ХАБИЛИТАЦИОННА РАЗШИРЕНА СПРАВКА ЗА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ

на главен асистент д-р Емил Иванов Димитров

във връзка с участие в конкурс за заемане на академична длъжност „доцент”,
в област на висше образование 6. Аграрни науки и ветеринарна медицина, по професионално направление 6.1. Растениевъдство, научна специалност „Почвознание”

Пояснение: в скоби са указани номерата на публикациите, в които са отразени съответните приноси. Номерата на публикациите съответстват на списъка на научните трудове, които участват в настоящия конкурс за доцент, както и на справката за съответствие с минималните наукометрични изисквания.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Обвързаността между типовете почвообразуване в България се позиционира последователно със специфичните почвобразователни процеси и характеристики в почвите. Според изискванията на класификационната система (Койнов, и др. 1968), почвената покривка в страната е природно обусловена и комплексна, с голямо разнообразие на географските ландшафти. Националната система за класификация на почвите (Йолевски и др., 1983) е предпоставка за едромащабното проучване и картографиране на земите с произтичащите задължения по опазване на плодородието на почвените ресурси. Това налага еднозначно съобразяване с актуалните съвременни подходи и стандарти за опазване на почвите.

Генезисът на почвения профил включва характеристики, формирани както при съвременни условия, така и съществувалите преди и довели в еволюцията на почвите до специфични морфологични, физични, химични и физико-химични характеристики количествено променящи се по дълбочина на профила. Генезисът им е резултат от редуването на почвообразователни процеси и вътрепочвени режими водещи до преходни разновидности съответно на тип Черноземи, Сивокафяви горски почви, Подзолисти и псевдоподзолисти почви, Канелени горски почви, Кафяви горски почви, Смолници, Алувиални и Делувиални почви, и техните слабо- или непълно развити разновидности. Основни водещи процеси са хумусообразуване и акумулация на органично вещество, вътрепочвено глинясване, елувиални и иллувиални процеси, окислителни и възстановителни процеси, хидроморфизъм, слитизация, уплътняване.

Българският Закон за почвите в чл. 12 регламентира и дефинира увреждащите за почвите процеси в следната последователност: 1. Ерозия; 2. Вкисляване; 3. Засоляване; 4. Уплътняване; 5. Намаляване на почвеното органично вещество; 6. Замърсяване; 7. Запечатване; 8. Свлачища; 9. Заблатяване. На национално ниво почвен мониторинг е изграден и се извършва съгласно Програмата за мониторинг на почвите като компонент на околната среда утвърдена през 2004 г. в координатна мрежа 16 x 16 km в 397 пункта за наблюдение от регионалните инспекции на Министерството на околната среда и водите (МОСВ). Необходимостта от системно проследяване и проучване на съдържанието на органичен въглерод, общ азот, pH, определяне на обемната плътност през 5-годишен период, структурно състояние и показатели за замърсяване на почвата (съдържание на тежки метали и органични замърсители) при различни начини на земеползване – обработваеми земи, пасища и ливади е основополагащ елемент в политиките на ЕС.

В националното законодателство и установените практики е предвидено ограничаване и борба с прояви на почвени заплахи, включително:

1. Намаляване съдържанието на органично вещество. Намаляването на органичното вещество е в резултат на естествени процеси водещи до засилена минерализация, както и антропогенни фактори. Органичното вещество в почвата е огромен потенциален източник и контролира запасите от органичен въглерод, с което то влияе върху кръговрата на въглерода.

2. Почвена ерозия. Загубата на почва оказва съществено влияние върху екологическите функции на почвата. Природните условия и начинът на стопанисване на земята и неефективното прилагане на законодателството определят ерозията на почвата като най-сериозна заплаха за почвата в земеделските земи на България. Около 3 730000 ha (65% от площта на стопанисваните земи) са засегнати от водна ерозия, а около 1 350000 ha (24% от площта на стопанисваните земи) – от ветрова ерозия. Прогнозните потенциални почвени загуби от площна водна ерозия на почвата в България възлизат средногодишно на 902.5 милиона тона, от ветрова ерозия на почвата от обработваемите земи с наклон под 3^{o} в България възлизат на 1163.5 хиляди тона. Не само природните предпоставки за проява на ерозия, но и начинът на ползване и структурата на земеделските и горските земи могат да намалят, но могат да доведат и до значителното ускоряване на загубите на почва от ерозия.

3. Вкисляването е естествено протичащ процес, чийто интензитет зависи и от антропогенни фактори и се характеризира с понижаване на pH на почвите, киселинна деструкция на глинестите материали, поява на фитотоксичност, обедняване на почвата с бази, подтисната микробиологична активност. Въз основа на анализ на данни от почвени проучвания е установено, че площта на почвите с висока податливост към вкисляване (pH < 5.0) е 4 300 000 ха; около 1 500 000 ха от обработваемите земи в равнинните и полупланинските райони и 1 200 000 ха в планините са вкислени. Вредната за растенията почвена киселинност е следствие както на киселинни валежи, така и от дългогодишното минерално торене с вкисляващи азотни торове.

4. Периодичното повърхностно преовлажняване на почвите, в някои райони с условия на преовлажненост и с предизвикани условия за влошаване на дреннаж е предпоставка за негативно влияние на техните свойства. Задържане на повишеното ниво на подпочвените води води до заблатяване на почвите.

5. Уплътняването на почвата е процес на деформация и увеличаване на плътността и компактността, при което се намалява аерационната порьозност и водопропускливост, увеличава се твърдостта и се нарушава почвената структура. Екологичното въздействие на уплътняването се изразява в понижената аерация на почвата, свързана с нарушаване на водно-въздушния и топлинния баланс в почвата, води до намалена инфилтрация, повишава потенциала на повърхностния отток, с което се повишава интензитетът на водно-ерозионните процеси и рискът от наводнения.

6. Замърсяването на почвата е процес на натрупване на вредни вещества от естествен и/или антропогенен източник в площно отношение, с тежки метали и металоиди, чието поведение и концентрации причиняват увреждане на почвените функции, като може да бъде от локален (точков) източник, в съседство с източниците на замърсяване или да е дифузно.

7. Засоляване, свлачища, запечатване на почвите през последните години се оценява като съществена, глобална заплаха до пълно унищожаване на почвите.

8. Климатичните промени са ключов фактор за проява на заплахите за почвите и много е вероятно значително увеличаване на интензитета на прогнозираните промени в климата.

2. ОСНОВНИ НАУЧНИ ПРИНОСИ

изследвания върху физичните, химичните, физико-химичните и биологични характеристики на почви, образувани при различни еколого-географски условия и начини на земеползване

2.1 Приноси от изследвания върху физичните свойства на почвите в България

Механичният състав на почвите е основна физична характеристика, от която зависи физичния статус на почвата. Основният метод за определяне на механичния състав на почвите в България е методът на Качински (1958), като класифицирането им се основава на количеството частици с размер по-малки от 0.01 mm (физическа глина). Класификацията на почвите по механичен състав, според ръководството за описание на почвения профил на ФАО (FAO, 2006), се основава на трите основни фракции на ситнозема (частици по-малки от 2000 μm): пясък (2000-63 μm); прах (63-2 μm); глина (< 2 μm). Механичният състав и съдържанието на хумус влияят върху общата порьозност и разпределението на пори в почвата по размери (Дилкова, 2014). Една от основните функции на почвата е нейната способност да задържа и пропуска вода. Зависимостта на влажността на завяхване и пределната полска влагоемност от съдържанието на ил (частици <0.002 mm или <0.001 mm) е известна (Галева и Ковачев, 1974; Пенков, 1979). Най-разпространените педотрансферни функции свързват параметрите на кривата на водозадържане с основните фракции на механичния състав и хумуса (Vereecken et al., 1989; Pachepsky, Rawls, 2004 и др.). Педотрансферните функции намират широко приложение и в географско-информационните системи (Hiederer, 2013 и др.) Статистически и и геостатически подходи са приложени за оценка пространственото вариране и визуализиране чрез дигитални тематични карти на хоризонталното вариране на съдържанието на органичен въглерод и основни хидрологични показатели на хетерогинни по механичен състав почви в детайлен мащаб, което е необходимо за прилагане на прецизно земеделие (В9; Г5).

Показатели за физичното състояние на почви (механичен състав, агрегатен състав,обемна плътност, специфична плътност, порьозност, влажност на завяхване, пределна полска влагоемност, филтрация, усвояем воден капацитет и др.) са оценени чрез директни измервания и педотрансферни функции апроксимирани с параметризираното уравнение на ван Генухтен при различен начин на земеползване в България и чужбина (В6; В10; Г5; Г26; Г27; Г28).

База данни е изготвена за необходимите наземни физични показатели за валидиране на сателитна информация в условия на отглеждане на зимна пшеница за района на Карбонатни и Излужени Черноземи в землището на гр. Кнежа (В7).

Влажността на завяхване е една от основните воднофизични характеристики на почвата, която определя количеството на усвоима вода от растенията. Тя е тясно свързана с механичния състав и структура на почвата. Представени са нови данни за точката на завяхване, измерена с мембранна преса на девет почвени профила, представителни за някои основни почви в страната. Данните са сравнени с архивна

информация за този параметър, получен за същите почви по същия метод или по вегетационна опит с ечемик (Г 25).

2.2 Приноси от изследвания върху промени на деградационни процеси в резултат на естествени и антропогенни въздействия

Ерозията на почвата се счита за един от най-сериозните проблеми в световен мащаб, който може да има отрицателно въздействие върху екосистемата като цяло в дългосрочен пран, и да повлияе върху качеството на живот. Изследванията насочени в тази насока изискват анализ на голям обем от информация за свойствата на почвата, топографска повърхност, валежи и начини на земеползване. Използвани са Географски информационни системи (ГИС) за създаване на база данни, пространствени анализи и визуализация на получените резултати. Тествани са универсалното и ревизираното уравнения за почвени загуби (USLE, RUSLE), като са установени стойности за податливостта на почвите към ерозиране. Пространственото им разпределение е онагледено на тематични карти в зависимост от използваните фактори (R фактор, K фактор, LS фактор, C фактор и др.), като условие за ерозионни процеси. Резултатите са получени във връзка с начините на земеползване за районите на Северозападна България и Източни Родопи (Г4; Г11; Г15).

2.3 Приноси от изследвания върху генезиса, диагностиката, класификацията, почвообразуващите процеси, характерните свойства и разпространение на почвите

2.3.1. Обосновано е съвременното възприемане на термина за „Черните почви" в глобален аспект и обществено осъзнаване и загриженост за този изключително ценен почвен ресурс. Критериите, свързани с Черните почви, се характеризират с диагностиране на хоризонта Mollic с неговите специфични цветови характеристики, съдържанието на въглерод не по-малко от 0,6%, насищане с бази над 80% и добра дренираност на почвите. Концепцията за Черните почви в Българската почвена класификация обхваща групата почви, която основно се отнася към тип Черноземи, локализирани основно в Северна България. Обаче, групата почви с много интензивен черен цвят и Mollic хоризонт, която е разпространена в Южна България и съответства в националната номенклатура на тип Смолници или Eutric Vertisol, също покрива концепцията на ФАО за Черните почви. Очевидно е, че в България почвите, отнасящи се към Черните почви, се различават по генезис, еволюция и принципи на опазването на почвените функции.

Проучени са основни физични и химични параметри в Силно излужена смолница (Eurtric Vertisol), както и използването на тази почва при различни системи на земеделие, фокусирани върху конвенционално и органично земеделие. Оценен е ефекта, дължащ се на контрастиращи земеделски практики, чрез пространствено разпределени измервания. Установена е ниска степен на хумификация. Почвената реакция pH(H_2O) варира от неутрална до леко кисела и кисела. Обемната плътност и съпротивлението на проникване в почвата имат тенденция да се увеличават в дълбочина.

Обосновани са научно-теоретични проблеми, касаещи строго определените закономерности на почвообразуване, представителност по най-новите референции за

класификация и устойчивото използване на Черноземите и Смолниците в България (В4; Г6).

2.3.2. Интерпретирани са стойности от изследвания на органичното вещество, физикохимични свойства и агрохимични характеристики на Силно излужен чернозем, формиран в района на Добруджа. Съставът на органичното вещество е доказателство за напреднал и специфичен баланс на почвени процеси също и за биологична активност. Установена е спецификата на процеса на хумусообразуване и състава на хумуса при генетично различни почви карасолуци в района на Каварна във връзка със заплахата за намаляването на органичното вещество в почвата и въздействието му върху физичните ú свойства.

Характеристики на почвеното органично вещество, обменните катиони и механичния състав на Ливадно канелена горска и Делувиално-ливадна почви с тежко-глинест механичен състав от югоизточната част на Софийската котловина, връзката им с почвообразуването са получени при различен тип земеползване. Съдържанието на органичен въглерод в повърхностните хоризонти количествено варира от средно до високо с фулватно-хуматен тип хумус, а в дълбочина намалява и е хуматен тип хумус. Сумите на общия обменен капацитет на катиони в изследваните профили е много висок обусловен от класовете механичен състав. (Г16; Г21; Г23).

Проучени концентрации на микроелементи и тяхната миграция в почви, локализирани на надморска височина от 1200 m. Концентрациите на тежки метали в минералните почви варират в зависимост от концентрацията в основната скала. Данните показват, че поведението на микроелементите в изследваните почви се влияе от pH, органичното вещество и съдържанието на глинеста фракция, характеризираща се с висока адсорбираща повърхност. Високото количество Pb (44 mg/kg^{-1} суха маса) в горните хоризонти и (114 mg/kg^{-1} суха маса) в постелята показва необходимостта от мониторинг (Г12).

2.3.3. Проучванията засягат диагностиката на почви с леко песъчливо-глинест механичен състав. Изследванията са проведени в незаливната равнинна тераса по поречието на река Марица в Тракийската низина в Южна България. Експериментални данни доказват спецификата на почвите с по-напреднал почвообразователен процес, формирани върху алувиални наслаги. Механичният състав на почвата става по-фин в дълбочина, и наподобява илувиален хоризонт. Обаче, морфологичните характеристики не свидетелстват за процеси на илювииране или формиране на глинести кютани по агрегатите, като доказателство за първоначално предвижване на ил от повърхността на почвата към подповърхностни хоризонти. Прилежащите почвени разновидности, в случая на уязвими почви като Алувиалните почви Fluvisols е обоснована с генетична концепция за закономерностите на почвообразуване върху по-стари алувиални наслаги, които са с преходни характеристики и свойства със съответни ограничения при тяхната класификация (Г17).

В Ливадно канелени почви Chromic Cambisols, локално разпространени в Горнотракийската низина, в Южна България, са проучени свойства, определящи качеството на почвата. Почвите са богати на съдържание на ил, но без доказателство за диференциация на почвенния профил. В повърхностния хоризонт съдържанието на органичен въглерод е ниско 1,22 % и рязко намалява повече от два пъти в дълбочина. Хуминовите киселини са свързани с калций. Тези почви имат висока обемна плътност.

Многообразната връзка на обемната плътност и органичното вещество, общата порьозност беше ясно проявена, и показва, че условията на аерация са слаби. Установена е ясна връзка между катионнообменния капацитет и разпределението на глинестата фракция. Почвеният адсорбент е повлиян от вкисляване в повърхностния хоризонт, доказателство за първоначален деградационен процес на почвения адсорбент (Г1).

2.3.4. Ясни и пълноценни микро-морфологични и морфологични индикатори, потвърждават напреднал процес на еволюция на почвите в резултат на специфичното за региона околна среда. Детайлната диагностика на жълтозем подзолисти (псевдоподзолисти) почви разкрива водещи почвообразователни процеси, които отпечатват своите белези в генетичните хоризонти и реорганизираните съставни компоненти, резултат на силно напреднал процес на изветряне и от комплексността при еволюционно напреднало почвообразуване. Индикация за процес на лесиваж е подвижността на фината глина и нейната акумулация особено в долната част на илувиалния хоризонт. Установен е интензивен и проявен в дълбочина процес на изветряне в почти всички почвени хоризонти, както и индикация за хидроморфни процеси (Г3).

Проучени са основни физични, химични и физико-химични характеристики, които описват специфичната еволюция в почви в района на Странджа планина в югоизточна България. Установени са комплексността и фрагментността в процеса на разграждане на органичното вещество в резултат на естествената биоактивност. Причините за това са силно кисела почвена реакция (PH) и на ниската степен на инфилтрация дължащи се на сезонните условия. Различията между традиционната генетична и съвременната количествена почвени класификации изисква по-задълбочени знания и експертен опит, на базата на съвременна диагностика и принципи за класификация. Комплексността на генезиса и връзката с почвообразователните процеси на жълтозем-подзолисти псевдоподзолисти почви е с усъвременена класификация. В Световната Референтна база за почвени ресурси (WRB) до 2014 г. почвата е класифицирана като има квалификатор Argic хоризонт. Това условие се промени в следствие на усъвременени дефиниции за класификация във (WRB) 2015 г., и съответно този факт елиминира Argic хоризонт като квалификатор в изследваните почви.

Определени са индикатори за интензивността и продължителността на изветрителните процеси в еволюцията на Жълтозем подзолисти (псевдоподзолисти) горски почви въз основа на анализ на закономерностите при процесите на лесиваж, формиране на комплекси и кристализация (Г10).

2.4 Приноси от изследвания върху промени на почвообразователни, деградационни и възстановителни процеси в резултат на антропогенни и техногенни въздействия и оперативна оценка на съвременното състояние на почвените разновидности в мини Марица-Изток

Проследени са промените в хидрофобността на рекултивирана почва Heavy Clay Spolic Technosols в района с открит добив на въглища мини „Марица-Изток" (В1). Проучена е водоотблъскващата способност на рекултивирани почви Technosols в района на с. Обручище, мини "Марица-изток" (В2). Оценени са връзките между

измерени параметри и произхода на водоотблъскване на рекултивирани Техногенни почви с внасяне на пепелина от района на лигнитния въглищен басейн Марица-Изток при различни начини на земеползване (В3). Установена е връзката с хидрофобността на рекултивирани почви Техносоли и нейното пространствено разпределение в повърхностния и подповърхностния слой на почвата (В5).

Установени са прагови стойности на матричния потенциал на безхумусно рекултивирани почви за поява на хидрофобност и са определени физични показатели на хидрофобни почви (В1; В2; В3; В5).

Извършено е системно проучване на физични и химични свойства на рекултивирани почви в резултат на възстановителни практики, извършени при открит въгледобив в района на „Мини Марица Изток“, като е идентифицирана присъщата особеност на високата мобилност на органичното вещество и специфичната връзка в различните фракции на екстрахирания органичен въглерод, както е установена специфика на взаимовръзката върху физични показатели. Почвеният адсорбент е засегнат от вкисляване, доказателство за първоначални деградационни процеси на почвения адсорбционен комплекс (Г2).

2.5 Използване на методи за подобряване на почвените характеристики и развитието на селскостопанските култури

Установен е ефекта на внасяне на биовъглен от лозови пръчки върху физичните свойства на Ливадно-канелена почва (В8).

Установено е, че внасянето на органични отпадъци от говежди тор, овчи тор, биовъглен, компост, утайка от текстилна индустрия и утайка от ПСОВ в съотношение 1:9 в Алувиално-ливадна почва повишават водоустойчивостта на почвените агрегати, като най-добър ефект имат говеждият тор и утайката от текстилната промишленост (Г9).

Обоснована е съвременна методология, при която нетните напоителни норми за царевица са определени за 5 микроклиматични района на страната при 3 нива на използване на водозадържащия капацитет на почвата. Създадени са тематични карти за нетните напоителни норми на царевица за основните агроклиматични райони в ГИС среда (Г14; Г18).

3. ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА:

Галева, В., Д. Ковачев. 1974. Физични фактори на почвеното плодородие. В. Гърбучев, И. (ред.) „Запазване и повишаване на почвеното плодородие”. Земиздат, София. Стр. 277-315.

Дилкова, Р. 2014. Структура, физични свойства и аерация на почвите в България. Издателство „ПъблишСайСет-Еко”

Закон за почвите (Обн. ДВ. бр.89 от 6 Ноември 2007г., изм. ДВ. бр.80 от 9 Октомври 2009г., изм. ДВ. бр.98 от 14 Декември 2010г., изм. ДВ. бр.92 от 22 Ноември 2011г., изм. ДВ.бр.66 от 26 Юли 2013г. изм. ДВ. бр.98 от 28 Ноември 2014г., изм. и доп. ДВ. бр.62 от 14 Август 2015г изм. ДВ. бр.58 от 18 Юли 2017г., изм. и доп. ДВ. бр.98 от 27 Ноември 2018г.

Йолевски, М., Хаджиянакиев, А., 1976. Агрогрупиране на почвите в България, Разширен систематичен списък, Кодове на групите и почвените разновидности, Институт по почвознание Никола Пушкаров, София.

Йолевски М., Нинов Н., Кръстанов С., (1983). Кратка диагностика и критерии на основните таксономични подразделенияпна почвите в РБългария. Усъвършенствана класификационна система Институт по почвознание Никола Пушкаров, София, 44.

Качинский, Н. А. 1958. Механический и микроагрегатный состав почвы. Методы его изучения. Изд. Академии наук СССР, Москва, стр. 192.

Койнов В., Трашлиев Хр., Йолевски М. и др., 1968. Почвена карта на България в мащаб 1: 400 000 със описание. Институт по почвознание „Никола Пушкаров", БАН Прес, Централен офис по география и картография, София.

Пенков, М. 1979. Мелоративно почвознание. София, Изд. „Техника".

Русева, Св. 2001. Параметризиране на хидроложките характеристики на българските почви. Сп. Почвознание, агрохимия и екология., год. XXXVI, 4-6, 48-50.

Русева С., Л. Лозанова, Д. Некова, В. Стефанова, Х. Джоров, Е. Цветкова, И. Малинов, В. Крумов, С. Чехларова-Симеонова. Риск от ерозия на почвата в България и препоръки за почвеозащитно ползване на земеделските земи., Част I Северна България и Част II Южна България, Селскостопанска Академия ИП „Н. Пушкаров", изд. „" ПъблишърСайтСет-Еко", София, 2010.

Танов, Е. 1958. Новата средномащабна почвена карта на НРБ (М1:200000). Научни трудове на Институт по почвознание „Н. Пушкаров", т. 1, стр. 45-55.

Becker, J. 2005. Measuring Progress Towards Sustainable Development: an Ecological Framework for Selecting Indicators. Local Environment Vol. 10, No. 1, pp. 87–10

Costanza, R. Norton, B.G., Haskell, B.P., 1992. Ecosystem Health: New Goal for Environmental Management. Island Press, Washington, DC.

Crawford, J.W; Harris, J. A; Ritz, K. & Young, I. M. 2005. Towards an evolutionary ecology of life in soil. TRENDS in Ecology and Evolution Vol.20 No.2 pp. 81-87

Eswaran H. & Reich P. 2002. A Preliminary Assessment of the Human Impact on Land Systems of the World. In: H. Hurni and K. Meyer (eds), 2002: A World Soils Agenda. Discussing International Actions for the Sustainable Use of Soils. Prepared with the support of an international group of specialists of the IASUS Working Group of the International Union of Soil Sciences (IUSS). Centre for Development and Environment, Berne, pp. 63.

FAO. 2006. Guidelines for soil description. Fourth edition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 97 p.

Filcheva E. & Tsadilas C. Influence of Cliniptilolite and compost on soil properties, Communications in Soil Science and Plant Analysis, USA, vol. 33, issue 3-4, pp 595-607, 2002.

Flicheva E. Characteristic of soil organic matter of Bulgarian soils. LAP Lambert Academic Publishing, pp 178, 2015.

Hiederer, R. 2013. Mapping Soil Properties for Europe - Spatial Representation of Soil Database Attributes. EUR 26082 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2013. 47pp. doi:0.2788/94128 http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/eusoils_docs/other/EUR26082EN.pdf.

IUSS WORKING GROUP WRB, 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports 106. FAO, Rome, 193 pp.

ISBN 978-92-5-108369-7 (print) E-ISBN 978-92-5-108370-3 (PDF)

Kibblewhite, M. 2005. Introduction From Chair of EuropeanSoil Bureau Network. In: Jones, A; Montanarella, L; & Jones R. (Eds). Soil Atlas of Europe. 2005. European Soil Bureau Network. European Commission, Luxembourg.

Kutilek, M., D. Nielsen. 1994. Soil hydrology. GeoEcology Textbook.Catena Verlag, 370 pp.

Lal, R. 2009. Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition. Food Sec. Vol. 1, pp 45-57.

Larson W.E., Pierce, F.J. 1994. The dynamics of soil quality as a measure of sustainable management. In Doran et al. (eds.) "Defining soil quality for a sustainable environment". SSSA Special Publ., No. 35:37-51.

Nielsen, D., O. Wendroth.2003. Spatial and Temporal Statistics. Sampling field soils and their vegetation. GeoEcology textbook. Catena Verlag GMBH, Germany, p.398.

Pachepsky, Ya., W.J. Rawls (eds.). 2004. Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology. Elsevier. p.514.

Rawls, W.J., Pachepsky, Y.A., Ritchie, J.C., Sobecki, T.M., & Bloodworth, H. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. Geoderma, 116, 61-76.

Rousseva S., Lazarov A., Tsvetkova E., Marinov I., Malinov I., Krumov V., Stefanova V. 2006. Soil erosion in Bulgaria. In: John Boardman and Jean Poesen (Eds.) Soil Erosion in Europe, John Wiley & Sons Ltd., London. 167-181.

Rousseva, S, Lazarov, A, Stefanova, V and Malinov, I. 2000. Soil Erosion Risk Assessments in Bulgaria;http://-balwois.com/balwois/administration/full paper/ffp-608.pdf.

Rouseva. Sv., T. Shishkov, M. Kercheva, E. Dimitrov. 2015. Soil Threats. Chapter 3 In: Kristín Vala Ragnarsdóttir and Steven A. Banwart (eds.) "Soil: The Life Supporting Skin of Earth". A book on soil for secondary school students. Published as an eBook by the University of Sheffield, Sheffield (UK) and the University of Iceland, Reykjavík (Iceland). ISBN 978-0-9576890-2-2, p. 24-33.

Shishkov, T., G. Georgieva, N. Kolev. 2009. Soil Monitoring and Framework of Bulgarian Policy for Environment Sustainability. Journal of Balkan Ecology, vol. 12, № 2.

Smith, P. & Powlson, D.S., 2003. Sustainability of soil management practices – a global perspective. In: Abbot, L.K., Murphy, D.V. (Eds.). Soil Biological Fertility. A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 241–254.

T. Shishkov, N. Kolev, 2014. The Soils of Bulgaria. World Soils Book Series, Series Editor: Alfred E. Hartemink, ISSN 2211-1255, ISBN 978-94-007-7783-5, Springer Dordrecht Heidelberg New York London, hardcover 228.

T. Shishkov. 2019. Bulgarian soil classification issues of correlation and harmonization with the international soil classification systems, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 25 (No 4), 795–803. https://www.agrojournal.org/25/25.html#

Tóth, B., Weynants, M., Nemes, A., Makó, A., Bilas, & G., Tóth, G. 2014. New generation of hydraulic pedotransferfunctions for Europe. European Journal of SoilScience, doi: 10.1111/ejss.12192.

Vereecken H., J. Maes, J. Feyen, P. Darius. 1989. Estimating the Soil Moisture Retention Characteristic from Texture, Bulk Density and Carbon Content, Soil Science, vol. 148, №6, pp. 398-403