

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Agricultural Engineering

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

3

VOLUME 45
PRAHA 1999
ISSN 0044-3883

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gestí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (Praha, ČR)

Členové – Members

Prof. RNDr. Ing. Jiří Blahovec, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Ing. Václav Blažek (Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, ČR)

Doc. Ing. Karel Brzkovský, CSc. (České vysoké učení technické, Praha, ČR)

Univ.-Prof. Dr. habil. Manfred Estler (Technische Universität München, Institut für Landtechnik, Freising, BRD)

Prof. Ing. Ján Jech, CSc. (Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, SR)

Ing. Petr Jevič, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Doc. Ing. Jan Mareček, CSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Richard Markovič, CSc. (Technický a skúšobný ústav pôdohospodársky, Rovinka, SR)

Ing. Zdeněk Pástorěk, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Doc. Ing. František Ptáček, CSc. (AGROTEC, Hustopeče u Brna, ČR)

Prof. M. N. Rifai, Ph.D. (Nova Scotia Agricultural College, Truro, Nova Scotia, Canada)

Ing. Jan Šabatka, CSc. (Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, ČR)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Jovanka Václavíčková

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce a studie typu review z oboru zemědělská technika, zemědělské technologie a zpracování zemědělských produktů. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází čtvrtletně (4x ročně), ročník 45 vychází v roce 1999.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Jovanka Václavíčková, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: +420 2 24 25 79 39, fax: +420 2 24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslané na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1999 je 248 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers and reviews dealing with the study agricultural engineering, agricultural technologies and processing the agricultural products. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicity: The journal is published quarterly (4 issues per year). Volume 45 appearing in 1999.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Jovanka Václavíčková, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, Tel.: +420 2 24 25 79 39, Fax: +420 2 24 25 39 38, e-mail: editor@login.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1999 is 62 USD (Europe), 64 USD (overseas).

POSOUZENÍ FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ PŮDY PŘI KLASICKÉ A BEZOREBNÉ TECHNOLOGII PĚSTOVÁNÍ BRAMBOR

ASSESSMENT OF PHYSICAL SOIL PROPERTIES AS RELATED TO CLASSICAL AND NO-PLOUGH SYSTEMS OF POTATO GROWING

J. Horáček, R. Ledvina, J. Stach, J. Šabatka, A. Raus

University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

ABSTRACT: The no-plough systems extend to higher altitudes within the Czech Republic. The systems have both considerable economic advantages and under certain circumstances also ecological ones. However, there have been concerns for possible disadvantageous changes of soil properties mainly in the regions with the worse soil-climatic conditions. The article deals with a possibility of potato cultivation in the no-plough system. A semi-scale trial was conducted in Dystřic cambisol, soil sort clay (33% first granularity category, below 0.01 mm) in the altitude 620 m above sea level. There were observed the main physical soil parameters, namely porosity, volume weight and compaction level. Two variants were compared – ploughed soil and for five years not ploughed one. The soils were sampled during spring and autumn 1997. The physical parameters in the depth of seedbed (0.15 m) were better in the ploughed variant during spring, while the parameters became comparable during the vegetation period. In the depth of 0.25–0.30 m the parameters were comparable during spring, but better in the not ploughed variant as compared to the ploughed one during autumn (bulk density 1.45 and 1.49 g.cm⁻³, respectively and porosity 44.3 and 36.6 %, respectively). The soil compaction increased continually in the not ploughed variant, while suddenly for over 1 MPa in the depth of 0.24–0.28 m in the ploughed variant. Thus, a compact layer was formed in the latter variant. However, the critical levels of the observed parameters were not found in either variant. The potato tubers yield was 49.0 t.ha⁻¹ in the not ploughed variant as compared with 44.6 t.ha⁻¹ in the ploughed one. The former variant had also higher starch content. The initial results showed that no-plough system of potato cultivation in a site with the worse soil-climatic conditions did not worsen soil physical parameters and tuber yield was even higher as compared with traditional plough system. The experiments will continue.

soil; physical properties; no-plough systems; potato growing

ABSTRAKT: Příspěvek se zabývá možností založit porost brambor bez předchozí orby půdy. Na kambizemi var. kyselé (KM³), hlinité (33 % I. zrnitostní kategorie) v nadmořské výšce 630 m byly ve společnosti Stagra Studená, s. r. o., v polo-provozním pokusu sledovány základní fyzikální parametry půdy – pórovitost P , objemová hmotnost O_p a penetrometrický odpor půdy – u varianty orané a varianty již pět let neorané, a to na jaře (po výsadbě) a na podzim (těsně před sklizní). Získané údaje byly statisticky vyhodnoceny v programu STATGRAPHIC. Bylo zjištěno, že v jarním období byly fyzikální parametry v hloubce sadbového lůžka (0,15 m) příznivější ve variantě orané, ale v průběhu vegetační doby se vyrovnaly na úroveň hodnot varianty neorané. V hloubce 0,25 až 0,30 m byly sledované parametry na podzim naopak příznivější ve variantě neorané – O_p 1,45 g.cm⁻³, P 44,3 % obj. proti hodnotám 1,49 g.cm⁻³ a 36,6 % obj. ve variantě orané. Penetrometrický odpor půdy se na neorané variantě plynule zvyšoval, ve variantě orané se v hloubce 0,24 až 0,28 m zvyšoval skokově o více než 1 MPa, což svědčí o vytvoření ztuhlé vrstvy, k jejímuž vývoji přispěla právě orba. Ovšem ani na jedné z variant nebyly do hloubky 0,4 m překročeny kritické hodnoty sledovaných parametrů půdy. Ve variantě neorané byl zaznamenán vyšší výnos hlíz (49,0 t.ha⁻¹ ve srovnání se 44,6 t.ha⁻¹ u varianty orané) a jejich vyšší škrobnatost. Experiment naznačuje, že bezorebnou technologii lze uplatnit i v horších půdně-klimatických podmínkách pro pěstování brambor bez poklesu jejich výnosu a zhoršení kvality hlíz. Výzkum probíhá v rámci spolupráce na projektu EP 7111 Efektivní způsoby podzimního a jarního zpracování půdy pro brambory, jehož garantem je Výzkumný ústav bramborářský v Havlíčkově Brodě, a dále jako přípravná fáze fakultního projektu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích CEZ 122200002.

půda; fyzikální vlastnosti; bezorebné technologie; pěstování brambor

ÚVOD

Minimalizační technologie zpracování půdy jsou v různých modifikacích známy a využívány ve světě, tedy i v České republice, už více let. Podíl takto obhospodařované půdy dosáhl ve Spojených státech a v Kanadě již značného procenta (v některých státech USA se pohybuje mezi 30 až 100 procenty). Sprague a Triplett (1986) odhadují, že v roce 2000 bude tato technologie rozšířena asi na 45 % celkové výměry orné půdy. Ve slovenských nížinách činí tento podíl pro obilniny kolem 50 % (Demo et al., 1995). I když zavádění bezorebných technologií bylo vyvoláno především ekonomickým tlakem na hospodářské subjekty (Buss, 1997; Šabatka, 1998) a v některých oblastech přímo katastrofální erozí (Sprague, Triplett, 1986), lze u těchto způsobů zpracování půdy nalézt další pozitivita, včetně ekologického přínosu (Horsch, 1990; Šabatka, 1997). Na druhé straně existují k bezorebným technologiím výhrady v otázkách plevelů, chorob a škůdců, ale většinou jsou řešitelné podobně jako u konvenčního zpracování (Stach, 1997). Jisté problémy také může působit větší množství posklizňových zbytků, i to je však technologicky zvládnutelné (Sprague, Triplett, 1986; Horsch, 1990; Šabatka, 1997). Největší obavy pak vzbuzuje možné zhoršení fyzikálních vlastností půdy, včetně nadměrného utužení při zavádění minimalizačních postupů, a to zvláště v horších půdně klimatických podmínkách.

Fyzikálními vlastnostmi půd u bezorebných technologií se v obecném pojetí zabývá značný počet autorů. Většinou si však všimají uplatnění tohoto způsobu přípravy pro obilniny, popřípadě porovnávají různé minimalizační postupy mezi sebou a často zároveň i s orbou (Sprague, Triplett, 1986; Diercks, Heitefuss, 1990; Suškevič, 1993; Nozdrovický et al., 1995 a jiní). Odkazů s konkrétním sledováním fyzikálních parametrů půdy v půdochranných technologiích není v literatuře mnoho. Je to zřejmě proto, že v dobrých půdně klimatických podmínkách se mnohým nezdá být tato záležitost akutní. U nás se touto problematikou podrobněji zabýval Výzkumný ústav základní agrotechniky v Hrušovaněch u Brna již od 60. let (Straňák, 1970; Suškevič, 1975) a po jeho zrušení převzali některé pokusy pracovníci Výzkumného ústavu pícninářského, s. r. o., Troubsko u Brna. V horších stanovištních podmínkách je to pak záležitost několika posledních let, protože i zemědělci ve vyšších polohách jsou tlačeni k co nejnižším nákladům

na jednotku produkce. Proto některá pracoviště Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích už před časem zaměřila část svého výzkumného programu právě tímto směrem. Dnes již disponujeme vesměs uspokojivými výsledky z několikaleťtých sledování půdních vlastností při minimální, popř. půdoochranné či povrchové přípravě půdy (bez orby) pro obilniny a některé technické plodiny systémem Horsch (Ledvina et al., 1993, 1997; Ledvina, Horáček, 1996; Šabatka, 1998 a další). V tomto příspěvku však uvádíme výsledky sice z krátkodobého, ale poměrně zajímavého poloprovozního pokusu, který se zabývá možnostmi založení porostu brambor bez předchozí orby. Jsou zde zhodnoceny vybrané fyzikální parametry půdy při porovnání bezorebné a klasické technologie přípravy půdy k bramborám právě v horších půdně klimatických podmínkách. Naše šetření probíhá v rámci spolupráce na projektu EP 7111 Efektivní způsoby podzimního a jarního zpracování půdy pro brambory, jehož garantem je Výzkumný ústav bramborářský v Havlíčkově Brodě, a dále jako přípravná fáze fakultního projektu Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích CEZ 122200002.

MATERIÁL A METODA

Pokusný hon je součástí pozemků společnosti Stagra, s. r. o., Studená, v bramborářsko-ovosečné výrobní oblasti. Podnebí je mírné teplé, průměrný dlouhodobý úhrn srážek je 650 mm za rok, množství srážek za vegetační období činí 413 mm. Počet dnů se srážkami nad 1 mm za rok je 113, nad 10 mm za rok je 17. Celková doba slunečního svitu v hodinách za rok je 1800, za vegetační období 1400. Nadmořská výška pozemku je 630 m, půdní druh podle Nováka – půda hlinitá (33 % I. zrnitostní kategorie, 14 % II. zrnitostní kategorie), půdní typ hnědá půda kyselá (KM³ – tab. I).

Vybraný hon, stejně jako ostatní orná půda společnosti Stagra, je již pátým rokem zpracováván pouze mělce, to znamená podmiťka většinou radličkovým podmiťkačem a setí buď secím exaktorem Horsch SE 3 nebo radličkovým secím strojem Concord 6.25.

Pro účely pokusu byl hon rozdělen podélně na dva pásy – užší je cca 20 m široký a byla na něm uplatněna orba a širší, cca 40m, na němž pokračovala minimalizační technologie.

I. Vstupní charakteristiky půdy na lokalitě Stagra Studená – The soil characteristics of trial in Stagra Studená

	pH _{KCl}	P	K	Mg	Ca	K/Mg	T	Zrnatost ¹
		mg/kg					mval/100 g	% I. kat.
SBN 15	5,2	154	100	70	2 010	1,4	21,7	32
SBO 15	5,3	92	280	74	1 360	3,8	23,0	34

SBN – not ploughed variant

SBO – ploughed variant

T – capacity sorptions

¹granularity

Agrotechnika:

– orebná technologie (dále značena SBO). Po sklizni předplodiny byla provedena podmítka do hloubky 0,1 m, na podmítku byl rozmetán hnůj v dávce 35 t/ha a byl zaorán na hloubku 0,18 až 0,20 m. Na jaře se pozemek smykoval a dvakrát kypřil do hloubky 0,18 až 0,20 m;

– bezorebná technologie (dále značena SBN). Po sklizni předplodiny rovněž následovala podmítka do hloubky 0,1 m, na podmítku byl rozmetán hnůj ve stejné dávce, tj. 35 t/ha, a zapraven byl radličkovým podmítačem do hloubky 0,15 m. Na jaře se opět shodně smykovalo a dvakrát kypřilo do hloubky 0,18 až 0,20 m.

Sázení: 3. 5. 1997 čtyřřádkovým sazečem, odrůda Arnika, stupeň množení OR.

Hnojení: 35 t/ha hnůj, 63 kg/ha N – síran amonný, 54 kg/ha N – LAV 27,5.

Ochrana: proti plevelům – Afolon 45 SC 1 l/ha, Com-mand 4 EC 0,1 l/ha;

proti plísni bramborové – Novozir 2 kg/ha, Tattoo 4 l/ha;

Tattoo 4 l/ha + Regent 80 WG 25 g/ha, Tattoo 4 l/ha;

Brestan 60 WP 0,5 l/ha + Basta 2 l/ha.

Kultivace: proorávka naslepo, vláčení, nahrnování.

Sklizeň: dvouřádkový sklizeč E 676/9.

Analytické sledování bylo vzhledem k charakteru pokusu zaměřeno především na vodně vzdušné a strukturní poměry v půdě, doplněné stanovením kationtové výměnné sorpční kapacity T , výměnné půdní reakce, základních makroživin v jarním odběru a zrnitosti – vše podle běžných metodik (zrnitost hustoměrně podle Cas-sagrande, hodnota T podle Sandhoffa, makroživiny podle Mehlich II).

Za tímto účelem byly z dané lokality odebrány v místech těsně sousedících s rozhraním obou srovnávaných technologií jak porušené, tak neporušené vzorky půdy formou fyzikálních válečků v pěti opakováních, a to na jaře po zasazení brambor z hloubky 0,15 až 0,20 m (cca 0,05 m pod úroveň hrábek sadbového lůžka) a na podzim po sklizni z hloubek 0,15 až 0,20 m a 0,25 až 0,30 m označené SBN 15 (25) u varianty minimalizační a SBO 15 (25) u orby. Naměřené hodnoty byly po vyloučení odlehklých výsledků Grubssovým testem matematicko-statisticky otestovány na shodnost či rozdílnost průměrů v programu STATGRAPHICS.

Současně se v těsné blízkosti odběrových míst uskutečnilo penetrometrické měření digitálním ručním penetrometrem do hloubky 0,6 m se záznamem odporu půdy v odstupu po 0,04 m za současného zjištění půdní vlhkosti.

II. Fyzikální vlastnosti půdy – Physical properties of soil

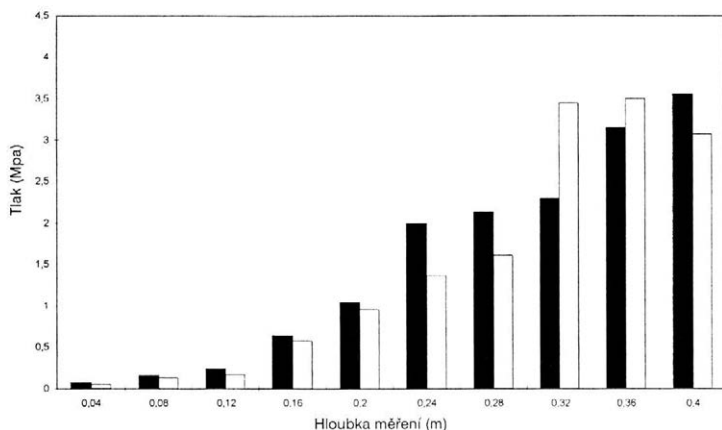
Fyzikální vlastnosti		Varianta					
		SBO			SBN		
		termín a hloubka odběru ¹					
		jaro ² – 15 cm	podzim ³ – 15 cm	podzim – 25 cm	jaro – 15 cm	podzim – 15 cm	podzim – 25 cm
<i>M_z</i>	(g.cm ⁻³)	2,45	2,42	2,35	2,46	2,49	2,48
<i>O_c</i>	(g.cm ⁻³)	1,35	1,34	1,49	1,42	1,39	1,45
<i>W_{mom}</i>	(% obj.)	31,71	26,63	22,49	27,96	22,66	22,81
<i>N_s</i>	(% obj.)	42,98	40,27	35,64	39,34	36,92	36,30
<i>W₃₀</i>	(% obj.)	38,32	35,25	30,50	32,90	31,55	30,12
<i>MKK</i>	(% obj.)	35,52	31,40	27,56	30,30	27,42	26,76
<i>RVK</i>	(% obj.)	29,19	25,47	21,30	24,74	21,02	20,46
<i>P_c</i>	(% obj.)	48,05	44,55	36,57	45,29	47,43	44,27
<i>P_n</i>	(% obj.)	9,73	9,31	6,07	12,38	13,56	12,72
<i>P_s</i>	(% obj.)	9,13	9,78	9,20	8,16	10,53	9,53
<i>P_k</i>	(% obj.)	26,38	21,62	18,36	22,14	23,34	20,02
<i>A</i>	(% obj.)	16,34	17,92	14,08	17,33	22,38	21,61
<i>V_c</i>	(% obj.)	12,53	13,15	9,01	14,99	16,85	18,79

Legenda – Legend:

M_z – měrná hmotnost – specific weight
 O_r – objemová redukováná hmotnost – bulk weight
 W_{mom} – vlhkostní okamžik – momentary moisture content
 N_s – nasáklivost – soak capacity
 W_{30} – vlhkost po 30' – moisture after 30'
 MKK – maximální kapilární kapacita – capillary capacity max.
 RVK – retenční vodní kapacita – retention capacity
 P_c – pórovitost celková – total porosity

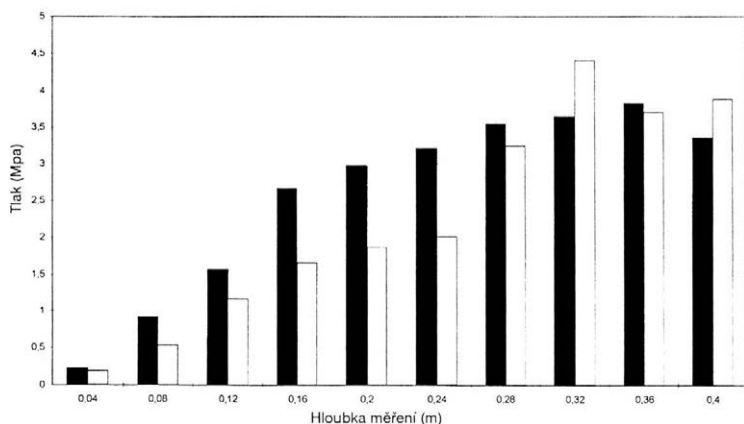
P_n – pórovitost nekapilární – non capillary porosity
 P_s – pórovitost semikapilární – semi-capillary porosity
 P_k – pórovitost kapilární – capillary porosity
 A – provzdušněnost – air content momentary
 V_z – vzdušnost – air capacity
 SBO – ploughed variant
 SBN – not ploughed variant

¹term and depth samples, ²spring, ³autumn



1. Penetrometrický odpor půdy – jaro 1997 – Compaction of soil – spring 1997

■ bezorebná technologie – no-plough system
□ orebná technologie – plough system
tlak – pressure
hloubka měření – depth of measurement



2. Penetrometrický odpor půdy – podzim 1997 – Compaction of soil – autumn 1997

VÝSLEDKY A DISKUSE

Z hlediska vypovídací schopnosti jednotlivých půdních ukazatelů uvedených v tab. II se diskuse zabývá jen nejdůležitějšími z nich. Je to především objemová hmotnost, u které byl pracovištěm VÚVZ Hrušovany u Brna (Procházka et al., 1993) zjištěn pozitivní vztah mezi její velikostí a výnosem plodin (obilnin); výnos je zpravidla nejvyšší při objemově redukované hmotnosti (O_r) odpovídající přirozeně slehlé půdě.

Objemová hmotnost redukovaná (O_r) byla při jarním odběru nepatrně nižší u orby nežli u minimalizačního zpracování, ale nikoli statisticky průkazně. Podobně je tomu v podzimním odběru ze stejné hloubky. Ve vrstvě 0,25 až 0,30 m je již trend opačný, tedy O_r je lepší u minimalizace, i když rovněž neprůkazně.

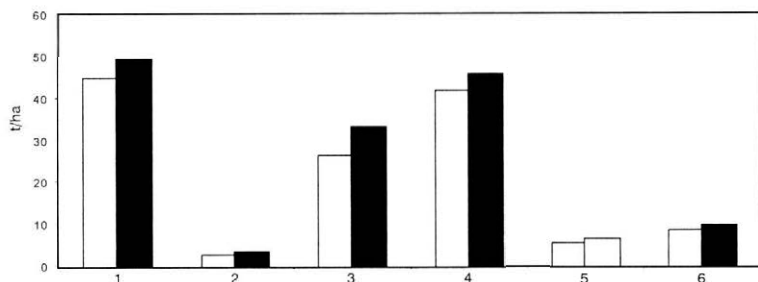
Podobná situace byla zjištěna i u celkové pórovitosti P_c , ale při podzimním odběru je rozdíl v hlubší vrstvě již zřetelnější ve prospěch mělkého zpracování, i když ještě statisticky nevýznamně.

Přibližná retenční vodní kapacita (RVK_{24}) je nepatrně lepší u orby na jaře a na podzim ve stejné hloubce (na jaře celkově vyšší), ale údaje podzimního odběru z větší hloubky jsou v porovnání obou technologií téměř shodné.

Přibližně stejné výsledky lze najít u dalších aplikovaných hydrolimitů – vlhkosti třicetiminutové, maximální kapilární kapacity (W_{30} , MKK) a poměrů vzdušných (provzdušněnost A a vzdušnost V_z), to znamená, že i tyto charakteristiky podporují výše hodnocené údaje.

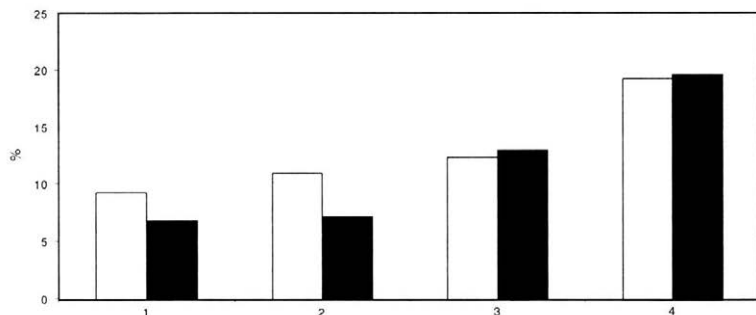
Zároveň je možné konstatovat, že ani u jednoho způsobu přípravy půdy se P_c a O_r neblíží kritickým hodnotám pro daný půdní druh ani v jarním, ani v podzimním odběru vzorků a celkově příznivý strukturní stav půdy v celém pokusu ještě podtrhuje i optimální zastoupení kapilárních pórů (P_k).

Z výsledků penetrometrických měření uvedených v obr. 1 a 2 je patrné, že ve variantě zpracovávané minimalizačně stoupá odpor půdy téměř rovnoměrně s hloubkou vpiců až k hodnotám okolo 4 MPa ve vrstvě okolo 0,4 m. U konvenční technologie lze naopak



3. Vliv technologie zpracování půdy na výnosové ukazatele brambor – Influence of tillage system on yield indices of potatoes

- 1 – výnos hlíz – tuber yield
 2 – výnos hlíz, velikost pod 3,5 cm – tuber yield, size under 3.5 cm
 3 – výnos hlíz, velikost 3,5–5,5 cm – tuber yield, size 3.5–5.5 cm
 4 – výnos hlíz, velikost nad 3,5 cm – tuber yield, size above 5.5 cm
 5 – výnos škrobu – starch yield
 6 – výnos sušiny – dry yield



4. Vliv technologie zpracování půdy na kvantitativní ukazatele brambor – Influence of tillage system on quantitative properties of potatoes

- 1 – % hmotnosti zelených hlíz – % of weight of green tubers
 2 – % počtu zelených hlíz – % of number of green tubers
 3 – obsah škrobu – starch content
 4 – obsah sušiny – dry content

zaznamenat poměrně nízké hodnoty až do hloubky 0,24 m a potom skokovou změnu odporu půdy mezi 0,24 až 0,28 m o více než 1 MPa, když penetrometrické údaje v hloubce okolo 0,4 m jsou již více méně totožné u obou způsobů přípravy půdy.

V jarním odběru jsou hodnoty půdního odporu celkem logicky poměrně nízké u obou technologií do úrovně sadbového lůžka a proti podzimu jsou výrazněji nižší ještě v hloubce mezi 0,2 až 0,3 m, zvláště u minimalizace. Z toho lze mimo jiné usoudit, že v orané části pozemku tímto zásahem v uvedené hloubce utuženější vrstva dodatečně vznikla. Pro statistický důkaz této úvahy by však byl potřebný početnější soubor měřených hodnot, i když by bylo možné odvolat se na některé práce, které tuto skutečnost potvrzují. Zároveň to ukazuje na skutečnost, že bylo oráno hlouběji, než bylo doporučeno metodikou.

V hloubce 0,4 až 0,6 m jsou penetrometrické údaje obou různě zpracovávaných částí pozemku téměř totož-

né, a proto o nich ani nediskutujeme, ani je neuvádíme ve výsledných grafech.

Ze vstupních půdních charakteristik uvedených v tab. I lze příznivě hodnotit srovnatelnou výměnnou sorpční kapacitu T odběrových míst jako střední vyšší a naopak nepříznivě hodnotit poměrně nízkou výměnnou půdní reakci pH_{KCl} a nízký obsah přijatelného hořčíku. Z hodnot přístupného fosforu, draslíku a Mehlichem II hodnotitelného vápníku lze odvodit dosti značnou plošnou heterogenitu těchto živin na daném pozemku, ústící až v nevyhovující poměr K/Mg u SBO při jarním odběru, což však je možný důsledek převrácení humusového horizontu orbou. Poměrně překvapivé na tomto honu je poněkud těžší zrnitostní složení v porovnání s jinými pozemky v pokusné lokalitě.

Podíváme-li se nakonec ještě na výnosové ukazatele (obr. 3 a 4), zjistíme, že rozhodující kvantitativní parametry, tj. výnos hlíz celkový, výnos sušiny a výnos škrobu, jsou lepší u bezorebné varianty pokusu (49,0

t/ha, resp. 9,6 t/ha a 6,4 t/ha) proti variantě orané (44,6 t/ha, resp. 8,6 t/ha a 5,5 t/ha). U bezorebné technologie je i lepší kvalita produkce co do množství zelených hlíz, obsahu sušiny a škrobnatosti. Velikostní skladbu hlíz však již nelze hodnotit tak jednoznačně.

ZÁVĚR

Na pozemku společnosti STAGRA Stúdená se v rámci projektu EP 7111 uskutečnil polní pokus, při kterém byl porovnáván konvenční a minimalizační způsob přípravy půdy pro brambory.

Na základě zjištěných vybraných charakteristik půdy a penetrometrického šetření je možné konstatovat, že při srovnání obou technologií nebyly ve sledovaných ukazatelích zaznamenány statisticky významné rozdíly.

Mírně příznivější hodnoty v úrovni sadbového lůžka v jarním odběru u orby se v průběhu vegetace vyrovnávají s hodnotami zjištěnými v části honu zpracovaném minimalizačně. U této technologie jsou pak v hloubce 0,25 až 0,30 m některé charakteristiky, zvláště objemová hmotnost redukovaná O_r a pórovitost celková P_{cz} , již mírně lepší než v konvenčně zpracované části honu, i když je možné mluvit spíše o trendech, než o statistické průkaznosti.

Penetrometrické šetření, které doplňuje předchozí ukazatele zejména z hlediska možného utužení půdy, jednak potvrzuje uvedené závěry, jednak naznačuje vytvoření utužené vrstvy pod radlicí pluhu a dále snad i to, že se ve skutečnosti mnohdy orá hlouběji, nežli bývá doporučeno či metodicky uvedeno. Zároveň však je možné konstatovat, že nikde nebyly překročeny kritické hodnoty půdního odporu do hloubky 0,40 m vzhledem k danému půdnímu druhu a vlhkosti.

Tuto skutečnost si dovoluujeme zdůraznit, neboť se rovněž zde, i když se jedná prozatím o pětileté povrchové zpracování, potvrdilo, stejně jako v našich dlouhodobějších sledováních, že je možné zpracovávat půdu mělce i v horších půdně klimatických podmínkách, aniž by se zhoršily její fyzikální vlastnosti – spíše naopak. Podstatný rozdíl nebyl zaznamenán ani při vizuálním hodnocení jak povrchu půdy, tak porostu brambor na rozhraní obou způsobů přípravy půdy.

Porovnáme-li nakonec ještě náklady obou technologií při prakticky srovnatelném výnosu hlíz – v našem případě byl dokonce u bezorebné přípravy výnos vyšší a ve většině ukazatelů byla i kvalita hlíz lepší než při orbě – je již na hospodářských subjektech samých, aby si provedly ekonomické vyhodnocení. I když ekonomické vyhodnocení není předmětem tohoto příspěvku, bude v uskutečněném pokusu z praktického hlediska a za současné hospodářské situace asi nejzajímavější.

LITERATURA

- Buss U. (1997): Púdoochranné zpracování půdy Dutzi. In: Sbor. Nové trendy ve zpracování půdy. České Budějovice – Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity a Agrární komora, 2–3.
- Demo M. et al. (1995): Obrábání půdy. Nitra, VŠP, 254–256.
- Diercks R., Heitefuss R. (1990): Integriertes Landbau. München, Frankfurt/Main, Verlagsgesellschaft, 420 s.
- Horsch D. (1990): Reduzierte Bodenbearbeitung angepasste Saattechnik und Unkrautbekämpfung nach System Horsch. Sonderdruck aus Diercks R., Heitefuss R.: Integrierter Landbau. München, BLV Verlagsgesellschaft, mbH, 273–281.
- Ledvina R., Horáček J. (1996): Púdoochranné konzervační zpracování půdy systémem Horsch. In: Sbor. mezinár. věd. Konf. Agronomická fakulta a vývoj poľnohospodárstva na Slovensku. Nitra – Vysoká škola poľnohospodárska, 127–130.
- Ledvina R., Horáček J., Pexa K. (1997): Fyzikální stav půdy po čtyřletém bezorebném setí technologií Horsch. In: Sbor. Nové trendy ve zpracování půdy. České Budějovice – Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity a Agrární komora, 33–38.
- Ledvina R., Šabatka J., Stach J. (1993): První zkušenosti s bezorebným setím systémem Horsch v jihočeském regionu. In: Sbor. Púdoochranné technologie v pěstování rostlin. Brno, Hrušovany u Brna.
- Nozdrovický L. et al. (1995): Skúmanie púdoochranných technológií obrábania pôdy. In: Sbor. Možnosti uplatnenia progresívnych technológií v systéme ekonomicky a ekologicky únosného poľnohospodárstva. Račkova dolina.
- Procházka B., Hrubý J., Suškevič M. (1993): Uplatnění púdoochranných systémů zpracování půdy v suchých oblastech. In: Sbor. Púdoochranné technologie v pěstování rostlin. Brno, Hrušovany u Brna.
- Sprague M. A., Triplett G. B. (1986): No-tillage and surface-tillage agriculture. Wiley & Sons, Inc. USA, 467 s.
- Stach J. (1997): Nové trendy ve zpracování půdy a regulace plevelů. In: Sbor. Nové trendy ve zpracování půdy. České Budějovice – Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity a Agrární komora, 69–73.
- Straňák A. (1970): Výskum minimálneho spracovania pôdy k ozimnej pšenici. Hrušovany u Brna, VÚZH, 45 s.
- Suškevič M. (1975): Výskum technologie pěstování plodin bez orby z hlediska výrobních podmínek. [Závěrečná zpráva.] Hrušovany u Brna, VÚZH.
- Suškevič M. (1993): Vliv púdoochranných technologií na půdní prostředí. In: Sbor. Púdoochranné technologie v pěstování rostlin. Brno, Hrušovany u Brna.
- Šabatka J. (1997): Obecná charakteristika faktorů, které působí při zpracování půdy bez orby. In: Sbor. Nové trendy ve zpracování půdy. České Budějovice – Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity a Agrární komora, 3–6.
- Šabatka J. (1998): Zkušenosti s mělkým zpracováním půdy. Úroda, 46, 18–20.

Došlo 10. 11. 1998

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Jan Horáček, CSc., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Studentská 13, 370 05 České Budějovice, Česká republika, tel.: +420 38 777 24 08, fax: +420 38 403 01, e-mail: eraus@jcu.zf.cz

PENETROMETRICKÉ MERANIA – ÚČELNÁ METÓDA NA MONITOROVANIE STAVU PÔDY

PENETROMETRICAL MEASUREMENTS – AN OBJECTIVE METHOD FOR SOIL STATE MONITORING

J. Bajla, D. Hrubý

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Cone penetrometry is a method of penetrating a cone probe into the soil and this process is often used for appraising the level of soil compaction. The measurement of soil penetration resistance has a wide variety of exploitation possibilities for appraising the physical-mechanical and technological properties of soils. According to soil penetration resistance, tillage resistance, degree of resistance to soil loosening, expected energy demand of soil tillage and so on, can be evaluated. For the measurement of soil penetration resistance, the penetrometer, P-BDH 3A was used. The equipment was developed at the Department of Mechanics and Engineering, in joint cooperation with the Department of Electronics and Automatization. This device consisted of optoelectronic sensors of force and position, and a one-chip microprocessor and data memory, with memory space for about 500 measurements on the field. Measurements can be executed in the range of 0 to 6 MPa of penetration resistance and to a depth of 50 cm. The cone dimensions were in accordance with the ASAE S 313.1 standard. The presented results are those of test measurements which were done on various soils at different tests in the years 1994 to 1998. Penetrations were always done on equal distances in rows, between rows, and also in the tire tracks of machinery and tracks with 15 to 20 repetitions. During measurements, soil samples of undisturbed soil were taken with volume cylinders of 200 cm³ from the depths of 10 to 15 cm and 20 to 25 cm. The soil samples were used to determine the bulk volume, reduced bulk volume and soil moisture content. The given presentations of penetration measurements clearly show that the measurement of penetration resistance with the aid of a cone probe characterizes the change of state of soils in a measured horizon. With the addition of the other soil parameters: bulk volume, moisture content, respectively other soil characteristics, the state of the soil can be compared with measurements in various localities with approximately equal pedological parameters. In order to reproduce penetrometric measurements without errors, it is necessary to secure a conform or at least similar shape or dimension of the penetration body and conform or at least similar measurement conditions. The penetration body which is a separate unit, is relatively difficult to maintain during manual application. Therefore, penetrometric resistance is a function of soil moisture content and bulk volume, and requires the definition of these basic soil characteristics for exact recording of measurement conditions.

physical-mechanical properties of soil; monitoring; penetrometric measuring; cone index

ABSTRAKT: Kužeľová penetrometria je metóda zatlačania kužeľovej sondy do pôdy a často sa využíva pri posudzovaní stupňa utlačenia pôdy. Meranie odporu prieniku kužeľa do pôdy má však širšie možnosti využitia pri posudzovaní fyzikálno-mechanických a technologických vlastností pôdy. Podľa penetračného odporu pôdy môžeme posudzovať orebný odpor, stupeň obtiažnosti kyprenia pôdy, očakávanú energetickú náročnosť obrábania pôdy a pod. Na určovanie penetračného odporu bol použitý penetrometer P-BDH 3A. Prístroj bol vyvinutý na Katedre mechaniky a strojnictva v spolupráci s Katedrou elektroniky a automatizácie. Okrem snímačov sily a polohy, ktoré využívajú optoelektronické senzory, prístroj obsahuje jednočipový mikropočítač s pamäťou, pričom je možné v poľných podmienkach zaznamenať 500 meraní. Umožňuje merať penetračný odpor do hodnoty 6 MPa a dosiahnuť hĺbku merania 50 cm. Rozmery kužeľa odpovedajú norme ASAE S 313.1. Uvádžame ukážky meraní, ktoré sa uskutočnili na rôznych pozemkoch pri rozličných pokusoch v rokoch 1994 až 1998. Vpichy sa realizovali vždy v rovnomerných vzdialenostiach v riadkoch, medzi-riadkoch, prípadne v stopách kolies mechanizačných prostriedkov pri 15 až 20 opakovaníach. Pri meraniach boli odoberané neporušené vzorky pôdy vlastným odberným zariadením s objemom valčekov 200 cm³ z hĺbky 10 až 15 cm a 20 až 25 cm. Pomocou vzoriek pôdy bola určovaná objemová hmotnosť, redukovaná objemová hmotnosť a vlhkosť pôdy. Uvedené ukážky penetrometrických meraní názorne ukazujú, že meranie penetračného odporu pomocou kužeľovej sondy charakterizuje zmeny stavu pôdy v meranom horizonte. Pri doplnení údajov o objemovú hmotnosť, vlhkosť, prípadne o ďalšie charakteristiky pôdy, môžeme stav pôdy porovnávať s meraniami v rôznych lokalitách s približne rovnakými pedologickými parametrami. Pre bezchybnú reprodukovateľnosť penetrometrických meraní je potrebné zabezpečiť zhodnosť, alebo aspoň podobnosť tvaru a rozmerov zatlačacieho telesa a zhodnosť, alebo aspoň podobnosť podmienok merania. Telesa, ktorú je zvlášť pri ručnej aplikácii pomerne ťažké dodržať. Keďže penetračný odpor je funkciou vlhkosti a objemovej hmotnosti, vyžaduje sa pre exaktné popísanie podmienok merania tieto základné charakteristiky definovať.

fyzikálno-mechanické vlastnosti pôdy; monitorovanie; penetrometrické meranie; penetračný odpor

ÚVOD

Z pedologického hľadiska predstavujú nepriaznivé zmeny fyzikálnych vlastností pôdy predovšetkým zníženie hydraulickej vodivosti a prestupnosti vzduchu, ktoré sú spojené hlavne so zvýšením objemovej hmotnosti pôdy.

Problematica nadmerných objemových zmien pôdy je vážnym problémom aj v celosvetovom meradle. V posledných desaťročiach nášho storočia upozornili na tento problém Soehne (Grečenko, 1967) a ďalší pri formulovaní teoretických poznatkov o vplyve techniky na deformácie pôdy. Iní zdôrazňovali zhoršovanie fyzikálno-mechanických vlastností pôdy a potrebu ich ďalšieho skúmania (Sitkei, 1972; Ronai a Trowse, 1981; Wolf a Hadas, 1984 a ďalší), pričom navrhovali rôzne metódy a postupy na ich zisťovanie a analýzu. V Československu sa problematikou vzťahu pojazdové ústrojenstvo – pôda zaoberali viacerí autori z rôznych pohľadov. Predovšetkým Grečenko (1966), Grečenko et al. (1997) venovali pozornosť týmto otázkam a rozpracovávaniu metód teramechaniky a ich aplikácie pri výskume trakčných vlastností vozidiel, taktiež Kosek (1986) a ďalší. Používali rôzne prístupy a meracie metódy, volené podľa účelu. Tým, že meracie prostriedky (snímače, aparatura) boli rôzne podľa vybavenia a možnosti jednotlivých pracovísk, bola snaha po individuálnom a často originálnom riešení meracích metód a postupov, ktoré pretrvávajú dodnes. To spôsobilo nielen vývoj rôznorodých prístrojov a postupov meraní, ale predovšetkým nemožnosť porovnať výsledky meraní a zovšeobecniť ich. Používali sa statické i dynamické metódy, merania sa uskutočňovali v modelovaných podmienkach laboratórií i v terénnych podmienkach, pričom sa často zabúdalo na dodržanie rovnakých podmienok meraní. Postupne sa zistilo, že statické i dynamické vlastnosti pôdy skúmané v terénnych podmienkach sú limitované meracími metódami a predovšetkým meracou a vyhodnocovacou technikou (Young et al., 1988). Vývoj penetrometrických prístrojov a predovšetkým rozvoj počítačovej techniky umožnili široké použitie kužeľových penetrometrov pri výskume zákonitostí vzniku utlačených vrstiev pôdy v závislosti od pojazdového ústrojenstva a počtu prejazdov techniky po poli (Soane, 1973; Whiteley, Dexter, 1981; Koolen, Vaandrager, 1984; Volfson, 1984; Manor et al., 1991; Sinorós et al., 1993 a ďalší).

Na rýchle a spoľahlivé určovanie stavu pôdy sa v súčasnosti najčastejšie používa penetračná kužeľová skúška, ktorá sa uskutočňuje pomocou penetračných prístrojov. Je založená na princípe zatlačenia kužela definovaných rozmerov do pôdy, pričom odpor proti vnikaniu kužela do pôdy komplexne charakterizuje fyzikálno-mechanické vlastnosti pôdy v závislosti od hĺbky zatlačenia kužela. Teda zatlačením kužela do pôdy získavame informáciu o utlačení, resp. nakyprení vrstiev pôdy v meranom priereze horizontu kultivovanej pôdy. Spolu so zistenými hodnotami vlhkosti a objemovej hmotnosti pôdy dostávame jednoznačnú cha-

rakteristiku, ktorá je porovnateľná s hodnotami zistenými pri rovnakých podmienkach u rôznych druhov pôd.

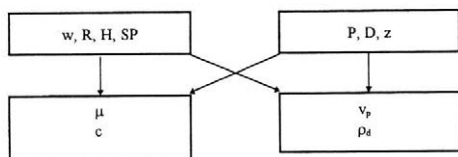
Vývoj penetrometrov prešiel dlhú cestu vývoja od prvých aplikácií pri stavbe železničných zvrškov v Dánsku v minulom storočí až po aplikácie v mechanike zemín v súčasnosti. Aplikácnym prelomom pri hodnotení únosnosti pôdy pri prechode vozidiel terénom bol v roku 1948 penetrometer WES (Perumpral, 1987). Potom boli vyvinuté rôzne prístroje a zariadenia využívajúce princíp zatlačenia kužela do pôdy a indikovania sily odporu proti zatlačaniu mechanickou (Gätkeho penetrometer, sonda STS Šumperk, penetrograf Stiboka, penetrometer DICKY-John, a i.) alebo elektrickou cestou (Carter, 1969; Ronai et al., 1982; Bajla, 1984; Findlay-Irvine Ltd., a i.). V celosvetovom meradle sa komerčne najviac uplatnil tzv. Bushov penetrometer ponúkaný firmou Findlay, Irvine Ltd. Jeho základnou prednosťou je uplatnenie normy ASAE S 313.1 pri rozmeroch kužela a mernej tyče, ktorá sa stala všeobecne akceptovaným „štandardom“ vo svetovom meradle. Zvlášť v poslednom období rýchly rozvoj elektronických prvkov umožnil značný pokrok v konštrukcii meracích systémov s požadovanou veľkou kapacitou meracej pamäte na záznam dát v digitalizovanej forme.

Penetračný odpor sa pri zatlačaní do pôdy meria rôznymi mechanickými (indikátorovými, pružinovými) alebo elektrickými metódami, bez registrácie alebo s registráciou meranej hodnoty zatlačacej sily. Pri porovnávaní výsledkov rôznych prístrojov využívajúcich rovnakú metódu merania zisťujeme dosť rozdielne hodnoty výsledkov. Taktiež rôzne rozmery a tvar zatlačacieho telesa značne vplyvajú na hodnoty dosiahnuté meraním a nedajú sa navzájom porovnať. V agronomickej praxi sa v súčasnosti využívajú rôzne princípy penetrometrov s rozličnými priemermi základne a uhla vrcholu kužela, ako aj rôznymi spôsobmi merania a záznamu meraných údajov. Keďže u nás nie je vypracovaná norma pre penetračné merania ani pre rozmery zatlačacieho telesa, využívajú sa rôzne prístroje, zostrojené doma i v zahraničí. Takáto rôznorodosť meracích prístrojov spôsobuje značnú nekonzistentnosť údajov a ich nevierohodnosť, čo významne poškodzuje hodnotenie spoľahlivosti metódy v očiach odbornej verejnosti.

MATERIÁL A METÓDA

Kužeľová penetrometria je metóda zatlačania kužeľovej sondy do pôdy a často sa využíva pri posudzovaní stupňa utlačenia pôdy. Meranie odporu prieniku kužela do pôdy má však širšie možnosti využitia pri posudzovaní fyzikálno-mechanických a technologických vlastností pôdy. Podľa penetračného odporu pôdy môžeme posudzovať orebný odpor, stupeň obtiažnosti kyprenia pôdy, očakávanú energetickú náročnosť obrábania pôdy a pod.

Keď použijeme penetrometrickú metódu na posudzovanie stupňa utlačenia pôdy napríklad po prejazdoch



1. Vzájomné väzby medzi jednotlivými vlastnosťami pôdy – Reciprocal relations among individual soil properties

- D* – vzdialenosť pôdných zŕn – distance of soil grains
SP – súhrn fyzikálnych, chemických a biologických procesov v pôde – total physical, chemical and biological process at soil
H – súhrn suchých a mokrych cyklov v pôde – total dry and wet cycles in soil
P – pórovitosť pôdy – porosity of soil
R – konštrukčné parametre kužela (priemer, uhol vrchola a stav povrchu) – construction parameters of cone (diameter, top angle and finish)
c – kohézia – cohesion
v_p – rýchlosť zatlačania kužela do pôdy – penetration rate of cone into soil
w – obsah vody v pôde – water content of soil
z – zrnitosť pôdy – grit of soil
μ – koeficient vnútorného trenia – internal friction coefficient
ρ – hustota pevných častí pôdy – dry bulk density

mobilitných prostriedkov po pôde, je potrebné si uvedomiť, že sa jedná o metódu nepriamu. Zistený penetračný odpor súvisí s objemovou hmotnosťou a pórovitosťou pôdy, teda s veličinami vyjadrujúcimi hustotu uloženia pôdných častíc, ale je tiež závislý od zrnitosti zloženia pôdy, pôdneho druhu a hlavne od okamžitého obsahu vody v pôde.

Stupeň utlačenia pôdy, stanovený pomocou merania penetračného odporu pôdy na určitej ploche, má vzájomne porovnávaciu hodnotu. Pre iné lokality s inými pôdnymi a vlhkosťnými podmienkami je porovnávacia schopnosť obťažná.

Po fyzikálnej stránke predstavuje penetrometrická metóda určovanie odporu vnikania kužela do pôdy v závislosti od polohy jeho základne. Hodnota penetračného odporu kužela proti vnikaniu do pôdy P_o závisí od obsahu vody v pôde w , zrnitosti pôdy z , pórovitosti pôdy P , vzdialenosti pôdných zŕn D , ďalej od priemeru, uhla vrcholu a stavu povrchu kužela označených súhrnne znakom R , rýchlosti zatlačania sondy do pôdy v_p , od súhrnu fyzikálnych, chemických a biologických procesov v pôde SP a od zmien štruktúry v závislosti od suchých a mokrych cyklov H . Dochádza pritom k rôznym vzájomným vnútorným väzbám, ktoré sú symbolicky vyjadrené na obr. 1.

Pre bezchybnú reprodukovateľnosť penetrometrických meraní sa musia použiť štandardné hodnoty rozmerov kužela a stavu povrchu vyjadrené symbolom R a rýchlosti zatlačania kužela v_p , pričom počas meraní podľa americkej normy ASAE S 313.1, ktorá je považovaná za štandard v celosvetovom meradle, je dovolená odchýlka od počiatočných hodnôt rozmerov vplyvom opotrebenia 5 %.

Pre pôdu, jej druh a stav (veličiny z , w , SP , D , P) musia byť na určenie penetračného odporu charakterizované ďalšie údaje, keď penetračný odpor vyjadríme funkčnou závislosťou v tvare:

$$P_o = f(\rho_d, \mu(w), c(w, H)) \quad (1)$$

Penetračný odpor sa môže vyjadrovať rôznymi spôsobmi: pomocou zložitých fyzikálnych väzieb alebo jednoduchými matematickými vzťahmi. V súčasnosti sa na definovanie fyzikálnej podstaty metódy využíva pomerná charakteristika zahŕňajúca vyjadrenie sily odporu proti zatlačaniu kužeľového hrotu vzhľadom na jednotku plochy základne kužela.

Pre praktické a rýchle vyhodnotenie výsledkov penetračných skúšok s použitím kužeľových penetrometrov bol v zhode so skúsenosťami a normou ASAE zavedený pojem penetračný odpor (index odporu kužela – cone index – CI), ktorý jednoducho vyjadruje fyzikálnu podstatu merania:

$$P_{ok} = \frac{F}{S} \quad (2)$$

kde: P_{ok} – penetračný odpor kužela (MPa, N.mm⁻²)

F – zatlačacia sila (odpor proti zatlačaniu) do pôdy (N)

S – plocha základne kužela (mm²)

Táto definícia má dopad aj na metodiku penetračných meraní. V súčasnosti sa na meranie penetračného odporu pôdy používajú rôzne typy penetrometrov – mechanické i elektrické.

Penetrometre sa dajú okrem iného využiť najmä na:

- určenie skyprenia pôdy z fyzikálneho hľadiska,
- zisťovanie utlačenia (zhutnenia) pôdy,
- na meranie a kontrolu intenzity a presnosti vykonávania technologických zásahov,
- na výber vhodných skúšobných parciel, resp. na určenie podmienok rastu rastlín, skúšania strojov a mobilnej techniky.

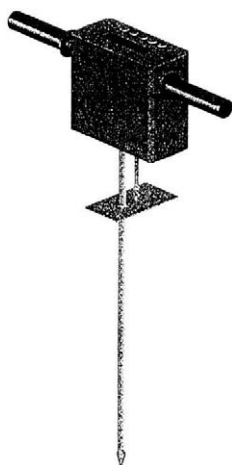
METÓDA MERANIA

Na určovanie penetračného odporu bol použitý penetrometer P-BDH 3, ktorý opisali Bajla a Hrubý (1996), a jeho modernizovaná verzia P-BDH 3A. Obidva prístroje boli vyvinuté na Katedre mechaniky a strojnictva v spolupráci s Katedrou elektroniky a automatizácie. Pri návrhu prístrojov boli využité viacročné skúsenosti s mechanickými a elektrickými analógovými prístrojmi, vyrobenými v Československu do roku 1993. Okrem snímačov sily a polohy, ktoré využívajú optoelektronické senzory, obsahuje prístroj jednočipový mikropočítač s pamäťou (obr. 2). Na kontrolu meraní a na nastavovanie parametrov bol použitý LCD displej.

Technické údaje použitého penetrometra:

maximálna hĺbka merania pôdy	do 500 mm
merací krok hĺbky	10 mm
rozsah merania odporu penetrácie	0–6 MPa
kapacita pamäte	cca 500 meraní

maximálna dĺžka nepretržitej prevádzky 10 h
rozhranie na prenos dát RS 232C
rýchlosť prenosu dát 19 200 Bd
penetračný kužeľ,
– vrcholový uhol 30°
– priemer základne kužeľa 12,8/20,3 mm
hmotnosť penetrometra 2,5 kg

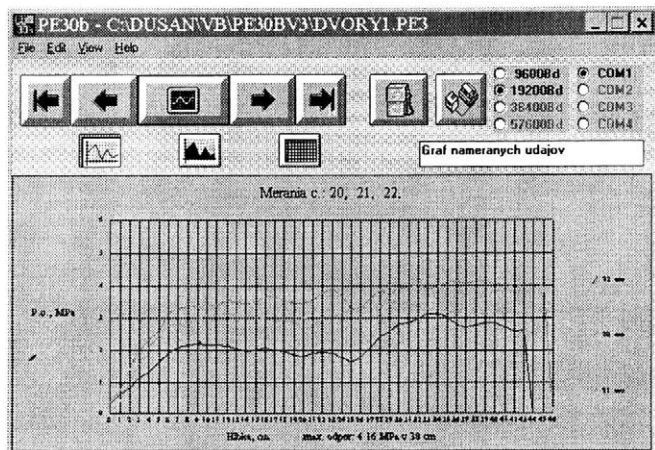


2. Penetrometer P-BDH 3A –
Penetrometer P-BDH 3A

Pri rôznych meraniach v poľných podmienkach sa súčasne s meraniami overovala aj spoľahlivosť prístroja. Experimenty sa uskutočňovali na rôznych pozemkoch pri rozličných pokusoch v rokoch 1994 až 1998. Vpichy sa realizovali vždy v rovnomerných vzdialenostiach v riadkoch, medziriadkoch, prípadne v stopách kolies mechanizačných prostriedkov pri 15 až 20 opakovaní. Pri meraniach boli odoberané neporušené vzorky pôdy vlastným odberným zariadením

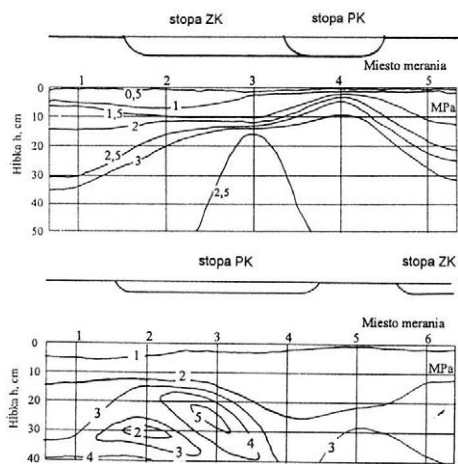
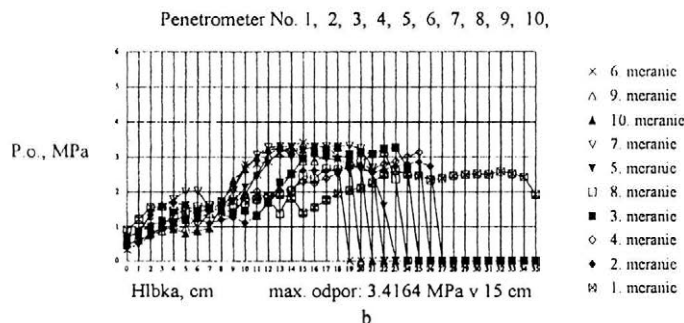
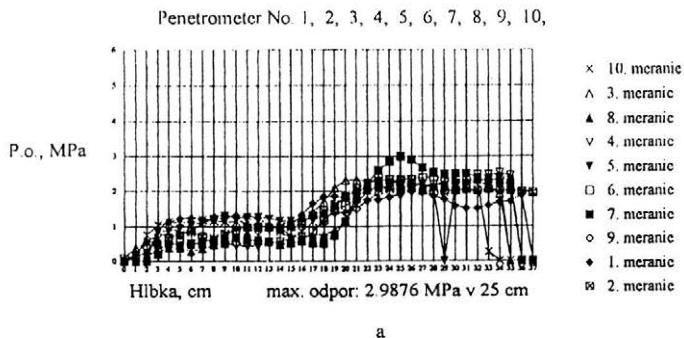
s objemom valčiekov 200 cm³ z hĺbky 10 až 15 cm a 20 až 25 cm. Pomocou vzoriek pôdy bola určovaná objemová hmotnosť, redukovaná objemová hmotnosť a vlhkosť pôdy.

Po uskutočnenom meraní boli údaje prenesené pomocou sériového prepojenia RS 232C do počítača, prehliadnuté na monitore (obr. 3) a usporiadané do súborov pre ďalšie spracovanie pomocou vhodného softveru (napr. Excel a pod.). Pre ilustráciu sme vybrali niektoré namerané výsledky, zobrazené rôznymi postupmi. Na obr. 4 sú zobrazené penetrogramy charakterizujúce dve technológie prípravy pôdy – orbu do hĺbky 0,20 až 0,25 m (a) a prípravu pôdy tanierovými bránami do hĺbky 0,10 až 0,12 m. Tieto merania charakterizujú možnosti kontroly technologických operácií, ako aj kvalitu nakyprenia pôdy pri sejbě. Obr. 5 charakterizuje meranie penetračného odporu pri sejbě jačmeňa jarného náradovým traktorom RS-09/124 na pokusnom poličku. Sledovali sme priebehy utlačenia pôdy pod kolesami traktora pri opakovanom prejazde pomocou vpichov uskutočnených naprieč smeru pojazdu pri niekoľkých opakovaní. Priemerné hodnoty penetračného odporu boli spracované do formy izočiari odporu a zobrazené v celom priečnom horizonte s vyznačením miest merania. Ďalej sme sa zameriavali aj na porovnanie rôznych spôsobov obrábania s variantami hnojenia rastlinnou hmotou (repnými listami). Varianty s výsledkami merania sú zobrazené na obr. 6, pričom sme použili vyjadrenie priebehu izočiari kombinované s plošným vyplnením charakteristických plôch vyjadrujúcich homogénnejšie rozloženie vrstiev pôdy pri variantoch so zapravenou rastlinnou hmotou do pôdy. Možnosti monitorovania stavu pôdy počas vegetácie charakterizuje obr. 7, na ktorom sú uvedené tri technológie prípravy pôdy u kukurice pestovanej monokultúrne. Merania sa uskutočnili na konci júna, počas dlhej suchej periódy. Okrem silne preschnutého povrchu pôdy sú zaujímavé aj vysoké hodnoty penetračného



3. Ponuka na monitore pri kontrole meraní – Offer on monitor at measuring control

merania – measuring
hĺbka – depth
max. odpor – max. resistance



5. Zobrazenie priebehu utlačenia pôdy pri sejbě izočiarami penetračného odporu – Course representation of soil compaction at sowing by isolines of penetration resistance

stopa – trace
miesto merania – measuring point

odporu v riadku kukurice, spôsobené nezatlačenou ryhou po disku sejačky. Zvýšenou plochou povrchu dochádza k odporu pôdnej vlhky, čo tiež zvyšuje negatív-

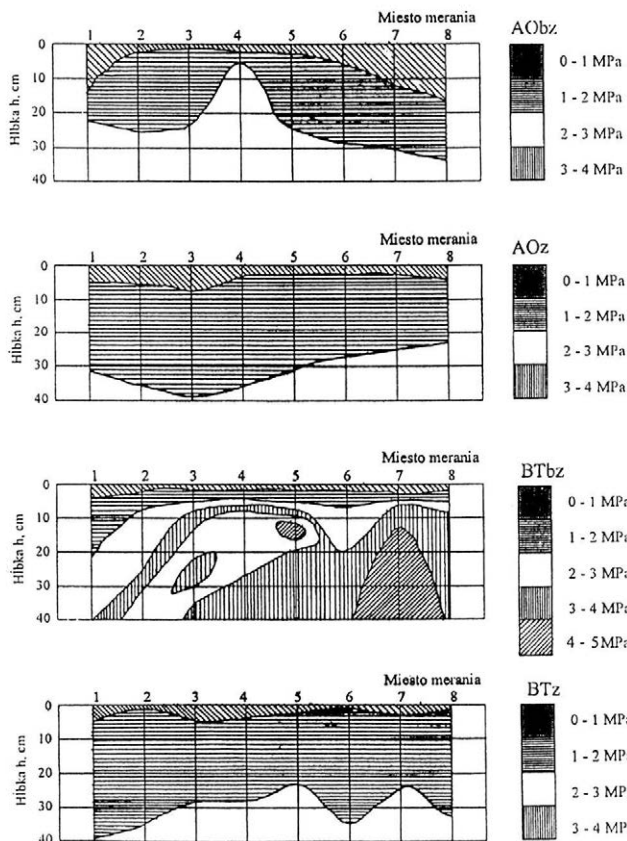
4. Priebehy penetrogramov meraní u rôznych technológií – Courses of penetrograms of some measurements at different technologies

ne dôsledky sucha a bráni vývoju koreňovej sústavy. Penetrogramy je možné ďalej spracovať do rôznych závislostí, popis ďalšieho spracovania údajov nie je obsahom tohto príspevku.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V agronomickej a skúšobníckej praxi sa penetračné metódy často považujú za nevhodné pre svoju nepresnosť a potrebu použitia väčšieho počtu vpichov. Prispieva k tomu aj značne zjednodušená interpretácia odporu proti zatlačeniu do pôdy, keď nie je možné separovať jednotlivé zložky odporu podieľajúce sa na výslednom odpore. No najväčším problémom pri hodnotení metódy bola nekonzistentnosť výsledkov rôznych meraní, predovšetkým mechanickými penetrometrami.

Uvedené ukážky penetrometrických meraní názorne ukazujú, že meranie penetračného odporu pomocou kužeľovej sondy definovaných rozmerov v súlade s ASAE charakterizuje zmeny stavu pôdy v meranom horizonte. Pri doplnení údajov o objemovú hmotnosť, vlhkosť, prípadne ďalšie charakteristiky pôdy, môžeme stav pôdy porovnávať s meraniami v rôznych lokalitách s približne rovnakými pedologickými parametrami. To je podstatná výhoda používania „štandardných“ podmienok merania, ktoré umožňuje aj ďalšie exaktné porovnanie výsledkov meraní pri rozdielnych zr-



6. Porovnanie rôznych technológií obrábania a hnojenia – Comparing different technologies of tillage and fertilization

AO – orané – tilled
 BT – tanierované – disk harrowed
 z – zapravené rastlinné zvyšky – incorporated plant off-cuts
 bz – bez zapravenia – not incorporated

nitostných či vlhkostných pomeroch v rôznych vegetačných fázach alebo rokoch.

Penetrometrické metódy sa využívajú veľmi často na rôzne účely v poľnohospodárskej praxi, ale tiež vo výskume a skúšobníctve. Okrem popisu okamžitého stavu pôdy nám umožňujú stanoviť aj podmienky rastu rastlín a práce strojov a náradia v danom termíne. Pri rôznosti penetračných prístrojov a tiež postupov merania je pre porovnateľnosť výsledkov a ich vypovedaciu schopnosť potrebné zabezpečiť nielen opakovateľnosť meraní, ale aj ich reprodukovateľnosť v rôznych podmienkach.

Pre bezchybnú reprodukovateľnosť penetrometrických meraní je potrebné zabezpečiť:

- zhodnosť, alebo aspoň podobnosť tvaru a rozmerov zatlačacieho telesa,
- zhodnosť, alebo aspoň podobnosť podmienok merania.

Prvá podmienka sa dá zabezpečiť pomerne jednoducho dodržaním predpisu rozmerov zatlačacieho telesa podľa americkej normy ASAE S 313.1, všeobecne uznávanej za svetový štandard.

Druhá podmienka sa týka predovšetkým rýchlosti zatlačania penetračného telesa, ktorú je zvlášť pri ruč-

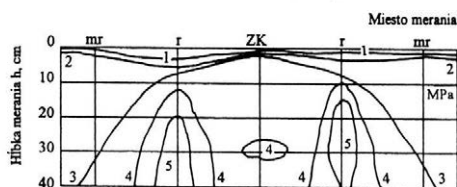
nej aplikácii pomerne ťažké dodržať. Keďže penetračný odpor je funkciou vlhkosti a objemovej hmotnosti, vyžaduje sa pre exaktné popísanie podmienok merania definovať tieto základné charakteristiky. V niektorých prípadoch sa pri nedodržíaní spomínaných podmienok používajú korekcie.

Preto i cieľom výskumníkov a konštruktérov týchto prístrojov je nielen návrh ľahkých, prenosných a spoľahlivých zariadení, ale tiež konzistentných prostriedkov širšie použiteľných a umožňujúcich získavať údaje navzájom porovnateľné. Keďže penetrometrická metóda sa najviac využíva v USA, uplatnila sa normalizácia rozmerov najskôr tam, čím sa vytvorila podmienka pre konštrukciu prístrojov s rovnakými rozmermi zatlačacieho telesa a uplatňuje sa i v ďalších krajinách.

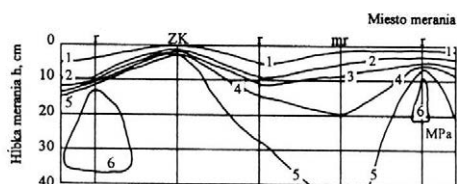
Ďalším okruhom podmienok bolo vytvorenie postupov a noriem, na základe ktorých je možné uskutočňovať korekcie výsledkov pri rôznych neštandardných meraniach. Whiteley, Drexler (1981), Ayers, Perumpral (1982), Koolen, Vaandrager (1984), Fritton (1990) a iní týmito otázkami venovali značnú pozornosť. Koolen s Vaandragerom (1984) navrhli na základe rozsiahlych meraní určité opravné postupy, ktoré Fritton

Utlačenie pôdy 24.6.1998

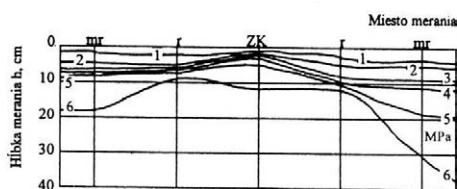
Minimalizačná technológia



Orebná technológia



Bezorebná technológia



7. Porovnanie rôznych technológií monokultúrneho pestovania kukurice počas vegetácie – Comparing different technologies of tillage of monoculture maize cultivating in the vegetation course

utlačenie pôdy – soil compaction
minimalizačná technológia – minimum tillage
orebná technológia – tillage
bezorebná technológia – no-tillage

(1990) spracoval do návrhu vyhodnocovacieho postupu, ktorý sme v modifikovanej forme použili pri vyhodnocovaní našich výsledkov.

ZÁVER

Zmeny fyzikálnych vlastností v kultivovanej pôde je nutné sledovať nielen z hľadiska tlaku na pôdu a frekvencie prejazdov, významné je tiež sledovanie nových technologických postupov z hľadiska zachovania produkčnej schopnosti pôdy, ako aj sledovania stavu pôdy ako prirodzeného prostredia a jej vplyvu na rast rastlín.

Pri monitorovaní pôdných vlastností je potrebné sa opierať o vhodné postupy zisťovania ukazovateľov sta-

vu pôdy charakterizujúcich dynamiku zmien v pôde a ich interpretáciu tak, aby poznatky boli nielen dostatočne presné a vierohodné, ale aby dávali aj názorné a praktické vyjadrenia zložitých dejov s možnosťou zachytiť dynamiku týchto zmien. Tam, kde môžu byť vlastnosti pôdy charakterizované s vysokým stupňom priestorového znázornenia, napríklad pri meraní penetračného odporu kužela, môžu vhodné grafické diagramy charakterizovať výsledky pôsobenia rôznych vonkajších vplyvov. Preto i penetračná metóda vzhľadom na jej univerzálnosť a rýchlu aplikáciu v terénnych podmienkach je perspektívna i pri ďalších aplikáciách a využiteľná i v podmienkach poľnohospodárskeho výskumu a praxe. Je použiteľná pre kvalitatívne a kvantitatívne charakterizovanie zmien fyzikálno-mechanických i technologických vlastností pôdy a dáva možnosti jej využitia pri širšom monitorovaní zmien pôdných vlastností.

Preto i postupom merania a vyhodnocovania výsledkov penetrometrických meraní je treba venovať veľkú pozornosť, aby metóda merania penetračného odporu mohla byť právoplatne zaradená medzi exaktné postupy merania a nebola považovaná len za orientačnú metódu.

LITERATÚRA

- Ayers P. D., Perumpral J. V. (1982): Moisture and density effect on cone index. *Trans. ASAE* (3), 1169–1172.
- Bajla J. (1984): Zariadenie pre meranie odporu penetrácie. Patent ČSSR AO 249872. VŠP Nitra.
- Bajla J., Hrubý D. (1996): Prenosný kužeľový penetrometer s mikropočítačom. *Acta technol. agric. Univ. Nitra*, 37, 23–30.
- Carter L. M. (1969): Integrating penetrometer provides average soil strength. *Agric. Engng.* (10), 618–619.
- Fritton D. D. (1990): A standard for interpreting soil penetrometer measurements. *Soil Sci.*, 150 (2), 542–551.
- Grečenko A. (1966): Využití poznatků mechaniky zemín ke studiu stlačování půdy traktorovými koly. *Zeměd. Techn.*, 12 (9), 551–575.
- Grečenko A. (1967): *Terramechanika*. Stud. Inform., zvl. ř. Zeměd. Techn. 9. Praha, ÚVTI-ÚZPV. 164 s.
- Grečenko A., Matějka J., Bartoloměj A. (1997): Zhutnění půdy koly a jeho modelování. *Zeměd. Techn.*, 43 (2), 41–58.
- Koolen J., Vaandrager P. (1984): Relationships between soil mechanical properties. *J. agric. Engng. R.*, 29, 313–319.
- Kosek J. (1986): Vliv pojezdového ústrojí mobilních energetických prostředků na půdu. *Zeměd. Techn.*, 32 (5), 261–270.
- Manor G. et al. (1991): Soil cone index variability under fixed traffic tillage systems. *Trans. ASAE*, 34 (5), 1952–1956.
- Perumpral J. V. (1987): Cone penetrometer applications—A Review. *Trans. ASAE*, 30 (4), 939–944.
- Ronai D., Troupe A. C. (1981): Analiza uticaja broja prolaza točka i mogućnost predviđanja nekih parametara sabijenosti zemljišta. *Savrem. poljoprivred. Tehn.* (3), 111–117.
- Ronai D. et al. (1982): Električni penetrometar za merenje čvrstoće zemljišta po profilu. In: *Zbor. rad. X. jugoslav. simpoz. o mjerenjima mjernoj opremi*. Budva, 375–382.

- Sinorós J. et al. (1993): Soil physical and tillage energetic interactions. Hung. Agric. Engng. (6), 20–22.
- Sitkei G. (1972): A mezogazdasági jároszekezetek méretezési módszerei. Budapest, Akadémiai Kiadó. 82 s.
- Soane B. D. (1973): Techniques for measuring changes in the packing state and cone resistance of soil after the passage of wheels and tracks. J. Soil Sci., 24, 311–321.
- Volfson B. (1984): Determination of some soil properties for vehicles ride simulation. Trans. ASAE, 27 (2), 341–347.
- Whiteley G. M., Dexter A. R. (1981): The dependence of soil penetrometer pressure on penetrometer size. J. agric. Engng. Res., 26 (3), 467–476.
- Wolf D., Hadas A. (1984): Soil compaction effects on cotton emergence. Trans. ASAE, 27 (3), 655–659.
- Young S. C., Johnson C. E., Schafer R. L. (1988): Quantifying soil physical condition for tillage control. Trans. ASAE, 31 (3), 662–667.
- ASAE Standard (1983): ASAE S 313.1 Soil cone penetrometer. Agric. Engin. Yearbook, 283.
- Prospekt: The Bush recording soil penetrometer. Findlay, Irwine Ltd.

Došlo 29. 12. 1998

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Jozef Bajla, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 360 73, fax: +421 87 41 70 03

UTLÁČANIE PÔDY VÝSEVNOU JEDNOTKOU PRI SEJBE CUKROVEJ REPY

SOIL COMPACTION DUE TO SUGAR BEET SOWING UNITS

J. Páľtik, J. Porubský

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The aim of this work was to monitor laboratory germination of sugar beet with respect to soil moisture content of the layer below the seed location and the intensity of its compaction. The method of seed bed preparation is shown in Fig. 2. Measurements were done under laboratory conditions using clay soil with moisture content ranging from 10 to 20% and with changing intensity of pressure from 0 to 125 kPa. The results of the relationship between sugar beet emergence rate and average pressure and soil moisture content are shown in Fig. 3. Under the principle of relative emergence rate (further only emergence rate), we understand that it is expressed as the percentage of emerged plants – including twin roots – of the theoretical number of sown emerged seeds. An example of the speed of emergence rate of sugar beet at a soil moisture content of 15% is shown in Fig. 4. From the results, the following conclusions were made: – for each soil moisture content, there exists an optimal value of average pressure which results in maximum emergence rate. For example, at a soil moisture content of 10%, the pressure is 50–100 kPa, at a soil moisture content of 20%, the pressure is 0–25 kPa (Fig. 3), – at the average pressure which secured a maximum value of emergence rate, the highest speed of emergence rate was achieved also simultaneously; this having an influence on the future evenness of the plant population, – current planters solve this problem by changing the press wheel system as a part of the planting unit, respectively changing the loading force, – the optimization of this process will be possible by the continual measurement of soil moisture content, when it is possible to expect an increase in emergence rate especially for extreme moisture contents and also through to 10%.

sugar beet; seed bed; soil compaction; emergence rate

ABSTRAKT: Cieľom práce bolo laboratórne sledovať vzhádzavosť cukrovej repy v závislosti od vlhkosti pôdy vo vrstve pod hĺbkou uloženia osiva a od intenzity jej utlačania. Merania sa uskutočnili v laboratórnych podmienkach s použitím hlinitej pôdy v rozsahu vlhkosti 10 až 20 % a pri zmene intenzity utlačania pôdy v rozsahu od 0 až 125 kPa. Z výsledkov vyplývajú tieto závery: – pre jednotlivé vlhkosti pôdy existujú optimálne hodnoty merného tlaku, kedy sa dosahuje maximálna vzhádzavosť; – pri merných tlakoch, ktoré zabezpečovali maximálnu hodnotu vzhádzavosti, bola súčasne dosiahnutá aj najvyššia rýchlosť vzhádzania repy, čo má významný vplyv na budúcu rovnomernosť porastu; – súčasne sejacie stroje riešia tento problém výmenou zapravovacieho systému na výsevnej jednotke, resp. zmenou doťahovacej sily; – optimalizácia procesu bude možná až po zavedení kontinuálneho merania vlhkosti pôdy s nadväzujúcou zmenou jej intenzity utlačania.

cukrová repa; sejbové lôžko; utlačanie pôdy; vzhádzavosť

ÚVOD

Vysoké úrody a nízke zberové straty pri výrobe cukrovej repy môžeme docíliť len pri zabezpečení rýchleho a rovnomerného vzhádzania repy, pri dosiahnutí vysokej poľnej vzhádzavosti. Rovnomernosť a rýchlosť vzhádzania je ovplyvňovaná vlastnosťami pôdy a osiva, kvalitou prípravy pôdy, klimatickými podmienkami a technickými parametrami sejačky. Parametre sejačky ovplyvňujú hĺbkové uloženie semena, objemovú hmotnosť, pórovitosť a štruktúru pôdy v oblasti sejbového lôžka, ako aj profil vysiateho riadku (Rademacher, 1988).

Brázdička vytvorená tupou výsevnou pätkou má umožniť uloženie semena tak, aby bol vytvorený kontakt na vzlianjúcu kapilárnu vodu na dne tejto brázdičky.

ky. Pre dosiahnutie požadovaného kontaktu semien s pôdou je potrebné buď semeno zatlačiť do dna brázdičky, a to použitím zatlačovacieho valčeka umiestneného za výsevnou pätkou, alebo brázdičku zahrnúť a potom pôdu intenzívnejšie utlačiť (Schrödl, 1990; Christoph, 1993).

Rýchly prestup vody z pôdy do semena ako aj vysoká rýchlosť vzliania vody v pôde budú optimálne len pri súčasnom dosiahnutí požadovanej štruktúry pôdy v blízkosti uloženého semena. Na tieto skutočnosti taktiež vplýva činnosť zatlačovacieho systému výsevnej jednotky (Brunotte, 1985; Páľtik, Paulen, 1997). Podľa Brunotte (1985) by pôda mala byť utlačená tak, aby pod semenom dosahovala objemovú hmotnosť 1,4 až 1,5 g·cm⁻³. Steiner, Papesch (1995) upozorňujú, že s narastaním pracovnej rýchlosti sejačky s tupou vý-

sevnou pátkou sa zvyšuje rozdiel medzi zahĺbením výsevnjej pátky a hĺbkou uloženia semena, čiže medzi dnom výsevnjej brázdičky a semenom vzniká tzv. oddeľovacia vrstva pôdy. Tieto a ďalšie výsledky ukazujú na potrebu utláčať pôdu po uložení osiva výsevnou pátkou do vytvorenej brázdičky.

Cieľom práce je sledovať vzhádzavosť repy v závislosti od intenzity utlačania pôdy, ktoré nasleduje po uložení semena tupou výsevnou pátkou a po jeho zahrnutí pôdou.

METÓDA

Pri voľbe metodiky sme vychádzali zo skutočnosti, že zahĺbenie výsevnjej pátky je riadené tandemovým usporiadaním kolies výsevnjej jednotky (obr. 1A) v súlade so sejačkou SE 4-049 u nás najviac používanou. Druhý systém riadenia hĺbky pomocou vpredu umiestneného kolesa (obr. 1B) viac utláča pôdu, čo sa musí zohľadniť voľbou rozmerov kolesa, resp. úpravou zaťažujúcej sily.

Merania boli uskutočnené v laboratórnych podmienkach s použitím hlinitej pôdy so zastúpením frakcií (< 0,01 mm) 32 až 35 % a s obsahom humusu 2,2 %. Pôda bola odobratá priamo z poľa vo vrstvách po predsejbovom kyprení kompaktorom. Pritom vrchná vrstva o hrúbke 30 mm mala pre všetky varianty laboratór-

nych meraní konštantnú vlhkosť (11,3 %) s maximálnym zastúpením frakcií 1 až 2 mm (21 %). Pod ňou umiestnená vrstva mala vlhkosť upravenú na 10 %, 15 % a 20 %. Použili sme aj prirodzenú vlhkosť z poľa 17,6 %. Tieto začiatkové vlhkosti spodnej vrstvy sme udržiavali kontinuálnym meraním vlhkosti a prívodom vody. Relatívna vlhkosť vzduchu bola udržiavaná na hodnotách 90 ± 2 % pri teplotách zhodných s poľnými meraniami pri sejbě repy v jarom období.

Postup prípravy laboratórneho sejbého lôžka je znázornený na obr. 2. Po uložení semien do brázdičky a ich zahrnutí pôdou (s vlhkosťou 11,3 %) bola pôda nad vysiatim riadkom utlačená merným tlakom 0; 25; 50; 75; 100 a 125 kPa (obr. 2C). Vysievaná bola odroda Diadem s 95% klíčovosťou a 98% jednoklíčivosťou.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Ak vychádzame z teórie stlačovania pôdy valcom (Neubauer et al., 1989), sú jednotlivé parametre práce zatlačovacieho kolesa-valca viazané rovnicou

$$G = \frac{2}{3} \cdot q_0 \cdot B \cdot D^{1/2} \cdot h_1^{3/2} \quad (\text{N}) \quad (1)$$

kde: G – tiažová sila zatlačovacieho kolesa (N)
 q_0 – objemový súčiniteľ stlačenia pôdy ($\text{N} \cdot \text{m}^{-3}$)
 B, D – šírka a priemer kolesa (m)
 h_1 – hĺbka zaborenia kolesa do pôdy (m)

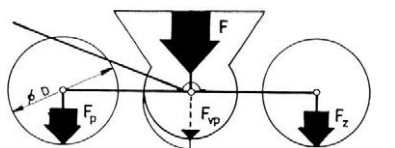
Ak vychádzame z predpokladu, že merný tlak p je úmerný veľkosti zaborenia kolesa do pôdy h ($p = q_0 \cdot h$), bude pre maximálne zahĺbenie h_1 platiť $q_0 = \frac{p}{h_1}$ a po dosadení do rovnice (1) bude merný tlak vyvodzovaný kolesom

$$p = \frac{3}{2} \cdot \frac{G}{B \cdot D^{1/2} \cdot h_1^{3/2}} \quad (\text{Pa}) \quad (2)$$

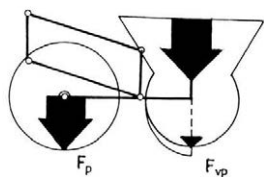
Pri tandemovom usporiadaní kolies výsevnjej jednotky (obr. 1A) a predpoklade rovnomerného rozdelenia tiaže na predné a zadné koleso ($F_p = F_z$, $D = 270$ mm, $B = 60$ mm, $F = 420$ N) kolíše merný tlak, ktorým je stlačovaná pôda pred výsevnou pátkou v závislosti od hĺbky zaborenia h_1 v rozsahu cca 30 až 70 kPa. Z tohto dôvodu sme použili základné stlačenie pôdy v hodnote 50 kPa (obr. 2A) pred vlastnou tvorbou výsevnjej brázdičky.

Môžeme predpokladať, že účinok utlačania bude mať vplyv na hrúbku a stav tzv. oddeľovacej vrstvy (vrstva pôdy medzi dnom výsevnjej brázdičky a semenom) (Steiner, Papesch, 1995), na úpravu štruktúry pôdy v tesnej blízkosti semena, resp. nad semenom, na dopravu semena na dno brázdičky, resp. na úpravu intenzity kapilárnej vzlinavosti vody k semenu.

Na druhej strane utlačanie nesmie spôsobovať neúmernú prepravu semena vo vertikálnom smere. Toto nebezpečenstvo vzniká hlavne nadmerným prekyprením pôdy v rámci jej predsejbovej prípravy, resp. pri nízkej intenzite utužovania pôdy pred výsevnou pátkou. Utlá-



A



B

1. Hĺbkové vedenie výsevnjej pátky – Planting unit with equalizer and famflex roller

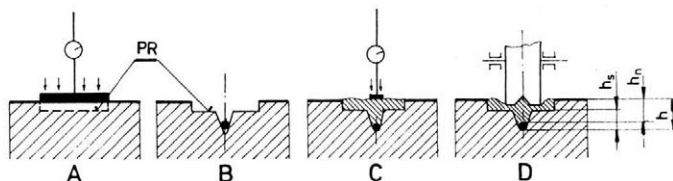
A – tandemové usporiadanie kolies výsevnjej pátky – tandem arrangement of wheels of the planting unit

B – riadenie hĺbky vpredu umiestneným oporným kolesom – depth control in the front drive wheel

F – celková sila – total force

F_p, F_z – sila na prednom (zadnom) opornom kolese – force on the front (rear) drive wheels

F_{zp} – sila pôsobiaca na výsevnú pátku – force acting on the planting unit



2. Postup prípravy sejbového lôžka – Method of seed bed preparation

A – stlačovanie pôdy (spôsobené predným oporným kolesom výsevej jednotky) – soil compression (by front drive wheel of the planting unit)

PR – vytvorenie profilu pôdy – creation of soil profil

B – tvorba výsevej brázdičky a uloženie semena – creation of planting furrow and seed placement

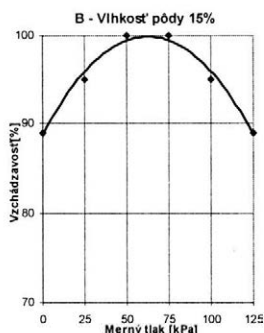
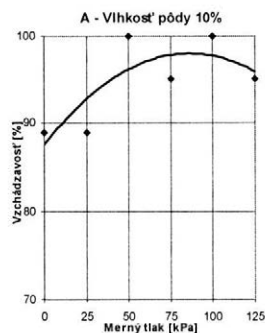
C – zahrnutie zeminou a stlačenie pôdy ($p = 0-125$ kPa) – inclusion of cover soil and soil compression ($p = 0-125$ kPa)

D – profilovanie a úprava povrchu – adjustment of surface profile

h_s – hĺbka uloženia semena v pôde – deep seed placement in soil

h_k – hrúbka vrstvy pôdy nad semenom – width of soil layer above seed

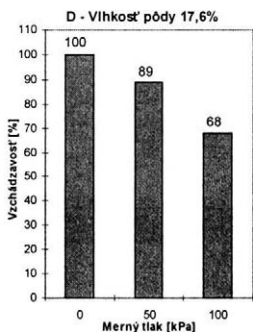
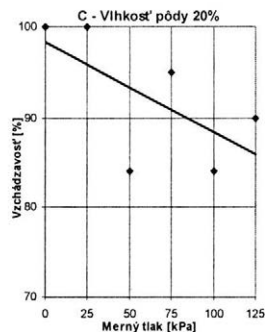
h – hĺbka sejby (30 mm) – deep planting (30 mm)



3. Závislosť vzchádzavosti cukrovej repy od merného tlaku po uložení semena do pôdy – Relationship between sugar beet emergence rate and average pressure after seed drop into the soil

A, B, C – pôda vlhkosťne upravená v laboratóriu – soil modified for moisture content in the laboratory

D – pôda s prirodzenou vlhkosťou z poľných podmienok – soil with natural moisture content in field conditions

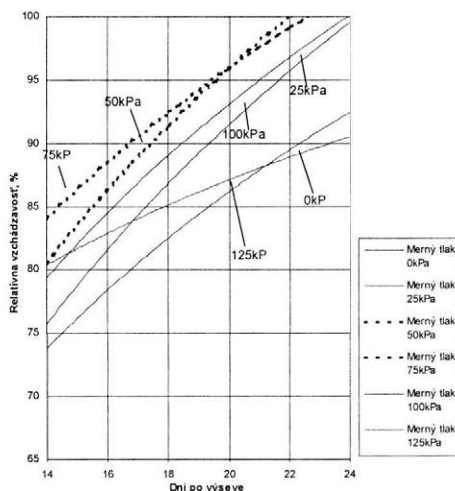


čanie taktiež nesmie spôsobovať, hlavne pri zvýšenej vlhkosti pôdy, tvorbu pre klíčiace rastliny neprešupnej pôdnej vrstvy nad semenom, ktorá má navyše sklon k vytváraniu prísušku.

Uvedené činitele sú často protichodné, avšak pre dané pôdne podmienky bude existovať oblasť optimálneho merného tlaku, pri ktorej bude vzchádzavosť repy najvyššia. Funkčné závislosti relatívnej vzchádzavosti od zmeny merného tlaku pre rôzne vlhkosti pôdy boli

vyhodnotené ako regresné krivky druhého stupňa – kvadratické paraboly (obr. 3).

Zatiaľ čo pre menšie vlhkosti pôdy (10 %) sme dosiahli maximálnu vzchádzavosť pri mernom tlaku 50 až 100 kPa (obr. 3A), pri vlhkosti pôdy 15 % bola dosiahnutá maximálna hodnota vzchádzavosti pri mernom tlaku 50 až 75 kPa (obr. 3B) a pri vlhkosti pôdy 20 % pri tlaku 0 až 25 kPa (obr. 3C). Pod pojmom relatívna vzchádzavosť (ďalej len vzchádzavosť) rozumieme per-



4. Závislosť vzhádzavosti repy na čase vyjadrenom dňami po výseve pre vlhkosť pôdy 15 % – Relationship between sugar beet emergence rate in time expressed days after sowing in soil of 15% moisture content

merný tlak – average pressure

centuálne vyjadrenie vzídených rastlín vrátane dvojakov k teoretickému počtu vysiatych klíčivých semien.

Funkčné závislosti vplyvu merného tlaku na vzhádzavosť potvrdzujú aj výsledky dosiahnuté s prirodzenou vlhkosťou pôdy (17,6 %) odobranej z poľa (obr. 3D). Najvyššia vzhádzavosť bola dosiahnutá opäť pri malých až nulových merných tlakoch.

Pre dopestovanie rovnomerného porastu repy je potrebné zvažovať nielen dosiahnutie maximálnej vzhádzavosti, ale aj rýchlosť vzhádzania. Ako príklad si uvedme exponenciálnu závislosť vzhádzania na čase vyjadrenom „dňami po výseve“ pre vlhkosť pôdy 15 % a merné tlaky 0; 25; 50; 75; 100 a 125 kPa (obr. 4). Platí všeobecný poznatok, že pri merných tlakoch, ktoré zabezpečovali maximálnu vzhádzavosť (50, 75 kPa), sa súčasne docieľuje aj najvyššia rýchlosť vzhádzania repy. Alebo naopak, kde sú vytvorené vhodné podmienky pre rýchle vzhádzanie repy, tam sa súčasne dosahujú najvyššie hodnoty vzhádzavosti repy.

Rôzna intenzita utláčania pôdy po uložení semena do pôdy sa v praktických podmienkach zabezpečuje voľbou rôznych konštrukčných systémov, ktoré sa podieľajú na zapravovaní semena. Tieto systémy zabezpečujú nielen možnosť zmeny intenzity utláčania pôdy, ale aj konečný, najčastejšie „striekovitý“ profil riadku (Rademacher, 1988) (obr. 2D).

Dosiahnuté výsledky môžeme čiastočne porovnať s výsledkami, ktoré uvádzajú Steiner, Papesch (1995). Autori uvádzajú, že pre vlhkosť pôdy 14,7 % je pre maximálnu vzhádzavosť (88,9 %) potrebný kontaktný tlak na pôdu 60 kPa.

ZÁVER

Cieľom práce bolo sledovať laboratórnu vzhádzavosť cukrovej repy v závislosti od intenzity utláčania pôdy a zmeny vlhkosti pôdy. Merania sa uskutočnili v laboratórnych podmienkach s použitím hlinitej pôdy v rozsahu vlhkosti 10 až 20 % a merných tlakov 0; 25; 50; 75; 100 a 125 kPa. Z výsledkov vyplývajú tieto závery:

- pre jednotlivé vlhkosti pôdy existujú optimálne hodnoty merného tlaku, kedy sa dosahuje maximálna vzhádzavosť. Tak napr. pre vlhkosť pôdy 10 % je to tlak 50 až 100 kPa, pre vlhkosť pôdy 15 % je to tlak 50 až 75 kPa, pre vlhkosť 20 % tlak 0 až 25 kPa,
- pri merných tlakoch, ktoré zabezpečovali maximálnu hodnotu vzhádzavosti, bola súčasne dosiahnutá aj najvyššia rýchlosť vzhádzania repy, čo má významný vplyv na budúcu rovnomernosť porastu,
- súčasné sejacie stroje riešia tento problém výmennou zapravovacieho systému na výsevnú jednotku, resp. nastavením doťažovacích silových účinkov, k čomu slúžia aj namerané výsledky,
- optimalizácia tohto procesu bude možná až po zavedení kontinuálneho merania vlhkosti pôdy s nadväzujúcou zmenou jej intenzity utláčania, kedy sa dá očakávať zvýšenie vzhádzavosti repy hlavne pre extrémne vlhkosti aj cez 10 %.

LITERATURA

- Brunotte J. (1985): Untersuchungen beim Feldaufgang von Zuckerrüben. Zuckerrübe, 34, 26–32.
- Christoph Wolf von Kessel (1993): Was ist zur Aussaat zu bedenken? Zuckerrübe, 42 (1), 4–8.
- Neubauer K. et al. (1989): Stroje pro rostlinnou výrobu. Praha, SZN, 107–110.
- Páltik J., Paulen J. (1997): Jarná predsejbová príprava pôdy pre cukrovú repu. Listy cukrov. řep., (9), 232–235.
- Rademacher T. (1988): Wie betten und zudecken? Landtechnik, (4), 192–195.
- Schrödl J. (1990): Glatte Druckrollen für trockene Böden. DLZ (3), 76–78.
- Steiner K., Papesch J. (1995): Die Pille in der Rille. Zuckerrübe, 44 (1), 22–23.

Došlo 29. 12. 1998

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Jaroslav Páltik, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 60 14 25, fax: +421 87 41 70 03

NIEKTORÉ ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI SEMIEN LÁSKAVCA

SOME ELECTRICAL PROPERTIES OF AMARANTHUS SEEDS

Z. Hlaváčová

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: Electrical properties of biological materials are influenced by various factors. The most important of these factors are the moisture content and its asymmetrical distribution in materials, temperature, density, volume density or bulk density. The factors influencing the conductivity of *Amaranthus* seeds are described in this paper. The volt-ampere characteristics of seed batches for four *Amaranthus* varieties, resistance, resistivity and conductivity with respect to voltage, moisture content, and bulk density are presented. It was found out that the value of the current tends toward the conduction component of the current after two minutes, therefore the current was read after this time. The current was measured during a rise and fall in voltage, in order to eliminate the influence of charging and discharging current. The volt-ampere characteristics for pack of seeds created specific hysteresis. From the given characteristic, the electrical resistance, resistivity, conductivity and impedance of samples was calculated for each variety, at a moisture content and bulk density. It was found out that the resistance and impedance of samples was decreasing with an increasing voltage. The resistivity and conductivity of samples changes in proportion by a number of degrees as a function of moisture content. The conductivity increased with the bulk density. Moreover, the methodology of measuring moisture content is also presented. It was found out that the most suitable mass of samples was 5 g, appropriate temperature was 105 °C and time interval of drying was four hours.

electrical properties; moisture content; bulk density; resistance; resistivity; conductivity

ABSTRAKT: Elektrické vlastnosti biologických materiálov sú ovplyvňované viacerými faktormi. Medzi najdôležitejšie patrí obsah vlhkosti a jej nerovnomerné rozloženie v materiáloch, teplota, hustota, sypaná alebo objemová hmotnosť. V práci sú popísané faktory, ktoré ovplyvňujú elektrickú vodivosť súboru semien ľaskavca. Sú uvedené voltampérové charakteristiky súboru semien štyroch odrôd amarantu, ďalej závislosti odporu, merného odporu a mernej elektrickej vodivosti od napätia, od obsahu vlhkosti, od sypanej hmotnosti. Je tu tiež uvedená metodika určovania obsahu vlhkosti. Bolo zistené, že najvhodnejšia hmotnosť vzoriek bola 5 g, teplota vyhovujúca na vysušenie 105 °C a čas sušenia štyri hodiny.

elektrické vlastnosti; obsah vlhkosti; sypaná hmotnosť; odpor; merný odpor; merná vodivosť

ÚVOD

Poznanie elektrických vlastností biologických materiálov je dôležité z pohľadu návrhu a konštrukcie vlhkomerov pre určovanie podielu vlhkosti zŕn, semien, stebiel poľnohospodárskych rastlín, ale i potravinárskych materiálov. Dôkazy o tom podali vo svojich prácach napríklad Fexa, Široký (1983), Hlaváčová (1994), Kraszewski et al. (1998), Nelson et al. (1998a). Elektrické vlastnosti sa využívajú tiež pri určovaní úrovne hladín kvapalín alebo nasypných hmyzu v skladovaných zrnách (Nelson et al., 1998b), pri kvantitatívnom určovaní mechanického poškodenia (Couto et al., 1998) a v mnohých ďalších prípadoch. Poznatky o elektrických vlastnostiach semien ľaskavca zatiaľ v literatúre nie sú žiadne.

Hrazdira et al. (1990) uvádzajú, že biologické materiály môžeme zaradiť k makroskopicky i mikroskopicky nehomogénnym dielektrikám. Vo vnútri buniek sa nachádzajú rôzne roztoky organických a anorganických látok, ktoré môžu tvoriť elektrolyty a sú vodičmi druhého rádu. Existuje v nich iónový typ elektrickej vodivosti. Voľné ióny môžu vznikáť pri rozpúšťaní iónových i neiónových zlúčenín. Jednotlivé ióny majú väčšiu afinitu k molekulám rozpúšťadla než k sebe navzájom, ako uvádza Čičmanec (1980). V prostredí s vysokou relatívnou permitivitou sú sily medzi elektricky nabitými časticami ϵ_r -krát menšie než vo vákuu. Preto rozpúšťadlá s vysokou permitivitou majú disociačný účinok. Takými sú silne polárne kvapaliny a medzi nimi najmä voda. Väčšina biologických materiálov obsahuje značné množstvo vody, preto disociácia v ich roztokoch ľahko prebieha. Odpor takýchto materiálov sa mení v čase, pretože vedenie elektrického prúdu je spojené s prenosom látky. Počas prechodu elektrického prúdu postupne klesá (Krempaský, 1982).

Membrány buniek nie sú vodivé, sú to izolanty. Hrazdira et al. (1990) uvádzajú, že ich merný elektrický odpor dosahuje vysoké hodnoty, rádozo až $10^8 \Omega \text{m}$. Striedanie vodivých vnútorných častí buniek a nevodivých membrán vytvára biologické kondenzátory, ktorých plošná kapacita je dosť vysoká. Jej hodnota sa pohybuje okolo $1 \mu\text{F} \cdot \text{cm}^{-2}$. Zistilo sa, že odpor bunkových membrán klesá s frekvenciou použitého elektrického prúdu, čo dokazuje, že sa správajú ako kapacitance.

Chovanie biologických membrán sa často simuluje meraním na elektrickom modeli, ktorý modeluje pasívne elektrické vlastnosti bunkových blán. Bunková membrána sa v podmienkach fyziologického pokoja chová ako elektrický obvod RC zapojený paralelne. Odpor, ktorý predstavuje vnútro buniek, je k nemu pripojený sériovo. Odpor medzi bunkových priestorov sú tiež pripojené sériovo. Ak chceme celkovo určiť impedanciu takéhoto zapojenia, musíme použiť komplexné čísla, kde Z_1^* je komplexná impedancia RC obvodu, R_1 je odpor bunkovej membrány, C je kapacita bunkovej membrány a R_2 je odpor vnútra bunky. Pre paralelný RC obvod môžeme napísať

$$\frac{1}{Z_1^*} = \frac{1}{R_1} + j \cdot \omega \cdot C$$

odkiaľ

$$Z_1^* = \frac{R_1}{1 + j \cdot \omega \cdot R_1 \cdot C}$$

Pre výslednú impedanciu Z^* a jej veľkosť Z pri sériovom zapojením odporu R_2 dostaneme

$$Z^* = R_2 + \frac{R_1}{1 + j \cdot \omega \cdot R_1 \cdot C}$$

$$Z = \frac{\sqrt{(R_1 + R_2 + \omega^2 \cdot C^2 \cdot R_1^2 \cdot R_2^2) + \omega^2 \cdot C^2 \cdot R_1^4}}{1 + \omega^2 \cdot C^2 \cdot R_1^2}$$

Impedancia pletív, ktoré majú veľmi zložitú štruktúru, by bola popísaná ešte omnoho zložitejším vzťahom.

V bunkových membránach existujú však kanáliky, cez ktoré sa môžu pohybovať najmä fyziologické ióny, ako sú kationy draslíka, sodíka, vápnika a anióny chlór, ale i iné častice nesúce elektrický náboj. Hrazdira et al. (1990) uvádzajú, že výsledky meraní uskutočnené na bunkových membránach dokazujú jej impedančný charakter. Veľkosť plošného odporu je v intervale $1 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^{-2}$ až $1,5 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^{-2}$.

Z makroskopického hľadiska je vodivosť tkanív alebo pletív ovplyvnená ich chemickým zložením a ich textúrou, rozmiestnením a rozložením buniek v nich, ale najmä obsahom vlhkosti, jej nerovnomerným rozložením, rôznymi formami väzby vody na materiál, sorpčnými vlastnosťami. Medzi ďalšie faktory patrí obsah vzduchu vo vnútri tkanív a pletív, pri sypkých alebo pórovitých látkach je to obsah vzduchu v medzerách alebo v póroch. Elektrické vlastnosti potom ovplyvňuje najmä vlhkosť a teplota vzduchu, uloženie častíc v súbore alebo rozloženie pórov, veľkosť častíc alebo pó-

rov, medzerovitost a sypná hmotnosť pre sypké látky, pórovitosť a objemová hmotnosť pre materiály pórovité. Ďalší faktor je teplota materiálov, pretože ovplyvňuje ich vodivosť.

Pri prechode elektrického prúdu cez biologický materiál je potrebné uvážiť zmenu typu elektrickej vodivosti. Vo vnútri buniek existuje iónová vodivosť. V bunkových membránach sa elektrický prúd šíri ako posuvný. Po vložení dielektrika do vonkajšieho elektrického poľa vzniká v ňom polarizácia. Už Berliner (1973) tvrdil, že pri prechode jednosmerného elektrického prúdu biologickým materiálom môžeme uvažovať jeho tri zložky: vodivostnú zložku, ktorá sa nemení v čase, absorpčnú zložku i_a , ktorá je spôsobená polarizačnými javmi a môžeme ju popísať vzťahom

$$i_a = A \cdot \tau^{-k}$$

kde: A , k – konštanty

Ak čas τ je rovný 0, potom aj i_a sa rovná 0. Poslednou zložkou je nabíjacia zložka i_n , ktorú môžeme popísať ako prúd kondenzátora s kapacitou C vzťahom

$$i_n = \frac{U}{R} e^{-\frac{\tau}{RC}}$$

kde: R – odpor obvodu
 U – napätie zdroja

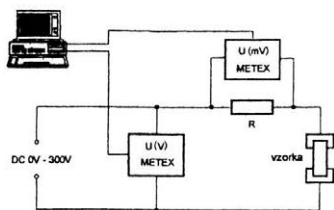
Ak sa čas τ blíži k 0, nabíjacia zložka sa blíži k podielu $\frac{U}{R}$. Celkový prúd klesá s časom a jeho hodnota sa blíži k vodivostnej zložke.

MATERIÁL A METÓDA

Elektrické vlastnosti sme určovali pre semená štyroch odrôd laskavca *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus caudatus*, *Amaranthus paniculatus* a *Amaranthus hypochondriacus* pestovaných na Experimentálnej báze Katedry rastlinnej výroby Slovenskej poľnohospodárskej univerzity na Malente. Pre semená laskavca zatiaľ neexistuje zvláštna norma na určovanie podielu vlhkosti. Pri zisťovaní správnej metodiky sme použili gravimetrickú metódu podobne ako STN ISO 665 (1996) a sušili sme nepomleté vzorky semien s hmotnosťami 2 g, 5 g a 10 g pri teplote 103°C až 105°C počas jednej hodiny a postupne sme čas predlžovali až na jedenásť hodín.

Merný odpor sme určovali pomocou merania prúdu prechádzajúceho vzorkou podľa STN 34 6460 (1983). Merali sme voltampérové charakteristiky vzoriek semien v zapojení podľa obr. 1.

Z nameraných hodnôt sme počítali odpor, priemernú hodnotu merného odporu vzorky nasypných semien a mernú vodivosť vzoriek súboru semien laskavca. Podobné zapojenie bolo využité pri meraní so striedavými napätiami. Použili sme sieťové napätie s frekvenciou 50 Hz. Z nameraných hodnôt efektívnych napätí a prúdov sme počítali impedanciu vzoriek súboru semien. Sypnú hmotnosť vzoriek sme počítali ako podiel hmot-



1. Bloková schéma zapojenia – Block diagram of the connection

nosti vzorky a objemu snímača. Snímač bol tvorený valcom z kremičitého skla, ktorého výška bola 51 mm, kruhové elektródy v základniach valca boli z mosadze a mali priemer 37,8 mm. Vrchná elektróda bola na vzorku prítlačaná pružinou, aby bola vzorka stlačená rovnakým tlakom. Hmotnosť prázdneho snímača bola 212,2 g a hmotnosti vzoriek sa pohybovali okolo 50 g. Rôzne sypné hmotnosti sme získavali utrasením vzoriek semien amarantu. Teplotu vo vnútri vzoriek sme určovali pred meraním a po ňom teplomerom s presnosťou 0,05 °C. Merania sme uskutočňovali v laboratóriu pri teplotách od 20 °C do 24 °C a vzorky semien amarantu mali tiež teploty v tomto intervale.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri určovaní podielu vlhkosti sme sušili nepomleté vzorky semien laskavca s hmotnosťami 2 g, 5 g a 10 g

v termostatickej sušiarňi KCW-100 pri teplote 103 °C až 105 °C. Pri každej vlhkosti a pre každú odrodu sme merali dve vzorky. Čas sušenia sme menili od jednej hodiny až po jedenásť hodín. Po každej hodine sme vysušacie misky uzatvorili a vložili do exsikatora. Po kondicionovaní sme misky so vzorkami znovu odvážili. Podiel vlhkosti sme počítali podľa vzťahu

$$\omega = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100 \% \quad (1)$$

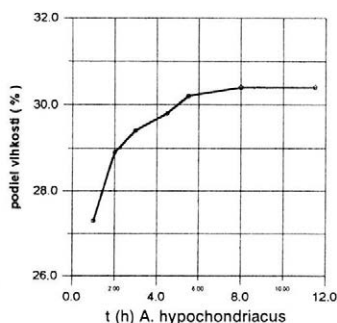
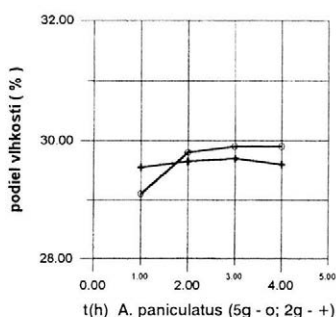
kde: m_1 – hmotnosť vlhkej vzorky s vysušacou miskou
 m_2 – hmotnosť vysušenej vzorky s vysušacou miskou
 m_0 – hmotnosť vysušacej misky

Hodnoty podielu vlhkosti určené pre dve použité vzorky sa mohli líšiť o 0,5 %; ak tomu tak nebolo, stanovenie sme opakovali.

Na základe nameraných a vypočítaných hodnôt sme zostrojili grafické závislosti vypočítaného podielu vlhkosti od doby sušenia.

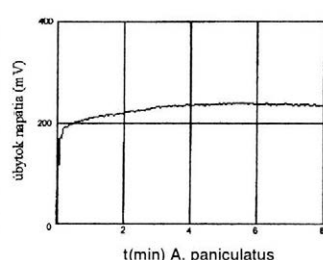
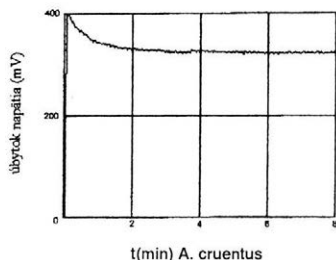
Na obr. 2 sú pre ilustráciu uvedené závislosti pre semená vzoriek *Amaranthus paniculatus* a *Amaranthus hypochondriacus*. Najstabilnejšie priebehy majú krivky pre hmotnosť vzoriek 5 g. Čas potrebný na vysušenie do konštantnej hmotnosti je štyri hodiny.

Metodikou na určovanie podielu vlhkosti pre semená laskavca sme určili na základe našich meraní nasledovne: sušili sme dve vzorky s hmotnosťou 5 g pri teplote 103 °C ± 2 °C počas štyroch hodín, po následnom kondicionovaní v exsikátore opäť odvážili a podiel vlhkosti sme počítali podľa vzťahu (1).



2. Závislosť vypočítaného podielu vlhkosti od doby sušenia: a) pre *Amaranthus paniculatus* (° hmotnosť vzoriek 5 g, + hmotnosť vzoriek 2 g), b) pre *Amaranthus hypochondriacus* a hmotnosť vzoriek 10 g – Relationship between the calculated moisture content and drying time: a) for *Amaranthus paniculatus* (° points for 5 g samples, + points for 2 g samples), b) for *Amaranthus hypochondriacus* and 10 g sample weight

podiel veľikosti – moisture content



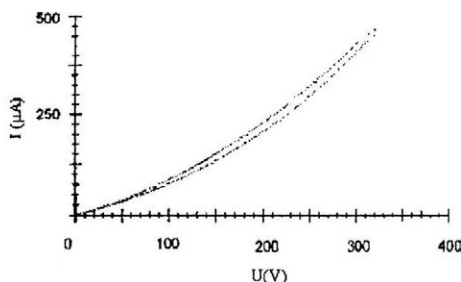
3. Závislosti úbytkov napätia na odpore od času: a) pre *Amaranthus cruentus* pri vlhkosti 30 %, b) pre *Amaranthus paniculatus* pri vlhkosti 29,5 % – Relationship between the voltage decrease in the resistance and time: a) for *Amaranthus cruentus* at the moisture content of 30%, b) for *Amaranthus paniculatus* at the moisture content of 29,5%

úbytok napätia – voltage decrease

Prúdy sme merali ako úbytok napätia na prídavnom odpore. Na obr. 3 sú znázornené závislosti úbytkov napätia pre vzorku semien laskavca od dĺžky času pripojenia vzorky na napätie. Všetky grafické závislosti mali podobný priebeh ako sú na obr. 3 pre *Amaranthus cruentus* pri obsahu vlhkosti 30 % a pre *Amaranthus paniculatus* pri obsahu vlhkosti 29,5 %.

V oboch prípadoch je zrejmé, že hodnota prúdu sa po určitej dobe blíži k vodivostnej zložke prúdu. Pre vzorky laskavca je táto doba v blízkosti dvoch minút. Po pripojení snímača k jednosmernému elektrickému napätiu sa prejavujú polarizačné efekty, preto sme prúdy odpočítavali po dvoch minútach, kedy absorpčná a nabíjacia zložka prúdu zanikne a hodnota prúdu dosiahne vodivostnú zložku.

Prúdy sme taktiež merali pri stúpajúcom i pri klesajúcom napätí, aby sme odstránili vplyvy nabíjajúcich a vybíjajúcich prúdov. Voltampérové charakteristiky pre súbor semien laskavca sme merali pre každú vzorku pre všetky odrody a pri všetkých vlhkostiach pri stúpajúcom i klesajúcom napätí od 0 V do 300 V. Polarizácia prebiehajúca vo vzorke a na elektródach, nabíjacie a vybíjacie prúdy spôsobujú posunutie kriviek nameryných pri stúpajúcom a klesajúcom napätí, vzniká určitá hysterézia. Na obr. 4 sa nachádza voltampérová charakteristika pre vzorku semien *Amaranthus caudatus*, keď obsah vlhkosti súboru semien bol 24,7 % a sypaná hmotnosť bola $750,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Po prekročení napätia 80 V strácajú obe krivky lineárny charakter a môžeme konštatovať, že pri vyšších napätiach odpor súboru už nie je konštantný.



4. Voltampérová charakteristika pre súbor semien *Amaranthus caudatus* pri vlhkosti 24,7 % a pri sypanej hmotnosti $750,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ – Volt-ampere characteristic for the pack of seeds of *Amaranthus caudatus* at the moisture content of 24.7% and at a bulk density of $750.2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Z uvedených charakteristík sme počítali pre každú odrodu pri každej vlhkosti a sypanej hmotnosti elektrický odpor a priemernú hodnotu merného elektrického odporu vzorky nasypných semien laskavca pre určité hodnoty napätí, pre okruh so striedavým napätím sme z efektívnych hodnôt počítali impedanciu vzorky.

Závislosť odporu R vzorky semien laskavca od napätia U je možné pozorovať na obr. 5a pre *Amaranthus*

caudatus pri vlhkosti 12,2 %. Je zrejmé, že odpor klesá s napätím. Pokles je možné popísať mocninovou funkciou

$$R = R_0 \left(\frac{U}{U_0} \right)^{-n}$$

kde: $R_0 = 9,69 \cdot 10^9 \Omega$

$U_0 = 1 \text{ V}$

$n = 0,1$

s vysokým koeficientom determinácie až 0,979.

Na obr. 5b uvádzame pre ilustráciu závislosť impedancie vzorky *Amaranthus hypochondriacus* pri podiele vlhkosti 24,9 % od napätia, keď sme na meranie použili striedavé sieťové napätie s frekvenciou 50 Hz. Aj impedancia Z vzorky klesá so stúpajúcim napätím U podľa mocninnej funkcie

$$Z = Z_0 \left(\frac{U}{U_0} \right)^{-n}$$

kde: $Z_0 = 7,895 \cdot 10^6 \Omega \cdot \text{m}$

$U_0 = 1 \text{ V}$

$n = 0,5466$

Koeficient determinácie danej funkcie je 0,98828.

Pre ostatné tri odrody amarantu sme dostali podobné závislosti. Na odstránenie polarizačných efektov by bolo potrebné použiť striedavé napätie s vyššími frekvenciami.

Na obr. 6a uvádzame pre ilustráciu závislosť priemernej hodnoty merného odporu vzorky nasypných semien od obsahu vlhkosti pre *Amaranthus paniculatus* v semilogaritmickú súradňovú sústavu pri priemernej sypanej hmotnosti $681,17 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Pri vyšších vlhkostiach je súbor zrn alebo semien polovodičom, pri nižších vlhkostiach je takýto materiál nevodičom. Merný odpor sypanej vzorky sa mení v rozsahu viacerých rádov, pre uvedenú vzorku laskavca klesá veľmi prudko až v rozmedzí štyroch rádov, teda od hodnôt $10^9 \Omega \cdot \text{m}$ po $10^5 \Omega \cdot \text{m}$. Krivku možno aproximovať mocninovou klesajúcou funkciou

$$\rho = \rho_0 \cdot \omega^{-a} \quad (2)$$

kde: ρ – merný elektrický odpor vzorky

ω – podiel vlhkosti

$\rho_0 = 2,522 \cdot 10^{18} \Omega \cdot \text{m}$

$a = 8,755$

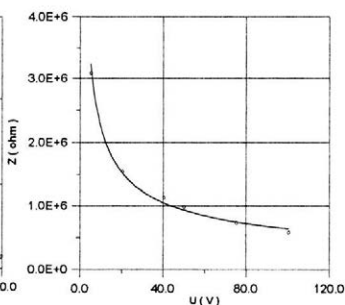
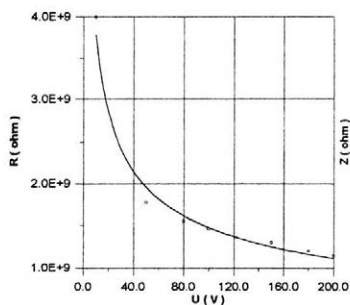
Koeficient determinácie danej závislosti je 0,963899. Pre ostatné odrody sme dostali podobné priebehy a koeficienty determinácie daných funkcií sú vysoké. Charakteristiky pre ostatné odrody sú uvedené v tab. I.

Na elektrické vlastnosti súboru semien laskavca má teda najväčší vplyv práve ich vlhkosť, čo je dokumentované aj obr. 6a a údajmi v tab. I. Závislosti pre rôzne odrody laskavca sú prudko klesajúce mocninové funkcie a majú podobný charakter ako pre ostatné biologické a sypké materiály. Podobný priebeh majú krivky závislosti odporu od vlhkosti pre zrná pšenice a pšeničnú múku, ktoré vo svojej práci uvádzajú Fexa, Široký (1983). Vztah charakterizujúci túto závislosť má tvar ako rovnica (2). Prudký pokles odporu v oblasti po-

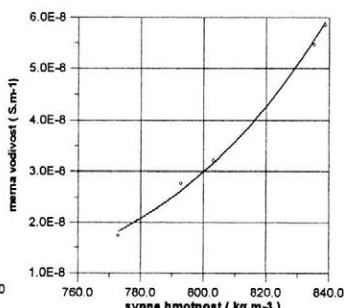
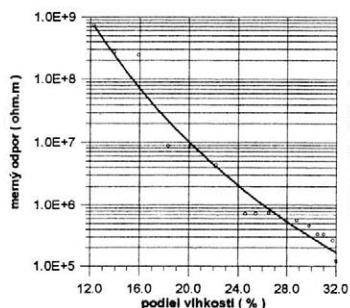
1. Regresné koeficienty v rovnici (2) a koeficienty determinácie pre ostatné odrody laskavca – Regression coefficients in equation (2) and determination coefficients

Odroda ¹	ρ_0 ($\Omega \cdot m$)	a	Koeficient determinácie ²
<i>Amaranthus caudatus</i>	$8,0032 \cdot 10^{18}$	9,8411	0,969244
<i>Amaranthus cruentus</i>	$4,0197 \cdot 10^{20}$	10,8468	0,838044
<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	$2,5937 \cdot 10^{19}$	9,9795	0,930719

¹ variety, ² determination coefficient



5. Závislosť a) odporu súboru semien *Amaranthus caudatus* pri podiele vlhkosti 12,2 % od napätia, b) impedancie súboru semien *Amaranthus hypochondriacus* pri podiele vlhkosti 24,9 % od efektívnej hodnoty napätia – The relationship between a) the resistance of a pack of *Amaranthus caudatus* seeds at the moisture content of 12.2% and voltage, b) the impedance of a pack of *Amaranthus hypochondriacus* seeds at the moisture content of 24.9% and virtual voltage



6. Závislosť a) merného odporu od podielu vlhkosti pre vzorku semien *Amaranthus paniculatus* pri priemernej sypnej hmotnosti $681,17 \text{ kg.m}^{-3}$, b) mernej vodivosti od sypnej hmotnosti pre vzorku semien *Amaranthus cruentus* pri podiele vlhkosti 15,2 % – The relationship between a) the specific resistance and the moisture content of seed samples of *Amaranthus paniculatus* at an average bulk density of $681,17 \text{ kg.m}^{-3}$, b) the specific conductivity and the bulk density of seed samples of *Amaranthus cruentus* at a moisture content of 15.2%

merný odpor – specific resistance
podiel vlhkosti – moisture content

dielu vlhkosti do 28 % by bolo možné využiť na určovanie vlhkosti danej plodiny. Pre semená laskavcov sme určovali aj mernú vodivosť, a preto je na obr. 6b pre ilustráciu uvedená závislosť mernej elektrickej vodivosti od sypnej hmotnosti pre vzorku semien *Amaranthus cruentus* pri podiele vlhkosti 15,2 %. Merná vodivosť rastie so sypnou hmotnosťou. Pribeh krivky možno aproximovať mocninovou funkciou

$$\sigma = \sigma_0 \cdot \left(\frac{\rho_s}{\rho_{s0}} \right)^k$$

kde: σ – merná elektrická vodivosť
 ρ_s – sypná hmotnosť
 $\sigma_0 = 5,669 \cdot 10^{-50} \text{ S.m}^{-1}$
 $\rho_{s0} = 1 \text{ kg.m}^{-3}$
 $k = 14,37$

Koeficient determinácie má hodnotu 0,9956. Merný odpor súboru nasypných semien so sypnou hmotnosťou klesá v intervale so šírkou asi $5,10^8 \Omega \cdot m$.

ZÁVER

Pri zisťovaní elektrických vlastností odrôd amarantu bolo potrebné poznať podiel ich vlhkosti. V práci je popísaná metóda pre určovanie podielu vlhkosti semien laskavca. Je potrebné použiť vzorky s hmotnosťou 5 g, sušiť ich pri teplote $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ počas štyroch hodín a podiel vlhkosti počítať podľa vzťahu (1). Ak sa určená hodnota odlišuje o 0,5 % vlhkosti, je potrebné stanovenie opakovať.

Hodnota prúdu prechádzajúceho vzorkou súboru semien laskavca sa ustáli na vodivostnej zložke po dvoch minútach, keď nabíjacia a absorbná zložka vymizne. Voltampérové charakteristiky súboru semien laskavca merané pri rastúcom a klesajúcom napätí vytvárajú hystereziu, ktorá je spôsobená polarizáciou na elektródach, nabíjacími a vybíjacími prúdmi v snímači. Súbor semien laskavca predstavuje nelineárny odpor, pretože jeho hodnota sa so zvyšujúcim napätím znižuje. Impedancia súboru semien laskavca pri frekvencii 50 Hz sa tiež znižuje so zvyšujúcim sa napätím, čo je spôsobené jednosmernou vodivosťou vzorky a polarizačnými efektami. Odpor a merný odpor súboru semien laskavca prudko klesá s vlhkosťou, mení sa v rozmedzí štyroch rádov. Miernejší pokles odporu a merného odporu súboru semien bol zistený v závislosti od sypnej hmotnosti vzorky.

LITERATÚRA

- Berliner M. A. (1973): Izmerenija vlažnosti. Moskva, Energiya. 180 s.
- Couto S. M., Silva M. A., Regazzi A. J. (1998): An electrical conductivity method suitable for quantitative mechanical damage evaluation. *Trans. ASAE*, 41 (2), 421–426.
- Čičmanec P. (1980): Elektrina a magnetizmus. 1. vyd. Bratislava, Alfa; Praha, SNTL. 568 s.
- Fexa J., Široký K. (1983): Měření vlhkosti. 1. vyd. Praha, SNTL; Bratislava, Alfa. 264 s.
- Hlaváčová Z. (1994): Physical properties of plant material in viewpoint of accuracy of moisture measuring. *Zeměd. Techn.*, 40 (2), 81–86.
- Hrazdila I. et al. (1990): Biofyzika. 3. vyd, Praha, Avicenum. 318 s.
- Janál R. (1985): Fyzikální vlastnosti zemědělských materiálů se zaměřením na konduktivitu jako jeden z parametrů výzkumu a aplikace zemědělské techniky v zemědělských soustavách. [Autoreferát doktorskej dizertačnej práce.] Praha, 38 s. – Vysoká škola zemědělská.
- Kato K. (1997): Electrical density sorting and estimation of soluble solids content of watermelon. *J. agric. Engng Res.*, 67, 161–170.
- Kraszewski A. W., Trabelsi S., Nelson S. O. (1998): Simple grain moisture content determination from microwave measurement. *Trans. ASAE*, 41 (1), 129–134.
- Krempaský J. (1982): Fyzika. Bratislava, Alfa. 752 s.
- Nelson S. O., Forbus W. R. Jr., Lawrence K. C. (1995): Assessment of microwave permittivity for sensing peach maturity. *Trans. ASAE*, 38 (2), 579–585.
- Nelson S. O., Trabelsi S., Kraszewski A. W. (1998a): Advances in sensing grain moisture content by microwave measurement. *Trans. ASAE*, 41 (2), 483–487.
- Nelson S. O., Bartley P. G. Jr., Lawrence K. C. (1998b): RF and microwave dielectric properties of stored-grain insect and their implication for potential insect control. *Trans. ASAE*, 41 (3), 685–692.
- STN ISO 665 (1996): Olejnaté semená. Stanovenie obsahu vlhkosti a prchavých látok.
- STN 34 6460 (1983): Skúšky tuhých elektroizolačných materiálov. Elektrický odpor pri jednosmernom napätí.

Došlo 29. 12. 1998

Kontaktná adresa:

RNDr. Zuzana Hlaváčová, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 60 17 67, fax: +421 87 41 70 03, e-mail: hlavacov@uniag.sk

DOPRAVA CUKROVEJ REPY

TRANSPORTATION OF SUGAR BEET

J. Jech, M. Žitňák, J. Ružbarský

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the transportation of sugarbeet from the co-operative store to the sugar processor. Individual components of time and the use of available carrying capacity of the system, Tatra 815+ PS 2 17.13, Š 706 MTS 24+ PS 2 17.13, Tatra 815+NS2-29.21.20 and Š 706 MTS 24+NS2-29.21.20 were evaluated. The transportation evaluation was done by the method of time frames for operations. Based on the obtained data for each measured system, insufficient working organization (idleness before loading, idleness before weighing) and insufficiency in not effectively utilizing the effectiveness of the transportation were obtained. The further problem encountered was in their not utilizing the lifting power of all the sugar beet loaders in the loading system of the co-operative storage facility. The idle time before loading, in most cases, was as a result of blockages in the soil separation unit, insufficient utilization of machines during breaks (lunch, snack breaks, etc.). The use of only 70–75% of the available loading capacity was caused by small volume of the trailer wagon based on the low bulk volume of sugar beet ($560\text{--}720\text{ kg.m}^{-3}$).

sugar beet; available loading; transportation; manipulation; times screen

ABSTRAKT: Cieľom práce bolo zhodnotiť dopravu cukrovej repy z družstevných skládok do cukrováru. Hodnotili sme jednotlivé zložky časov a využitie užitočnej hmotnosti súprav Tatra 815+ PS 2 17.13, Š 706 MTS 24+ PS 2 17.13, Tatra 815+NS2-29.21.20 a Š 706 MTS 24+NS2-29.21.20. Na základe údajov získaných z jednotlivých meraní súprav sme zistili nedostatky v organizácii práce (prestoje pred nakladaním, prestoje pred vážením) a nedostatky vo využívaní užitočnej hmotnosti súpravy, čím sa znižovala efektívnosť dopravy. Ďalší problém, ktorý vznikol, bolo nízke využívanie zdvižnej sily čelných nakladačov repy pri nakladaní súprav na skládkach. Prestoje pred nakladaním boli spôsobené vo väčšine prípadov upchávaním odhliňovača a nedostatočným zabezpečením obsluhy strojov počas prestávok. Prestoj pred vážením bol spôsobený nedostatočnou priepustnosťou váhy. Užitočná hmotnosť dopravných prostriedkov bola využívaná na 70 až 75 %. Spôsoboval to malý konštrukčný ložný objem dopravného prostriedku vzhľadom na nízku objemovú hmotnosť cukrovej repy ($560\text{--}720\text{ kg.m}^{-3}$).

doprava cukrovej repy; užitočná hmotnosť; doprava; manipulácia; časové snímky

ÚVOD

Zber cukrovej repy je mimoriadne náročný na organizáciu a technické zabezpečenie (Sladký, Syrový, 1969; Višínský et al., 1974; Velebil, 1978). Na Slovensku sa premiestňuje zhruba 1,7 mil. ton buliev z poľí do cukrovarov a asi polovica ton rezkov z cukrováru do priestorov poľnohospodárskych podnikov.

Nákladná automobilová doprava patrí medzi nezanedbateľné nákladové položky pri doprave cukrovej repy zo skládok do cukrováru. Príčinou zvýšenia nákladov na dopravu je zvýšenie cien pohonných hmôt (PHM) a nežiadúci obsah nečistôt v repe (hlina, rastlinné zvyšky), ktoré spôsobujú problémy aj pri spracovaní.

Snahou cukrovarov je čo najlepšie riešenie organizácie dopravy a využitie užitočného zataženia automobilových súprav.

Cieľom práce bolo zhodnotiť dopravu cukrovej repy z družstevných skládok do cukrováru.

METÓDA

Štruktúra času automobilových súprav, ktoré boli používané na zvoz cukrovej repy zo skládok do cukrováru, bola sledovaná v prevádzkových podmienkach cukrováru v roku 1997. Linka sa skladala z automobilových súprav typov Š 706 MTS 24, T 815 a odhliňovačov (Thyregod). Cukrová repa sa vozila z pevných skládok poľnohospodárskych podnikov, kde sa nakladala čelnými nakladačmi cez odhliňovače, ktoré boli poháňané vývodovým hriadeľom traktorov ZTS 16245. Cestou z cukrováru sa vyvážali rezky do poľnohospodárskych podnikov najbližších k pevnej skládke repy. V poľnohospodárskych podnikoch sa rezky vyklápali na betónovú plochu. V cukrovare sa repa vyklápala buď do kanála, alebo na pevnú skládku. Majiteľom odhliňovačov bol cukrovar. Majiteľom automobilových súprav bola akciová spoločnosť. Automobilové súpravy s privesom, typy Š 706 MTS 24 a T 815, sme hodnotili

v určitom intervale počas pracovného nasadenia metódou časových snímkov (STN 47 0120). Namerané hodnoty sme použili na ďalej uvedené výpočty.

VÝPOČET ZLOŽENÝCH ČASOV

Vyhodnotili sme hodnoty časových zložiek štruktúry času pracovnej smeny a na ich základe sme podľa vzorcov (1–12) vypočítali tieto zložené časy T_{02} , T_{04} , T_{08} :

– operatívny čas

$$T_{02} = T_1 + T_2 \quad (1)$$

$$T_1 = T_{11} + T_{12} + T_{13} + T_{14} \quad (2)$$

$$T_2 = T_{21} + T_{22} + T_{23} \quad (3)$$

$$T_{21} = T_{211} + T_{212} + T_{213} \quad (4)$$

$$T_{22} = T_{221} \quad (5)$$

$$T_{23} = T_{231} + T_{232} + T_{233} + T_{244} \quad (6)$$

– produktívny čas

$$T_{04} = T_{02} + T_3 + T_4 \quad (7)$$

$$T_4 = T_{421} + T_{422} + T_{423} \quad (8)$$

$$T_3 = T_{31} \quad (9)$$

– prevádzkový čas

$$T_{07} = T_{04} + T_5 + T_6 + T_7 \quad (10)$$

– prevádzkový čas počas smeny

$$T_{08} = T_{07} + T_8 \quad (11)$$

$$T_8 = T_{81} + T_{82} + T_{83} + T_{84} + T_{85} \quad (12)$$

kde: T_1 – čas hlavný

T_{11} – čistý čas na odvoz rezkov alebo kalov na skládku

T_{12} – čistý čas jazdy zo skládky rezkov na skládku repy

T_{13} – čistý čas jazdy z cukrovare na skládku repy

T_{14} – čistý čas jazdy zo skládky repy do cukrovare

T_2 – čas vedľajší

T_{21} – čas pomocných operácií

T_{211} – čistý čas váženia v cukrovare

T_{212} – čistý čas váženia rezkov alebo kalov

T_{213} – čistý čas odberu vzorky – RÚPRO

T_{22} – čas prejazdov na pracovisku

T_{221} – čas nepracovných prejazdov

T_{23} – čas na nakladanie a vyklápanie

T_{231} – čistý čas nakladania rezkov alebo kalov

T_{232} – čistý čas na vyklápanie rezkov alebo kalov

T_{233} – čistý čas nakladania na skládke repy

T_{234} – čistý čas vyklápania repy v cukrovare

T_3 – čas na prípravu stroja k pracovnej činnosti v rámci smeny

T_{31} – čistý čas na technickú údržbu

T_4 – čas na odstránenie porúch

T_{421} – čistý čas poruchy počas jazdy do cukrovare

T_{422} – čistý čas poruchy počas jazdy s rezkami alebo kalmi

T_{423} – čistý čas poruchy počas jazdy zo skládky rezkov na skládku repy

T_5 – čas na odpočinok

T_6 – čas nepracovných prejazdov

T_7 – čas prestojov stroja, ktorý je so skúšaným strojom zapojený do súpravy

T_8 – čas ostatných prestojov v rámci pracovnej smeny

T_{81} – prestoj na skládke repy

T_{82} – prestoj pred vážением v cukrovare

T_{83} – prestoj pred vyklápaním repy v cukrovare

T_{84} – prestoj pred nakladaním rezkov alebo kalov v cukrovare

T_{85} – prestoj pred vážением rezkov alebo kalov

Časy, ktoré nie sú zaznamenané v tab. II a III, považujeme vo výpočtoch za nulové.

Spôsob označenia nameraných časov

V texte, tabuľkách a obrázkoch sme použili tento spôsob označenia nameraných časov jednotlivých pracovných operácií:

00:00:00 h:min:s,

kde prvé dvojčíslice vyjadruje hodiny (h), druhé dvojčíslice minúty (min) a tretie dvojčíslice sekundy (s).

VÝPOČET SÚČINITELOV VYUŽITIA ČASU

Na základe uvedených časových zložiek a zložených časov sme podľa vzorcov (13–24) vypočítali súčinitele charakterizujúce určitý kvalitatívny znak (vlastnosť) stroja alebo strojovej súpravy, príp. strojových liniek (tab. III).

Vypočítali sme tieto súčinitele:

– súčiniteľ využitia operatívneho času

$$K_{02} = \frac{T_1}{T_{02}} \quad (13)$$

– súčiniteľ využitia produktívneho času

$$K_{04} = \frac{T_1}{T_{04}} \quad (14)$$

– súčiniteľ využitia prevádzkového času počas smeny

$$K_{08} = \frac{T_1}{T_{08}} \quad (15)$$

VÝPOČET PRIEMERNEJ RÝCHLOSTI SÚPRAVY v_p

$$v_p = \frac{v_{p1} + v_{p2} + v_{p3} + v_{p4}}{4} \quad (\text{km.h}^{-1}) \quad (16)$$

$$v_{p1} = \frac{s_1}{T_{11}} \quad (\text{km.h}^{-1}) \quad (17)$$

$$v_{p2} = \frac{s_2}{T_{12}} \quad (\text{km.h}^{-1}) \quad (18)$$

$$v_{p3} = \frac{s_3}{T_{13}} \quad (\text{km.h}^{-1}) \quad (19)$$

$$v_{p4} = \frac{s_3}{T_{14}} \quad (\text{km.h}^{-1}) \quad (20)$$

kde: v_{pi} – rýchlosť súpravy z cukrovare na skládku rezkov, kalov (km.h^{-1})

v_{p2} – rýchlosť súpravy zo skládky rezkov, kalov na skládku cukrovej repy (km.h^{-1})

v_{p3} – rýchlosť súpravy z cukrovare na skládku cukrovej repy (km.h^{-1})

v_{p4} – rýchlosť súpravy zo skládky cukrovej repy do cukrovare (km.h^{-1})

s_1 – vzdialenosť skládky rezkov od cukrovare (km)

s_2 – vzdialenosť skládky rezkov od skládky repy (km)

s_3 – vzdialenosť skládky repy od cukrovare (km)

T_{11} – čistý čas na odvoz rezkov alebo kalov na skládku (h)

T_{12} – čistý čas jazdy zo skládky rezkov na skládku repy (h)

T_{13} – čistý čas jazdy z cukrovare na skládku repy (h)

T_{14} – čistý čas jazdy zo skládky repy do cukrovare (h)

VÝPOČET UKAZOVATEĽOV VÝKONNOSTI DOPRAVNÉHO PROSTRIEDKU

– výkonnosť za jednotku operatívneho času:

$$W_{02} = \frac{m \cdot v_p}{s} \cdot K_{02} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (21)$$

kde: m – hmotnosť nákladu (t)
 v_p – priemerná rýchlosť súpravy ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)
 s – dráha (km)
 K_{02} – súčiniteľ využitia operatívneho času

– výkonnosť za jednotku produktívneho času:

$$W_{04} = \frac{m \cdot v_p}{s} \cdot K_{04} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (22)$$

kde: K_{04} – súčiniteľ využitia produktívneho času

– výkonnosť za jednotku celkového času pracovného nasadenia:

$$W_{08} = \frac{m \cdot v_p}{s} \cdot K_{08} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (23)$$

kde: K_{08} – súčiniteľ využitia celkového času pracovného nasadenia

Ďalej sme sledovali prestoje pred nakladaním na skládkach, čas nakladania, prestoje pred vážením v cukrovare, čas váženia. Rūpro-odber vzorky cukrovej repy, využitie užitočného zaťaženia súpravy.

VYUŽITIE UŽITOČNEJ HMOTNOSTI DOPRAVNÝCH PROSTRIEDKOV

Využitím užitočnej hmotnosti dopravných prostriedkov rozumieme schopnosť vozidla prepraviť takú hmotnosť nákladu, ktorá sa rovná užitočnej hmotnosti (nosnosti, užitočnému zaťaženiu) dopravného prostriedku. Táto hodnota je prakticky daná rozmermi ložného objemu a objemovou hmotnosťou prepravovaného materiálu. Je dôležitá hlavne v poľnohospodárstve, kde prepravujeme väčšinou ľahšie materiály.

Využitie užitočnej hmotnosti dopravného prostriedku môžeme charakterizovať koeficientom β

$$\beta = \frac{m}{G_1} \quad (24)$$

Venovali sme pozornosť hmotnosti skutočne prepravovaného nákladu (G) z hľadiska ložného objemu automobilu a objemovej hmotnosti nákladu (ρ).

$$m = V \cdot \rho \cdot \lambda \quad (25)$$

kde: G_1 – užitočná hmotnosť dopravného prostriedku (užitočná nosnosť nakladača),
 V – ložný objem automobilu (m^3)
 ρ – objemová hmotnosť nákladu ($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$)
 λ – súčiniteľ využitia ložného objemu

Hmotnosť nákladu pri určitej užitočnej hmotnosti automobilu bude tým väčšia, čím väčší bude ložný objem a objemová hmotnosť nákladu.

Materiály prevážané v poľnohospodárstve sú z hľadiska ich objemovej hmotnosti veľmi rôznorodé. Pre ich rôznorodosť je veľakrát ťažké určiť vhodný ložný

objem automobilu tak, aby užitočná hmotnosť bola optimálne využitá.

Ak vyjadríme skutočnú hmotnosť nákladu (G) súčinnom užitočnej hmotnosti (G_1) a súčiniteľom využitia užitočnej hmotnosti (β):

$$m = G_1 \cdot \beta \quad (26)$$

môžu nastať tieto prípady:

$\beta > 1$, dopravný prostriedok je preťažený,

$\beta < 1$, užitočná hmotnosť dopravného prostriedku nie je využitá,

$\beta = 1$, dopravný prostriedok je optimálne využitý.

Ak $\beta = 1$ a $\lambda = 1$, podľa rovníc (25–26) bude požadovaný ložný objem vyjadrený rovnicou:

$$V = \frac{G_1}{\rho} \quad (\text{m}^3) \quad (27)$$

VÝSLEDKY A DISKUSIA

ZHODNOTENIE ŠTRUKTÚRY ČASU SLEDOVANÝCH DOPRAVNÝCH SÚPRAV

Dopravu cukrovej repy zo skládok do cukrovary sme sledovali šesť pracovných dní v predĺžených smenách.

Spomedzi faktorov, ktoré vplyvajú na výkonnosť dopravných súprav, dôležité miesto zaujima využívanie dopravnej techniky. Z tohoto dôvodu veľký význam nadobúda objektívne hodnotenie stroja v priebehu pracovnej smeny. Predpokladom takéhoto hodnotenia je porovnateľná časová základňa, čiže určité záväzné členenie celkového času nasadenia dopravného prostriedku.

Základné technické parametre sledovaných dopravných prostriedkov sú uvedené v tab. I. Dopravné prostriedky denne dovážali do cukrovary 3300 až 3500 ton cukrovej repy, čo predstavovalo cca 140 až 170 dopravných súprav.

Údaje, ktoré sme zistili počas časového snímkovania práce dopravných prostriedkov pri doprave buliev alebo rezkov cukrovej repy, ich nakladaní, vykladaní a iných technologických operáciách, sme zaznamenali do pozorovacieho listu (tab. II).

Vypočítaná priemerná rýchlosť (tab. II) je pomerne vysoká. Bolo to spôsobené tým, že automobilové súpravy jazdili po cestách I. triedy a vzdialenosť skládka – cukrovar bola 43 km.

Vypočítané súčinitele a výkonnosti, uvedené v tab. III, odpovedajú súčasnému stavu dopravy cukrovej repy. Ich zvýšenie môžeme dosiahnuť zlepšením organizácie práce, znížením prestojov a zvyšovaním spoľahlivosti dopravných prostriedkov a najmä odhliňovačov a nakladačov.

VPLYV LOŽNÝCH OPERÁCIÍ NA VÝKONNOSŤ DOPRAVNÉHO PROSTRIEDKU

Zvyšovaním prestojov pri nakladaní a vykladaní sa výkonnosť dopravných prostriedkov znižuje. Prejavuje sa to hlavne tam, kde je malá dopravná vzdialenosť

I. Základné technické parametre meraných dopravných prostriedkov – Basic technical parameters of the evaluated transportation system

Parametre ¹	Označenie ²	Jednotky ³	Druh dopravného prostriedku ⁴			
			T815 + PS2 17.13	Š 706 MTS + PS2 17.13	Š706 + NS2- 29.21.20	T815 + NS2- 29.21.20
Užitočná hmotnosť ⁵	<i>m</i>	kg	27 750	21 250	21 000	23 000
Dĺžka ložného priestoru ⁶	<i>l</i>	mm	4 842 (4 890)*	4 000 (4 890)*	9 760	9 760
Šírka ložného priestoru ⁷	<i>s</i>	mm	2 300 (2 380)*	2 200 (2 380)*	2 380	2 380
Výška ložného priestoru ⁸	<i>h</i>	mm	816 (900)*	600 (900)*	900	900
Konštrukčný objem ložného priestoru ⁹	<i>V</i>	m ³	19,57	15,75	24,13	24,13

* – parametre prívesu – parameters of trailer

¹parameters, ²denomination, ³units, ⁴kind of transport system, ⁵carrying capacity, ⁶length of load space, ⁷width of load space, ⁸height of load space, ⁹construction volume of load space

II. Časový snímok dopravných prostriedkov pre jeden dopravný cyklus (cukrovarnícka kampaň 1997) – Time frame of the transportation system for one transport cycle (sugar campaign 1997)

Označenie ¹	Operácia ²	Jednotky ³	Údaje ⁴	
			LIAZ + príves ⁷	T815 + príves
	dopravný prostriedok ⁵	typ ⁶		
<i>T</i> ₁₁	čistý čas na odvoz rezkov alebo kalov na skládku ⁸	h:min:s	00:49:26	00:51:17
<i>T</i> ₁₂	– jazdy zo skládky rezkov na skládku repy ⁹	h:min:s	00:06:53	00:07:09
<i>T</i> ₁₃	– jazdy z cukrováru na skládku repy (ak sa rezky nevyvážajú) ¹⁰	h:min:s	00:00:00	00:00:00
<i>T</i> ₁₄	– jazdy zo skládky repy do cukrováru ¹¹	h:min:s	00:49:26	00:51:17
<i>T</i> ₂₁₁	– váženía v cukrovare ¹²	h:min:s	00:01:48	00:01:48
<i>T</i> ₂₁₂	– váženía rezkov alebo kalov ¹³	h:min:s	00:02:05	00:02:05
<i>T</i> ₂₁₃	– odberu vzorky – RÚPRO ¹⁴	h:min:s	00:02:09	00:02:09
<i>T</i> ₂₃₁	– nakladania rezkov alebo kalov ¹⁵	h:min:s	00:07:00	00:07:50
<i>T</i> ₂₃₂	– na vyklápanie rezkov alebo kalov ¹⁶	h:min:s	00:05:40	00:04:50
<i>T</i> ₂₃₃	– nakladania na skládku repy ¹⁷	h:min:s	00:10:58	00:11:55
<i>T</i> ₂₃₄	– vyklápania repy v cukrovare ¹⁸	h:min:s	00:01:53	00:02:01
<i>T</i> ₃₁	– na technickú údržbu ¹⁹	h:min:s	00:04:00	00:04:00
<i>T</i> ₄₂₁	– poruchy počas jazdy do cukrováru ²⁰	h:min:s	00:00:00	00:00:00
<i>T</i> ₄₂₂	– poruchy počas jazdy s rezkami alebo kalmi ²¹	h:min:s	00:02:50	00:00:00
<i>T</i> ₄₂₃	– poruchy počas jazdy zo skládky rezkov na skládku repy ²²	h:min:s	00:02:00	00:00:00
<i>T</i> ₈₁	prestoj na skládke repy ²³	h:min:s	00:22:12	00:22:12
<i>T</i> ₈₂	– pred vážením v cukrovare ²⁴	h:min:s	00:01:32	00:01:32
<i>T</i> ₈₃	– pred vyklápaním repy v cukrovare ²⁵	h:min:s	00:00:00	00:00:00
<i>T</i> ₈₄	– pred nakladaním rezkov alebo kalov v cukrovare ²⁶	h:min:s	00:00:00	00:00:00
<i>T</i> ₈₅	– pred vážením rezkov alebo kalov ²⁷	h:min:s	00:00:00	00:00:00
<i>m</i> ₁	hmotnosť dovezenej repy ²⁸	t	15,9	19,5
<i>m</i> ₂	– odvezených rezkov ²⁹ , kalov	t	15,8	18,5
<i>v</i> _p	priemerná rýchlosť súpravy ³⁰	km.h ⁻¹	52,2	50,3
<i>s</i> ₁	vzdialenosť skládky rezkov od cukrováru ³¹	km	43	43
<i>s</i> ₂	– rezkov od skládky repy ³²	km	6	6
<i>s</i> ₃	– repy od cukrováru ³³	km	43	43
	počet dopravných cyklov za celkový čas merania ³⁴		28	22
	priemerný čas jedného dopravného cyklu ³⁵	h:min:s	02:45:55	02:48:33

¹denomination, ²operation, ³units, ⁴data, ⁵transportation system, ⁶type, ⁷trailer, ⁸actual time for transport of cuts and sewerage on beet storage, ⁹transport from cut storage to beet storage, ¹⁰transport from sugar processor to beet storage (if cuts are not transported), ¹¹transport from beet storage to sugar processor, ¹²weighing in sugar processor, ¹³weighing of cuts or sewerage, ¹⁴of sampling RÚPRO, ¹⁵loading of cuts or sewerage, ¹⁶unloading of cuts or sewerage, ¹⁷loading on sugar beet storage, ¹⁸unloading of sugar beet in sugar processor, ¹⁹for technical maintenance, ²⁰breakdowns during transport to sugar processor, ²¹breakdowns during transport with cuts or sewerage, ²²breakdowns during transport from cut storage to beet storage, ²³idle time on beet storage, ²⁴before weighing in sugar processor, ²⁵before unloading of beet in sugar processor, ²⁶before loading of cuts or sewerage in sugar processor, ²⁷before weighing of cuts, ²⁸weight of transported beet, ²⁹of transported cuts, sewerage, ³⁰average weight of transport system, ³¹distance from storage of cuts from sugar processor, ³²of cuts from beet storage, ³³beet from sugar processor, ³⁴number of transport cycles for total time of measurement, ³⁵average time of one

III. Prehľad vypočítaných ukazovateľov – A review of calculated indices

Označenie ¹	Ukazovateľ ²	Jednotky ³	Typ súpravy ⁴	
			\$ 706 + prives ⁷	T815 + prives
T_1	čas hlavný ⁸	h:min:s	01:45:45	01:49:43
T_2	– vedľajší ⁹	h:min:s	00:31:33	00:32:38
T_3	– na prípravu stroja k pracovnej činnosti v rámci smeny ¹⁰	h:min:s	00:04:00	00:04:00
T_4	– na odstránenie porúch ¹¹	h:min:s	00:02:25	00:00:00
T_8	– ostatných prestojov v rámci pracovnej smeny ¹²	h:min:s	00:23:44	00:23:44
T_{02}	– operatívny ¹³	h:min:s	02:17:18	02:26:21
T_{04}	– produktívny ¹⁴	h:min:s	02:23:43	02:26:21
T_{08}	– prevádzkový počas smeny ¹⁵	h:min:s	02:45:55	02:48:33
K_{02}	súčiniteľ využitia operatívneho času ¹⁶		0,77	0,77
K_{04}	– produktívneho času ¹⁷		0,74	0,75
K_{08}	– prevádzkového času počas smeny ¹⁸		0,64	0,65
W_{02}	výkonnosť za jednotku operatívneho času ¹⁹	t.h ⁻¹	13,85	16,01
W_{04}	– produktívneho času ²⁰	t.h ⁻¹	13,23	15,58
W_{08}	– prevádzkového času počas smeny ²¹	t.h ⁻¹	11,46	13,52
v_p	priemerná rýchlosť súpravy ²²	km.h ⁻¹	52,2	50,3
s	dopravná vzdialenosť za jeden cyklus ²³	km	92	92
U_z	priemerné užitočné zaťaženie jedného cyklu ²⁴	t	31,7	38,0
	počet jzd za čas merania ²⁵		28	22
	spätne využitie súprav ²⁶	%	100	100
	priemerný čas jedného dopravného cyklu ²⁷	h:min:s	02:45:55	02:48:33
s_c	celková dopravná vzdialenosť za meranie ²⁸	km	2 576	2 024
	percento využitia celkového času merania ²⁹	%	63,7	65,1
	celkový čas merania ³⁰	h:min:s	61:58:38	61:48:06

¹denomination, ²index, ³units, ⁴type of transportation system, ⁵transport system, ⁶type, ⁷trailer, ⁸main time, ⁹secondary, ¹⁰for preparation of machine for working activity within shift, ¹¹for trouble shooting of breakdowns, ¹²of other idle time within shift, ¹³operative, ¹⁴productive, ¹⁵operational during shift, ¹⁶coefficient of use of operative time, ¹⁷of productive time, ¹⁸of operational time during shift, ¹⁹efficiency per unit of operative time, ²⁰of productive time, ²¹of operational time during shift, ²²average speed of transport system, ²³transport distance per cycle, ²⁴average carrying capacity of one cycle, ²⁵number of runs during the time of measurement, ²⁶reverse use of transport systems, ²⁷average time of one transportation cycle, ²⁸total transport distance during measurement, ²⁹percentage of utilization of total time of measurement, ³⁰total time of measurement

a veľký počet jzd. Doba na nakladanie a vykladanie sa môže skrátiť nielen zvýšením výkonnosti nakladacieho alebo vykladacieho zariadenia, ale aj znížením času prípravných a zakončovacích operácií. To znamená, že čas prestoja je možné skrátiť vytvorením vhodných podmienok pre záženie súprav, ich otáčanie a ľahký odjazd.

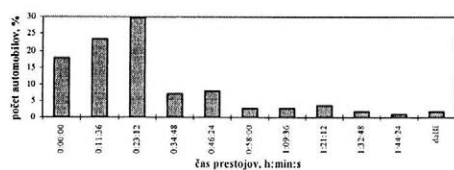
ČASOVÝ SNÍMOK NA SKLÁDKKE CUKROVEJ REPY

Na nakladanie cukrovej repy je k dispozícii široká škála samojazdných čelných nakladačov najrôznejších prevedení. Tieto nakladače majú silnú konštrukciu, ale nevyužíva sa ich nominálna nosnosť, a preto sa nedosahuje ich maximálna výkonnosť. Poľnohospodárske podniky využívajú na nakladanie cukrovej repy prídavné zariadenia, ktoré na túto činnosť nie sú vhodné. Na nakladanie cukrovej repy navrhujeme používať prídavné zariadenia vhodnej konštrukcie a objemu. Podľa rovníc (25, 26, 27) objem prídavného zariadenia závisí od priemernej objemovej hmotnosti cukrovej repy a od nominálnej nosnosti nakladača.

Na odstránenie, resp. zníženie nežiadúcich prímies v dovážanej repe nakúpil cukrovar na jej dočisťovanie stroje Thyregod. Repa sa dočisťuje pri nakladaní na jednotlivých skládkach. Týmto zásahom sa zníži obsah nežiadúcich prímies (zeminy) v dovážanej repe, zvýši sa výkonnosť súprav pri dovoze, čiastočne sa odstránia problémy so skladovaním a opätovným vývozom odpadu z cukrovaru.

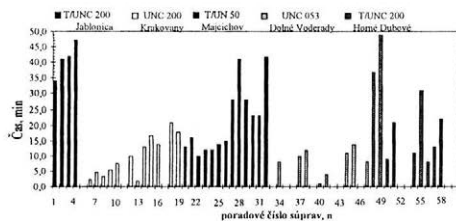
Merania sme vykonali na skládkach cukrovej repy. Do vopred pripravenej tabuľky sme zaznamenávali čas prestoja dopravného prostriedku pred nakladaním repy a čas nakladania dopravného prostriedku. Z nameraných hodnôt (obr. 1, 3) sme vypočítali priemerný čas prestoja dopravného prostriedku pred nakladaním ($T_{81} = 00:22:12$ h:min:s) a priemerný čas nakladania dopravného prostriedku ($T_{233} = 00:11:29$ h:min:s).

Priemerný prestoj pred nakladaním na skládkach za celý čas merania bol $T_{81} = 00:22:12$ h:min:s (obr. 1). Časy prestojov nad priemer boli spôsobované poruchami odhliňovača, nedostatočnou výkonnosťou nakladačov a nedostatočnou organizáciou práce.



1. Čas prestojov pred nakladaním (T_{k1}) na skládkach v roku 1997 – Idle time before loading (T_{k1}) for storage in the year 1997

počet automobilov – number of automobiles
čas prestojov – idle time



2. Rozbor prestojov dopravných prostriedkov pred nakladaním na skládkach 4. 11. 1997 – Analysis of idle time of transportation systems before loading for storage 4. 11. 1997

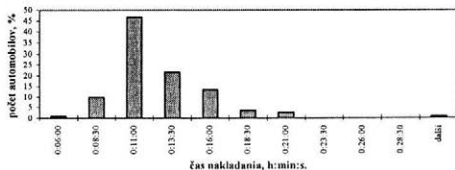
čas – time
poradové číslo súprav – order number of transportation systems

Na obr. 2 vidíme rozbor prestojov dopravných prostriedkov pred nakladaním na piatich skládkach dňa 4. 11. 1997. Na skládke Jablonica boli prestoje veľké preto, že nakladač prišiel na skládku až 35 minút po dopravných prostriedku. Na skládke v Krakovoch boli prestoje pre dopravné prostriedky č. 5 až 11 spôsobené nutným čakaním dopravných prostriedkov na nakládku. Pri dopravných prostriedku č. 12 vznikol prestoj nastavením odhliňovača, pri dopravných prostriedkoch č. 15 a 16 vznikli obedňajšou prestávkou. Prestoje u dopravných prostriedkov č. 18 a 19 zapríčinila porucha hydrauliky traktora, ktorý poháňal nakladač, na skládke v Majcichove u dopravných prostriedkov č. 20 až 32 vznikali upchávaním odhliňovača a malou výkonnosťou nakladača UN-50 a na skládke Dolné Voderady boli spôsobené príjzdom viac ako jedného dopravného prostriedku v tom istom čase. Prestoje na skládke Horné Dubové u dopravných prostriedkov č. 48 a 49 boli spôsobené neskorým príchodom nakladača a u dopravného prostriedku č. 51 čistením odhliňovača, 55 obedňajšou prestávkou a 58 poruchou odhliňovača.

Priemerný čas nakladania na skládkach za celý časový interval merania (šesť dní) bol $T_{233} = 00:11:29$ h:min:s (obr. 3). Časy nakladania nad priemer boli spôsobované poruchami odhliňovača a nedostatočnou výkonnosťou nakladačov.

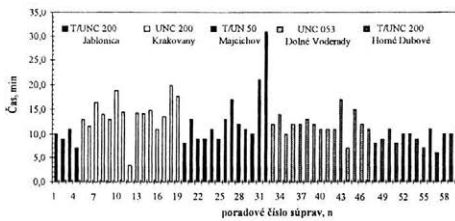
Čas nakladania na skládkach závisí od spôsobu nakladania:

1. Pri nakladaní univerzálnym nakladačom UNC 200 (obr. 4) závisí čas nakladania závisí najmä od vy-



3. Čas nakladania na skládkach (T_{233}) v roku 1997 – Time for loading to storage (T_{233}) in the year 1997

počet automobilov – number of automobiles
čas nakladania – time for loading



4. Rozbor času nakladania dopravných prostriedkov na skládkach 4. 11. 1997 – Analysis of loading time of the transportation system to storage 4. 11. 1997

užívania zdvižnej sily nakladačov. Vzhľadom na nízku objemovú hmotnosť cukrovej repy ($600-700 \text{ kg.m}^{-3}$) bola zdvižná sila využívaná iba na 60 % (rovnica 27).

2. Pri nakladaní univerzálnym nakladačom + odhliňovačom Thyregod T/UNC 200 (obr. 4) závisí čas nakladania od výkonnosti odhliňovača, resp. nakladača.

Na obr. 4 vidíme rozbor časov nakladania dopravných prostriedkov na jednotlivých skládkach dňa 4. 11. 1997. Na skládke Jablonica bola prevádzka odhliňovača a nakladača bezporuchová, čas sa menil iba v závislosti od užitočného zaťaženia súpravy. Na skládke v Krakovoch bol zvýšený čas nakladania pri dopravných prostriedkoch č. 18 a 19 spôsobený poruchou hydrauliky traktora, ktorý poháňal odhliňovač. Zvýšené časy nakladania na skládke v Majcichove pri dopravných prostriedkoch č. 26 a 32 vznikli upchávaním odhliňovača a časy pri dopravných prostriedkoch č. 21 a 31 malou výkonnosťou nakladača UN-50. Na skládkach Dolné Voderady a Horné Dubové bola prevádzka odhliňovača a nakladača bezporuchová, čas sa menil iba v závislosti od užitočného zaťaženia súpravy.

ČASOVÝ SNÍMOK NA PRÍJME DO CUKROVARU

Na príjme do cukrovary sme zaznamenali do pripravenej tabuľky čas prestoja automobilovej súpravy pred vážením, čas váženia súpravy a čas odoberania vzorky repy prístrojom RÜPRO. Z nameraných hodnôt sme vypočítali priemerný čas prestoja automobilovej súpravy pred vážením, čas váženia a čas odoberania vzorky. Hodnoty sme zobrazili formou histogramov.

Priemerný čas prestoja pred vážením $T_{82} = 00:01:32$ h:min:s (obr. 5) je technicky nutný čas na výmenu dopravných prostriedkov. Príjmové miesto cukrováru bolo vybavené dvoma paralelnými váhmi. Zvýšené časy prestojov boli spôsobené prízjzdom viac ako dvoch dopravných prostriedkov v tom istom čase.

Priemerný čas váženia bol $T_{211} = 00:01:48$ h:min:s (obr. 6). Tento čas je technicky nutný čas na odváženie dopravných prostriedkov. Zvýšené časy váženia boli spôsobené zdržaním vodiča pri preberaní vážneho lístku. Navrhujeme zaviesť digitálnu váhu a vážny lístok nahradiť magnetickou kartou. Vodič by nemusel z automobilu vystupovať a na váhe by sa ušetrili dve pracovné miesta. Pre obsluhu váh potom stačí jeden pracovník.

Priemerný čas potrebný na odber vzorky bol $T_{213} = 00:02:09$ h:min:s (obr. 7). Čas odberu môžeme znižovať použitím druhého prístroja RÜPRO, alebo lepšou organizáciou práce, aby sa nestávalo, že z oboch váh idú dopravné prostriedky na odber v tom istom čase.

Obr. 8 znázorňuje hmotnosť cukrovej repy dopravenej súpravou. Hmotnosť jednej súpravy sa pohybovala od 12,46 do 22,90 t. Priemerná hmotnosť súpravy bola 16,35 t. Všetky namerané hodnoty boli hlboko pod užitočnou hmotnosťou (nosnosťou) jednotlivých súprav (tab. I).

Stupeň využitia užitočnej hmotnosti súpravy je závislý od:

- ložného objemu dopravného prostriedku, hlavne vo vzťahu k jeho užitočnej hmotnosti,
- objemovej hmotnosti prevážaného materiálu,
- výhľadu vodiča dopravného prostriedku do ložného priestoru,
- výhľadu vodiča nakladača do ložného priestoru dopravného prostriedku,
- konštrukcie (sklonu a dĺžky) vynášacieho dopravníka odhlňovača.

POROVNANIE SKUTOČNEJ UŽITOČNEJ HMOTNOSTI DOPRAVNÝCH PROSTRIEDKOV S KONŠTRUKČNOU UŽITOČNOU HMOTNOSTOU

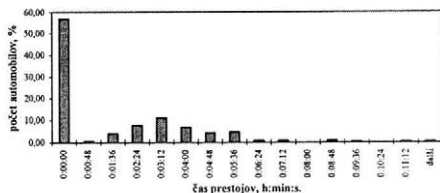
Pre dopravné prostriedky dovážajúce cukrovú repu do cukrováru sme porovnali ich skutočnú užitočnú hmotnosť s konštrukčnou užitočnou hmotnosťou.

Porovnávali sme tieto dopravné prostriedky:

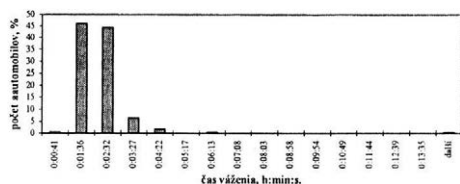
- Š 706 MTS 24 + PS2 17.13 (obr. 9a),
- Š 100.45 + NS2 - 29.21.20 (obr. 9b),
- T 815 + PS2 17.13 (obr. 10a),
- T 815 + NS2 - 29.21.20 (obr. 10b).

Dopravný prostriedok Š 706 MTS 24 + príves PS2 17.13 s konštrukčnou užitočnou hmotnosťou 21 250 kg dosiahol za sledované obdobie skutočnú priemernú hmotnosť dovezeného nákladu 15 835,5 kg (obr. 9a). Využitie užitočnej hmotnosti súpravy bolo 74,52 % (tmavá časť), straty činili 25,48 % (svetlá časť).

Dopravný prostriedok Š 100.45 + náves NS2-29.21.20 s konštrukčnou užitočnou hmotnosťou 21 000 kg dosiahol skutočnú priemernú hmotnosť dovezeného nákladu za sledované obdobie 14 784 kg (obr. 9b). Vy-

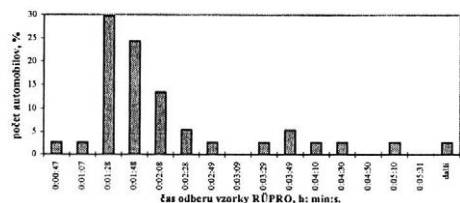


5. Čas prestojov pred vážením (T_{82}) v roku 1997 – Idle time before weighing (T_{82}) in the year 1997

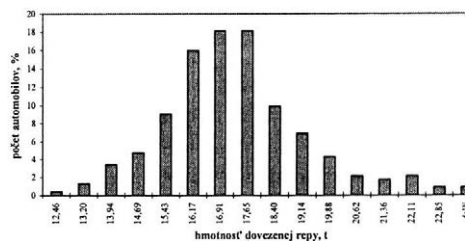


6. Čas váženia (T_{211}) v roku 1997 – Time for loading (T_{211}) in the year 1997

čas váženia – time for loading



7. Čas odberu vzorky repy (T_{213}) RÜPRO – Time for taking samples (T_{213}) RÜPRO

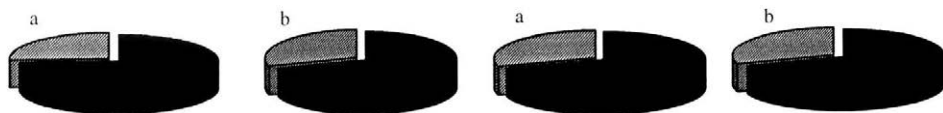


8. Histogram využitia skutočnej užitočnej hmotnosti dopravných prostriedkov v kampani 1997 – A histogram of the actual carrying capacity of the transportation system used in the campaign 1997

hmotnosť dovezenej repy – weight of transported beet

užitie užitočnej hmotnosti súpravy bolo 70,15 % a straty činili 29,85 %.

Dopravný prostriedok T 815 + náves NS2-29.21.20 s konštrukčnou užitočnou hmotnosťou 23 000 kg dosiahol za sledované obdobie skutočnú priemernú hmotnosť



9. Využitie užitočnej hmotnosti dopravného prostriedku Š 706 MTS 24 + prives PS217.13 (a) a dopravného prostriedku Š 100.45 + NS2-29.21.20 (b) – The use of the carrying capacity of the transportation system Š 706 MTS 24 + PS217.13 (a) and Š 100.45 + NS2-29.21.20 (b)

10. Využitie užitočnej hmotnosti dopravného prostriedku T 815 + návies NS2-29.21.20 (a) a dopravného prostriedku T 815 + PS217.13 (b) – The use of the carrying capacity of the transportation system T 815 + NS2-29.21.20 (a) and T 815 + PS217.13 (b)

straty – losses

percento využitia užitočnej hmotnosti súpravy – percentage of the use of carrying capacity of transportation system

IV. Porovnanie konštrukčného ložného objemu s vypočítaným ložným objemom pre dopravu cukrovej repy-Comparison of the construction volume of wagon calculated with the wagon volume for sugarbeet transportation

Parametre ¹	Označenie ²	Jednotky ³	Druh dopravnej súpravy ⁴			
			T815 + PS2 17.12	Š 706 MTS + PS2 17.12	Š706 + NS2- 29.21.20	T815 + NS2- 29.21.20
Konštrukčný objem ložného priestoru ⁵	V	m ³	19,57	15,75	24,13	24,13
Vypočítaný minimálny objem ložného priestoru potrebný pre využitie užitočnej hmotnosti ⁶	V	m ³	39,64	30,36	30	32,85
Konštrukčná výška ložného priestoru ⁷	h	mm	816 (900)*	600 (900)*	900	900
Vypočítaná minimálna výška nadstavby ⁸	h _e	mm	880	720	250	370

* – parametre privesu – parameters of trailer

¹parameters, ²denomination, ³units, ⁴type of transportation system, ⁵construction volume of load space, ⁶calculated minimum volume of load space needed for utilization of carrying capacity, ⁷construction height of load space, ⁸calculated minimum height of extension parameters of trailer

dovezeného nákladu 16 192 kg (obr. 10a). Užitočná hmotnosť súpravy bola využitá z 70,40 %, straty činili 29,60 %.

Dopravný prostriedok T 815 + prives PS2 17.13 s konštrukčnou užitočnou hmotnosťou 27 750 kg dosiahol skutočnú priemernú hmotnosť dovezeného nákladu za sledované obdobie 19 416,7 kg (obr. 10b). Užitočná hmotnosť súpravy bola 69,97 % a straty činili 30,03 %.

Zo zistených dát vyplýva, že skutočná výkonnosť dopravných prostriedkov bola o 25–30 % menšia než výkonnosť konštrukčná. V celkovom prepočte nákladov na dopravu či už pre cukrovar alebo pre dopravcu, podľa toho ako je urobená zmluva, sú to milióny Sk, ktoré by sa mohli využiť na nákup nových dopravných prostriedkov. Využitie užitočného zaťaženia sa môže realizovať len cez konštrukciu vhodných nadstavieb. Teoretická výška nadstavby, pri ktorej by bola využitá užitočná hmotnosť dopravného prostriedku, je uvedená v tab. IV.

ZÁVER

Z výsledkov meraní, ktoré sme urobili v roku 1997, vyplýva, že je potrebné:

1. skrátiť čas prestojov pred nakladaním zlepšením organizácie práce a výkonnostným zosúladením jednotlivých prvkov linky,
2. skrátiť čas nakládky využitím vhodných nakladačov a ich príslušenstva s vyššou spoľahlivosťou,
3. zvýšiť využitie užitočnej hmotnosti dopravných súprav konštrukciou vhodnej nadstavby (tab. IV),
4. keď súpravy nie sú využité dostatočne, platiť dopravcovi za t.km⁻¹, nie za km.

LITERATÚRA

- VELEBIL, M.: Doprava a manipulace s materiálím v zemědělství. Praha, SZN 1978.
- VIŠINSKÝ, J. a kol.: Využití zemědělské techniky v podmínkách integrované zemědělské velkovýroby. Praha, SZN 1974: 224–230.
- SLADKÝ, V. – SYROVÝ, O.: Organizace zemědělské dopravy. Praha, SZN 1969: 16–20.
- Firemné prospekty (Tatra, Liaz).
- STN 47 0120. Metódy merania časov a stanovovania prevádzkových ukazovateľov.

Došlo 10. 8. 1998

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Ján Jech, CSc. Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: +421 87 60 13 61, fax.: +421 87 41 70 03

GEOMETRIA NÁSTROJA REZNÉHO MECHANIZMU

GEOMETRY OF CUTTING TOOL

J. Marko

Technical University, Faculty of Forestry, Zvolen, Slovak Republic

ABSTRACT: The work analyzes the influence of forces on a knife at chipless cutting of wood and the assessment of the resulting force which affects the knife. To decrease the energetic demand of chipless cutting experiments to optimize the geometry of the knives were carried out. The tests were carried out on a special stand and 24 knives of various thickness and different geometry were tested. The evaluation of measured values was carried out by Statgraphic system to determine the optimal geometry of a tool.

improvement interventions; cutting tool; chipless cutting; knife

ABSTRAKT: Práca sa zaoberá rozborom silového pôsobenia na nôž pri beztrieskovom rezaní dreveniny a určením výslednej sily, ktorá na nôž pôsobí. Na zníženie energetickej náročnosti beztrieskového rezania boli vykonané experimenty pre optimalizáciu geometrie nožov. Skúšky boli vykonané na špeciálnom stende, testovaných bolo 24 nožov rôznej hrúbky a odlišnej geometrie. Namerané hodnoty boli vyhodnotené programovým systémom Statgraphics na stanovenie optimálnej geometrie nástroja.

výchovné zásahy; rezný nástroj; beztrieskové rezanie; nôž

ÚVOD

Splnenie prognózovaného rozsahu výchovných zásahov a ich podstatné skvalitnenie je podmienené rozčleňovaním porastov a ich sprístupnením sieťou rozčleňovacích liniek. Doteraz sa tieto práce vykonávajú ručne, resp. motomanuálne použitím ľahších motorových píl s veľmi negatívnymi vplyvmi na zdravie pracovníkov v dôsledku vibrácií a zvýšenej koncentrácie výfukových plynov v hustých prerezávkových porastoch. Rozčleňovanie je tiež veľmi prácnou a fyzicky namáhavou pracovnou operáciou. Preto je potrebné riešiť mechanizované spôsoby zriaďovania rozčleňovacích liniek. Nedostatky strojno-ručnej práce môžu odstrániť vo vhodných terénnych podmienkach pojazdny mechanizačný prostriedok.

PROBLEMATIKA

Existuje množstvo systémov vhodných na vykonanie výchovných zásahov, ktoré sú vyvíjané a testované ako prototypy, alebo sú vyrábané. Klasifikačný systém, ktorý navrhli Berg et al. (1975) pre analýzu rôznych prerezávkových koncepcií, je použiteľný na definovanie v súčasnosti jestvujúcich systémov i systémov vo vývoji (tab. I). Skupiny systémov sú rozdelené podľa spôsobu zásahu a stavu vyťažených stromov.

Systém vytvára tri skupiny zásahov: geometrické (G), selektívne (S) a kombinované (GS). Podľa stavu delí vyťažené stromy na odumreté stojace (O), spilené celé

(C), spilené krátené (K) a odstránené z porastu (P). Pre zjednodušenie klasifikácie sú stromy spilené celé a stromy spilené krátené zaradené do jednej skupiny.

Pri stave stromov O (odumreté, ale zostávajúce stáť) sa predpokladá použitie herbicídov. Aplikácie zariadenia sú použiteľné, ale produktivita je malá. Ako príklad v skupine G-O môže byť uvedená letecká aplikácia pre pásovú prečistku vyvinutú v Maine (McCormack, Banks, 1983).

Medzi selektívnu techniku v skupine S-O s aplikáciou herbicídov je možné zaradiť manuálne krúžkovacie zariadenia alebo injekčné zariadenia Hypo-Hatchet alebo Gel-Caps. Vzdušné alebo pozemné rozprašovacie zariadenia pôsobia selektívne na listnaté dreviny. Chemikálie, ktoré sú schopné ničiť ihličnany, boli overené na jedli a borovici. Usmernený oheň bol skúšaný v porastoch borovice na usmrtenie menších stromov, pričom väčšie boli chránené – presnosť a efektívnosť je otázna. Mechanizované systémy sú uvedené v tab. I.

Pre stromy, ktoré majú byť z porastu odstránené celé, po častiach alebo v štiepkach, je potenciálne existujúca technika väčšinou v stave prototypov. V USA bolo vyvinutých viacero strojov na likvidáciu krovin. Niektoré z nich môžu byť použité v prerezávkach, napr. mobilná sekačka Nicholson-Koch a harvester pre likvidáciu krovin Georgia-Pacific. Pásový prerezávač Valley Products stromy spáli a zoštiepkované podá do zásobníka.

Kombajn Crabe je kanadská verzia harvestora Palkeri, ktorý bol vyvinutý vo Fínsku v roku 1980, a je

Stav stromov ¹	Zásah ²		
	geometrický (G) (schématický) ³	selektívny (S) ⁴	kombinovaný (GS) ⁵
Odumreté stojace stromy ⁶ (O)	G-O – aplikácia herbicidov v pásoch pomocou helikoptér ⁷	S-O – oheň ⁸ – miestna aplikácia herbicidov ⁹ – rozsievanie herbicidov na široko na odstránenie listnáčov ¹⁰	GS-O – nie sú známe žiadne pracovné postupy ¹¹
Stromy spílené celé ¹² (C) Stromy spílené krátené ¹³ (K)	G-CK – nemotorové kosiace zariadenia (napr. sekačka) ¹⁴ – hnané krovinnorezacie stroje vertikálne alebo horizontálne spíľovacie hlavy ¹⁵ – závesný alebo prídavný prvotný hnací stroj ¹⁶ – rôzne široké pruhové rezačky na výložníku nesené ply alebo cepy (s obmedzenou voľiteľnosťou) ¹⁷	S-CK – ručné náradia (sekera, mačeta) ¹⁸ – motomanuálne náradie (refazová píla, krovinnorez, hnané nožnice) ¹⁹	GS-CK – na ramene výložníku ²⁰ montované prečistkové stroje vyvinuté vo Švédsku ²¹ G-CK+S-CK systémy môžu byť použité ²²
Stromy odstránené z porastu ²³ (P)	G-P – krovinnorezné harvestory, napr. prerezávač Valley Forest Products kosiaci v riadkoch (pruhoch) ²⁴ kombajn Crabe ²⁵	S-P – nie je známe vhodné zariadenie (prerezávkový stroj – LF VŠZ Brno-model) ²⁶	GS-P – nie sú známe žiadne pracovné postupy ²⁷ – G-P+S-CK systémy môžu byť použité ²⁸

¹tree status, ²intervention, ³geometric (schematic), ⁴selective, ⁵combined, ⁶withered standing trees, ⁷band application of herbicides by helicopter, ⁸fire, ⁹local application of herbicides, ¹⁰broadcasting of herbicides to eliminate broadleaved trees, ¹¹no working processes known, ¹²saw cut entire trees, ¹³saw cut shortened trees, ¹⁴non powered mowing implements (e.g. simple mower), ¹⁵power driven shrub cutters with horizontal or vertical cutting heads, ¹⁶trailed or mounted engine, ¹⁷various wide band cutters on boom of mounted saw or flails (with limited choice possibility), ¹⁸manual implements (axe, machete), ¹⁹manual or power driven implements (chain saw, shrub cutter, power shears), ²⁰on the boom arm, ²¹assembled clearing machines developed in Sweden, ²²G-CK+S-CK systems, can be utilized, ²³trees eliminated from the canopy, ²⁴shrub cutting harvesters, e.g. clearing machine from Valley Forests Products working in rows (bands), ²⁵Crabe combine, ²⁶no adequate implement known (clearing machine LF VŠZ Brno – model), ²⁷corresponding working processes unknown, ²⁸G-P+S-CK systems can be utilized

určený pre rezanie krovín pre energetické účely, ale môže byť prispôsobený pre prečistky.

Nemotorové zariadenia (krovino-pôdne disky, v prednej časti nesené nože tvaru V a priame valcové sekačky a brány) sú relatívne lacné, môžu byť miestne vyrábané a získané, ale ich využitie je zvyčajne neefektívne z dôvodu nedôsledného umŕtvnenia a nadmerného poškodenia stromov.

Motorové rezné mechanizmy majú väčšie možnosti použitia pre prečistky. Najčastejšie sa používajú zrezávacie hlavice nastavovanej šírky, ktoré sú priamo nesené na prednej časti hnacieho stroja a takto režu v línkách s konštantnou šírkou. Niektoré majú zrezávacie hlavice nesené na ramene a môžu rezať pásy rozdielnej šírky do dosahu ramena. Tento typ zariadenia môže vykonať i selektívny zásah.

Rezný mechanizmus slúži k vlastnému rezaniu vlákien dreva, a tým k oddeleniu stromu od pňa. Rezanie

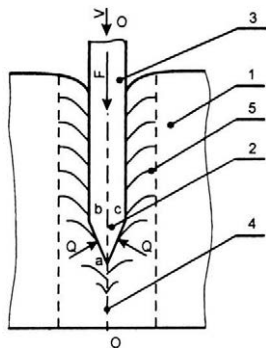
sa môže uskutočniť rôznymi spôsobmi, z ktorých pri ťažbových strojoch sú najbežnejšie tieto:

- bez tvorenia triesky – nožové rezné mechanizmy,
- s tvorením triesky – mechanizmy s pilovou reťazou.

Rezný mechanizmus musí mať vysokú reznú výkonnosť, nízku hmotnosť, jednoduchú konštrukciu, musí byť rýchlo pripravený k práci (pohotovosť) a musí rezať kmene, ktorých priemer sa bežne vyskytuje v lesnom poraste podľa jeho určenia.

BEZTRIESKOVÉ REZANIE

Vo vedeckotechnickej literatúre sa uvádzajú rôzne definície termínu beztrieskového rezania. Pri beztrieskovom delení drevinu klinovým nožom v smere, ktorý nie je totožný so smerom vlákien dreva, vznikajú značné rezné sily. Preto sa tento proces niekedy nazýva



1. Beztrieskové rezanie – Chipless cutting

- 1 – materiál – material
- 2 – nôž – knife
- 3 – teleso noža – knife body
- 4 – zóna rezu – zone of cut
- 5 – deformácia zóna – deformation zone

silovým rezaním. Beztrieskové rezné mechanizmy sú i v procese výchovných zásahov vhodné na radový a líniový schématický výber.

Prvé práce, ktoré pojednávajú o beztrieskovom rezaní dreva, pochádzajú z konca 60. a zo 70. rokov. Touto problematikou sa zaoberali Wiklund (1967), Kočegarov, Meňšikov (1972).

U nás sa touto problematikou zaoberali predovšetkým Jandel et al. (1979).

Rezanie klinovým nožom bez tvorby triesky je znázornené na obr. 1. Tento nástroj je schopný vykonávať delenie pozdĺž vlákien (štiepanie) i naprieč (sekanie nožom). Pričnie rezanie dreva nožom je založené na schopnosti dreva deformovať sa. Drevo preukazuje pomerne malý odpor deformovania pri vtlačení klina doň. Na uskutočnenie procesu delenia dreva je potrebné, aby na rezný klin pôsobila sila F v smere vektora rýchlosti v . Rezný klin prerušuje väzby medzi vláknami v rovine 0-0. Straty dreva nie sú, rezná škára je rovná nule, vlákna dreva sa nedrobia. Pri nasledovnom zdvihu klina sa vlákna deformujú naklonenými hranami ab a ac , otáčajú sa do masívneho dreva, potom už zdeformované vstupujú do kontaktu s bočnými hranami rezného klina v deformáčnych zónach. Po pretlačení noža sa stlačené vlákna deformáčnych zón obnovujú a pôsobia tlakom na bočné hrany rezného klina, čo vyvoláva tangenciálnu reakciu k jeho posunutiu.

Na rozdiel od iných spôsobov rezania prebieha delenie dreva v rovine a nie v priestore bez vzniku triesok. Odpadá vynášanie triesok, čo značne zjednodušuje konštrukciu rezného klina a znižuje energetickú náročnosť na rezanie. Rezný klin vykonáva len jeden postupný pohyb po najkratšej trajektórii v smere rezania, pretože i jedna z hlavných výhod beztrieskového rezania – vysoká odolnosť voči opotrebeniu rezných klinov. Monolitná konštrukcia (klin – nôž vytvorený spolu

s telesom) rezného mechanizmu v spojení s jednoduchou dráhou pohybu uľahčuje konštrukciu celého ústrojenstva a umožňuje použiť vysoké rýchlosti rezania. Neprítomnosť hluku a drevného prachu zlepšuje hygienické podmienky práce.

Uvedené výhody beztrieskového spôsobu rezania dreva ho zaraďujú ako celkom perspektívny pre použitie i v lesníckej prevádzke, vyhovujúce požiadavkám bezodpadových technológií.

MATERIÁL A METÓDY

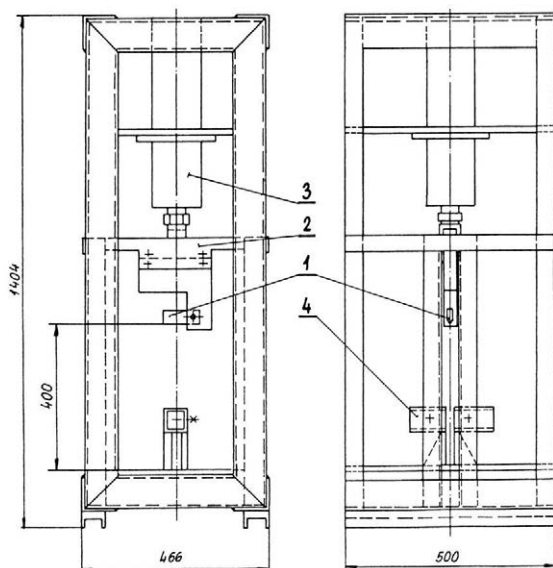
Pre návrh nožového mechanizmu vhodného do výchovných zásahov musí konštruktér v prvom rade poznať energetické a silové pomery procesu beztrieskového rezania. Pre riešenie týchto problémov bolo zostrojené stendové zariadenie (obr. 2) na sledovanie procesu rezania vzoriek dreva v laboratórnych podmienkach a meranie rezných síl, z čoho vyplýva energetická náročnosť rezania. Stend má rámovú konštrukciu, pohon noža zabezpečuje priamočiarly hydromotor. Nôž je vymeniteľný, pohybuje sa vo vedení voči pevne uchytenej vzorke. Merací reťazec (obr. 3) sa skladal z tenzometrického snímača tlaku ZPA 0-25, optickoelektronického snímača rýchlosti Correvit Q a dvoch súradnicových zapisovačov BAK ST na registrovanie silových pomerov a rýchlosti (Marko, 1995).

Na laboratórne skúšky bol vybraný materiál z našich najdôležitejších hospodárskych drevín, ktorými sú smrek (sm) a buk (bk), ale aj dub (db), hrab (hb) a borovica (bo). Vyrezali sa 2 000 mm dlhé pravouhlé vzorky o priereze 20 x 20 mm, 20 x 40 mm a 30 x 30 mm z čerstvo vyťaženého dreva. Fyzikálne vlastnosti vzoriek dreva (vlhkosť a hustota) boli zistené podľa noriem STN 49 0103 a STN 49 0108. Pri rezaní sa používali nože s geometrickými parametrami uvedenými na obr. 4. Tieto nože boli vyrobené v PPS Detva z nástrojovej ocele STN 41 9733, rýchlosť rezania bola 50 mm.s⁻¹. Vypovedaciu hodnotu pre uhol rezného klina majú nože hrúbky 2, 3 a 4 mm, ktoré sú vyrobené v rozsahu od 25° do 60° odstupňovane po 5° pre presnejšiu orientáciu. Z materiálových dôvodov ostatné hrúbky nožov neboli vyrobené v celom rozsahu.

Úloha spočívala v stanovení optimálnej geometrie nástroja. Za rovnakých rezných podmienok sa určila veľičina rezných síl F , resp. mernej rezných síl F_m . Rezná sila F (N) je maximálna hodnota rezných síl v priebehu rezania vzorky, ktorou musel rezný nástroj pôsobiť na drevo, aby prekonal rezný odpor vzorky daného priečného prierezu. Merná rezná sila F_m (N.mm⁻¹) je daná podielom rezných síl F a šírky prerezávanej vzorky, čiže dĺžky styku rezných hrany noža so vzorkou.

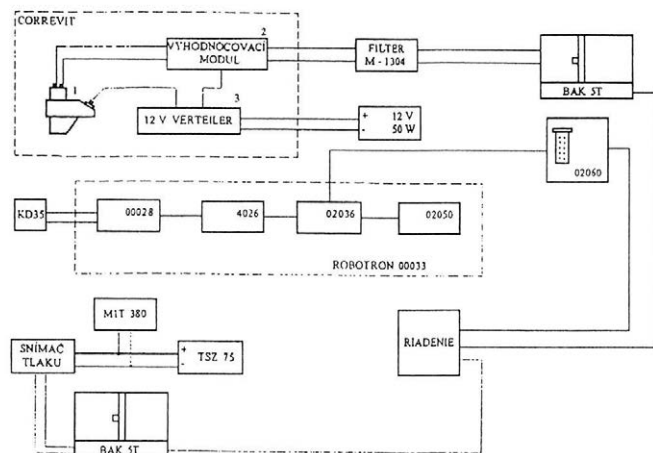
VÝSLEDKY

Výsledky laboratórnych meraní boli spracované na osobnom počítači typu 386, ktorý bol vybavený pro-



2. Schéma stendu na experimentálne skúšky beztrieskového rezania – Schematic presentation of the stand for experimental tests of chipless cutting

- 1 – nôž – kníže
- 2 – nožový držiak – kníže holder
- 3 – priamočiarý hydromotor – hydraulic cylinder
- 4 – upínač skúšobnej vzorky – sample clamp



3. Zapojenie meracieho reťazca beztrieskového rezania – Wiring of the measuring chain for chipless cutting evaluating module

- vyhodnocovací modul – evaluating module
- snímač tlaku – pressure gauge
- riadenie – control

gramom Supercalc a Statgraphics. V programe Supercalc boli namerané údaje predspracované, t.j., že v Supercalcu boli vytvorené tabuľky, ktoré boli spracované do súborov vhodných pre ďalšie spracovanie v programe Statgraphics. Tu sa uskutočňovali spájania súborov a rozdeľovanie čiastkových súborov. Vlastné štatistické výpočty a štatistické analýzy boli vykonané v programe Statgraphics. Štandardná chyba regresnej funkcie (Std.Error of Est.) slúžila na vybranie typu regresnej funkcie; platí kritérium, aby táto štandardná chyba bola čo najmenšia.

VPLYV UHLA REZNÉHO KLINA NA VEĽKOSŤ MERNEJ REZNEJ SILY

Na spracovanie závislosti merných rezných síl F_m od uhla rezného klina (uhla ostria) β pre drevinu bk, db, hb, sm a bo (pre jednotlivé hrúbky nožov) bola vybraná podľa min.Std.Error of Est. regresná funkcia tvaru $Y = AX^B$ (pričom $Y = F_m$; $X = \beta$) na aproximovanie nameraných hodnôt (tab. II). Je tu zjavná tendencia poklesu merných rezných síl so zväčšovaním sa uhla rezného klina. Najmarkantnejší pokles mernej reznej sily



HRŮBKÁ NOŽA <i>t</i> / mm	UHOL OSTRIA β (°)
1	25° 30° 40°
2	25° 30° 35° 40° 45° 60°
3	25° 30° 35° 40° 45° 60°
4	25° 30° 35° 40° 45° 60°
5	30°
6	30°
8	30°

4. Ploché nože a geometria ich rezného klina – Flat knives and geometry of their cutting edge

hrúbka noža – knife thickness
uhol ostria – edge angle

(pre všetky uvedené dreviny) je u noža hrúbky $t = 3$ mm – čiže sa javí ako optimálna (obr. 5 – bk, $t = 3$ mm).

Zo skúšaných tvrdých drevnín (bk, db, hb) bol najväčší pokles mernej reznej sily so zväčšujúcim sa uhlom rezného klina u hrabu, ktorý má i najväčšiu hustotu.

V prípade dreviny sm merná rezná sila so zväčšujúcim sa uhlom rezného klina narastá (obr. 6), jedine s nožom hrúbky 3 mm namerané výsledky poukazujú na pokles mernej reznej sily so vzrastajúcim uhlom rezného klina. Nôž o hrúbke 3 mm je zároveň najcitlivejší na uhol rezného klina, najmenej citlivý je nôž o hrúbke 2 mm – nameraná bola pomerne malá merná rezná sila ($F_m = 143 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$) pre všetky uhly rezného klina. Z regresných analýz pre drevinu bo vychádza nôž hrúbky 3 mm ako hraničný, pri nožoch tenších merné rezné sily narastajú so zväčšujúcim sa uhlom ostria a so zväčšujúcou sa hrúbkou noža klesajú.

Celková tendencia pre skúšané nože v mäkkých drevinách (sm, bo) je mierne stúpajúca – merné rezné sily narastajú so zväčšujúcim sa uhlom ostria.

VPLYV HRŮBKY NOŽA NA VEĽKOSŤ MERNEJ REZNEJ SILY

Závislosť mernej reznej sily F_m na hrúbke noža t pri konštantnom uhle rezného klina $\beta = 30^\circ$ pre všetky skúšané dreviny je uvedená v tab. III. Z regresných analýz

III. Regresné funkcie pre hrúbky noža $t = 1-3$ mm, dreviny bk, db, hb, sm, bo, uhol ostria $\beta = 30^\circ$ – Regression functions for knife thicknesses $t = 1-3$ mm, wood species: beech, oak, hornbeam, spruce, pine angle of the edge $\beta = 30^\circ$

Drevina ¹	Regresná funkcia ²
bk	$F_m = e^{5,36159} \cdot t^{0,36767}$
db	$F_m = e^{5,27444} \cdot t^{0,357995}$
hb	$F_m = e^{5,40319} \cdot t^{0,405757}$
sm	$F_m = e^{4,32016} \cdot t^{0,371727}$
bo	$F_m = e^{4,74776} \cdot t^{0,385571}$

¹ wood species, ² regression function

vidno, že vo všetkých prípadoch merná rezná sila narastá so zväčšujúcou sa hrúbkou noža. Závislosť je multiplikatívna (parabolická), môžeme ju vyjadriť vzťahom:

$$Y = AX^{dt}$$

kde: $Y = F_m$
 $X = t$

Najväčšia merná rezná sila sa dosiahla u hrabu nožom o hrúbke $t = 8$ mm ($F_m = 509,876 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$), ďalej nasleduje bk a db. Pri hrúbke nožov od 1 do 4 mm merná rezná sila stúpa prudko, nad hrúbku 4 mm je nárast miernejší. Hrúbka 4 mm je hraničná. Z nameraných veličín tiež vyplýva, že s nárastom hrúbky noža sa nezvyšuje len merná rezná sila, ale dochádza aj k väčšiemu rozptylu jej hodnôt (obr. 7). Väčšie hrúbky nožov sú citlivejšie na prípadné nerovnorodosti v štruktúre drevin.

Pre mäkké drevinu sm a bo z regresných analýz vyplýva v podstate to isté, čo pre drevinu tvrdé (bk, db, hb), len hodnoty merných rezných síl sú podstatne nižšie. Sú charakteristické značným rozptylom hodnôt aj pri tenkých nožoch (obr. 8).

ZÁVER

Z analýzy základných parametrov s cieľom definovať ich vplyv na hlavné ukazovatele beztrieskového rezania – reznú silu, pevnosť rezného mechanizmu a kvalitu po-

II. Regresné funkcie pre uhly ostria $\beta = 25-65^\circ$, jednotlivé drevinu a rôzne hrúbky nožov – Regression functions for cutting edge angles $\beta = 25-65^\circ$; wood and species: beech, oak, hornbeam, spruce, pine

Hrúbka noža ¹ (mm)	Drevina ²				
	bk	db	hb	sm	bo
1	$F_m = e^{4,93172} \cdot \beta^{0,118119}$	$F_m = e^{5,21772} \cdot \beta^{0,015898}$	$F_m = e^{6,16299} \cdot \beta^{-0,199687}$	$F_m = e^{3,54051} \cdot \beta^{0,371302}$	$F_m = e^{4,59623} \cdot \beta^{0,0465163}$
2	$F_m = e^{5,81025} \cdot \beta^{-0,060883}$	$F_m = e^{5,84768} \cdot \beta^{-0,10301}$	$F_m = e^{5,72063} \cdot \beta^{-0,0268446}$	$F_m = e^{4,95229} \cdot \beta^{1,600297 \cdot 10^{-3}}$	$F_m = e^{4,77131} \cdot \beta^{0,0558834}$
3	$F_m = e^{6,47834} \cdot \beta^{-0,182733}$	$F_m = e^{6,52863} \cdot \beta^{-0,23}$	$F_m = e^{6,3434} \cdot \beta^{-0,146229}$	$F_m = e^{6,09132} \cdot \beta^{-0,215333}$	$F_m = e^{5,77525} \cdot \beta^{-0,145377}$
4	$F_m = e^{5,53042} \cdot \beta^{0,104321}$	$F_m = e^{5,73112} \cdot \beta^{0,0259646}$	$F_m = e^{6,2206} \cdot \beta^{0,0367723}$	$F_m = e^{5,2063} \cdot \beta^{0,0235163}$	$F_m = e^{5,92905} \cdot \beta^{-0,131165}$

bk – buk – beech

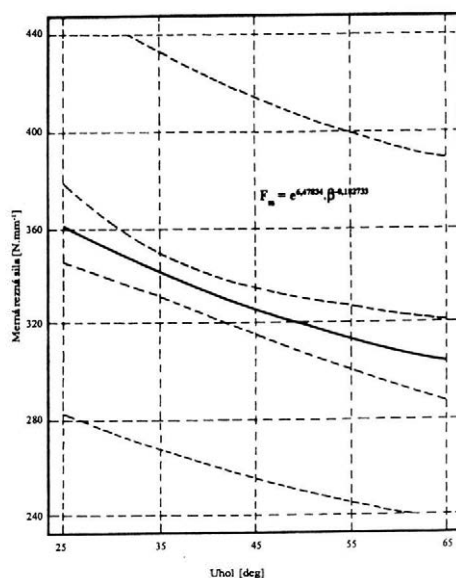
db – dub – oak

hb – hrab – hornbeam

sm – smrek – spruce

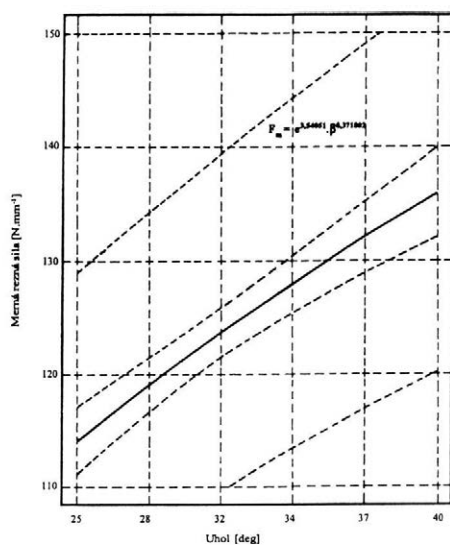
bo – borovica – pine

¹knife thickness, ²wood species

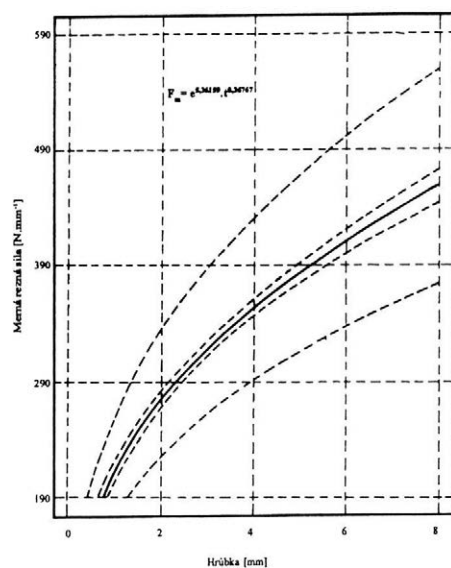


5. Regresná analýza pre nôž hrúbky 3 mm, buk, uhly ostria – Regression analysis for 3 mm thick knife, beech, edge angles

merná rezná síla – specific cutting force
uhol – angle

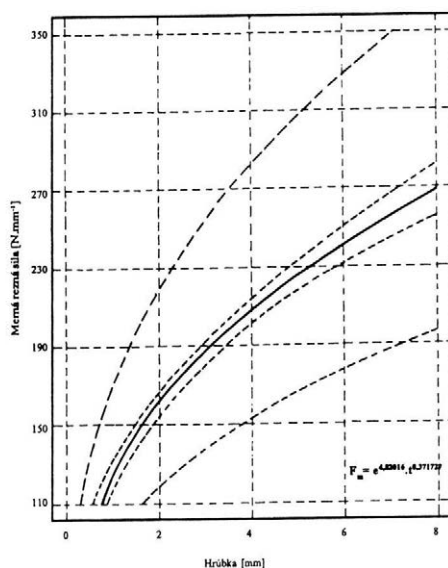


6. Regresná analýza pre nôž hrúbky 1 mm, smrek, uhly ostria – Regression analysis for 1 mm thick knife, spruce, edge angles



7. Výsledná regresná analýza pre drevinu buk, uhlo ostria 30°, hrúbky noža – Resulting regression analysis for beech species, edge angle 30° – knife thicknesses

hrúbka – thickness



8. Výsledná regresná analýza pre drevinu smrek, uhlo ostria 30°, hrúbky noža – Resulting regression analysis for spruce species, edge angle 30°, knife thicknesses

vrchu obrobenej plochy – na základe vlastných poznatkov a podľa dostupných literárnych prameňov možno dospieť k takýmto záverom:

1. Výskumu u nás i v zahraničí sa podrobili hlavne ploché doskovité nože s hladkou priamočiariou reznou hranou. Takýto tvar noža je najrozšírenejší pre jednoduché konštrukčné prevedenie a ostrenie rezného klina.

2. Skúšobný materiál pre výskum bol vybratý z našich najdôležitejších hospodárskych drevín buk a smrek, ale aj pre dub, hrab a borovicu.

3. Z geometrických parametrov sú skúmané hlavne symetrické profily rezných častí noža, pričom optimálna veľkosť uhla rezného klina $\beta = 30\text{--}40^\circ$ vo všeobecnosti, ako uvádzajú Kočegarov, Meňšikov (1972) a iní autori. Pri tvrdých drevinách (bk, db, hb) je na základe experimentu možné konštatovať, že so zväčšujúcim sa uhlom rezného klina klesá merná rezná sila. Zo skúšaných tvrdých drevín sa najväčší pokles mernej reznej sily so zväčšujúcim sa uhlom rezného klina prejavil u hrabu, ktorý má i najväčšiu hustotu. Pre mäkké drevinu je celková tendencia skúšaných nožov mierne stúpajúca – merné rezné sily narastajú so zväčšujúcim sa uhlom rezného klina. Zistené výsledky je možné využiť pri optimalizácii geometrie rezného klina nástroja – najvhodnejšia geometria je pri minimálnej mernej reznej sile.

4. Je zaujímavé, že hrúbka noža má hlavný vplyv na reznú silu a na tuhosť noža. Z regresných analýz pri tvrdých drevinách (bk, db, hb) vidno, že k nárastu mernej reznej sily dochádza v závislosti na hrúbke, závislosť je multiplikatívna, môžeme ju vyjadriť vzťahom: $Y = AX^B$. Merná rezná sila pri hrúbke nožov od 1 do 4 mm stúpa prudko a nad hrúbku 4 mm je nárast miernejší. Z vypočítaných závislostí vyplýva tiež, že s ná-

rastom hrúbky noža sa nezväčšuje len merná rezná sila, ale zväčšuje sa aj rozptyl nameraných hodnôt. Väčšie hrúbky sú citlivejšie na nerovnorodosti v štruktúre dreva. Pre mäkké drevinu sm a bo vyplývajú z regresných analýz podobné závislosti, len hodnoty merných rezných síl sú cca o $100 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$ nižšie. Sú charakteristické značným rozptylom hodnôt aj pri tenkých nožoch na rozdiel od tvrdých drevín, u ktorých bol rozptyl badať menej.

LITERATÚRA

- Berg H., Bäckström P. O., Gustavsson R., Hägglund B. (1975): Systems analyses of cleaning of young stands. For-skningstiftelsen Skogsarbeten, Stockholm, Rep. N°1E. 79 p.
- Jandel R., Mikleš M., Koreň J. (1979): Teória viacúčelových strojov so zistením základných parametrov. [Výskumná správa.] Zvolen, Lesnícka fakulta VŠLD. 130 s.
- Kočegarov V. G., Meňšikov V. N. (1972): O nekotorych voprosach besstruzečnogo rezanija drevisiny ploskimi a klinovymi nožami. Trudy CNIIME, sb. 123, Chimki, 161–168.
- Marko J. (1995): Výskum adaptérov pre mechanizáciu výchovných ťažieb. In: AFF XXXVII, Zvolen, TU, 255–262.
- McCormack M. L., Banks C. H. (1983): An aerial technique to adjust spruce-fir density of stocking. Proc. Northeastern Weed Science Soc., 37, 297–300.
- Wiklund M. (1967): Forces and damage in felling and with knife and shear type tools. Report, No. 9, 39.
- STN 49 0103.
- STN 49 0108.

Došlo 15. 7. 1997

Kontaktná adresa:

Ing. Ján Marko, CSc., Technická univerzita, Katedra environmentálnej a výrobnéj techniky, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika, tel.: +421 855 520 65 52, fax: +421 855 532 00 15

Za doc. Ing. Josefem Maleřem, DrSc.

Dne 9. března 1999 zemřel doc. Ing. Josef Maleř, DrSc., dlouholetý pracovník Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Repích. Odešel v nedožitých sedmdesáti letech života.

Po absolvování mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze začal odborný život Josefa Maleře v Opravných zemědělských strojích v Dašicích v Čechách. Odtud přišel v roce 1959 do oddělení obilovin Výzkumného ústavu zemědělské techniky a na tomto úseku, který byl v průběhu let několikrát přejmenován, zůstal plných 33 let. Vytrvale odmítal vyšší administrativní funkce, protože nade vše oceňoval možnost tvůrčí, svobodné výzkumnické práce. V roce 1992 odešel z VÚZT do nového místa, které ho vždy lákalo, a stal se pedagogem na Technické fakultě České zemědělské univerzity v Praze. Zde rozvíjel nový předmět „Technologické linky v potravinářském průmyslu“. V pedagogické činnosti, pro kterou měl velký talent, sklízel sympatie studentů i nových spolupracovníků. Při jeho plné psychické síle a v pracovním zapojení přišel neočekávaný skon.

Život „mechanizátora“ Maleře se však odehrál ve výzkumném ústavu. Byl to život velmi plodný, ale po odborné stránce také velmi rozporuplný. Starší generaci zůstává v paměti československý „vynález“ třífázové sklizně obilnin, který byl spojován s jeho jménem. Zejména v aridních podmínkách Polabí byla svého času „třífázovka“ vážným konkurentem přímé kombajnové sklizně. Mohutný rozvoj výkonnosti a spolehlivosti

tehdejších sklízecích mlátiček však rozhodl o dalším vývoji ve prospěch sklizně přímé. Neúspěšný odhad perspektivy i u některých dalších „módních“ technologií a směrů řešení znamenal trauma, které ho však paradoxně přivádělo k aktivnímu posuzování dalšího nového pracovního postupu či k novému řešení stroje.

Neuvěřitelně plodný byl Josef Maleř literárně. Jím publikované práce se přitom vyznačují kultivovaným stylem i jazykem. Jeho spolupracovníci si pamatují událost, kdy za jediný den napsal tři příspěvky do vědeckých časopisů. Pro další generaci nejen výzkumných pracovníků zůstává platné jeho úsloví o tom, že „existuje jen to, co je napsáno a vydáno“. Existuje to pro vnější svět, pro historii. Pro tu naši, mechanizátorskou historii zanechal svědectví doby v několika stech literárních materiálů. Lze odhadnout, že z tohoto počtu bylo příspěvků do vědeckých časopisů asi 55, samostatných brožur, skript a knižních publikací více než 30 a samostatných výzkumných zpráv z řešení úkolů asi 65. V počtu publikací neměl ve své generaci konkurenta.

Zanechaný literární odkaz a myšlenkové ovlivnění několika generací zemědělských odborníků zakládá důvod ke konstatování, že jméno doc. Ing. Josefa Maleře, DrSc., má v historii Výzkumného ústavu zemědělské techniky i v obci mechanizátorů své stále a důstojné místo.

Čest jeho památce!

Rudolf Pawlica

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selective reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout: quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript. A PC diskette should be provided with the paper and graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The title of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the subject and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise basic numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The section **References** should preferably contain reviewed periodicals. The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

The manuscript will not be accepted to be filed by the editorial office if its formal layout does not comply with the instructions for authors.

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nesmí přesáhnout 15 strojopisných stran včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu: formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhozů na řádku, mezi řádky dvojitě mezery. K rukopisu je třeba přiložit disketu s prací pořízenou na PC a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhozů. Jsou vyloučeny podtituly článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měl by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována, a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura by měla sestávat hlavně z lektorovaných periodik. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

Rukopis nebude redakcí přijat k evidenci, nebude-li po formální stránce odpovídat pokynům pro autory.

CONTENT

Horáček J., Ledvina R., Stach J., Šabatka J., Raus A.: Assessment of physical soil properties as related to classical and no-plough systems of potato growing.....	81
Bajla J., Hrubý D.: Penetrometrical measurements – an objective method for soil state monitoring	87
Páltik J., Porubský J.: Soil compaction due to sugar beet sowing units.....	95
Hlaváčová Z.: Some electrical properties of Amaranthus seeds.....	99
Jech J., Žitňák M., Ružbarský J.: Transportation of sugar beet.....	105
Marko J.: Geometry of cutting tool.....	113

OBSAH

Horáček J., Ledvina R., Stach J., Šabatka J., Raus A.: Posouzení fyzikálních vlastností půdy při klasické a bezorebné technologii pěstování brambor.....	81
Bajla J., Hrubý D.: Penetrometrické merania — účelná metóda na monitorovanie stavu pôdy.....	87
Páltik J., Porubský J.: Utlačanie pôdy výsevnou jednotkou pri sebye cukrovej repy	95
Hlaváčová Z.: Niektoré elektrické vlastnosti semien ľaskavca.....	99
Jech J., Žitňák M., Ružbarský J.: Doprava cukrovej repy.....	105
Marko J.: Geometria nástroja rezného mechanizmu	113

NEKROLOG

Pawlica R.: Za doc. Ing. Josefem Maleřem, DrSc.	120
--	-----