

АНАЛИЗА КВАЛИТЕТА ЗЕМЉИШТА У НЕКИМ ТИПОВИМА ШУМА НП „ЂЕРДАП“

Р. КАДОВИЋ, М. КНЕЖЕВИЋ, С. БЕЛАНОВИЋ, О. КОШАНИН

Извод: У овом раду је анализиран еколошки квалитет земљишта у неким типовима шума НП „Ђердап“, у функцији: приступачности елемената биљне исхране (азота, фосфора и базних катјона), осетљивости земљишта према ацидификацији и приступачности тешких метала (Zn, Pb и Cd). Проучавања су обављена у осам дефинисаних еколошко-вегетацијских типова шума (еколошких јединица), на основу анализа појединих својстава земљишта.

Кључне речи: тип шуме, шумско земљиште, својства земљишта, квалитет земљишта, индикатори квалитета

Abstract: The ecological quality of the soils in some forest types of NP „Đerdap“ were analysed in the function of availability of plant nutrient elements (nitrogen, phosphorus and base cations), soil susceptibility to acidification, and availability of heavy metals (Zn, Pb and Cd). The study was conducted in eight designated ecological-vegetation forest types (ecological units), based on the analyses of soil properties.

Key words: forest type, forest soil, soil properties, soil quality, quality indicators

1. УВОД

Шумске екосистеме НП „Ђердап“ карактерише изузетна разноврсност, сложеност и специфичност грађе. Индивидуализација и издвајање еколошки хомогених целина (типова шума), у сложеним и разноврсним еколошко-вегетацијским условима, представља основу мониторинга компонента које сачињавају екосистем (М е д а р е в и ћ, 2001).

Промене у земљишту које су резултат деловања бројних процеса, нарочито глобалних, одвијају се постепено и тешко су приметне у краћим временским интервалима, а условљавају промене функција шумских екосистема. Због тога се, последњих година, интензивирају проучавања и анализе са аспекта еколошког квалитета земљишта, као значајног елемента одрживог управљања шумским екосистемима. У оквиру проучавања стања шумских земљишта Европе (V a n t e s h e l e n e t. al, 1997), процена еколошког квалитета земљишта разматра се у функцији: приступачности елемената биљне исхране (азота, фосфора, базних катјона), осетљивости земљишта према ацидификацији и приступачности тешких метала (фокус на Zn, Pb и Cd).

Др Рајко Кадовић, др Милан Кнежевић, мр Снежана Белановић, мр Оливера Кошанин, Шумарски факултет, Универзитета у Београду; Рад је финансирано Министарство за науку, технологију и развој Републике Србије, у оквиру Пројекта бр. 0517: Типови шума Н.П. „Ђердап“.

Имајући наведено у виду, јасно је да је квалитет земљишта значајан параметар за анализу актуелних и потенцијалних ограничења земљишних функција. У том смислу, индикатори квалитета треба да су осетљиви на утицај система управљања, а истовремено, краткорочно гледано, да имају релативно мале флукуације у поређењу са ефектима дуготрајног коришћења. Преко индикатора квалитета, према томе, интегришу се важнија својства што омогућује поређења између више типова земљишта. У том смислу, основни циљ овог рада је да се, у оквиру проучавања дефинисаних осам еколошко – вегетацијских типова шума (еколошких јединица) НП „Бердап“, на основу анализа поједних својстава земљишта, дефинишу могући ограничавајући и угрожавајући фактори.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Предмет истраживања су земљишта у сливу Ђервинског потока НП „Бердап“. У складу са еколошко-вегетацијском класификацијом шума НП „Бердап“ (Цвјетићанин и Кнежевић, 2003), истраживања су проведена у следећим еколошким типовима шума (еколошким јединицама):

- брдској шуми букве са вијуком (*Fagetum moesiacaе submontanum dryetosum*) на типичном киселом смеђем земљишту;
- брдској шуми букве са вијуком (*Fagetum moesiacaе submontanum dryetosum*) на еутричном смеђем земљишту;
- ацидофилној брдској шуми букве са бекицом (*Luzulo – Fagetum moesiacaе submontanum*) на реголитичном, дистричном ранкеру;
- ацидофилној брдској шуми букве са бекицом (*Luzulo – Fagetum moesiacaе submontanum*) на оподзољеном киселом смеђем земљишту;
- ацидофилној брдској шуми букве са маховинама (*Musco-Fagetum moesiacaе submontanum*) на еродираним киселом смеђем земљишту;
- ацидофилној брдској шуми букве са маховинама (*Musco-Fagetum moesiacaе submontanum*) на оподзољеном киселом смеђем земљишту;
- шуми китњака и обичног граба са црним јасеном (*Quercu-Carpinetum moesiacaе ornetosum*) на типичном киселом смеђем земљишту;
- шума китњака и црног јасена са белим грабом (*Orno – Quercetum montanum carpinetosum orientalis*) на еутричном смеђем земљишту.

У оквиру проучавања земљишта обухваћене су две групе: основна и интензивна. Основна садрже морфолошка проучавања, проучавања стандардних физичко-хемијских својстава земљишта и педолошку карактеризацију. Интензивна проучавања подразумевају анализу садржаја тешких метала у органским и органо-минералним слојевима.

Узорци земљишта за анализе су узети по фиксним дубинама: 0-10, 10-20 и 20-40 cm. Основна физичка и хемијска својства земљишта одређена су према методама ЈДПЗ (1966. и 1997.), а које су у складу с дозвољеним изменама у методици УНЕП-УН/ЕЦЕ (1994). Садржај тешких метала (фокус на Zn, Pb и Cd) у земљишту одређен је методом атомске апсорпционе спектрофотометрије, на апарату Varian AA-10. Конзервација и припрема узорака за псеудо – укупан садржај ових елемената урађена је према УНЕП-УН/ЕЦЕ Method 9190SH и Method 9109SA.

За проучавана својства земљишта, индикаторске вредности су израчунате према једначинама за груписане еколошке јединице (еколошке типове шума), приказаним у табели 1 (V a n m e s c h e l e n et al., 1997).

Табела 1 – Прорачун индикаторских вредности еколошког квалитета земљишта

Table 1 – Indicator values estimation of soil quality

Индикаторска вредност Indicator values	Основне једначине Based equation
Пристапачност азота, I_N N - availability	$I_N = N_c + R_{C/N} + R_{CZ}$
Пристапачност фосфора, I_P P - availability	$I_P = P_c \cdot R_{pH} + R_{C/P} + R_{CZ} + OrgC_c$
Пристапачност базних катјона, I_{BC} Basic cation availability	$I_{BC} = BCE_c + BSc + 1/3 (Cac + Mgc + Kc)$
Статус ацидификације, I_{AS} Acidification status	$I_{AS} = pH_c + BSc + (CaCO_3)_c$
Осетљивост према ацидификацији, I_{SA} Sensitivity to soil acidification	$I_{SA} = I_{AS} + I_{BC} + I_{HC}$
Пристапачност тешких метала, I_{HM} Heavy metal availability	$I_{HM} = M \cdot R_{pH} / CEC_c$

У једначинама табеле 1, поједини параметри су: N_c – кумулативна вредност класе концентрације азота у минералним слојевима земљишта; $R_{C/N}$ – кумулативна вредност односа C/N у органским и минералним слојевима; R_{CZ} – вредност за одговарајућу климатску зону; P_c – вредност класе концентрације фосфора у органском слоју; $R_{C/P}$ – вредност односа C/P у органском слоју; R_{pH} – вредност за релативну мобилност фосфора у функцији pH ($CaCl_2$); $OrgC_c$ – кумулативна вредност класе концентрација органског угљеника у минералним слојевима; BCE_c – кумулативна вредност класе изменљивих базних катјона у минералним слојевима; BSc – кумулативна вредност класе засићености базама у минералним слојевима; Cac , Mgc , Kc – вредност класе концентрација Ca, Mg и K у органском слоју; pH_c – кумулативна вредност класе pH у органском и површинском минералном слоју; $(CaCO_3)_c$ – вредност класе концентрација $CaCO_3$ у минералном површинском слоју; I_{HC} – индикаторска вредност хидрауличког кондуктивитета земљишта; M – концентрације тешких метала (Zn, Pb, Cd) у органском слоју; R_{pH} – релативна мобилност Zn, Pb и Cd као функција земљишне pH; CEC_c – вредност класе CEC у површинском слоју земљишта.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У сливу Ђервинског потока идентификована су три основна типа земљишта: хумусно-силикатно земљиште (ранкер), кисело смеђе земљиште и еутрично смеђе земљиште. У оквиру основних типова земљишта дефинисане су ниже класификационе јединице: подтипови и варијетети.

Хумусно-силикатно земљиште припада дистричном подтипу, реголитичном варијетету. Физичке особине овог земљишта карактерише лак механички састав. Однос гранулометријских фракција одговара класи песковите иловаче. Хемијске особине су карактерисане јако до врло јако киселом реакцијом. Вредност рН у води се креће између 4,42 и 5,18. Процент хумуса није тако висок за ову развојну стадију земљишта, а његово опадање са дужином је правилно. Садржај укупног азота је висок, а однос угљеника према азоту је повољан. Обезбеђеност земљишта приступачним P_2O_5 је слаба, док је обезбеђеност K_2O средње висока.

Еутрично смеђе земљиште се формира на силикатним стенама богатим базама. У конкретном случају (профил 8/02), еутрично смеђе земљиште је формирано уз значајно учешће материјала колувијалног порекла. Према процентуалном гранулометријском односу фракција налази се у класи иловача. Реакција је умерено до слабо кисела. Степен засићености базама је већи од 60 %. Хумусни хоризонт је богат хумусом, док камбични хоризонт садржи мање од 1 % хумуса. Хумусно-акумулативни хоризонт је богат укупним азотом и приступачним калијумом, док је обезбеђеност са P_2O_5 ниска. Однос угљеника према азоту је врло повољан.

Кисело смеђе земљиште је заступљено са два подтипа: типичним и оподзољеним и варијантом еродираниог киселог смеђег земљишта.

Типично кисело смеђе земљиште карактерише најчешће средње високо учешће фракције скелета и текстура иловаче или, нешто ређе, песковите иловаче. Реакција је умерено кисела до врло јако кисела. У заједницама са лишћарским врстама дрвећа, чије лишће је богато базама (граб, јасен), површински слој земљишта, 0 – 10 cm, карактерише врло повећана рН вредност. Степен засићености базама, изузимајући површинске слојеве са повећаном рН вредношћу, најчешће је мањи од 35 %. Обезбеђеност хумусом је добра. Површински слој земљишта 0 – 10 cm је добро обезбеђен азотом, такође и приступачним K_2O , осим у једном случају. У заједницама китњака са обичним и белим грабом и црним јасеном типично кисело смеђе земљиште је богатије приступачним облицима калијума и фосфора него у буковим заједницама.

Оподзољено кисело смеђе земљиште, карактерише хумусни хоризонт мале моћности са већом количином хумусних материја које нису сједињене са минералном компонентом земљишта. Према садржају скелета и гранулометријском саставу је сличних карактеристика као и типично кисело смеђе земљиште. Реакција је у оквирима врло јако киселе до екстремно киселе. Степен засићености базама је врло низак, само у једном случају је већи од 25 %. Хумусни хоризонт се значајно разликује у обезбеђености хумусом и макрохранивима од камбичног хоризонта. Хумусни хоризонт је добро обезбеђен хумусом, азотом и приступачним калијумом, а слабо лакоприступачним фосфором. Садржај хумуса и основних елемената минералне исхране веома опадају у камбичном хоризонту, изузимајући калијум у профилу 5/02.

Варијанта еродираниог киселог смеђег земљишта карактеристична је за истакнуте гребене и стрме падине. Карактерише се одсуством хумусно-акумулативног хоризонта. Поред велике скелетности, гранулометријски састав ситне земље карактерише високо учешће фракције песка, текстур-

но припада класи песковите иловаче. Реакција је врло јако кисела. Степен засићености базама расте са дубином, али не прелази 47 %. Садржај хумуса и основних елемената минералне исхране је низак.

На основу анализа хемијских својстава земљишта, према једначинама из табеле 1, израчунате су индикаторске вредности појединих параметара. Средње вредности индикатора за приступачност азота, фосфора, базних катјона и осетљивости према ацидификацији, приказане су у табели 2.

Табела 2 – Средње вредности индикатора за приступачност азота, фосфора, базних катјона и осетљивости према ацидификацији

Table 2 – Average indicator values of N, P and BC availability, and sensitivity to soil acidification

Груписане еколошке јединице Group of ecological unit	Земљишта Soils	Индикаторска вредност indicator values, I _N	Индикаторска вредност indicator values, I _P	Индикаторска вредност indicator values, I _{BC}	Осетљивост према ацидификацији Sensitivity to soil acidification, I _{SA}
Шуме букве са вијуком	кисело и еутрично смеђе	9,00	21,5	21,0	33,3
Ацидофилне шуме букве са бекицом	реголитични дистрични ранкер и оподзољено кисело смеђе	10,0	16,8	20,0	30,75
Ацидофилне шуме букве са маховином	Оподзољено кисело смеђе и еродирано кисело смеђе	12,7	19,5	13,0	20,75
Шуме китњака са обичним и белим грабом	типично кисело смеђе и еутрично смеђе	12,0	22,5	21,0	25,25

Средње вредности за приступачност азота у земљиштима шуме букве са вијуком, ацидофилне шуме букве са бекицом и шуме китњака са обичним и белим грабом, припадају класи врло ниске приступачности (< 12,0). У земљиштима ацидофилне шуме букве са маховином, средње вредности припадају класи ниске приступачности (12,1-17,5), а у профилу еродираног киселог смеђег земљишта, класи врло ниске приступачности.

Азот се у шумским земљиштима налази, углавном, у органском облику у хумусном слоју и површинским минералним слојевима. Приступачност азота за развој шумског дрвећа је одређена брзином разлагања биљних остатака и брзином минерализације хумусних материја у површинским слојевима земљишта. Интензивни процеси хумификације органских остатака и минерализације образованих хумусних материја дају узак однос C/N. Наведени резултати показују да, и поред релативно добре обезбеђености укупним азотом, нарочито у слоју 0-10 cm, његова приступачност је, углавном, врло ниска.

Приступачност фосфора карактеришу индикаторске вредности које у земљишту ацидофилне шуме са бекицом припадају класи високе приступачности (14,7-18,7), а у земљиштима осталих шумских заједница класи врло високе приступачности (> 18,8).

Приступачност фосфора је више одређена брзином разлагања органске материје него његовом укупном резервом у земљишту. На приступачност фосфора шумском дрвећу утиче ацидитет земљишта. У врло киселим земљиштима, фосфор са гвожђем, алуминијумом и манганом гради нерастворљива једињења, а у мање киселој средини, при повећаном садржају калцијума, образују се теже растворљиви облици Са-фосфата, што значи да релативни ефекат киселости на приступачност фосфора изражен функцијом рН вредности.

Индикаторске вредности приступачности базних катјона (I_{BC}) у земљиштима шуме букве са вијуком, ацидофилној шуми букве са бекицом и шуми китњака са обичним и белим грабом, припадају класи високе приступачности (17,6-23,5), а у ацидофилној шуми букве са маховином класи средње приступачности (10,1-17,5).

Калцијум, калијум и магнезијум спадају у макроеlemente исхране које биљке користе у релативно великим количинама. Приступачне облике ових елемената чине њихове растворљиве соли из земљишног раствора и адсорбовани облици из адсорптивног комплекса. Сума базних катјона у адсорптивном комплексу представља резерву ових елемената из којих се надокнађују расходоване количине из земљишног раствора. У зависности од њиховог удела у суми адсорбованих катјона и од међусобног односа, утицај адсорбованих катјона (Ж и в к о в и ћ, 1991), може бити позитиван или негативан, непосредан или посредан. У проучаваним земљиштима, удео Mg-јона је знатно повећано у односу на „оптималан“ садржај (10-15 %) и варира од 39,6 % у шуми букве са вијуком до 50,6 % у ацидофилној шуми букве са бекицом што у извесном степену, може бити неповољно са становишта плодности земљишта. Учешће Са-јона, с друге стране, смањено је у односу на „оптимум“ (60-85 %), и варира од 55,9 % у земљиштима под шумом букве са вијуком, до 37,3 % у земљишту ацидофилне шуме букве са маховином. У мањој мери, слична је ситуација и са Na-јоном, чији је садржај изнад граничног (<3 %) у свим земљиштима изузев у шуми букве са вијуком.

У односу на осетљивост према ацидификацији, индикаторска вредност у земљишту ацидофилне шуме букве са маховином, припада класи средње осетљивости (13,8-24,7), док у земљиштима осталих типова шума, ове вредности припадају класи ниске осетљивости ($I_{SA} - 24,8-33,5$).

Ацидификација земљишта представља серију хемијских процеса који се не могу мерити једноставним параметрима. Дефинисана је природом кисело-базних реакција које се одвијају у земљишту. О бројним процесима који се одвијају у земљишту значајну индикацију пружају рН вредности. Ниска рН вредност генерално индицира на недостатак земљишних конституената који могу имати дејство пуфера против киселе депозиције. Вредности рН ($CaCl_2$) у проучаваним условима су најниже у земљишту ацидофилне шуме букве са маховином (3,72-3,93 у слоју 0-10 cm; 4,04-4,36 у слоју 20-40 cm). С друге стране, сума базних катјона представља меру за укупне резерве ових

елемената који могу бити значајни током пуферних процеса. Сума базних катјона, такође, је најнижа у земљишту ацидофилне шуме букве са маховином (4,26 у слоју 0-10 cm, а дубином се смањује до 2,51 екв. mmol/100 g). Засићеност базама се повећава с дубином. При вредностима засићености базама < 15 %, кисели катјони, углавном Al, се ослобађају у земљишном раствору и тако представљају стални кисели стрес у односу на коренов систем и земљишне организме. Овај случај је, такође, нарочито изражен у оподзољеном киселом смеђем земљишту у ацидофилној шуми букве са маховинама где је, у свим профилима, засићеност базама нижа од 10 %.

При процени оптерећености земљишта тешким металима, велики проблем представљају бројни утицајни фактори и њихове интеракције. Иако укупна концентрација указује на оптерећеност земљишта неким елементом, генерално, пружа малу информацију о ризику од токсичности у односу на шумско дрвеће и приземну флору, или у случају ниског садржаја, од могућности дефицита. Приступачност појединих метала биљака зависи од облика у којем се јавља и од биљне врсте (К а д о в и ћ, К н е ж е в и ћ, 2002).

Биолошку приступачност Zn, Pb и Cd у шумским и другим природним екосистемима, карактеришу одређена својства земљишта, међу којима се посебно издвајају супституциона киселост (реакција земљишта – рН CaCl₂) и капацитет измене катјона (СЕС). Према овим својствима и концентрацијама елемената у површинском слоју земљишта, дефинисан је индикатор биолошке приступачности (I_{НМ}), као један од елемената квалитета земљишта.

Анализом наведених елемената, индикаторске вредности биолошке приступачности тешких метала (Zn, Pb и Cd), приказане су у табели 3.

Табела 3 – Средње вредности индикатора биолошке приступачности Zn, Pb и Cd

Table 3 – Average indicator values of heavy metals availability

Груписане еколошке јединице Group of ecological unit	Земљишта Soils	Индикаторска вредност приступачности Indicator values of availability		
		Zn	Pb	Cd
Шуме букве са вијуком	кисело и еутрично смеђе	33,4	4,3	0,34
Ацидофилне шуме букве са бекицом	реголитични дистрични ранкер и оподзољено кисело смеђе	54,45	5,11	0,34
Ацидофилне шуме букве са маховином	оподзољено и еродирано кисело смеђе	42,1	9,6	0,8
Шуме китњака са обичним и белим грабом	типично кисело смеђе и еутрично смеђе	24,6	5,3	0,3

На основу података наведених у табели 3, средње индикаторске вредности за Zn, у земљиштима шуме букве са вијуком и шуми китњака са обичним и белим грабом, припадају класи ризика од дефицита (< 34,7), док у осталим типовима шума припадају класи ниске приступачности (34,8-95,5). Вредности за Pb припадају класи ниске приступачности (< 21,0), као

и вредности за Cd ($< 1,8$). Супституцијом катјона металима, површински слојеви земљишта имобилишу додате тешке метале и на тај начин штите биљке од директних токсичних ефеката.

4 ЗАКЉУЧАК

Проучавања су обављена у сливу Ђевринског потока (НП „Ђердап“), у оквиру осам дефинисаних еколошко-вегетацијских типова шума, које су за потребе израчунавања индекса квалитета земљишта груписане у четири групе (шума букве са вијуком, ацидофилне шуме букве са бекицом, ацидофилне шуме букве са маховином и шуме китњака са обичним и белим грабом).

Идентификована су три основна типа земљишта: хумусно-силикатно земљиште (ранкер), кисело смеђе земљиште и еутрично смеђе земљиште. У оквиру основних типова земљишта дефинисане су ниже класификационе јединице: подтипови и варијетети. За проучавана својства земљишта, индикаторске вредности су израчунате према једначинама за груписане еколошке јединице.

Анализа еколошког квалитета земљишта, на основу резултата појединих својстава земљишта, извршена је према: приступачности елемената биљне исхране (азота, фосфора, базних катјона), осетљивости земљишта према ацидификацији и приступачности тешких метала (Zn, Pb и Cd).

Средње вредности за приступачност у земљиштима шуме букве са вијуком, ацидофилне шуме букве са бекицом и шуме китњака са обичним и белим грабом, припадају класи врло ниске приступачности ($< 12,0$). У земљиштима ацидофилне шуме букве са маховином, средње вредности припадају класи ниске приступачности (12,1-17,5), а у профилу еродираниог киселог смеђег земљишта, класи врло ниске приступачности.

Приступачност фосфора карактеришу средње индикаторске вредности, које у земљишту ацидофилне шуме букве са бекицом, припадају класи високе приступачности (14,7-18,7), а у земљиштима осталих шумских заједница, класи врло високе приступачности ($> 18,8$).

Индикаторске вредности приступачности базних катјона у земљиштима шуме букве са вијуком, ацидофилној шуми букве са бекицом и шуми китњака са обичним и белим грабом, припадају класи високе приступачности (17,6-23,5), а у ацидофилној шуми букве са маховином, класи средње приступачности. Учешће јона Ca, Mg и Na у адсорптивном комплексу је неповољно у односу на „оптималан“ садржај.

У односу на осетљивост према ацидификацији, индикаторска вредност у земљишту ацидофилне шуме са маховином припада класи средње осетљивости (13,8-24,7), док у земљиштима осталих типова шума, ове вредности припадају класи ниске осетљивости (24,8-33,5).

У погледу приступачности тешких метала, средње индикаторске вредности за Zn, у земљиштима шуме букве са вијуком и шуми китњака са обичним и белим грабом, припадају класи ризика од дефицита ($< 34,7$), док у земљиштима осталих типова шума припадају класи ниске приступачности (34,8-95,5). Вредности за Pb припадају класи ниске приступачности ($< 21,0$), као и вредности за Cd. Супституцијом катјона металима, повр-

шински слојеви имобилишу исталожене тешке метале и на тај начин штите биљке од токсичних ефеката.

ЛИТЕРАТУРА

- Р. Цвјетићанин, М. Кнежевић (2003): Еколошко-вегетацијска класификација букових шума Г.Ј. „Ђердап“. Научни скуп „Перспективе развоја шумарства“. Бања Лука
- Р. Кадовић, М. Кнежевић (2002): Тешки метали у шумским екосистемима Србије, Шумарски факултет и Министарство за заштиту природних богатстава и животне средине Републике Србије, Београд
- М. Медаревић (2001): Шуме Ђердапа, Еколибри, Београд
- М. Живковић, (1991): Педологија, прва књига, Генеза, састав и особине земљишта, Пољопривредни факултет и Научна књига, Београд
- L. Vanmechelen, R. Groenemans, E. Van Ranst (1997): Forest Soil Condition in Europe - Results of Large-Scale Soil Survey, Prepared by Forest Soil Co-ordinating Centre, Report EC-UN/ECE, Brussels, Geneva.

SOIL QUALITY ANALYSIS IN SOME FOREST TYPES IN NP „ЂERDAP“

Kadović, R., Knežević, M., Belanović, S., Košanin, O.

Summary

The study was conducted in the Đevrinski Potok catchment (NP „Đerdap“), in eight defined ecological-vegetation forest types. To calculate the soil quality index, they were grouped in four groups: beech forests with fescue grass, acidophilic beech forests with woodrush, acidophilic beech forests with moss and forests of sessile oak with common hornbeam and oriental hornbeam. Three basic soil types were identified: humus-siliceous soil (ranker), acid brown soil and eutric brown soil. The basic soil types were further divided into the lower classification units: subtypes and varieties.

The soil ecological quality, based on the results of the selected soil properties, was analysed depending on the availability of plant nutrient elements (nitrogen, phosphorus and base cations), soil susceptibility to acidification, and availability of heavy metals (Zn, Pb and Cd).

Mean values of availability in the soils of beech forests with fescue grass, acidophilic beech forests with woodrush, and forests of sessile oak with common hornbeam and oriental hornbeam, belong to the class of very low availability (< 12.0). In the soils of acidophilic beech forest with moss, mean values are in the class of low availability (12.1-17.5), and in the profile of eroded acid brown soil, mean values are in the class of very low availability.

Mean values of availability of phosphorus in the soil of acidophilic beech forests with woodrush are in the high availability class (14.7-18.7), and in the soils of other forest communities in the very high availability class (> 18.8).

Indicator values of base cation availability in the soils of beech forests with fescue grass, acidophilic beech forest with woodrush and in the forest of sessile oak with common hornbeam and oriental hornbeam, are in the high availability class (17.6-23.5), and in acidophilic beech forest with moss - in the medium availability class. The percentage of Ca, Mg and Na ions in the adsorptive complex is unfavourable compared to the "optimal" content.

Regarding the susceptibility to acidification, indicator value in the soil of acidophilic forests with moss is in the class of medium susceptibility (13.8-24.7), while the soils of other forest types are in the low susceptibility class (24.8-33.5).

Regarding the availability of heavy metals, mean indicator values for Zn in the soils of beech forests with fescue grass and in the forest of sessile oak with common hornbeam and oriental hornbeam are in the class of deficit risk (< 34.7), while the soils of other forest types are in the low availability class (34.8-95.5). The values for Pb are in the low availability class (< 21.0), as well as value for Cd. By the substitution of cations with metals, the surface layers immobilise the deposited heavy metals and thus protect the plants from toxic effects.

