

II skyrius. ŽEMDIRBYSTĖ

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė. Mokslo darbai, 2005, 1, 89, 39-52

UDK 631.459:[631.51.003+631.6.02.003]

EROZIJĄ MAŽINANČIŲ PRIEMONIŲ KALVOTO RELJEFO DIRVOSE ENERGINIS IR EKONOMINIS PALYGINIMAS

Irena KINDERIENĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas
Kaltinėnai, Šilalės rajonas
El. p. kaltbs@kaltbs.lzi.lt

Santrauka

Lauko bandymai daryti 1997-2002 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Kaltinėnų bandymų stoties 7-9^o statomo kalvų šlaituose eroduotame pasotintame balkšvažemyje (Jİb-el) – *Eutric Albeluvisols* (ABe-el).

Kalvoto reljefo eroduojamose dirvose apykaitos (AE) ir bendrosios energijos (BE) kiekis miežių ir avižų produkcijoje palankiais metais sukauptas didesnis. 2000 m. iš rudens artoje dirvoje bendrosios energijos (BE) augintų miežių augalų produkcijoje sukaupta 35 % daugiau negu 1999 m., o avižų – 2000 m. 44,9 % daugiau negu 2001 metais.

Gilų rudeninį arimą pakeitus lėkščiajimu, giliu purenimu ar dirvos nedirbant, o erozijai mažinti naudojant šiaudus ir tarpinius pasėlius, apykaitos energijos kiekis avižų produkcijoje iš esmės nepakito. Miežiuose ir poveikio augaluose – avižose apykaitos energijos kiekis turėjo tendenciją mažėti nuo lėkščiajimo arba gilaus purenimo, smulkintų šiaudų įterpimo ir baltųjų garstyčių (*Sinapis alba* L.) įsėjimo į lėkščiuotą ir giliai parentą dirvą. Taikant neverstuvinį žemės dirbimą (lėkščiajimas, gilus purenimas) dirvožemio erozijos nuostoliai šlaite sumažėjo 80,0-80,4 %, palyginus su giliu arimu, o rudenį žemės nedirbant (šiaudai, raundapas) nuostolių nepatirta.

Bearmio žemės dirbimo – lėkščiajimo ir raundapo vartojimo papildymas smulkintų šiaudų metinio derliaus įterpimu lėkščiuojant, palyginus su tokiu pat dirbimu be šiaudų, BE kiekį miežiuose padidino 2,27 GJ ha⁻¹, arba 3,6 %, o AE kiekį – 1,46 GJ ha⁻¹, arba 4,3 %, o avižose atitinkamai 3,17 GJ ha⁻¹, arba 3,9 % ir 0,1 GJ ha⁻¹, arba 0,2 %. Dirvožemio nuostolių nuo vandeninės erozijos bearmiu dirbimu nepatirta.

Miežius auginti šlaite buvo nuostolinga, o avižas – pelninga – pelno gauta 73,4-245,9 Lt ha⁻¹. Avižas auginti labiausiai apsimokėjo raundapu 3 l ha⁻¹ purkštoje, lėkščiuotoje dirvoje.

Reikšminiai žodžiai: kalvotas reljefas, žemės dirbimo būdai, smulkinti šiaudai, tarpiniai pasėliai, apykaitos energija (AE), bendroji energija (BE), pelnas.

Įvadas

Kalvoto reljefo dirvose pagrindinis žemės dirbimas, nuo kurio priklauso derlius kitais metais, turi nebloginti dirvožemio, nes dėl erozijos mažėja augalų produktyvumas, organinės medžiagos kiekis dirvoje, blogėja jos agrofizinės ir kitos savybės.

Gilų verstuvinį arimą keisti sekliu ar giliu neverstuviniu arimu arba visai nearti dirvų, rūpi daugelio šalių tyrėjams. Upsaloje (Švedija) 1991 metais nustatyta, kad gero struktūringumo dirvas dirbti čizeliu kultivatoriumi 20 cm gyliu beveik visada buvo efektyvu. Didinant žemės dirbimo gylį, didėja augalų derlingumas /Ardvison, 1999/. Molio, kaip ir smėlio, dirvose arimas sąlygoja didesnę derlių /Arlauskas ir kt., 1996; Velykis ir kt.,

2003/. Be to, sunkios dirvos yra jautrios verstuvinio arimo atsisakymui /Rasmussen, 1999/. Ilgą laiką žemę dirbant minimaliai, tačiau taikant įprastinę augalų priežiūrą – derlius nesumažėja /Arlauskas, Šlepetienė, 1996/. Supaprastintas žemės dirbimas lygaus reljefo dirvose keleriopai vertingesnis už gilų, nes mažėja energinės sąnaudos produkcijai pagaminti, daroma mažesnė žala aplinkai, o augalų derlingumas beveik nesikeičia /Stancevičius ir kt., 2003/. Mažiausias miežių derlius gautas ploniausiame armenyje (10 cm) dėl drėgmės trūkumo dirvoje pavasarį ir sausesnių periodų metu /Arlauskas, 2000/.

Įvairiose šalyse tyrimais nustatyta, kad dirvožemio struktūringumą ir humusingumą pagerina augalų liekanos, šiaudai. Pirmais metais po 3,5 t ha⁻¹ šiaudų įterpimo į dirvą ir netręšiant arba minimaliai tręšiant azotu, derlingumas sumažėja. Kai kurie norvegų tyrimai rodo, kad avižos jautriau reaguoja į šiaudų įterpimą. Taip pat nurodoma, kad po drėgnesnių metų šiaudai darė mažesnę įtaką kitų metų augalams, negu po sausų. Didelės azoto normos stimuliuoja šaknų augimą, jos nenaudoja derliaus likučių ir dėl to mažai didina derlingumą /Borresen, 1999/. Geriausi rezultatai Vokietijoje /Bernhardt, 1991/ ir Baltarusijoje /Nikončik, 2001/ gauti užarus šiaudus kartu su žaliosiomis trąšomis – aliejiniiais ridikais. Tyrimai rodo, kad šiaudų užarimas, palyginus su arimu be šiaudų, gausina organinių medžiagų kiekį dirvoje /Steinifort, 1983; Bartaševič, 1987; Gavenauskas, 1998/.

Priemolio dirvose išauginto derliaus (5-6 t ha⁻¹) šiaudus įterpus į 20-22 cm gylį derinyje su mineralinių trąšų vartojimu ir mineraliniu N₆₀ ir N₉₀ tręšimu, miežių derlius padidėjo 13-16 %. Paviršinis 14-16 cm šiaudų įterpimas lėkščiavimu neturėjo įtakos augalų derlingumui. Užarti šiaudai neturėjo neigiamos įtakos atsėliuotų kviečių sudygimui bei pasėlio tankumui, o palankiais metais ir grūdų derliui /Skorda ir kt., 1987/. Užarus šiaudus be azoto, miežių derlius sumažėjo 4,2 % /Jovaišienė, 1996/.

Pastaraisiais metais daugiametės piktžolės naikinamos glifosatais. Racionaliai jų naudojant, nebūtina dirvas skusti rudenį /Truchina, 1999; Monstvilaitė, Kinderienė, 2000/. LŽI Kaltinėnų bandymų stotyje 1985-1991 m. darytais tyrimais nustatyta, kad energiniu požiūriu naudingiausia buvo dirvas purkšti herbicidu utalu ir po dviejų savaitių įdirbti sunkiuoju kultivatoriumi (čizeliu). Energinis derliaus priedas gautas du kartus didesnis už papildomas energines sąnaudas /Feiza, 1993/.

Tyrimų tikslas – nustatyti supaprastinto rudeninio žemės dirbimo derinių su smulkinėtų šiaudų įterpimu ir tarpiniam pasėliui skirtų augalų išėjimu įtaką apykaitos ir bendrosios energijos sukaupimui vasarinių javų produkcijoje, jų auginimo sąnaudoms eroduojamose dirvose.

Tyrimų sąlygos ir metodai

Du kompleksiniai priemonių nuo dirvožemio erozijos lauko bandymai daryti 1997-2002 m. Kaltinėnų bandymų stoties žemėje 7-9° statumo pietryčių ir pietų krypties kalvų šlaituose. Dirvožemis – nuardytas pasotintas balkšvažemis. Šlaitų viršutinės ir vidurinės dalys vidutiniškai nuardytos, o apatinės – silpnai su užnešimo žymėmis. Granulimetrinė dirvožemio sudėtis – vidutinio sunkumo ir sunkus priemolis šlaitų viršutinėse dalyse ir lengvas priemolis ant giliau slūgsančio molio ir priemolio – šlaitų apačiose.

Pirmo bandymo dirvožemio rūgštumas artimas neutraliam (pH_{KCl} 6,4-6,6), didelio kalkingumo (280-298 mg kg⁻¹) ir mažo fosforingumo (78-99 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 (265-297 mg kg⁻¹), mažo fosforingumo (49-103 mg kg⁻¹). Šlaito viršutinės ir apatinės dalies dirvožemyje humuso buvo atitinkamai 2,4 % ir 2,9 %.

Eroziją stabilizuojančios priemonės tirtos vasarinuose miežiuose ‘Aukšiniai 3’ ir avižose ‘Jaugila’. Poveikis sektas avižose ‘Jaugila’. Sėjomainos rotacija: 1. Vikių, avižų,

žirnių ir garstyčių mišinys žaliajai trąšai (fonas). 2. Žieminiai kviečiai 'Širvinta' (prieššėlis). 3. Vasariniai miežiai. 4. Avižos. 5. Avižos (poveikis). Naudoti padargai: plūgas PLN-3-35, lėkštinės akėčios BDN-3 ir sunkusis kultivatorius KČ-5,1.

Po kūlimo laukeliuose su šiaudais tręšta amonio salietra (100-ai kg šiaudų 1 kg azoto). Praėjus 3-4 savaitėms po derliaus nuėmimo ir esant palankiems orams, dirva su atžėlusiomis piktžolėmis bei smulkintais šiaudais ir be jų nupurkšta raundapu (glifosatas 360 g l⁻¹) – 3,0 l ha⁻¹. Po purškimo raundapu praėjus dviem savaitėms dirva lėkščiuota ar giliai arta, kartu įterpiant šiaudus. Po javų derliaus nuėmimo į giliai purentą ir lėkščiuotą dirvą įsėti tarpinio pasėlio augalai – baltosios garstyčios 18 kg ha⁻¹. Pavasarį pradžiūvusi dirva lėkščiuota ir kultivuota skersai šlaito. Kultivavimo metu tręšta fosforo, kalio (K₉₀P₉₀) ir azoto trąšomis (N₇₀).

Piktžolės žiemiuose kviečiuose naikintos dialenu 2,5 l ha⁻¹ (2,4-D-dichlorfenoksiacto rūgštis 342 g l⁻¹ + dicamba 34,2 g l⁻¹), vasariniuose miežiuose – 2 l ha⁻¹ MCPA (MCPA 750 g l⁻¹), o avižose – granstaras (tribenuronmetilas 750 g kg⁻¹) su citoveto priedu (20 g ha⁻¹ + 200 g ha⁻¹).

Bandymų laukeliai išdėstyti išilgai šlaito (skersai horizontalių), 4 pakartojimais, atsitiktine tvarka. Bendras laukelių plotas – 211,2 m² ir 278,4 m², apskaitinių – 151,8 m² ir 200,1 m².

Dirvožemio pH_{KCl} nustatytas elektrometriniu, judrūs P₂O₅ ir K₂O – A-L, humusas – Tiurino metodais.

Meteorologinės sąlygos. Palyginus tyrimų metų duomenis tarpusavyje, didžiausiu metiniu kritulių kiekiu išsiskyrė 1998 (965,8 mm kritulių) bei 2001 m. (825,9 mm) su šiai zonai nebūdingais lietingais orais balandį ir gegužę.

Sausi orai, su mažesniu nei daugiametis vidurkis kritulių kiekiu, buvo 1999, 2000 ir 2002 metų pavasariais. Sąlygos javams dygti buvo labai nepalankios. Dėl sausringų pavasario orų miežiai ir avižos dygo nevienodai šlaite ir skirtingai rudenį dirbtuose laukeliuose. Dažnai dygimas šlaito viršuje ir viduryje buvo uždelstas, dėl to vasarinių javų pasėliuose buvo gausu skirtingų augimo tarpsnių augalų. Esminiai fenologiniai skirtumai tarp augalų išliko iki derliaus nuėmimo. Greitesnis ir gausesnis vasarinių javų sudyginimas visais tyrimų metais nustatytas iš rudens giliai artoje dirvoje.

Rudenį 1997, 1998, 1999 ir 2000 metais daugiausia lijo spalį. Labai lietingas rugsėjis buvo 2001 metais – daugiametis vidurkis viršytas net 47,2 procento.

Kovo orai šiltesni buvo 1999 ir 2002 metais, kai vidutinė oro temperatūra buvo atitinkamai 2°C ir 2,1°C. Balandžio mėnesį buvo sausa ir šilta 1998, 1999 ir 2000 m., o gegužės – 1998 ir 2002 metais. Paskutiniai treji metai po 1999-ųjų buvo su šiltomis vasaromis. 1997, 1998 ir 2001 metų rugsėjo mėnesio temperatūra beveik atitiko daugiametei. Šilčiau šiuo laiku (net 2,4°C) buvo tik 1999 metais. Dėl šviesos ir šilumos trūkumo 1998 (6,1°C) ir 1999 m. spalį (6,6°C) lėtai augo tarpiniai posėliniai augalai. Šiltesni spalio orai, palyginus su daugiamečiu vidurkiu, buvo 2000 ir 2001 metais.

Tyrimų metodai. Augalų produktyvumas t ha⁻¹ nustatytas svėrimu. Javų grūdų derlius perskaičiuotas 15 % drėgnumo, po to į sausųjų medžiagų derlių. Bendrosios ir apykaitos energijoms apskaičiuoti augalų produkcijoje naudoti ekvivalentai, kurie dauginti iš sausųjų medžiagų derliaus /Jankauskas ir kt., 2000/. Tyrimo duomenų statistinis patikimumas apskaičiuotas dispersinės analizės metodu, naudojant programą ANOVA. Statistinė takų koeficientų analizė (programa STAT_ENG) naudota tarpusavio ryšių pobūdžiui ir stiprumui nustatyti tarp miežių bei avižų produktyvumo, kuriam įtakos turėjo bendras piktžolių ir varpučių kiekis bei masė, kritulių kiekis, dirvožemio drėgmė /Tarakanovas, 2003/. Bendrosios energijos sąnaudos degalams, trąšoms, sėklai ir pesticidams, traktorių ir žemės ūkio mašinų energoimlumas ir žmogaus darbo sąnaudos apskaičiuotos pagal A. Aleksyną /Aleksynas, 1990/.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Apykaitos (AE) ir bendrosios (BE) energijų sukaupimas augalinėje produkcijoje.

Apykaitos ir bendrosios energijų sukaupimas miežių grūduose atskirais metais, atsižvelgiant į gautą derlių, buvo nevienodas – didesnė šių energijų sanaupta gauta palankesniais augalams augti 2000-aisiais metais.

Apykaitos energijos (AE) kiekis 1999-2000 metais miežių augalinėje (grūdai+šiaudai) produkcijoje, o 2000-2001 metais – avižų augalinėje (grūdai+šiaudai) produkcijoje pateiktas 1 lentelėje.

1 lentelė. Žemės dirbimo būdų ir eroziją mažinančių priemonių (smulkintų šiaudų, tarpinio pasėlio augalų) įtaka apykaitos energijos (AE) kiekiui vasarinių javų produkcijoje

Table 1. The effect of soil tillage methods and measures of erosion stabilization (chopped straw, catch crop) on the content of metabolizable energy (ME) in the production of spring cereals

Kaltinėnai, 1999-2002 m.

Variantas <i>Treatment</i>	Miežiai / <i>Barley</i> 1999-2000 m. vidurkiai <i>average</i>		Avižos / <i>Oats</i> 2000-2001 m. vidurkiai <i>average</i>		Avižos (poveikis) <i>Oats (effect)</i> 2001-2002 m. vidurkiai <i>average</i>	
	AE/ME GJ ha ⁻¹	%	AE/ME GJ ha ⁻¹	%	AE/ME GJ ha ⁻¹	%
	Arimas (kontr. var.) <i>Ploughing (control)</i>	33,82	100	39,51	100	20,76
Šiaudai, arimas <i>Straw, ploughing</i>	32,68	96,6	40,08	101,4	22,24	107,1
Raundapas, lėkščiavimas, nearta <i>Roundup, discing, no ploughing</i>	33,55	99,2	41,84	105,9	22,78	109,7
Šiaudai, raundapas, lėkščiavimas, nearta <i>Straw, Roundup, discing, no ploughing</i>	35,01	103,5	41,94	106,1	21,27	102,4
Šiaudai, lėkščiavimas, tarpiniai pasėliai, nearta / <i>Straw, discing, catch crop, no</i> <i>ploughing</i>	29,30	86,6	41,00	103,8	18,42	88,7
Šiaudai, gilus purenimas, tarpiniai pasėliai, nearta / <i>Straw, deep loosening,</i> <i>catch crop, no ploughing</i>	32,60	96,4	41,71	105,6	19,43	93,6
Šiaudai, raundapas, nearta <i>Straw, Roundup, no ploughing</i>	33,98	100,5	37,50	94,9	23,38	112,6
Šiaudai, lėkščiavimas, raundapas, arimas <i>Straw, discing, Roundup, ploughing</i>	32,81	97,0	42,78	108,3	22,22	107,0
R ₀₅ / LSD ₀₅	4,34	13,03	5,09	12,49	2,95	13,85

Miežių augalinės produkcijos apykaitos energijos kiekio dvejų metų duomenys rodo, kad vietoj gilaus arimo žemę įdirbus rudenį lėkštinėmis akėčiomis, o po to išėjus baltąsias garstyčias (*Sinapis alba* L.) erozijos stabilizavimui, tačiau piktžolių naikinimui nenaudojant herbicido raundapo, miežių produkcijoje (grūduose ir šiauduose) jos iš esmės – 13,4 % (R_{05} 13,03) sumažėjo. AE kiekio sumažėjimui, taikant minėtas priemones ir nepurškiant raundapu, turėjo įtakos daugiamečių dviskilčių piktžolių pagausėjimas 2,3 karto. Statistinė analizė parodė stiprią koreliacinę priklausomybę tarp AE kiekio ir daugiamečių dviskilčių piktžolių orasausės masės ($r=-0,82$).

AE vidutiniams duomenims taip pat turėjo įtakos 1999 metų sausringi orai, dėl kurių miežių produkcijoje apykaitos energijos sukaupta 5,2 GJ, arba 32,3 % mažiau. AE daugiausiai sukaupta miežiuose, augusiuose artoje dirvoje. Palankesniais augimui 2000 metais naudotos priemonės AE kiekiui reikšmingos įtakos neturėjo. Vidutiniai duomenys rodo, kad sunkiuoju kultivatoriumi KČ-5,1 įdirbtoje dirvoje, kartu įterpus ir šiaudus, o po to išėjus baltąsias garstyčias, apykaitos energijos miežiuose sukaupta 3,6 % mažiau, negu giliai artoje. Iš rudens neartoje, tačiau raundapu purkštoje, o po to lėkščiuitoje su šiaudais ir raundapu purkštoje, šiaudais mulčiuotoje, neartoje dirvoje nustatyti apykaitos energijos neesminiai priedai – atitinkamai 3,5 % ir 0,5 %.

Lentelėje pateikti apykaitos energijos duomenų vidurkiai rodo, kad naudotos priemonės, įskaitant ir žemės dirbimo supaprastinimą, neturėjo neigiamos įtakos apykaitos energijos kiekiui avižų produkcijoje. Po intensyvaus (šiaudai, lėkščiaivimas, raundapas, arimas) rudeninio dirvos dirbimo 2000 metais AE kiekis, sukauptas avižose, buvo 29,1 % didesnis, palyginus su kontroliniu variantu, o 2001 metais šios energijos kiekis nuo naudotų priemonių iš esmės nepakito.

Poveikio augalų – avižų augalinėje produkcijoje AE sukaupta atskirais metais nevienodai. Jei 2002 m. esminių skirtumų tarp duomenų negauta, tai 2001 metais jų buvo nuo daugelio naudotų priemonių: kai avižos augintos po intensyvaus rudeninio dirbimo (AE ir BE sukaupta po 59,4 % daugiau negu grūduose po arimo) ir po raundapo purškimo ir lėkščiaivimo derinimo (AE – 56,4 % ir BE – 56,6 %). Dėl kitų priemonių naudojimo AE ir BE energijų 2001 m. sukaupta mažiau.

Dvejų metų (2001-2002) vidutiniais duomenimis, palyginus su AE avižose augusiose artoje dirvoje (kontr. var.), apykaitos energijos 12,6 % daugiau buvo neartoje, raundapu purkštoje ir šiaudais mulčiuotoje dirvoje. Giliai purentoje arba lėkščiuotoje dirvoje, į kurią išėti tarpinio pasėlio augalai ir paskleisti smulkinti šiaudai, bet nepurkštoje herbicidu raundapu, gausiai išplito paprastieji varpučiai ir kitos daugiametės piktžolės, dėl kurių mažėjo javų produktyvumas, ir apykaitos energija – atitinkamai 6,4 % ir 11,3 %.

Apibendrinus rezultatus galima teigti, kad žemės dirbimo supaprastinimas ir minimalizavimas bei bearimio žemės dirbimo taikymas kalvose neturėjo įtakos poveikio augalų (avižų) produkcijos apykaitos energijai.

Dvejų metų bendrosios energijos derliaus vidurkiai miežiuose ir avižose rodo, kad BE kiekiai nevienodomis metų meteorologinėmis sąlygomis eroduotoje, skirtingai rudenį dirbtoje dirvoje buvo sukaupti nevienodi. Miežių augalinėje produkcijoje 1999 metais BE kiekis buvo gautas 35 % mažesnis negu 2000 metais, o avižų – 2001 metais net 44,9 % mažesnis negu 2000 metais. Be to, BE, kaip ir AE, 1999 metais nuo visų naudotų priemonių miežių produkcijoje (grūdai+šiaudai) sukaupta 4,1-47,2 % mažiau, palyginus su kontroliniu variantu (giliu arimu).

Tai matyti ir iš vidutinių dvejų metų duomenų – šešiuose iš septynių variantų gautas BE sumažėjimas nuo 0,7 % iki 14,4 % (2 lentelė).

2 lentelė. Žemės dirbimo būdų ir eroziją mažinančių priemonių (šiaudų, tarpinio pasėlio augalų) įtaka bendrosios energijos (BE) kiekiui vasarinių javų produkcijoje

Table 2. The effect of soil tillage methods and measures of erosion stabilization (chopped straw, catch crop) on the total content of energy (TE) in the production of spring cereals
Kaltinėnai, 1999-2002 m.

Variantas <i>Treatment</i>	Miežiai / <i>Barley</i> 1999-2000 m. vidurkiai <i>Average</i>		Avižos / <i>Oats</i> 2000-2001 m. vidurkiai <i>Average</i>		Avižos (poveikis) <i>Oats (effect)</i> 2001-2002 m. vidurkiai / <i>Average</i>	
	BE/TE GJ ha ⁻¹	%	BE/TE GJ ha ⁻¹	%	BE/TE GJ ha ⁻¹	%
	Arimas (kontr. var.) <i>Ploughing (control)</i>	62,46	100	81,51	100	42,54
Šiaudai, arimas <i>Straw, ploughing</i>	58,23	93,2	81,27	99,7	45,76	107,6
Raundapas, lėkščiavimas, nearta <i>Roundup, discing, no ploughing</i>	62,01	99,3	86,36	105,9	48,56	114,1
Šiaudai, raundapas, lėkščiavimas, nearta <i>Straw, Roundup, discing, no ploughing</i>	64,28	102,9	89,53	109,8	44,09	103,6
Šiaudai, lėkščiavimas, tarpiniai pasėliai, nearta <i>Straw, discing, catch crop, no ploughing</i>	53,46	85,6	85,48	104,9	38,48	90,3
Šiaudai, gilus purenimas, tarpiniai pasėliai, nearta <i>Straw, deep loosening, catch crop, no ploughing</i>	59,87	95,8	85,40	104,8	40,59	95,4
Šiaudai, raundapas, nearta <i>Straw, Roundup, no ploughing</i>	59,88	95,9	76,60	94,0	47,57	111,8
Šiaudai, lėkščiavimas, raundapas, arimas <i>Straw, discing, Roundup, ploughing</i>	58,11	93,0	86,75	106,4	45,38	106,7
<i>R₀₅ / LSD₀₅</i>	7,12	13,63	11,60	10,30	5,70	13,81

BE kiekio esmingas sumažėjimas (9,0 GJ ha⁻¹) nustatytas nuo lėkščiavimo, šiaudų įterpimo ir baltųjų garstyčių įsėjimo dėl ženklus bendrosios energijos kiekio sumažėjimo 1999 metais. Palyginus su giliu arimu, jos kiekio mažėjimo tendencija nustatyta nuo purškimo raundapu ir lėkščiavimo – 0,7 % ir 7,0 % – nuo intensyvaus rudeninio dirbimo (lėkščiavimo, smulkintų šiaudų įterpimo, raundapo purškimo ir gilaus arimo). Vertinant miežių ir avižų grūdų derlingumo pokyčius, kurie priklausė nuo įvairių veiksnių, paaiškėjo, kad vasarinių javų derlingumas labiausiai priklausė nuo kritulių kiekio per augalų vegetaciją

($r = 0,76$) ir drėgmės kiekio dirvožemyje ($r = 0,59$). Metinis kritulių kiekis, daugiamečių ir kitų piktžolių kiekis mažai turėjo įtakos produktyvumui, o tai pat ir energijos kiekiui produkcijoje.

Bearimą žemės dirbimą – lėkščiavimą ir raundapo vartojimą – papildžius smulkintų šiaudų metiniu derliumi ir jį įterpus lėkščiuojant, palyginus su tokiu pat dirbimu be šiaudų, bendrosios energijos (BE) kiekis miežiuose padidėjo $2,27 \text{ GJ ha}^{-1}$, arba 3,6 %. Dėl bearimio dirbimo dirvožemio nuostolių nuo vandeninės erozijos nepatirta.

Nors avižose esminių BE derliaus priedų negauta, tačiau nuo supaprastintų dirbimų – raundapo vartojimo ir lėkščiavimo, taip pat nuo raundapo, lėkščiavimo ir šiaudų įterpimo energija turėjo tendenciją didėti 5,9-9,8 %, o nuo gilaus purenimo, smulkintų šiaudų įterpimo ir baltųjų garstyčių įsėjimo – 4,8 %. Tačiau 2000-2001 m. duomenimis, šiaudų aparimu BE avižų augalinėje produkcijoje sukaupta 0,3 % mažiau, o šiaudų mulčiavimu – 6 % mažiau.

Poveikio augaluose avižose BE esmingas priedas – $6,02 \text{ GJ}$, arba 14,1 % gautas miežiams, po to avižoms iš rudens panaudojus raundapą (3 l ha^{-1}) ražienose ir praėjus 2 savaitėms jas sulėkščiaus. Net 11,8 % daugiau BE (priedas neesminis), palyginus su giliu arimu, gauta po dvejus metus iš eilės taikyto konservuojamojo rudeninio dirbimo (raundapo purškimo ant smulkintų šiaudų). Poveikio augalų – avižų BE sukauptimo sumažėjimui 4,6-9,7 %, kaip minėta, įtakos turėjo piktžolėtumo padidėjimas gilaus purenimo ir lėkščiavimo variantuose, kuriuose nenaudotas herbicidas raundapas, o įterpti šiaudai ir išėtos baltosios garstyčios.

Išanalizavus bandymų duomenis (trys sėjomainos augalai auginti po dvejus metus) nustatyta, kad kalvose gilų arimą supaprastinus ir pakeitus lėkščiavimu ar giliu purenimu arba visiškai nedirbant tik naudojant šlaite herbicidą raundapą bei smulkintų šiaudų mulčią, AE kiekis iš esmės nepakito, o BE kiekis poveikio augaluose po vasarinių javų (miežių ir avižų) auginimo padidėjo išpurškus raundapą 3 l ha^{-1} po derliaus nuėmimo praėjus 3-4 savaitėms ir lėkščiavimo dar po 2 savaitių.

Naudotų priemonių energinis vertinimas. Žemės ūkiui intensyvuoti naudojama daug įvairios antropogeninės energijos. Tačiau pastaruoju metu pastebėta, kad naudojant šios energijos daug, jos naudingumo koeficientas mažėja, tai reiškia, kad didėja naudingos energijos nuostoliai. Siekiant gausaus derliaus, vienas iš pagrindinių šiuolaikinės racionalios žemdirbystės uždavinių yra energijos sąnaudų mažinimas.

Daugiausiai apykaitos energijos nuardytuose kalvų šlaituose sukauptė žolių-javų ir lauko sėjomainų augalai – atitinkamai $68,4 \text{ GJ ha}^{-1}$ ir $68,0 \text{ GJ ha}^{-1}$ /Jankauskas, Jankauskienė, 2004/. Skirtingai auginami lauko sėjomainos augalai sukauptė nevienodai energijos masės: organinėje-biologinėje žemdirbystės sistemoje – $32,5 \text{ GJ ha}^{-1}$, o intensyvioje – 56 GJ ha^{-1} /Bundinienė, 2003/. LŽUŪ bandymų stotyje, lygiame reljefe atliktais tyrimais nustatyta, kad taikant seklių ir bearimą žemės dirbimus, energijos sąnaudos mažėjo atitinkamai 3,1 % ir 10,9-13,1 %, o energijos efektyvumas didėjo /Jodaugienė, 2002; Stancevičius ir kt., 2003/.

Technologinių procesų energetiniam vertinimui ir palyginimui buvo atlikti energijos balanso skaičiavimai. Kaip rodo vidutiniai 1999-2000 metais naudotų agropriemonių energetinio įvertinimo vasariniuose miežiuose duomenys, raundapo purškimas, po to lėkščiavimas, kartu įterpiant susmulkintus šiaudus, palyginus su arimu, davė didžiausią energijos priedą (17,9 %) (3 lentelė). Nuo raundapo ir šiaudų mulčio, palikto ant ražienų, energijos sukaupta 13,3 % daugiau negu nuo gilaus arimo ir 8,5 % daugiau negu nuo šiaudų užarimo. Vien nuo šiaudų užarimo bendrosios energijos padidėjo 4,8 %, o nuo jų įlėkščiavimo – 5,6 %. Energijos priedų negauta nuo lėkščiavimo, šiaudų ir tarpinių pasėlių ir nuo intensyvaus rudeninio dirvų dirbimo šlaite.

3 lentelė. Žemės dirbimo būdų ir eroziją mažinančių priemonių (šiaudų, tarpinio pasėlio augalų) energinis įvertinimas miežiuose

Table 3. The energy estimation of autumn soil tillage methods and measures of erosion stabilization (chopped straw, catch crop) for spring barley cultivation

Kaltinėnai, 1999-2000

Variantas <i>Treatment</i>	Bendrosios energijos kiekis GJ ha ⁻¹ <i>Total amount of energy GJ ha⁻¹</i>	Energijos išlaidos GJ ha ⁻¹ <i>Energy costs GJ ha⁻¹</i>	Energijos priedai GJ ha ⁻¹ <i>Extra energy GJ ha⁻¹</i>		Energijos transformacijos koeficientas <i>Energy trans- formation coefficient</i>
			iš viso <i>total</i>	%	
Arimas (kontr. var.) <i>Ploughing (control)</i>	57,58	24,36	33,22	100	2,4
Šiaudai, arimas <i>Straw, ploughing</i>	58,67	23,85	34,82	104,8	2,4
Raundapas, lėkščiavimas, nearta / <i>Roundup, discing, no ploughing</i>	62,55	25,23	37,32	112,3	2,4
Šiaudai, raundapas, lėkščiavimas, nearta <i>Straw, Roundup, discing, no ploughing</i>	63,92	24,73	39,19	117,9	2,6
Šiaudai, lėkščiavimas, tarpiniai pasėliai, nearta <i>Straw, discing, catch crop, no ploughing</i>	53,75	23,66	30,09	90,5	2,3
Šiaudai, gilus purenimas, tarpiniai pasėliai, nearta <i>Straw, deep loosening, catch crop, no ploughing</i>	60,09	23,77	36,32	109,3	2,5
Šiaudai, raundapas, nearta <i>Straw, Roundup, no ploughing</i>	62,38	24,73	37,65	113,3	2,5
Šiaudai, lėkščiavimas, raundapas, arimas <i>Straw, discing, Roundup, ploughing</i>	57,80	25,21	32,59	98,1	2,3

Supaprastinto pagrindinio žemės dirbimo ir jo derinių su smulkintais šiaudais, tarpiniais pasėliais ir herbicido raundapo naudojimas kalvose nepalankiais miežių augimui metais, kai gauti labai maži grūdų ir šiaudų derlingumai, energiniu požiūriu buvo nuostolingas, nes energijos išlaidos viršijo pajamas.

Energijos kiekio miežiuose analizė rodo, kad taikant supaprastintą žemės dirbimą ir kitas dirvožemio stabilumą kalvose didinančias priemones, nuo 1 GJ, sunaudoto produkcijai, bendros energijos gauta tik 2,3-2,6 GJ. Panaudojus šiaudus, raundapą ir lėkščiavimą, energijos naudingumo koeficientas, palyginus su giliu arimu, buvo didesnis 0,2, o taikant gilųjį neverstuvinį purenimą, šiaudų įterpimą sunkiuoju kultivatoriumi ir tarpinių augalų išėjimą bei smulkintų šiaudų mulčią ir vartojant 3 l ha⁻¹ raundapo, – 0,1. Neverstuvinio žemės dirbimo būdai (lėkščiavimas, gilus purenimas) dirvožemio erozijos nuostolius šlaite, palyginus su giliu arimu, sumažino 80,0-80,4 %, o rudenį žemės nedirbant (šiaudai, raundapas) – jų nebuvo.

Ir avižų, ir miežių energijos išlaidų struktūra buvo panaši (4 lentelė).

4 lentelė. Žemės dirbimo būdų ir eroziją mažinančių priemonių (šiaudų, tarpinių augalų) energinis įvertinimas avižose

Table 4. The energy estimation of soil tillage methods and measures of erosion stabilization (chopped straw, catch crops) for oats cultivation

Kaltinėnai, 2000-2001 m.

Variantas <i>Treatment</i>	Bendrosios energijos kiekis GJ ha ⁻¹ <i>Total amount of energy GJ ha⁻¹</i>	Ener-gijos išlai-dos GJ ha ⁻¹ <i>Energy costs GJ ha⁻¹</i>	Ener-gijos pajamos GJ ha ⁻¹ <i>Income of energy GJ ha⁻¹</i>		Ener-gijos transfor-macijos koefi-cientas <i>Energy transfor-mation coefficient</i>	Ener-gijos pajamų metinis vidurkis GJ ha ⁻¹ <i>Annual average income of energy GJ ha⁻¹</i>
			iš viso <i>total</i>	%		
Arimas (kontr. var.) <i>Ploughing (control)</i>	88,72	24,36	64,36	100	3,6	48,8
Šiaudai, arimas <i>Straw, ploughing</i>	88,39	23,85	64,54	100,3	3,7	49,7
Raundapas, lėkščiavimas, nearta <i>Roundup, discing, no ploughing</i>	93,56	25,23	68,33	106,2	3,7	52,8
Šiaudai, raundapas, lėkščiavi-mas, nearta / <i>Straw, Roundup, discing, no ploughing</i>	94,23	24,73	69,50	108,0	3,8	54,3
Šiaudai, lėkščiavimas, tarpiniai pasėliai, nearta / <i>Straw, discing, catch crop, no ploughing</i>	92,62	23,66	68,96	107,1	3,9	49,5
Šiaudai, gilus purenimas, tarpiniai pasėliai, nearta <i>Straw, deep loosening, catch crop, no ploughing</i>	92,56	23,77	68,79	106,9	3,9	52,5
Šiaudai, raundapas, nearta <i>Straw, Roundup, no ploughing</i>	84,06	24,73	59,33	92,2	3,4	48,5
Šiaudai, lėkščiavimas, raunda-pas, arimas / <i>Straw, discing, Roundup, ploughing</i>	93,99	25,21	68,78	106,9	3,7	50,6

Avižų 2000-2001 metų grūdų ir šiaudų energinis derlius kontroliniame variante gautas 35 % didesnis negu miežių, todėl auginti avižas, naudojant supaprastintą žemės dirbimą, buvo pelninga. Palyginus su kontroliniu variantu, 7,8 % mažesnis avižų energinis, kaip ir natūrinis, derlius gautas dirvos šlaite ne įdirbant, o ant razių su šiaudais išpurškiant raundapą. Nuo kitų supaprastinto žemės dirbimo būdų ir eroziją mažinančių priemonių (šiaudų ir tarpinių pasėlių) derinių avižose nuo lėkščiavimo energiniai derliaus priedai sudarė 6,2-8,0 %, o nuo gilaus purenimo – 6,9 %.

Nuo gilaus rudeninio šiaudų uždaro bendrosios energijos kiekis sumažėjo 0,3 GJ ha⁻¹, o nuo šiaudų lėkščiavimo gauta 1,8 GJ ha⁻¹ daugiau, negu atitinkamai dirbant be šiaudų. Kitų agropriemonių energinis apsimokėjimas ir energijos pajamos avižose buvo panašūs kaip ir miežiuose. Energinis derlius, palyginus su kontroliniu variantu, buvo 4,66 GJ ha⁻¹ mažesnis, o gautos energinės pajamos 7,8 % mažesnės konservuojamojo dirbimo – dėl šiaudų mulčio ir raundapo. Taip dirbant, energijos transformacijos koeficientas taip pat buvo mažiausias (3,4).

Energijos panaudojimo koeficientas avižose gautas didesnis negu miežiuose, o 1 GJ sunaudotos energijos davė 3,4-3,9 GJ bendrosios energijos.

Miežių ir avižų metinis energinis pajamų vidurkis gautas didžiausias – 54,3 GJ ha⁻¹, didesnis 5,5 GJ ha⁻¹ nei kontroliniame variante nuo šiaudų, raundapo 3 l ha⁻¹ purškimo ir seklaus bearimo dirbimo (lėkščiavimo) ir 4 GJ ha⁻¹ nuo raundapo ir lėkščiavimo derinimo.

Ekonominis agrotechnikos priemonių palyginimas. Siekiant naudotas priemones įvertinti ekonominiu požiūriu, naudotasi žemės ūkio mašinų ir agregatų visiems pagrindiniams žemės ūkio darbams (pagrindinio žemės dirbimo, sėjos, pasėlių priežiūros, derliaus nuėmimo) įkainiais. Įkainiai skirti agroserviso įmonėms, žemės ūkio bendrovėms, ūkininkams ir organizacijoms /Mechanizuotų agroserviso..., 1998/. Miežių ir avižų 1 tonos kaina be PVM įvertinta 400 Lt.

Kadangi išlaidos žemės ūkio darbams buvo 1 100,1-1 277,0 Lt ha⁻¹, o užaugintos produkcijos vertė nedidelė – 771-846 Lt ha⁻¹ dėl ypač mažo (0,9-1,3 t ha⁻¹) atskirų metų miežių derlingumo, todėl miežiuose visos priemonės nuo erozijos buvo nuostolingos (5 lentelė).

Nuostolis nuo agropriemonių ir jų derinių naudojimo siekė vidutiniškai 362,9-614,9 Lt ha⁻¹. Dėl raundapo ir lėkščiavimo derinimo javų auginimo nuostolis buvo mažesnis 21,7 Lt ha⁻¹, negu dirvos gilus arimas (kontr. var.). Palyginus su arimu, didžiausias nuostolis (179,80 Lt ha⁻¹) gautas intensyviai rudenį žemę dirbant (lėkščiuojant, purškiant raundapą, giliai užariant šiaudus). Taikant šias priemones, dirvožemio nuostolių patirta daugiausiai (6,37 m³ ha⁻¹). Rudenį dirvą laikinai konservuojant, t. y. paliekant neartą, o tik purškiant raundapu, nuostolis, palyginus su arimu, buvo 35,7 Lt ha⁻¹ mažesnis. Tačiau, išanalizavus ankstesnių tyrimų rezultatus, galima teigti, kad palankesniais miežių augimui metais nuostolių būtų išvengta arba net gautas pelnas.

Ekonominiai skaičiavimai rodo, kad pajamų daugiau gauta tik auginant avižas, nes joms augti sąlygos buvo palankesnės nei miežiams. Didžiausias pelnas (245,9 Lt ha⁻¹), auginant avižas, gautas nuo raundapo 3,0 l ha⁻¹ ir dirvos dirbimo lėkštinėmis akėčiomis. Palyginus su giliu arimu, pelnas nuo šio dirbimo sudarė 64,9 Lt ha⁻¹. Užarus smulkintų šiaudų metinių derlių, pelno gauta 4,1 Lt ha⁻¹, palyginus su arimu be šiaudų. Net 107,6 Lt ha⁻¹ jis buvo mažesnis nuo intensyvaus rudeninio dirbimo – lėkščiavimo, raundapo ir gilaus šiaudų uždaro. Kiti žemės dirbimo ir šiaudų bei tarpinio pasėlio augalų deriniai davė mažesnę pelną negu gilus arimas. Eroziją mažinančias priemones (šiaudai, tarpiniai pasėliai) derinant su supaprastintu žemės dirbimu, augintos produkcijos savikaina padidėjo. Netuose, dėl sąnaudų herbicido raundapo išigijimui herbicidu purkštuose, šiaudais mulčiuo

5 lentelė. Žemės dirbimo būdų ir eroziją mažinančių priemonių (šiaudų, tarpinio pasėlio augalų) ekonominis įvertinimas vasariniuose javuose

Table 5. The economic estimation of soil tillage methods and measures of erosion stabilization (chopped straw, catch crop) for spring cereals

Kaltinėnai, 1999-2001

Variantas <i>Treatment</i>	Pajamos Lt ha ⁻¹ <i>Income Lt ha⁻¹</i>		Pelnas (+) arba nuostolis (-) Lt ha ⁻¹ <i>Profit (-) or loss (+) Lt ha⁻¹</i>	
	miežių derliaus vertė Lt ha ⁻¹ <i>value of barley yield Lt ha⁻¹</i>	avižų derliaus vertė Lt ha ⁻¹ <i>value of oats yield Lt ha⁻¹</i>	miežiai <i>barley</i>	avižos <i>oats</i>
Arimas (kontr. var.) <i>Ploughing (control)</i>	846,3	1281,0	-362,85	181,00
Šiaudai, arimas <i>Straw, ploughing</i>	834,0	1320,2	-410,15	185,10
Raundapas, lėkščiavimas, nearta <i>Roundup, discing, no ploughing</i>	836,8	1357,9	-384,35	245,90
Šiaudai, raundapas, lėkščiavimas, nearta <i>Straw, Roundup, discing, no ploughing</i>	878,4	1301,8	-377,75	154,80
Šiaudai, lėkščiavimas, tarpiniai pasėliai, nearta / <i>Straw, discing, catch crop, no ploughing</i>	793,4	1206,4	-446,75	105,30
Šiaudai, gilus purenimas, tarpiniai pasėliai, nearta / <i>Straw, deep loosening, catch crop, no ploughing</i>	784,0	1234,3	-416,15	143,20
Šiaudai, raundapas, nearta <i>Straw, Roundup, no ploughing</i>	801,4	1248,4	-404,75	151,40
Šiaudai, lėkščiavimas, raundapas, arimas <i>Straw, discing, Roundup, ploughing</i>	771,2	1350,4	-614,95	73,40

tuose (konservuojamojo dirbimo) variantuose išlaidos javams auginti didėjo. Palyginus su giliu arimu ir šiaudų surinkimu bei išvežimu iš lauko, miežių 100 kg produkcijos savikaina nuo raundapo purškimo ir lėkščiaavimo buvo didesnė 5,3 %, o avižų – 2,3 %, nuo lėkščiaavimo, šiaudų įterpimo ir tarpinių augalų išėjimo – atitinkamai 9,4 % ir 6,3 %, o nuo intensyvaus rudeninio dirbimo – atitinkamai 25,9 % ir 10,1 %.

Išvados

1. Apykaitos (AE) ir bendrosios energijos (BE) kiekis miežių ir avižų augalinėje produkcijoje palankiais jų augimui metais sukauptas didesnis. BE miežių produkcijoje 2000 metais sukaupta 35 % daugiau negu 1999 metais, o avižų – 2000 metais 44,9 % daugiau negu 2001 metais. Panašūs ir apykaitos energijos skirtumai.

2. Bearimio žemės dirbimo – lėkščiavimo ir raundapo naudojimą šlaite papildžius smulkintų šiaudų metiniu derliumi ir jų įterpimu lėkščiuojant, palyginus su tokiu pat dirbimu be šiaudų, bendrosios energijos (BE) kiekis miežiuose padidėjo 2,27 GJ ha⁻¹, arba 3,6 %, o apykaitos energijos kiekis – 1,46 GJ ha⁻¹, arba 4,3 %, avižose, atitinkamai – 3,17 GJ ha⁻¹, arba 3,9 % ir 0,1 GJ ha⁻¹, arba 0,2 %.

3. Vietoj arimo dirvą šlaite įdirbus lėkštinėmis akėčiomis ir įterpus šiaudus, o po to įsėjus baltąsias garstyčias dėl erozijos mažinimo ir nenaudojant herbicido raundapo, AE kiekis miežių produkcijoje (grūduose ir šiauduose) iš esmės sumažėjo 13,4 %, o BE – 14,4 % dėl daugiamečių piktžolių išplitimo.

4. Žemės dirbimo supaprastinimas ir derinimas su smulkintų šiaudų įterpimu, herbicido raundapo naudojimu ir baltųjų garstyčių įsėjimu neturėjo įtakos apykaitos ir bendrosios energijų kiekiui avižų produkcijoje.

5. Gilaus arimo pakeitimas kalvose rudenį konservuojamuoju dirbimu – šiaudų mulčiu ir herbicido raundapo (3,0 l ha⁻¹) purškimu, kuriame eroziniai procesai nevyko, avižų produktyvumui esminės įtakos neturėjo. Nuo šio dirbimo išryškėjo teigiamas poveikis.

6. Giliai purentoje sunkiuoju kultivatoriumi ar sekliai lėkščiuotoje lėkštinėmis akėčiomis dirvoje su įterptais dirbimo metu smulkintais šiaudais, po to išėtomis baltosiomis garstyčiomis (*Sinapis alba* L.), išplito paprastieji varpučiai ir kitos daugiametės piktžolės, todėl sumažėjo miežių (1,2-8,9 %) ir avižų (3,6-5,8 %) grūdų derlius, gautas mažesnis bendrosios ir apykaitos energijų kiekis. Dėl šių priemonių dirvožemio nuostolių patirta daugiausiai (6,37m³ ha⁻¹).

7. Miežius auginti šlaite nuostolinga, o avižas – pelninga (pelnas 73,4-245,9 Lt ha⁻¹). Didžiausias pelnas (245,9 Lt ha⁻¹) auginant avižas šlaite gautas nupurškus dirvą po grūdų derliaus nuėmimo praėjus 3-4 savaitėms raundapu (3,0 l ha⁻¹), o dar po 2 savaičių įdirbus lėkštinėmis akėčiomis. Palyginus su giliu arimu, pelnas nuo šio dirbimo sudarė 64,9 Lt ha⁻¹, nuo smulkintų šiaudų metinio derliaus užarimo – 4,1 Lt ha⁻¹. Nuo intensyvaus rudeninio dirbimo – lėkščiavimo, raundapo purškimo ir gilaus šiaudų užarimo jis gautas mažiausias – 73,4 Lt ha⁻¹ ir net 107,6 Lt ha⁻¹ mažesnis negu giliai ariant. Kiti supaprastinto žemės dirbimo, šiaudų ir tarpinio pasėlio deriniai davė mažesnę pelną negu gilus arimas.

Gauta 2004 09 13

Pasirašyta spaudai 2004 11 26

LITERATŪRA

1. Aleksynas A. Agroenergetika ir derlius. - Vilnius, 1990. - 39 p.
2. Ardvison J. Effects of cultivation depth in reduced tillage on soil physical properties, crop yield and pathogens // European Journal of Agronomy. - 1999, No.9, p.79-85
3. Arlauskas M. Armens storio įtaka dirvos savybėms ir vasarinių miežių derliui // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 2000, t.69, p.56-70
4. Arlauskas M., Šlepetienė A. Minimalus žemės dirbimas ir jo taikymo galimybės // Agronomijos ir gyvulininkystės mokslų aktualijos. - Kaunas-Akademija, 1996, p.122-127
5. Arlauskas M., Šlepetienė A., Maikštėnienė S. Skirtingų žemės dirbimo sistemų poveikis augalų derliui ir priemolio dirvų savybėms // Žemdirbystės mokslo dabartis ir ateitis. - Dotnuva-Akademija, 1996, p.39-50
6. Bartaševič V.I. Primenenie solomy v kačestve udobrenija i urožajnost' sel'skochozjaistvennyh kul'tur na meliorirovannyh zemljach // Puti povyšeniya urožajnosti polevyh kul'tur. - Moskva, 1987, No.18, s.90-95
7. Bernhardt H. Verfahren einer qualitatgerechten Strohdungung // Feldwirtschaft. - 1991, No.32, S.370-372

8. Borresen T. The effect of straw management and reduced tillage on soil properties and crop yield of spring-sown cereals on two loam soils in Norway // *Soil & Tillage Research*. - 1999, vol.51, p.91-102
9. Bundinienė O. Žemdirbystės sistemų įtaka augalų ir dirvožemio produktyvumui bei maisto medžiagų nuostoliams // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. - Akademija, 2003, t.81, p.24-33
10. Feiza V. Pagrindinio žemės dirbimo būdų ir intensyvumo tyrimai kalvoto reljefo Vakarų Lietuvos dirvose: daktaro disertacijos santrauka. - Dotnuva-Akademija, 1993, p.5-21
11. Gavenauskas A. Organinės, tausojančios ir intensyvios žemdirbystės sistemų palyginamasis įvertinimas. - Kaunas-Akademija, 1998, p.4-14
12. Higgs N.A., Hodgson D.R. Residual effects of a slant-legged subsoiler on shoot growth and grain yield of spring barley // *Agriculture Science*. - 1998, No.2, p.388-391
13. Jankauskas B., Jankauskienė G., Švedas A. Derliaus energetinio įvertinimo skaičiavimo metodų palyginimas // *Žemdirbystė: mokslo darbai*. - Akademija, 2000, t.72, p.239-251
14. Jankauskas B., Jankauskienė G. Stacionariniai dirvožemio erozijos tyrimai Žemaičių aukštumoje: 3 Antierozinių fitocenozių produktyvumas // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. - Akademija, 2004, t.85, p.3-15
15. Jodaugienė D. Ilgamečio arimo ir purenimo įtaka dirvožemiui ir žemės ūkio augalų pasėliams supaprastinto žemės dirbimo sistemoje: daktaro disertacijos santrauka. - Dotnuva-Akademija, 2002, p.13-23
16. Jovaišienė E. Javų auginimas po javų // *Žemdirbystės mokslo dabartis ir ateitis*. - Dotnuva-Akademija, 1996, p.93-97
17. Jovaišienė E. Priemonės javų sėjomainų našumui bei dirvožemio derlingumui gerinti // *Žemdirbystė: mokslo darbai*. - Dotnuva-Akademija, 1996, t.55, p.3-9
18. Mechanizuotų agroserviso darbų įkainiai / sudaryt. J. Mažvila, ŽMŪM. - Vilnius, 1998. - 125 p.
19. Monstvilaitė J., Kinderienė I. Reljefo įtaka agrofitocenozėms // *Augalininkystė kalvoto reljefo sąlygomis. Agronominiai, ekonominiai ir ekologiniai aspektai*. - Dotnuva-Akademija, 2000, p.64-71
20. Nikončik P.I. Nakoplenie biomasy, potreblenie i vozvrat v počvu elementov pitanija v sevooborotach s promežutočnyimi kul'turami / *Zemledelie i rastenievodstvo // Izvestija Akademii agrarnych nauk Respubliki Belarus*, No.4, 2001, p.34-37
21. Rasmussen K.J. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality. A Scandinavian review // *Soil & Tillage Research*. - 1999, No.53, p.3-14
22. Sarpe N., Roibu C., Preoteasa V. et al. The first results of no-tillage winter wheat culture in Romanian conditions // 12th EWRS symposium. - Wageningen, 2002, p.40-41
23. Skorda E.A., Zamanis A.I., Efthimiadis P.G. A long term study on effect of no-tillage on weed development and yield of continuous wheat and barley // *Brighton Crop Protection Conference*. - Brighton, 1997, p.997-1002
24. Stancevičius A., Jodaugienė D., Špokienė N. ir kt. Ilgamečio arimo ir beplūgio žemės dirbimo įtaka dirvožemiui ir vasarinių miežių pasėliui // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. - Akademija, 2003, t.83, p.40-51
25. Steinifort A.R. Soloma zlakovyh kul'tur. - Moskva, 1983. - s.176
26. Šimanskaitė D. Įvairių žemės dirbimo padargų ir būdų įtaka dirvožemiui ir derliui // *Žemdirbystė: LŽI mokslo darbai*. - Dotnuva-Akademija, 1996, t.55, p.12-22
27. Tarakanovas P. Takų koeficientų analizės naudojimas taikant kompiuterinę programą STAT-ENG // *Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU*. - Akademija, 2003, t.82, p.147-156
28. Trečiokas K., Raudonius S. The effects of reduced tillage on winter wheat yield and agrophysical soil properties // *Agroecological optimisation of husbandry technologies*. - Jelgava, 1999, p.157-165

29. Truchina N. Vlijanie minimal'noj obrabotki počvy i gerbicidov na zasorennost' i urožajnost' sel'skochozjajstvennyh kul'tur v sevooborote. - Žodino, 1999, s. 93-97

30. Velykis A., Satkus A., Šlepetienė A., Svirskienė A. Agropriemonės sunkių dirvožemių armens ir poarmeno savybėms // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. - Akademija, 2003, t.81, p.142-155

ISSN 1392-3196

Agriculture. Scientific Articles, 2005, 1, 89, 39-52

UDK 631.459 :[631.51.003+631.6.02.003]

ENERGY AND ECONOMIC COMPARISON OF MEASURES DESIGNED FOR EROSION REDUCTION ON HILLY SOILS

I.Kinderienė

Summary

Field experiments were conducted during 1997-2002 at the Lithuanian Institute of Agriculture's Kaltinėnai Experimental Station on the slopes with 7-9° inclination. The soil of the experimental site was (JIB-el) *Eutric Albeluvisol* (Abe-el).

In the eroded soils on hilly relief the amount of metabolizable (ME) and total energy (TE) in the production of spring barley and oats was found to be higher in favourable years. The amount of total energy in plant production of barley in the autumn – ploughed soils in 2000 was by 35 % higher and in oats by 44.9 % than 1999.

Having substituted deep ploughing by a shallow discing, by a deep loosening or by a ploughless tillage with the usage of chopped straw and catch crop (*Sinapis alba* L.) the amount of metabolizable energy in oats plant production was stable. The metabolizable energy tended to decrease in spring barley and in oats (effect plants) due to the shallow discing or deep loosening, chopped straw incorporation and white mustard sowing in the disced and loosened soil.

Ploughless soil tillage practice – discing and Roundup 3 l ha⁻¹ application complemented with chopped straw incorporation, compared with the same tillage without straw incorporation, increased the amount of total energy of barley by 2.27 GJ ha⁻¹ or 3.6 % or the amount of metabolizable energy by 1.46 GJ ha⁻¹ or 4.3 % and in oats, by 3.17 GJ ha⁻¹ or 3.9 % and by 0.1 GJ ha⁻¹ or 0.2 % respectively. Growing of spring barley on the slope of hills was detrimental, and that of oats – profitable. The obtained profit for oats was 73.4-245.9 Lt ha⁻¹. Growing of oats was most profitable when Roundup 3 l ha⁻¹ and discing were used.

Key words: hilly relief, soil tillage method, chopped straw, catch crop, metabolizable energy (ME), total energy (TE), profit.