неспорообразуващите бактерии. За актиномицетите е установено, че тяхното количество нараства значително с увеличаване на дълбочината на почвата (B4_6).

2.4. Проучване и класификация на кафяви горски почви

Изследвани са кафяви горски почви от територията на Западна Стара планина, с цел проучване на основни почвени параметри и класификация. Изследваните почви са разпространени в долния лесорастителен пояс на дъбови гори (от 0 до 600 m н.в.) и в средния лесорастителен пояс на горите от бук, ела и смърч (от 600 до 2000 m н. в.). Тези почви се характеризират с плитък повърхностен *A* хоризонт и по-дълбок *Bw* хоризонт. Установени са ниски стойности на рН, които са резултат от излужването на основните катиони в профила, органичните киселини, отмити от повърхността на почвата, и киселите основни скали. Резултатите от проучването показват, че по-голямата част от почвените профили се класифицират като ненаситени с бази (*Dystric Cambisols*). Те са развити върху по-кисели силикатни скали, по-висока надморска височина и съответно се формират в условията на по-студен и влажен климат на територията на Западна Стара планина.

2.5. Оценка на риск от ерозионни процеси

За пръв път на територията на ПП „Витоша“ е приложен IntEro модел за изследване на риска от ерозионни процеси за водосборния басейн на река Владайска. Установено е, че изследваната територия принадлежи към IV категория – зона със слаба ерозия. В резултат на прилагане на модела въпреки, че районът е със слаба ерозия, е установено наличие на повърхностна (площна) ерозия. Количеството ерозирана почва в изследваната част на водосбора е $W_{god} = 7539,89 \text{ m}^3 \text{ y}^{-1}$, но реалните почвени загуби са $G_{god} = 2761,75 \text{ m}^3 \text{ y}^{-1}$. При проучването на някои характеристики на водосборния басейн е установено, че по време на интензивни валежи формата на водосборния басейн позволява образуването на висока вълна, което може да доведе до причиняване на значителни щети (B4_9).

2.6. Проучване на основни почвени параметри на горски почви, свързани с трайна растежна депресия, установена в насаждения от об. смърч

Проучени са основни почвени параметри на почви от клас *Cambisols* на територията на Пирин, Витоша и Стара планина с цел да се установяват взаимовръзки с доказаната растежна депресия на насаждения от об. смърч. Установено е, че с при почви

с много силно кисела реакция, насажденията са с по-силно изразена растежна депресия, изразяваща се в намален радиален прираст и формиране на тесни годишни пръстени. Не са установени взаимовръзки с количеството на хумус или съдържанието на азот в почвата. Всички проучени почви са ненаситени с бази, което също може да се счита като предпоставка за небалансирано хранене на дървесната растителност, което да доведе до растежна депресия в съчетание с други фактори на околната среда. В някои от пробните площи повърхностните хоризонти са преовлажнени. На база на това може да се предположи, че в тези случаи на изследваните смърчови насаждения една от основните причини, водещи до трайната растежна депресия, също може да бъде преовлажняването на почвата, което води до протичане на редуccionни процеси и отмиране на фините корени, разположени в 30 cm почвен слой (**B4_10**).

3. БИБЛИОГРАФИЯ

B4_1. Malinova, D., Malinova, L., **Petrova, K.**, Hristov, B. 2019. Coefficients of heavy metal accumulation in forest soils. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 25 (№3), 519-526.(**Scopus SJR for 2019 – 0.191, Q3**). ISSN 1310-0351 - print. ISSN 2534-983X – online

B4_2. **Petrova, K.**, Pavlov, P., Ivanov, Y. 2019. Assessment of Acrisols soil fertility on the territory of Petrohan Training and Experimental Forest Range, Bulgaria. Forestry Ideas, 2019, vol. 25, No 2 (58): 404–412.(**Scopus SJR for 2019 – 0.115, Q4**). ISSN: 1314-3905 (print) ISSN: 2603-2996 (online)

B4_3. **Petrova, K.**, Ivanova, E. 2019. Heavy metal content in soils of Petrohan pass area. Forest Science, No 1, 2019, 65-73. (**Web of Science, списък на НАЦИД**). ISSN 0861-007X

B4_4. Andreeva, I., **Petrova, K.** 2019. Heavy metal content in soils from gold-containing ore “Milin Kamak” deposit region. Forest Science, No 1, 2019, 75-80. (**Web of Science, списък на НАЦИД**). ISSN 0861-007X

B4_5. Malinova, L., **Petrova, K.**, Grigorova- Pesheva, B. 2021. Lixisols and Acrisols on the territory of Strandzha Mountain. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 27(1), 179–185. (**Scopus SJR for 2021 – 0.250, Q3**). ISSN 1310-0351 - print. ISSN 2534-983X – online

B4_6. Malinova, L., **Petrova, K.**, Grigorova-Pesheva, B. 2021. Assessment of soil and litter parameters in Yundola stationary sample plot for intensive monitoring of forest ecosystems. Forestry Ideas, 2021, vol. 27, No 1 (61): 145–156.(**Scopus SJR for 2021 – 0.162, Q4**). ISSN: 1314-3905 (print) ISSN: 2603-2996 (online)

B4_7. Hristov, B., **Petrova, K.**, Pavlov, P., Grigorova-Pesheva, B., Uzunov, L.2021. Research of Cambisols in Western Balkan Mountains. Ecologia Balkanica, vol. 13(2):135-143.(**Scopus SJR for 2021 – 0.137, Q4**). ISSN: 1314-0213 (print) ISSN: 1313-9940 (online)

B4_8. Malinova, L., **Petrova, K.**, Pavlov, P. 2022. Assessment of heavy metal concentrations in soils of Western Balkan Mountains. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 28 (1), 129–136. (**Scopus SJR for 2022 – 0.216, Q3**). ISSN 1310-0351 - print. ISSN 2534-983X - online

B4_9. Pavlova-Traykova, E., Grigorova-Pesheva, B., **Petrova, K.** 2023. Soil loss assessment by applying IntEro Model. Forest Science, Special Issue, 2023,41-46. (**Web of Science, списък на НАЦИД**) . ISSN 0861-007X

B4_10. **Petrova, K.**, Dimitrov, D. P., Pavlova-Traykova, E., Grigorova-Pesheva, B.2024. Study of basic soil parameters in relation to permanent growth depression of Norway spruce stands in Bulgaria. Forest Science, No 1, 2024, 27-38. (Web of Science, списък на НАЦИД). ISSN 0861-007X

28.05.2025 г.

гр. София

Изготвил справката:.....

/гл. ас. д-р Камелия Георгиева Петрова/