

II skyrius. ŽEMDIRBYSTĖ

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė. Mokslo darbai, 2004, 4, 88, 90-101

UDK 631.44:551.435.446]: 631.51:631.872:631.459

SUPAPRASTINTO ŽEMĖS DIRBIMO BEI AUGALŲ MASĖS ĮTERPIMO NAUDOJIMO ĮTAKA DIRVOŽEMIO VANDENINEI EROZIJAI

Irena KINDERIENĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas

Kaltinėnai, Šilalės rajonas

El. p. kaltbs@kaltbs.lzi.lt

Santrauka

Priemonės nuo dirvožemio erozijos tirtos 1997-2002 metais Lietuvos žemdirbystės instituto Kaltinėnų bandymų stotyje 7-8^o statumo pietryčių ir 7-9^o statumo pietų krypties kalvų šlaituose. Viršutinėse šlaitų dalyse dirvožemis buvo vidutiniškai nuardytas pradžiažemis, vidutinio sunkumo ir sunkus priemolis, o apatinėse – menkai nuardytas pasotintas balkšvažemis, dulkiškas lengvas priemolis.

Nustatyta, kad konservuojamasis rudeninis žemės dirbimas – smulkintų šiaudų mulčias ir herbicidas raundapas 3 l ha⁻¹ piktžolėms atžėlus, sulaukė erozijos procesus šlaite.

Neverstuvinis rudeninis dirvos dirbimas – lėkščiajimas, kai prieš lėkščiuojant, po derliaus nuėmimo praėjus 3-4 savaitėms purkšta raundapu 3 l ha⁻¹, palyginus su giliu arimu, dirvožemio nuostolius nuo vandeninės erozijos sumažino 77,6 %, raundapo naudojimas ir smulkintų šiaudų įterpimas lėkščiuojant – 81,8 %, o gilus purenimas, šiaudų įterpimas ir tarpinių posėlinių augalų, baltųjų garstyčių (*Sinapis alba* L.), įsėjimas – 80,4 %.

Matematinė duomenų analizė rodo, kad dirvožemio nuostoliai rudenį tik suartose ir nespėjusiose susigulėti bei augalais neužimtose dirvose labiausiai priklausė nuo kritulių kiekio rudenį ($r=0,99$), taip pat nuo rudens ir žiemos suminio kritulių kiekio ($r = 0,82$).

Didžiausi metiniai dirvožemio nuostoliai dėl vandeninės erozijos šlaite buvo gauti rudenį intensyviai dirbtose – lėkščiuotose su šiaudais, purkštose raundapu, po to giliai artose (6,4 m³ ha⁻¹) bei giliai artose be šiaudų (5,0 m³ ha⁻¹) ir su jais (5,6 m³ ha⁻¹), dirvose.

Nustatyta, kad dirvožemio nuostoliai dėl erozijos šlaite didėjo, didėjant lietingų dienų skaičiui metuose su > 10 mm ($r = 0,97$) ir >20 mm ($r = 0,84$) kritulių per parą.

Reikšminiai žodžiai: šlaitai, žemės dirbimo būdai, smulkinti šiaudai, kritulių kiekis, dirvožemio nuostoliai.

Įvadas

Eroziją sukeliančių veiksnių grupei priklauso hidrologiniai (krituliai, dirvožemio dangą), topografiniai ir ūkiniai veiksniai /Frielinghaus ir kt., 1986/. Vandeninė erozija labiausiai ardo dirvožemį išgaubtuose šlaituose. Trumpuose šlaituose pirmiausiai vyksta mechaninės erozijos procesai /Kiburys, 1989/. Išvengti erozijos galima racionaliai naudojant dirvožemį, tinkamai pasirenkant augalų struktūrą, įrengiant terasas, mažinant žemės dirbimo skaičių /Büchrier, 1986; Boardman, 1992; Feiza, Arlauskas, 1995/.

Dirvožemio ardymą vandeniu lemia kritulių gausumas, dirvožemio būseną liūčių metu /Jankauskas, Švedas, 2001/ ir priklauso nuo kritulių kiekio, dirvožemio laidumo vandeniui, oro temperatūros, vėjuotumo ir kitų sąlygų /Visockis, 1971; Pabat ir kt., 1976;

Pabat, 1978; Račinskas, 1990/. Žemaičių aukštuma turi esminę įtaką ne tik krituliams, bet ir debesuotumui bei temperatūrai. Atslinkęs oras kyla aukštyne, susidaro debesys ir dažnai lyja /Basalykas, 1997/, todėl Laukuvos agroklimatinėje zonoje vyrauja perteklinis drėkinimas /Bukantis, 1997/.

Nors kritulių kiekis kalvotame moreniniame žemėvaizdyje keičiasi tik 10-15 %, tačiau atskiruose kalvų dalyse pasiskirsto labai nevienodai – viršutinės šlaitų dalys gauna tik pusę iškritusio kiekio, o kita dalis nuteka žemyn su paviršiniu nuotėkiu /Basalykas, 1997/. Todėl pašlaitės, o kai kur ir apatinės šlaitų dalys bei šiauriniai šlaitai yra drėgnesni /Visockis, 1971; Hanna ir kt., 1982/. Kanadoje nustatyta, kad neišalusiu ar silpnai išalusiu dirvų erozingumas 15-20 kartų didesnis negu vasarą. Dirvožemio nuostoliai žiemą sudarė 0,16-8,55 t ha⁻¹ ir didėjo statėjant šlaitui /Mehuys, Kirby, 1986/. Vokietijoje atliktų tyrimų duomenys rodo, kad svarbus yra dirvos uždengimas augalais žiemos ir pavasario metu bei augalų lapais vegetacijos periodo metu /Frielinghaus ir kt., 1986/. Šlaituose augalai pažeidžiami tekančios vandens srovės, nes apnuoginamos jų šaknys arba jie visai išraunami, o pašlaitėse gali būti užpilami nuo šlaitų nuneštu dirvožemiu. Stipraus intensyvumo erozijos nuostoliai per metus yra 15-50 m³ ha⁻¹, vidutinio intensyvumo – 3-15 m³ ha⁻¹, o silpno – tik 0,5-5 m³ ha⁻¹ /Zachar, 1982/. Kuo dirvožemis labiau nuardytas, tuo mažiau vandens jis pajėgia sugerti, tuo didesni nuostoliai dėl vandeninės erozijos /Kinnell, 2000/. Suslėgtų, molingų, sunkių dirvų infiltracija maža, o lengvų ir smėlingų – didelė /Kiburys, 1989/.

Erozinių procesų intensyvumas Žemaičių aukštumoje labai priklauso nuo šlaito statumo ir auginamų augalų. Jis gali būti mažinamas žolių-javų sėjomainomis (86 %), o stabilizuojamas daugiakomponenčiais žolių mišiniais /Jankauskas, Jankauskienė, 2003/, herbicidų ir supaprastinto žemės dirbimo derinimu /Kinderienė, 2000/, konservuojamuoju žemės dirbimu /Schertz, Becherer, 1995/ bei dirvosauginių žemės dirbimo ir tręšimo technologijų naudojimu kalvose. Gilų arimą plūgais pakeitus sekliu dirvų dirbimu neverstuviniai padargais, mažėja energetinės, laiko bei kuro sąnaudos, labiau tausojamas dirvos derlingumas ir drėgmė, gerėja maisto bei organinių medžiagų balansas, dirvožemio struktūra, aeracija, fizikinės savybės, sumažėja dirvos erozijos pavojus /Kiburys, 1989; Strauss, Klaghofer, 2001/. Neverstuvinis dirbimas Baltarusijoje dirvožemio erozijos nuostolius sumažino 38-54 proc. /Gužev ir kt., 2001/. Žemės dirbimo gilinimas Belgijoje sąlygojo didesnę augalų derlingumą, o purenant čizeliu bei kultivatoriumi, didėjo dirvožemio ardyimas /VanMuysen ir kt., 2000/.

Dirvožemio erozijos mažinimo galimybės rudeninio žemės dirbimo metu, kai vietoj skutimo naudojamas herbicidas utalas, dalaponas ir jo deriniai su 2,4-D herbicidais, bei beplūgio dirbimo galimybės tyrinėtose Lietuvos žemdirbystės instituto Kaltinėnų ir Dūkšto bandymų stotyse /Feiza, Arlauskas, 1995; Truchina, 1996; Kinderienė, 2000/. Nustatyta, kad rudenį intensyviai įdirbtoje – skustoje ir giliai artoje – dirvoje rudens-pavasario laikotarpiu žiemkenčiuose dirvožemio nuostoliai buvo 10,9-16,5 m³ ha⁻¹, o miežiams skirtoje dirvoje – 3,4 -11,6 m³ ha⁻¹ /Kinderienė, 2000/.

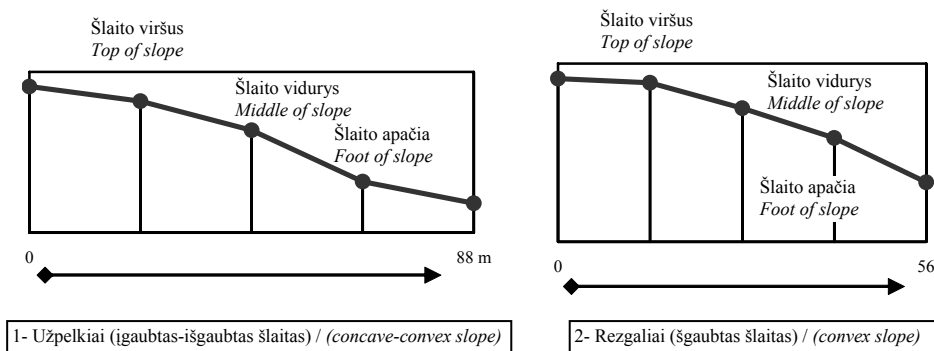
Lietuvos žemės ūkio universitete nustatyta, kad supaprastinus žemės dirbimą, padaugėja daugiamečių piktžolių /Stancevičius ir kt., 1996/.

Supaprastinto žemės dirbimo ir papildomų, eroziją mažinančių, priemonių (smulkintų šiaudų, tarpinių pasėlių) įtaka dirvožemio erozijai Lietuvoje netirta.

Tyrimų tikslas – nustatyti rudeninio neverstuvinio žemės dirbimo (seklaus lėkščiaavimo, gilaus purenimo) ir konservuojamojo (be žemės dirbimo) bei smulkintų šiaudų ir tarpinių posėlinių augalų – baltųjų garstyčių (*Sinapis alba* L.) ir herbicido raundapo įtaką dirvožemio ardymui.

Tyrimų sąlygos ir metodai

Bandymų įrengimo vieta ir dirvožemis. Du anterozinių priemonių lauko bandymai daryti 1997- 2002 metais Lietuvos žemdirbystės instituto Kaltinėnų bandymų stoties žemėje Užpelkių ir Rezgalių kaimuose. Bandymų įrengimo vieta, šlaitų formos ir atskiros jų dalys matyti 1 paveiksle.



1 paveikslas. Šlaitai ir šlaito dalių išsidėstymas juose
Figure 1. The slopes and position of slope elements

Pirmo bandymo šlaitas Užpelkiuose buvo pietų krypties, įgaubtos-išgaubtos formos, 88 metrų ilgio ir 7-8° statumo, antro bandymo šlaitas Rezgaliuose – pietrytinis, išgaubtos formos, 56 m ilgio ir 7-9° statumo. Abu jie priskirtini trumpiems šlaitams /Kiburys, 1989/.

Bandymų dirvožemis viršutinėse ir vidurinėse šlaitų dalyse priskirtinas tipingiems pasotintiems vidutiniškai nuardytiems pradžiažemiams (PRb2-e2) – *Orthieutric Regosols* (RGe-o-es), o apatinėse – menkai eroduotiems pasotintiems balkšvažemiams (Jlb-el) – *Eutric Albeluvisols* (ABe-el) /Buivydytė, Vaičys, 2001/. Granulimetrinė dirvožemio sudėtis – dulkiškas vidutinio sunkumo ir sunkus priemolis ant dulkiško molio ir sunkaus priemolio šlaitų viršutinėse ir vidurinėse dalyse ir dulkiškas lengvas priemolis ant giliau slūgsančio dulkiško molio ir sunkaus priemolio – šlaitų apačiose.

Pirmo bandymo dirvožemio rūgštumas artimas neutraliam (pH_{KCl} 6,4-6,6), didelio kalkingumo ($280\text{-}298 \text{ mg kg}^{-1}$) ir mažo fosforingumo ($78\text{-}99 \text{ mg kg}^{-1}$). Humuso kiekis šlaito viršutinės dalies dirvožemyje sudarė 2,3 %, o apatinės – 3,2 %. Antro bandymo dirvožemis rūgštokas ir mažo rūgštumo (pH_{KCl} 5,2-6,0), kalingas ($265\text{-}297 \text{ mg kg}^{-1}$), mažo fosforingumo ($49\text{-}103 \text{ mg kg}^{-1}$). Šlaito viršutinės ir apatinės dalies dirvožemyje humuso buvo atitinkamai 2,4 % ir 2,9 %.

Tyrimų schema ir jos detalizavimas / *Experimental design and its specification*

1. Arimas (kontr. var.) (A).
Ploughing (control) (P).
2. Šiaudai, arimas (ŠA).
Straw, ploughing (SP).
3. Raundapas, lėkščiajimas, nearta (RLN).
Roundup, discing, no ploughing (RDNP).
4. Šiaudai, raundapas, lėkščiajimas, nearta (ŠRLN).
Straw, Roundup, discing, no ploughing (SRDNP).

5. Šiaudai, lėkščiavimas, tarpiniai pasėliai, nearta (ŠLTPN).
Straw, discing, catch crop, no ploughing (SDCCNP).
6. Šiaudai, gilus purenimas, tarpiniai pasėliai, nearta (ŠGPTPN).
Straw, deep loosening, catch crop, no ploughing (SDLCNP).
7. Šiaudai, raundapas, nearta (ŠRN).
Straw, Roundup, no ploughing (SRNP).
8. Šiaudai, lėkščiavimas, raundapas, arimas (ŠLRA).
Straw, discing, Roundup, ploughing (SDRP).

Javų derlių nuėmus arta, lėkščiuiota, giliai purenta išilgai šlaito. Prieš vasarinių javų sėją skersai laukelių tręšta azoto, fosforo ir kalio trąšomis ($N_{90} P_{90} K_{90}$). Kultivuota skersai ir išilgai šlaito, sėta skersai šlaito. Žieminių kviečių sėklos norma $5,5 \text{ mln ha}^{-1}$, vasarinių miežių – $5,0 \text{ mln ha}^{-1}$ ir avižų – $6,0 \text{ mln ha}^{-1}$. Praėjus 3-4 savaitėms po derliaus nuėmimo, esant palankiems orams, laukeliai su smulkintais šiaudais (4, 7, 8 var.) ir be jų (3 var.) nupurkšti raundapu – $3,0 \text{ l ha}^{-1}$. Praėjus 2 savaitėms po purškimo, dirva lėkščiuiota, po to giliai suarta kartu įterpiant smulkintus šiaudus (8 var.). Arta, lėkščiuiota, giliai purenta tuoj po derliaus nuėmimo. Į lėkščiuiotą ir giliai purentą dirvą sėjama su diskiniiais noragėliais išėtos baltosios garstyčios ($3,6 \text{ mln ha}^{-1}$). Mikroorganizmų aktyvumui pagerinti visuose su šiaudais laukeliuose 100-ui kg šiaudų išberta 1 kg azoto.

Abiejuose šlaituose laukeliai išdėstyti išilgai šlaito atsiktine tvarka keturiais pakartojimais. Bendras laukelių plotas atitinkamai $211,2 \text{ m}^2$ ir $278,4 \text{ m}^2$, o apskaitinių – $151,8 \text{ m}^2$ ir $200,1 \text{ m}^2$.

Sėjomainos augalai. Eroziją stabdančios priemonės tirtos vasariniuose miežiuose ‘Auksiniai 3’ ir avižose ‘Jaugila’. Poveikis sektas avižose ‘Jaugila’. Sėjomainos rotacija: 1. Vikių, avižų, žirnių ir garstyčių mišinys žaliajai trąšai (fonas). 2. Žieminiai kviečiai ‘Širvinta’ (priešsėlis). 3. Vasariniai miežiai. 4. Avižos. 5. Avižos (poveikis).

Žemės dirbimo priemonės. Bandymų laukeliai arti verstuviniu plūgu PLN-3-35 22-25 cm gyliu, lėkščiuioti lėkštinėmis akėčiomis BDT-3 12-15 cm gyliu, sunkiuoju kultivatoriumi KČ-5,1 purenta 18-25 cm gyliu. Pavasarį dirva lėkščiuiota lėkštinėmis akėčiomis, kultivuota kultivatoriumi KPS-4 12-14 cm gyliu.

Tyrimų metodai. Dirvožemio pH_{KCl} nustatytas elektrometriniu, judrūs P_2O_5 ir K_2O – A-L, humusas – Tiurino metodais.

Dirvožemio erozijos nuostoliai šlaite nustatyti matuojant vandens išgrauztų griovelių tūrį pavasarį prieš žemės dirbimą, dirvožemio drėgmė – svėrimo metodu /Metodičeskie rekomendacii..., 1975/. Lietingų dienų skaičius su skirtingu kritulių kiekiu pagal atskirus mėnesius pateiktas pagal Kaltinėnų meteorologinio posto duomenis.

Meteorologinės tyrimų metų sąlygos. Kaltinėnų meteorologinio posto duomenys rodo, kad per tyrimų laikotarpį (1997-2002 m.) drėgniausi buvo 1998 ($965,8 \text{ mm}$ kritulių) ir 2001 ($825,9 \text{ mm}$ kritulių) metai. Sausringi pavasario orai 1999, 2000 ir 2002 metais turėjo įtakos augalų sudygamumui ir vystymuisi. Miežiai ir avižos atskirose šlaito dalyse ir skirtingai iš rudens įdirbtuose laukeliuose dėl drėgmės trūkumo dirvoje pavasariais dygo nevienodu laiku (sparčiau šlaito apačioje ir artoje dirvoje). Gausūs rudeniniai lietūs 1997, 1998, 1999 ir 2000 metais prasidėjo spalio, o 2001 metais – rugsėjo ir lapkričio mėnesiais. Dirvožemio vandeninei erozijai palankiausios sąlygos buvo 1997-1998 ir 2000-2001 metų rudenį ir žiemą.

Laukuvos meteorologinės stoties duomenys rodo, kad šiltesni nei daugiamečiai vidurkiai buvo 1999 ir 2002 metų kovo, 1998, 1999 ir 2000 metų balandžio ir 1998 ir 2002 metų gegužės mėnesio orai.

Matematinė duomenų analizė. Gauti dirvožemio nuostolių duomenys buvo apdorojami dispersinės analizės metodu, naudojant kompiuterinę programą „ANOVA“. Erozijos nuostolių vidurkių patikimumui įvertinti naudota šioje formulėje:

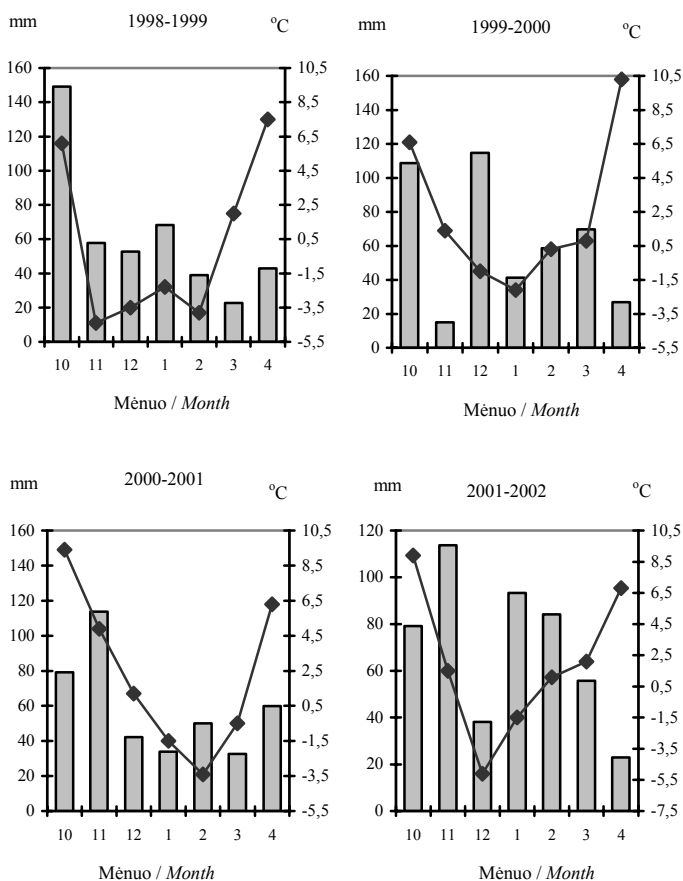
$$s_x = \pm \frac{\sqrt{s_{x_1}^2 + s_{x_2}^2 + \dots + s_{x_n}^2}}{n},$$

kai $s_{x_1}, s_{x_2}, s_{x_n}$ – atskirų bandymų paklaidos, n – bandymų skaičius.

Dirvožemio nuostolių ir kritulių kiekio, lietingų dienų skaičiaus tarpusavio ryšiams nustatyti naudota programa STAT_ENG /Tarakanovas, 1999/.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Kadangi tyrimų metu meteorologinės sąlygos buvo vienos iš svarbiausių dirvožemio ardymą šlaite sąlygojančių veiksnių, tai jos bus aptartos pirmiausia (2 pav.).



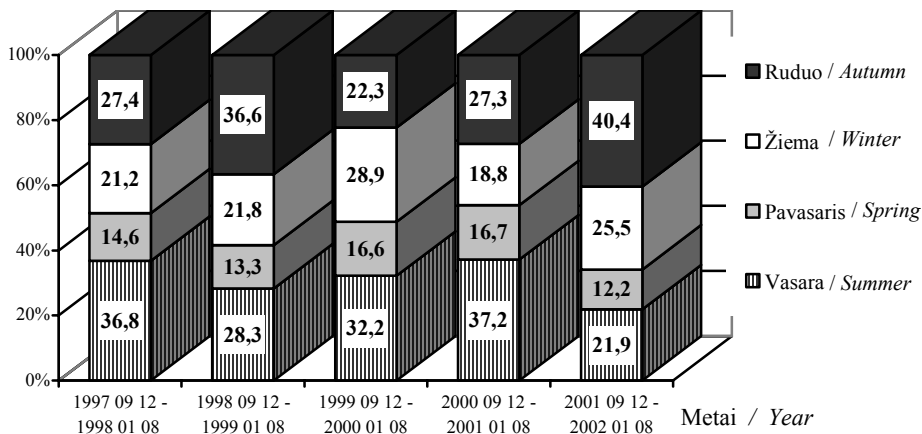
2 paveikslas. Kritulių kiekis (mm) ir vidutinė temperatūra °C rudens-pavasario laikotarpiu
Figure 2. The amount of precipitation (mm) and mean air temperature (°C) during the autumn-spring period

Intensyviausiai dirvožemis šlaite buvo ardomas 1997-1998 m. ir 2000-2001 metų rudenį, žiemą ir pavasarį. 1997-1998 metais ardymą pirmiausiai lėmė gausūs spalio mėnesio krituliai tol, kol žieminiai kviečiai (priešsėlis) buvo maži, su silpnai išsivysčiusia šaknų sistema ir todėl menkos priešerozinės galios. Taip pat reikšminga buvo teigiama sausio ir vasario mėnesių oro temperatūra (0,2^o ir 0,6^oC) ir gausus kritulių kiekis sausio mėnesį (89,8 mm), viršijęs daugiametį vidurkį 1,9 karto. Tokiomis sąlygomis, vidutiniais dveju metų (1997-1998) duomenimis, nuo šlaito viršutinės dalies dirvožemio nunešta 8,0 m³ ha⁻¹, nuo vidurinės – 20,4 m³ ha⁻¹ ir nuo apatinės – 26,1 m³ ha⁻¹.

Meteorologinių stebėjimų duomenys rodo, kad žymiai viršijantis daugiametį kritulių vidurkį (84,8 mm) buvo spalio mėnuo: 1997 m. (128,8 mm), 1998 m. (149,1 mm), 1999 m. (108,7 mm), 2002 m. (119,9 mm) ir lapkričio mėnuo – 2001 m. (113,7 mm). Gausūs krituliai ir šilti orai, kaip minėta, buvo 1998 ir 2002 metų žiemą. 1998-1999 m. sausio mėnesio kritulių kiekis buvo beveik du kartus didesnis negu daugiametis vidurkis, o 2000-2001 metais nei sausio, nei vasario mėnesių krituliai neviršijo daugiametio vidurkio. Visais tyrimų metais mažai lijo kovo-gegužės mėnesiais, išskyrus 1997 metus.

Augalų vegetacijos laikotarpiu erozijos procesai ir dėl jų atsiradusių dirvožemio išgraužų, kurias būtų galima fiksuoti matavimu, pasėliuose nebuvo, nes dirvožemio paviršius buvo padengtas ir sutvirtintas augalija, taip pat dėl galimo netolygaus kritulių kiekio pasiskirstymo teritorijoje. Palyginus su daugiametiu vidurkiu (93,5 mm), gausesni krituliai – 7,5-37,5 mm per mėnesį – beveik visais tyrimų metais (1998, 2000, 2001, 2002) buvo liepą. Tačiau netgi liūtys, arba kritulių kiekis, didesnis negu 50 mm per parą, vasaros metu dėl šlaite augusių augalų, dirvožemio nunešė, tik išguldė dalį vešlesnių javų.

Iš duomenų apie kritulių pasiskirstymą atskirais metų laikotarpiais matyti, kad beveik visais tyrimų metais lietingiausi buvo vasara ir rudenio (3 pav.). Šio laikotarpio kritulių suma sudarė didžiąją metinio kritulių kiekio dalį (54,5-64,9 %). 1998 ir 2001 metais lietingesnė buvo vasara. Šio laikotarpio kritulių kiekis sudarė atitinkamai 36,8 % ir 37,2 % viso metinio kritulių kiekio, o 1998 ir 2001 metais lietingesnis buvo rudenio – atitinkamai 36,6 % ir 40,4 %. Tačiau erozijai vykti palankios sąlygos (daugiau negu 50 mm kritulių per parą) buvo 1998 ir 1999 metais, bet dėl šlaituose augusių žieminių kviečių ir vasarinių miežių dirvožemis išliko stabilus.



3 paveikslas. Kritulių kiekio pasiskirstymas procentais atskirais metų laikais
Figure 3. Distribution of precipitation (%) within different seasons

Šlaitus dengusių agrofitecenozių įtaka vandeninės erozijos intensyvumui aptarta ir kitų erozijos tyrėjų darbuose. 2000 metais balandžio-birželio mėnesiais net juodojo pūdymo lauke dirvožemio nuostolių nepatirta /Jankauskas, Jankauskienė, 2003/.

Tyrimų duomenų statistinė analizė rodė, kad nuneštas metinis dirvožemio kiekis šlaituose labiausiai priklausė nuo kritulių kiekio rudenį ($r = 0,99$), taip pat nuo rudens ir žiemos suminio kritulių kiekio ($r = 0,82$). Atskirų metų dirvožemio nuostolių ir tų metų lietingų dienų skaičiaus koreliacija buvo vidutinio stiprumo ($r = 0,67$). Dirvožemio nuostolių kiekiui žiemos ir pavasario suminiai krituliai buvo mažai reikšmingi ($r = 0,27$), nes tyrimų metų pavasariais vyravo sausringi orai, todėl dirvožemio nuostolių nepatirta.

Matematinės analizės rezultatai rodo, kad metiniai dirvožemio nuostoliai šlaite didėjo, didėjant lietingų dienų skaičiui metuose su per 10 mm ($r = 0,97$) ir per 20 mm ($r = 0,84$) kritulių kiekiu per parą. Metinių dirvožemio nuostolių (atskirų bandymų) ir bendro metinio kritulių kiekio porinė regresinė analizė rodė silpną priklausomybę tarp šių požymių ($r = 0,1-0,57$). Šių požymių silpną koreliaciją ($r = 0,21-0,4$) nustatė ir kiti dirvožemio erozijos tyrėjai /Jankauskas, Jankauskienė, 2003/.

Šiaudų mulčias, likęs dirvos paviršiuje, apsaugo šlaito dirvožemį nuo vandens lašų ardomosios veiklos, kartu sumažindamas nutekėjimo šlaitu greitį ir net šlaito statumo nei-giamą įtaką /Jankauskas, Švedas, 2001/. Vokietijoje atlikti tyrimai rodo, kad eroziją sumažinus mulčiavimu, padidėjo augalų derlius /Büchler, 1986/.

Pažymėtina teigiama šiaudų įtaka dirvožemio drėgmės išsaugojimui šlaite. Ariamojo sluoksnio dirvožemio drėgmės duomenys rodo, kad šiaudus įterpus dirbant arba palikus mulčiui iki pavasario, didėjo drėgmės atsargos dirvožemyje. 2000 ir 2001 metais neatros, šiaudais mulčiuotos ir raundapu purkštos dirvos, esančios šlaito viršutinėje dalyje, buvo iš esmės (2,8 %) drėgnesnės, negu artos.

Šiaudų įtaka erozijos stabilizavimui šlaite buvo nevienoda jo dalyse. Dirvožemio nuostolių duomenų vidurkiai rodo, kad šlaito viršutinėje ir vidurinėje dalyse dirvožemio nuostoliai nuo erozijos buvo didesni – atitinkamai 75,9 % ir 84,6 % šiaudus užariant negu ariant be šiaudų. Šlaito apatinėje dalyje gauti priešingi rezultatai: dirvožemio nuostoliai artoje su šiaudais dirvoje buvo mažesni 23,4 %, negu artoje be šiaudų. Tam įtakos galėjo turėti keletas priežasčių – lengvesnė dirvožemio granulimetrinė sudėtis, sąlygojusi greitesnį vandens susigėrimą, ir didesnis šiaudų ir augalų liekanų kiekis šioje šlaito dalyje.

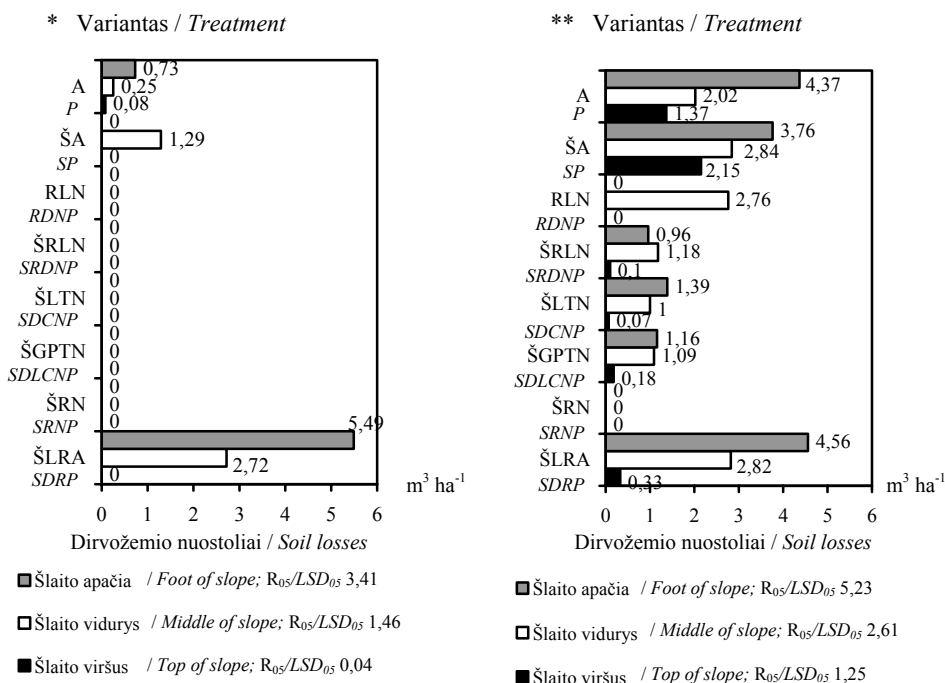
Ražienas nupurškus herbicidu raundapu, po to mulčiavus smulkintais šiaudais ir augalų liekanomis, supaprastinto (konservuojamojo) žemės dirbimo variantuose dirvožemio atsparumas erozijai padidėjo. Seklus neverstuvinis dirvos dirbimas lėkštinėmis akėčiomis eroziniu požiūriu buvo saugesnis negu verstuvinis šlaitų dirbimas, nes neskatino erozijos procesų, o derintas su smulkintų šiaudų įterpimu, juos dar labiau mažino. Vandens srovių padarytos nežymios išgraužos ($0,2-1,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), 2000 metais aptiktos visame šlaite, o 2001 m. – tik jo vidurinėje dalyje. 2001 metais be šiaudų lėkščiuotoje dirvoje netekta $5,55 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dirvožemio (pagal Zacharą tokie nuostoliai priskirtini vidutinio intensyvumo erozijai), o tais pačiais metais lėkščiuotoje su šiaudais – $1,17 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, t.y. 4,7 karto mažiau (priskirtini silpnai erozijai).

Rudenį ir pavasarį, dirvai esant be augalų, šlaito vidurinėje ir apatinėje dalyse tekėdamas kritulių vanduo intensyviai ardė artų vagų dugnus ir formavo įvairaus ilgio, gylio bei pločio griovelius, kurie plėtėjo ir gilėjo šlaito apačios link. Pavasario polaidžio metu erozijos procesai buvo intensyvesni statesnio šlaito dirvoje. Vagų keterų viršuje ištisinį vandens išgraužų nebuvo, tačiau bendro pobūdžio (plokštuminė) erozija vyko. Erozijs procesų intensyvumas skirtingai nuardytose šlaito dalyse skiriasi dėl nevienodo dirvožemio laidumo vandeniui /Visockis, 1971; Hanna, 1982; Frielinghaus ir kt., 1986/.

Esant toms pačioms meteorologinėms sąlygoms, dirvožemio nuostoliai buvo skirtingi tiek šlaito dalyse, tiek skirtinguose šlaituose. Didesni dirvožemio nuostoliai nuo vandeninės erozijos buvo statesniame išgaubtos formos 2 bandymo šlaite (4 pav.).

Be skirtingumų pastebėta ir dirvožemio ardymo panašumų ar net dėšningumų. Neatsižvelgiant į žemės dirbimo technologiją, mažiausiai ardoma visais tyrimų metais buvo viršutinė šlaito dalis. Mažiausi arto dirvožemio nuostoliai buvo šlaito viršutinėje (0-3,59 m³ ha⁻¹), didesni – šlaito vidurinėje (0,23-5,55 m³ ha⁻¹), o didžiausi dažniausiai (išimtis 1999-2000 m.) – apatinėje šlaito dalyse (1,47-10,98 m³ ha⁻¹).

Ražienose, ant kurių po derliaus nuėmimo paskleisti smulkinti šiaudai mulčiui, o po 3-4 savaitių išpurkštas raundapas 3 l ha⁻¹ (konservuojamasis dirbimas), erozijos procesai buvo sustabdyti ir dirvožemio nuostolių nepatirta abiejuose šlaituose. Šiuo dirbimu dirvožemis šlaite buvo labiausiai apsaugotas nuo kritulių ardančios įtakos iš visų tirtųjų žemės dirbimo būdų. Sekliai lėkščiuoto (neverstuvinis dirbimas) be šiaudų įterpimo dirvožemio ardymas buvo silpnas, dėl to nuostoliai buvo minimalūs. Vandeninė erozija labiausiai pažeidė intensyviai dirbtas rudenį apatines šlaitų dalis. Dirvožemio nuostoliai šiose šlaitų dalyse buvo 5,5 karto didesni negu viršutinėse dalyse dėl gilaus arimo ir 23,6 karto – dėl intensyvaus dirvos dirbimo – lėkščiaavimo, šiaudų įterpimo, purškimo raundapu ir gilaus arimo.



* Užpelkiai, ** Rezgaliai, 1999-2000 m.

4 paveikslas. Supaprastinto žemės dirbimo būdų įtaka dirvožemio nuostoliams skirtinguose šlaituose ir jų dalyse

Figure 4. The influence of reduced soil tillage methods on soil losses on various hillslopes and their elements

Vidutiniais duomenimis, metiniai dirvožemio nuostoliai dėl neverstuvinio dirbimo – gilaus purenimo, šiaudų įterpimo, tarpinių pasėlių įsėjimo buvo labai nežymūs ($0,95 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Dirvos paviršiuje esančių šiaudų ir augalų liekanų masė trukdė ištisinei erozijai vykti. Daugeliu atvejų giliai purentoje su šiaudais ir įsėtais tarpiniais pasėliais dirvoje erozija visai nevyko. Tik 2001-aisiais metais giliai purentoje dirvoje erozijos procesai buvo intensyvesni ir padaryti nuostoliai didesni (1 lentelė). Palyginus gilų purenimą, šiaudų įterpimą ir tarpinių pasėlių augalų įsėjimą su užartais šiaudais, dirvožemio nuostoliai šlaito viršutinėje dalyje buvo iš esmės mažesni 14,6 karto, vidurinėje – 4,9 karto, apatinėje – 5,3 karto. Tarpinių pasėlių baltųjų garstyčių (*Sinapis alba* L.) įtaka dirvožemio sutvirtinimui buvo mažai reikšminga dėl jų vėlyvos sėjos ir silpno augalų augimo trūkstant šviesos ir šilumos.

1 lentelė. Supaprastinto žemės dirbimo būdų įtaka dirvožemio nuostoliams šlaituose $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$
Table 1. The influence of reduced tillage methods on soil losses on hillslopes $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$
 Kaltinėnai, 1999-2002

Variantas Treatment	Netekta šlaituose dirvožemio $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ Loss of soil on hillslopes $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$					Vidurkis Average
	1999- 2000*	1999- 2000**	2000- 2001*	2000- 2001**	2001- 2002*	
Arimas (kontr. var.) Ploughing (control)	0,27	9,35	1,88	6,18	7,14	4,96
Šiaudai, arimas Straw, ploughing	0,23	10,04	2,35	7,47	8,11	5,64
Raundapas, lėkščiaivimas, nearta Roundup, discing, no ploughing	0	0	0	5,55	0	1,11
Šiaudai, raundapas, lėkščiaivimas, nearta Straw, Roundup, discing, no ploughing	0	3,32	0	1,17	0	0,90
Šiaudai, lėkščiaivimas, tarpiniai pasėliai, nearta Straw, discing, catch crop, no ploughing	0	0	0	4,94	0	0,99
Šiaudai, gilus purenimas, tarpiniai pasėliai, nearta Straw, deep loosening, catch crop, no ploughing	0	0	0	4,87	0	0,97
Šiaudai, raundapas, nearta Straw, Roundup, no ploughing	0	0	0	0	0	0
Šiaudai, lėkščiaivimas, raundapas, arimas Straw, discing, Roundup, ploughing	0,20	8,23	16,23	7,21	0	6,37
R_{05} / LSD_{05}	0,104	2,117	1,759	1,072	1,961	0,709

* Užpelkiai, ** Rezgaliai

Dirvožemio nuostolių metiniai vidurkiai rodo, kad, palyginus su giliu arimu, dirvožemio ardymą iš esmės mažino neverstuvinis dirbimas – lėkščiavimas, kurio metu įterpti šiaudai, o sudrygusios piktžolės purkštos raundapu 3 l ha^{-1} – 5,5 karto, lėkščiavimas be šiaudų ir raundapo naudojimas – 4,5 karto, lėkščiavimas, šiaudų įterpimas, tarpinio pasėlio augalų išėjimas – 5 kartus, o gilus purenimas, šiaudų įterpimas, tarpinių pasėlių augalų išėjimas – 5,1 karto. Intensyvus rudeninis dirvos dirbimas – lėkščiavimas, raundapo išpurškimas ir šiaudų gilus užarimas, palyginus su arimu, dirvožemio nuostolius padidino iš esmės – $1,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ($R_{05} = 0,709$).

Gautų rezultatų priežastingumo ir tarpusavio sąsajų išaiškinimui naudota statistinė analizė rodo, kad bendrą erozijos procesų nuostolių dydį šlaite intensyvaus dirbimo variante lėmė vidurinės ($r = 0,96$) ir apatinės ($r = 0,99$) šlaito dalies dirvožemio ardymo mastai ir intensyvumas. Dėl šlaitų intensyvaus rudeninio dirbimo – lėkščiavimo, raundapo 3 l ha^{-1} naudojimo ir šiaudų gilaus užarimo – didėjo dirvožemio erozijos nuostoliai ir mažėjo augintų vasarinių javų derlingumas ($r = -0,77$).

Išvados

1. Dirvožemio vandeninės erozijos intensyvumas ir nuostoliai šlaite priklausė ne tik nuo kritulių, kaip vieno iš svarbiausio erozijos intensyvumą lemiančio veiksnio, įtakos, bet ir nuo rudeninio dirvos dirbimo intensyvumo ir taikytos žemės dirbimo technologijos.

2. Augalų vegetacijos pradžioje dirvožemio nuostolių nepatirta dėl sausrų ir kritulių trūkumo pavasarį, o augalų vegetacijos metu – dėl dirvos paviršiaus padengimo augalais. Rudens-žiemos periodu verstuviniiais padargais dirbtose dirvose dirvožemio erozija buvo intensyviausia.

3. Neverstuvinio žemės dirbimo būdai – lėkščiavimas ir gilus purenimas bei jų atlikimo metu įterpti šiaudai ir išėti tarpinių pasėlių augalai – baltosios garstyčios (*Sinapis alba* L.), pagal patirtų dirvožemio nuostolių vidurkį buvo lygiaverčiai, o palyginus su giliu arimu, dirvožemio nuostoliai šlaite sumažėjo atitinkamai 80,0 % ir 80,4 %.

4. Didžiausi dirvožemio nuostoliai šlaite gauti dėl intensyvaus rudeninio žemės dirbimo – lėkščiavimo, raundapo 3 l ha^{-1} naudojimo ir šiaudų gilaus užarimo – $6,37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ir dėl gilaus arimo be smulkintų šiaudų – $4,96 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ bei dėl jų užarimo – $5,64 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

5. Iki pavasario nedirbtose ražienose, ant kurių po derliaus nuėmimo paskleisti smulkinti šiaudai ir kitos augalų liekanos, o po 3-4 savaičių išpurkštas raundapas 3 l ha^{-1} , dirvožemio ardymo krituliais procesas buvo sustabdytas ir nuostolių nepatirta.

6. Dirvožemio nuostolius nuo vandeninės erozijos rudenį šviežiai suartose ir nespėjusiose susigulėti dirvose didino krituliai ($r = 0,99$) bei rudens ir žiemos suminis kritulių kiekis ($r = 0,82$). Dirvožemio nuostoliai didėjo, didėjant lietingų dienų skaičiui metuose su per 10 mm ($r = 0,97$) ir per 20 mm kritulių ($r = 0,84$) per parą.

Gauta 2004 06 11

Pasirašyta spaudai 2004 07 12

LITERATŪRA

1. Basalykas A. Lietuvos TSR kraštovaizdis. - Vilnius, 1977, p.77-79
2. Boardman J. Agriculture and erosion in Britain. Geogr. Rev.6. - 1992, p.15-19
3. Büchrier M. Massnahmen zur Euidammung der Bodenerosion. Landtechnik. - 1986, Bol.41, S.393-396
4. Buivydaitė V.V., Vaičys M. Naujoji Lietuvos dirvožemių klasifikacija // Lietuvos dirvožemiai / Lietuvos mokslas, 32 knyga. - Vilnius, 2001, p.281-334

5. Bukantis A. Lietuvos agroklimatinių išteklių kaita ir prognozės // Lietuvos dirvožemių klasifikacija // Lietuvos klimato ir dirvožemio potencialo racionalaus naudojimo perspektyvos: mokslinės konferencijos pranešimai. - Dotnuva-Akademija, 1997, p.5-11
6. Feiza V., Arlauskas M. Methods of primary soil cultivation on sloping agricultural land in Western Lithuania // Žemės ūkio mokslai. - 1995, Nr.4, p.14-19
7. Frielinghaus M., Roth R., Cebulsky I., Clausnitser J. Bewertung von Fruchtarten und Fruchtfolgegliedern hinsichtlich des Bodenschutzes vor Wassererosion // Arch. Acker und Pflanzenbau und Bodenk. - 1986, No.6, S.337-345
8. Gužev P.V., Bulavin L.A., Bačilo H.G. Vlijanie sposobov osnovnoj obrabotki počvy na intensivnost' vodnoj erozii sklonovyh zemel' i produktivnost' sevooborota // Zemledelie i rastenievodstvo / Izv. Akad. agrar. nauk respub. Belarus'. - 2001, No.4, s.54-57
9. Hanna A.Y., Harlan P.W., Lewis D.T. Soil available water as influenced by landscape position and aspect // Agronomy journal an American Society of agronomy publication. - 1982, vol.74, No.6, p.999-1003
10. Jankauskas B. Dirvų apsauga nuo erozijos. - Vilnius, 1990, p.36-51
11. Jankauskas B., Jankauskienė G. Stacionariniai dirvožemio erozijos tyrimai Žemaičių aukštumoje: 2. Vandeninės erozijos intensyvumas // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 2003, t.82, p.20-34
12. Jankauskas B., Švedas A. Vandeninė dirvožemio erozija // Lietuvos dirvožemiai / Lietuvos mokslas, 32 knyga. - Vilnius, 2001, p.719-755
13. Kiburys B. Dirvožemio mechaninė erozija. - Vilnius, 1989, p.18-122
14. Kinderienė I. Žemės dirbimas ir herbicidų naudojimas kalvose // Augalininkystė kalvoto reljefo sąlygomis // Agronominiai, ekonominiai ir ekologiniai aspektai: mokslinės konferencijos pranešimai. - Dotnuva-Akademija, 2000, p.88-94
15. Kinneil P.I.A. The effect of slope length on sediment concentrations associated with side – slope erosion // Soil Science Society of America Journal. - 2000, vol.64, iss.3, p.1004-1008
16. Mehuys G.R., Kirby P.C. Transact. 13 Congress. International. Soil Science. - Hamburg, 1986, vol.4, p.1588-1589
17. Metodinės rekomendacijos po učiutu poverchnostnogo stoka i smyva počv pri izučenii vodnoj erozii. - Leningrad, 1975. - 88s.
18. Pabat I.A. Počvozaščitnaja i vodoregulirujuščaja rol' osnovnoj obrabotki počvy na sklonach // Počvovedenie. - 1978, No.12, s.109-116
19. Pabat I.A., Benedičiuk I.F., Krypt V.I. Poverchnostnyj stok vody i smyv počvy na sklonach v zavisimosti ot vozdeľyvaemoj kul'tury // Počvovedenie. - 1976, No.2, s.107-114
20. Račinskas A. Dirvožemio erozija. - Vilnius, 1990. - 135p.
21. Stancevičius A., Špokienė N., Trečiokas K. ir kt. Verstuvinio ir beverstuvinio žemės dirbimo palyginimas // Žemdirbystės mokslo dabartis ir ateitis. - Dotnuva-Akademija, 1996, p.79-85
22. Strauss P., Klaghofer E. Effect of soil erosion on soil characteristics and productivity // Bodenkultur. - 2001, vol.52, iss.2, p.147-153
23. Schertz D.L., Becherer J. Terminology. Crop residue management to reduce erosion and improve soil quality // Conservation research report. - 1995, November, No.42, p.2
24. Tarakanovas P. Statistinių duomenų apdorojimo programų paketas "Selekcija". - Dotnuva-Akademija, 1999. - 59 p.
25. Truchina N. Minimalaus žemės dirbimo tyrimai Rytų Lietuvos kalvoto reljefo dirvožemyje: daktaro disertacijos santrauka. - Dotnuva-Akademija, 1996, p.22-23
26. VanMuysen W., Govers G., VanOost K., VanRompaey A. The effect of tillage depth, tillage speed, and soil condition on chisel tillage erosivity // Journal of Soil and Water Conservation. - 2000, vol.55, iss.3, p.355-364
27. Visockis O. Dirvožemių erozija. - Vilnius, 1971, p.26-35
28. Zachar D. Soil erosion. - Amsterdam-Oksford-New York, 1982. - 293p.

EFFECTS OF REDUCED SOIL TILLAGE AND PLANT MASS INCORPORATION ON WATER EROSION OF SOIL

I. Kinderienė

Summary

Erosion-preventive practices were investigated during the period 1997-2002 at the Lithuanian Institute of Agriculture's Kaitinėnai Research Station on the slopes with an inclination of 7-8° with a south easterly aspect and on the slopes with an inclination of 7-9° with a southerly aspect. The soil on the top parts of the slopes was moderately eroded *Orthieutric Regosol*, medium and heavy loam, while the bottom parts – weakly eroded *Eutric Albehuvisol*, silty loam.

The experimental findings suggest that reduced (conservation) autumn tillage – chopped straw mulch and Roundup 3 l ha⁻¹ sprayed on sprouted weeds suppressed erosion processes on the slope.

Non-reversible soil tillage – discing with Roundup 3 l ha⁻¹ application before disking, 3-4 weeks after harvesting, compared with deep ploughing reduced soil losses through water erosion on the slope by 77.6 %, discing in combination with Roundup application and chopped straw incorporation by 81.8 %, deep loosening, straw incorporation and catch crops (*Sinapis alba* L.) undersowing by 80.4 %.

The statistical analysis of results shows that the total lost soil volume in freshly ploughed soils that had not settled yet and without a plant cover was largely determined by the amount of precipitation in the autumn ($r = 0.99$) and its sum total during the autumn and winter period ($r = 0.82$).

The greatest soil losses per year resulting from water erosion on the slope were identified when intensive soil tillage – discing, straw incorporation, Roundup 3 l ha⁻¹ application and deep ploughing had been used (6.4 m³ ha⁻¹), also deep ploughing without straw (5.0 m³ ha⁻¹) and with straw (5.6 m³ ha⁻¹) had been employed.

Soil losses through water erosion increased with an increase in the number of days per year with a precipitation rate of over 10 mm ($r = 0.97$) and over 20 mm ($r = 0.84$).

Key words: hillslopes, soil tillage methods, chopped straw, amount of precipitation, soil losses.